

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

**ТИПОВЫЕ ВАРИАНТЫ
ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ ЗАДАНИЙ**

Допущено к использованию в образовательном процессе на основании приказа
Министерства образования и науки Российской Федерации № 699 от 09.06.2016

**45 вариантов заданий
Инструкция
Ответы и решения
Бланки ответов**

**Издательство
«ЭКЗАМЕН»**

**МОСКВА
2025**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

Имена авторов, название и содержание произведений используются в данной книге в учебных целях в объеме, оправданном целью цитирования (ст. 1274 п. 1 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации).

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2025. Физика. 45 вариантов. Типовые варианты экзаменационных заданий от разработчиков ЕГЭ / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2025. — 439, [1] с. (Серия «ЕГЭ. 50 вариантов. Тесты от разработчиков»)

ISBN 978-5-377-20801-3

Авторский коллектив — члены федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике.

Типовые варианты экзаменационных заданий по физике содержат 45 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2025 г. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2025 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, приводятся решения всех заданий одного из вариантов, а также решения наиболее сложных заданий во всех 45 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

Пособие адресовано учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам — для самоподготовки и самоконтроля.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8.

Гарнитура «Школьная». Бумага газетная. Уч.-изд. л. 19,42.
Усл. печ. л. 55. Тираж 9000 экз. Заказ № 7182.

ISBN 978-5-377-20801-3

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2025
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2025.

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы.....	7
Справочный материал	8
Вариант 1	10
Вариант 2	17
Вариант 3	24
Вариант 4	31
Вариант 5	37
Вариант 6	44
Вариант 7	51
Вариант 8	58
Вариант 9	65
Вариант 10.....	72
Вариант 11.....	79
Вариант 12.....	87
Вариант 13.....	94
Вариант 14.....	101
Вариант 15.....	108
Вариант 16.....	115
Вариант 17.....	123
Вариант 18.....	130
Вариант 19.....	137
Вариант 20.....	144
Вариант 21.....	151
Вариант 22.....	158
Вариант 23.....	165
Вариант 24.....	172
Вариант 25.....	180
Вариант 26.....	187
Вариант 27.....	194
Вариант 28.....	202
Вариант 29.....	209
Вариант 30.....	215
Вариант 31.....	223
Вариант 32.....	230
Вариант 33.....	237
Вариант 34.....	244
Вариант 35.....	250
Вариант 36.....	257
Вариант 37.....	264

Вариант 38.....	270
Вариант 39.....	277
Вариант 40.....	284
Вариант 41.....	291
Вариант 42.....	298
Вариант 43.....	305
Вариант 44.....	312
Вариант 45.....	319
СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 45 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ).....	326
ОТВЕТЫ.....	345

Sborniki.su



ЕДИННЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН - 2025

Бланк ответов № 1

Код региона Код профессии Регион профессии

Уровень обучения
Почтовый адрес ФГУП «СПЭК» — филиал № 4
Подпись участника ЕГЭ (срок действия бланка)

Регистр — 4



Заполнить гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ и ЦИФРАМИ по следующему образцу:

А В В Г Д Е Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z , -
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 А А К О О Е Е Е Е I I U O Q P R C

ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплексе. Результаты выполнения заданий с **КРАТКИМ ОТВЕТОМ**.

1	<input type="text"/>	21	<input type="text"/>
2	<input type="text"/>	22	<input type="text"/>
3	<input type="text"/>	23	<input type="text"/>
4	<input type="text"/>	24	<input type="text"/>
5	<input type="text"/>	25	<input type="text"/>
6	<input type="text"/>	26	<input type="text"/>
7	<input type="text"/>	27	<input type="text"/>
8	<input type="text"/>	28	<input type="text"/>
9	<input type="text"/>	29	<input type="text"/>
10	<input type="text"/>	30	<input type="text"/>
11	<input type="text"/>	31	<input type="text"/>
12	<input type="text"/>	32	<input type="text"/>
13	<input type="text"/>	33	<input type="text"/>
14	<input type="text"/>	34	<input type="text"/>
15	<input type="text"/>	35	<input type="text"/>
16	<input type="text"/>	36	<input type="text"/>
17	<input type="text"/>	37	<input type="text"/>
18	<input type="text"/>	38	<input type="text"/>
19	<input type="text"/>	39	<input type="text"/>
20	<input type="text"/>	40	<input type="text"/>

Замена ошибочных ответов на задания с **КРАТКИМ ОТВЕТОМ**

<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Заполняется ответственным организатором в аудитории:

Количество заполненных строк
«Замена ошибочных ответов»



Единый государственный экзамен - 2025
Бланк ответов № 2 лист 1

Код субъекта: Код предмета: Назначение бланка: Регион:

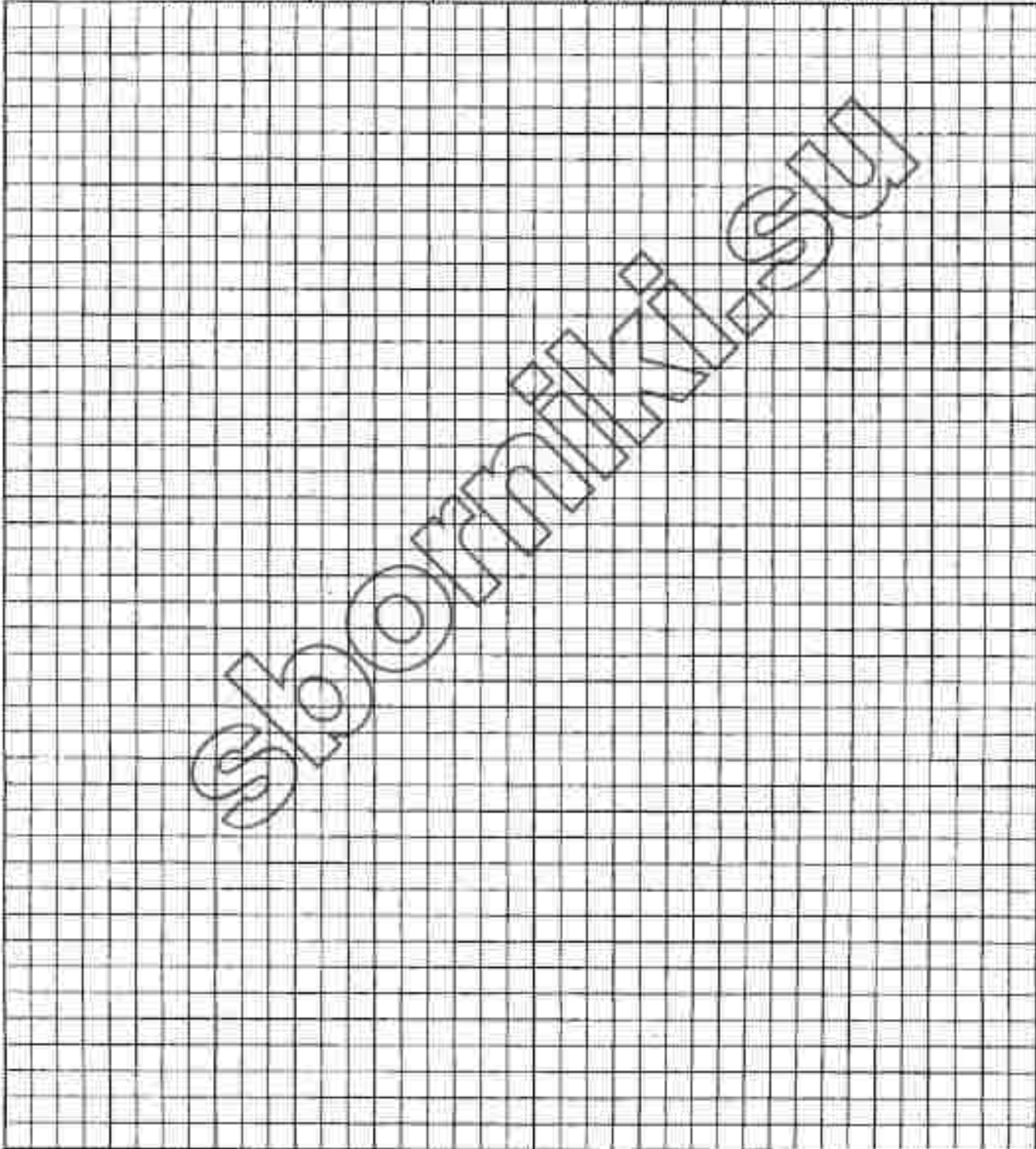
Бланк ответов № 2 (лист 2) Лист



Получение бланков осуществляется только по месту проведения экзамена. Бланки ответов на задания с краткими ответами и задания с развернутыми ответами являются собственностью государственного экзаменационного центра. Бланки ответов на задания с развернутыми ответами являются собственностью государственного экзаменационного центра. Утратив бланки ответов, сообщить об этом необходимо.



ВНИМАНИЕ! Все бланки и контрольные измерительные материалы рассматриваются в комплексе



STOP! ЗАКРЫТО!

Обратная сторона бланка НЕ ЗАПОЛНЯЕТСЯ. Используйте бланк ответов № 2 (лист 2).

55
 ТД
 в с
 Фе

КИМ
 ЦД
 по
 ав

КИМ

60
 БУ
 Отв

в
 и

ИП
 в
 от
 по
 в

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: -2,5 м/с². -2,5

КВИМ Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1.

Бланк

А	Б
4	1

КВИМ Ответ: 41

Бланк

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 1,40,2

КВИМ Ответ к заданиям 21–26 включает в себе подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

Бланк

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении задания можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

Справочный материал

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление — 10^5 Па, температура — 0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

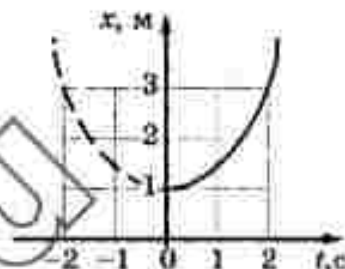
Sborniki.SU

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением. График зависимости её координаты от времени изображён на рисунке. Чему равна проекция ускорения a_x материальной точки на ось Ox ? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Пружина жёсткости $k = 10^4$ Н/м одним концом привкреплена к неподвижной опоре, а к другому её концу приложили силу $F = 1000$ Н. Определите растяжение пружины.

Ответ: _____ см.

3. Масса птицы равна 0,04 кг. Она летит со скоростью 10 м/с. Какова кинетическая энергия птицы?

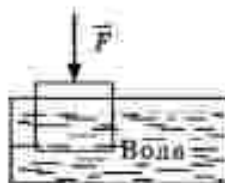
Ответ: _____ Дж.

4. На рисунке приведён график зависимости координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна частота колебаний тела?



Ответ: _____ Гц.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает, частично погружённый в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии, частично или полностью погружённый в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н.



Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружён в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружён в воду на половину своего объёма.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ: _____.

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

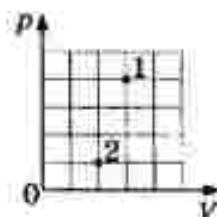
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите

7. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите отношение температур газа $\frac{T_1}{T_2}$ в состояниях 1 и 2 (см. рисунок).



Ответ: _____.

8. Какое количество теплоты передано газу, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а газ совершил работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

9. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
- 3) Концентрация гелия увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ: _____.

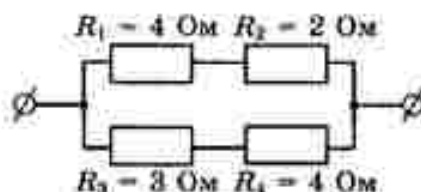
10. Детский темно-зелёный воздушный шарик надули в тени под деревом, а затем вынесли на солнечный пляж. Как начали при этом изменяться объём воздуха в шарике и средняя кинетическая энергия молекул в шарике? Оболочка шарика тонкая, упругая и мягкая. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём воздуха в шарике	Средняя кинетическая энергия молекул

11. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количества теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_1 и R_2 за одно и то же время?

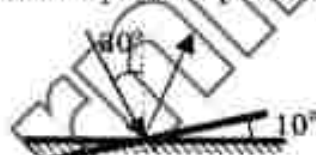


Ответ: _____

12. Прямолинейный проводник длиной L , по которому протекает ток I , помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции B . На проводник действует сила Ампера, равная $0,2$ Н. Какой станет сила Ампера при увеличении силы тока в 2 раза?

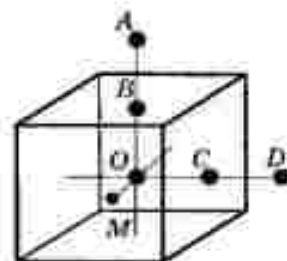
Ответ: _____ Н.

13. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким станет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ °

14. Заряд неподвижного металлического уединённого кубика равен q . Точка O — центр кубика, точки B и C — центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A равен E_A .



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке D
 Б) модуль напряжённости электростатического поля кубика в точке M

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

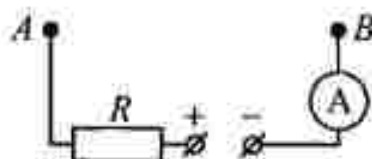
- 1) 0
 2) E_A
 3) $4E_A$
 4) $16E_A$

Ответ:

А	Б

15. На рисунке представлена схема цепи для исследования различных проводников. Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь.

Сначала между клеммами А и В включили отрезок медного провода. Затем его заменили проводом таких же размеров, но из материала с большим удельным сопротивлением. Как изменились после замены сопротивление цепи с проводником и сила тока в ней?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопротивление цепи	Сила тока в цепи

16. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. За какой промежуток времени распадётся 75% ядер висмута в исследуемом образце?

Ответ: за _____ мин.

17. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать её светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

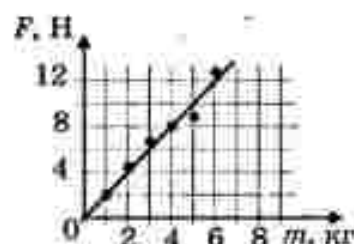
Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max}

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении времени действия силы на движущееся тело в направлении движения его импульс увеличивается.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц в твёрдых телах невозможно.
- 3) Во всех проводящих телах электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в воду частота колебаний остаётся неизменной.
- 5) При излучении γ -квантов заряд ядра уменьшается.

Ответ: _____.

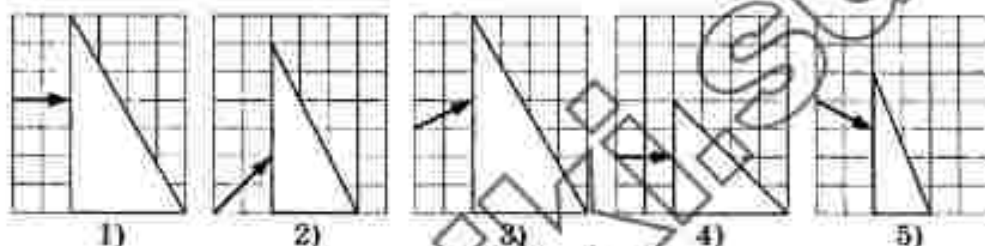
19. Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 0,5 Н. Чему равна с учётом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массой 1 кг?



Ответ: (___ ± ___) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Воспользовавшись оборудованием, представленным на рис. 1, учитель собрал модель плоского конденсатора (рис. 2), зарядил нижнюю пластину положительным зарядом, а корпус электromетра заземлил. Соединённая с корпусом электromетра верхняя пластина конденсатора приобрела отрицательный заряд, равный по модулю заряду нижней пластины. После этого учитель уменьшил расстояние между пластинами (рис. 3). Как изменились при этом показания электromетра (увеличились, уменьшились, остались прежними)? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Показания электromетра в данном опыте прямо пропорциональны разности потенциалов между пластинами конденсатора.



Рис. 1



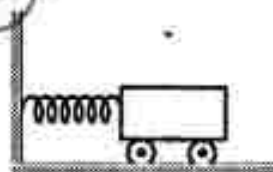
Рис. 2



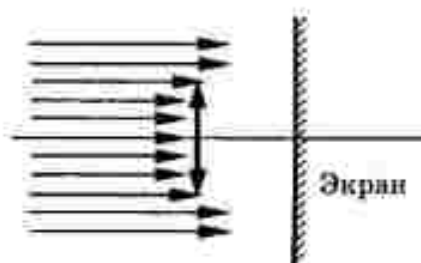
Рис. 3

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.

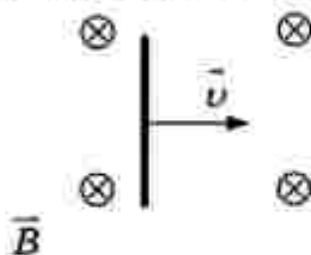


23. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экра́н освещён неравномерно. Определите диаметр светлого пятна, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 10 см от линзы.

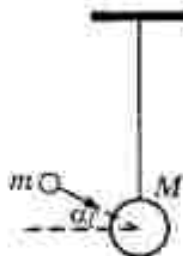


24. Воздушный шар объёмом $V = 2500 \text{ м}^3$ с массой оболочки $m_{об} = 400 \text{ кг}$ имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар вылетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой $m_2 = 200 \text{ кг}$? Температура окружающего воздуха $t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$, его плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

25. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл. Скорость проводника направлена горизонтально, перпендикулярно проводнику (см. рисунок). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с^2 . Какова ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м?



26. В маленький шар массой $M = 250$ г, висящий на нити длиной $l = 25$ см, попадает и застревает в нём пуля массой $m = 10$ г, летящая под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). На какой максимальный угол φ отклонится после этого нить от вертикали, если скорость пули равна $v = 15$ м/с? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

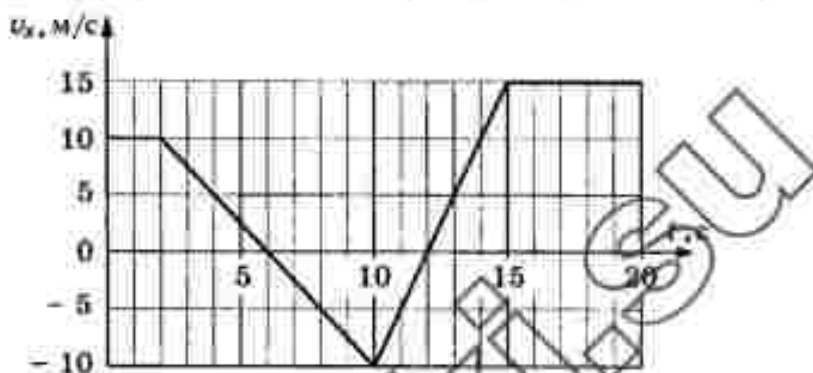
Sborniki.su

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела u_x от времени.



Какой путь тело прошло в интервале времени от 0 до 10 с?

Ответ: _____ м.

2. Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому её концу приложили силу $F = 10$ Н, при этом пружина растянулась на $\Delta l = 2$ см. Определите жёсткость пружины k .

Ответ: _____ Н/м.

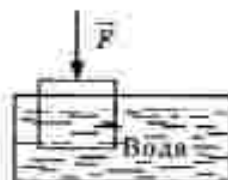
3. Отец везёт сына на санках с постоянной скоростью по горизонтальной заснеженной дороге. Модуль силы трения санок о снег равен 30 Н. Отец совершил механическую работу, равную 3000 Дж. Определите пройденный путь.

Ответ: _____ м.

4. Каков период колебаний T звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде равна 1000 м/с, а длина волны $\lambda = 5$ м?

Ответ: _____ с.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погружённый в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии, частично или полностью погружённый в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н.



Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 8 сила Архимеда, действующая на кубик, больше, чем в опыте № 7.
- 2) В опыте № 5 кубик погружён в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) При выполнении опытов № 1–5 сила Архимеда, действующая на тело, увеличивалась.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ: _____.

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода кинетическая энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

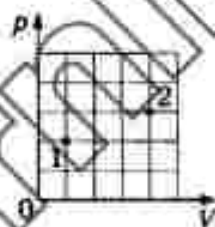
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Период обращения вокруг Земли

7. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите $\frac{T_2}{T_1}$ отношение температур газа в состояниях 2 и 1 (см. рисунок).



Ответ: _____.

8. Какое количество теплоты газ отдал окружающим телам, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж?

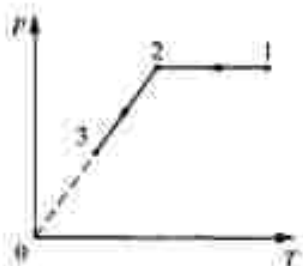
Ответ: _____ Дж.

9. В сосуде неизменного объёма при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль гелия. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите все верные утверждения, описывающие результаты проведённого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
- 3) Концентрация водорода увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрация водорода была больше, чем концентрация гелия.
- 5) В начале опыта масса гелия была больше, чем масса водорода.

Ответ: _____.

10. Один моль идеального газа участвует в процессе 1-2-3, график которого изображен на рисунке в координатах p - T , где p — давление газа, T — абсолютная температура газа.



Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1-2 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2-3? Масса газа остаётся постоянной.

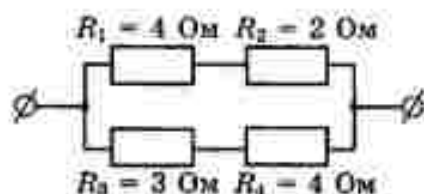
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа в ходе процесса 1-2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2-3

11. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_3/Q_4 , выделяющихся на резисторах R_3 и R_4 за одно и то же время?



Ответ: _____.

12. Две частицы с одинаковыми массами и зарядами $q_1 = 2q$ и $q_2 = 3q$ влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $v_1 = 6v$ и $v_2 = v$ соответственно. Определите отношение модулей сил F_1/F_2 , действующих на них со стороны магнитного поля.

Ответ: _____.

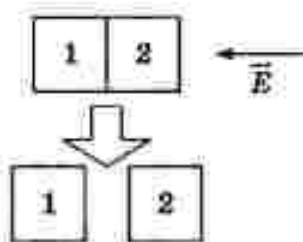
13. Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $4L$, а во второй — к катушке с индуктивностью L . Каково отношение частот колебаний заряда на обкладках конденсатора $\frac{\nu_2}{\nu_1}$ в этих двух случаях?

Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

14. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули (нижняя часть рисунка).

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных исследований. Запишите цифры, под которыми они указаны.

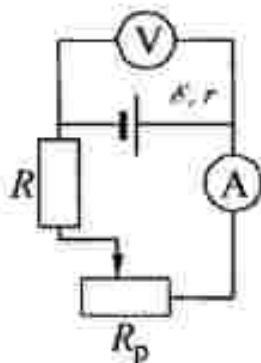


- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался положителен, заряд второго — отрицателен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) После того как кубики раздвинули, правые поверхности обоих кубиков оказались заряжены отрицательно.

Ответ: _____.

15. Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ	ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ
А) показания амперметра	1) $\mathcal{E}(R + R_p + r)$
Б) показания вольтметра	2) $\frac{\mathcal{E}}{R + R_p + r}$
	3) $\frac{\mathcal{E}(R_p + r)}{R + R_p}$
	4) $\frac{\mathcal{E}(R + R_p)}{R + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

16. Период полураспада изотопа радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ — 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 32 раза?

Ответ: через _____ дней.

17. В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещают светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$ и максимальная кинетическая энергия электронов $E_{\text{кин}}$, вылетающих с поверхности металла, если увеличить частоту падающего света, не меняя его интенсивности?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

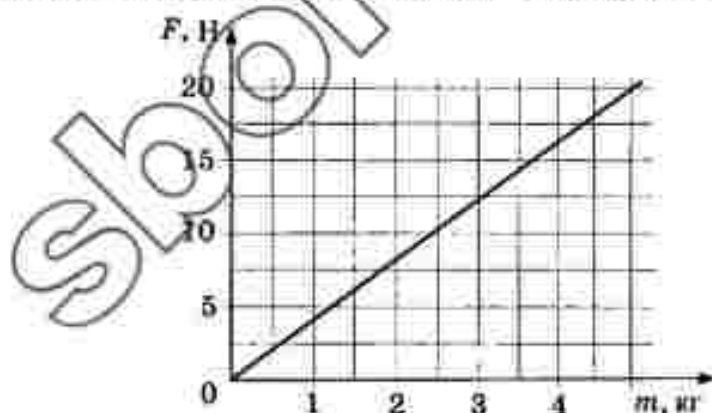
Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия электронов $E_{\text{кин}}$

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении времени действия силы на движущееся тело его импульс увеличивается.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц происходит и в газах, и в жидкостях, и в твердых телах.
- 3) В металлах электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух период колебаний остаётся неизменным.
- 5) При излучении γ -квантов заряд ядра уменьшается.

Ответ: _____.

19. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке.



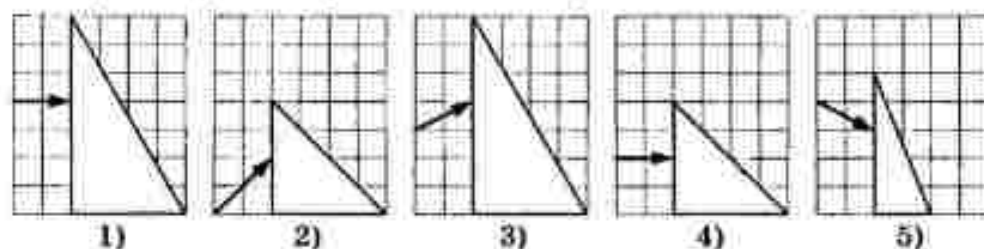
Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 0,5 Н.

Чему равна с учётом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н?

Ответ: (_____ \pm _____) кг.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

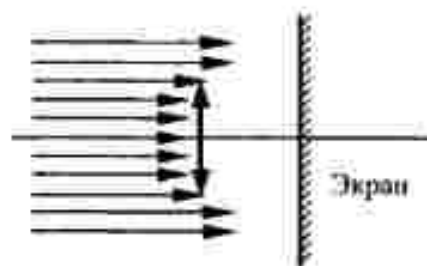
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

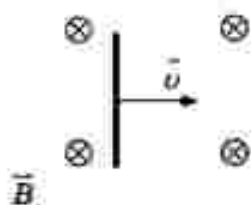
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

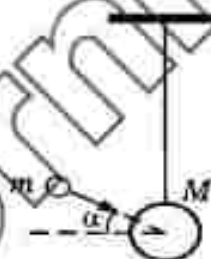
23. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещён неравномерно. Выделяется более освещённая часть экрана (в форме кольца). Рассчитайте внешний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.



24. Воздушный шар объемом $V = 2500 \text{ м}^3$ с массой оболочки $m_{об} = 400 \text{ кг}$ имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза m_g , который может поднять шар, если воздух в нём нагреть до температуры $t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{C}$? Температура окружающего воздуха $t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$, его плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.
25. Горизонтально расположенный проводник длиной $l = 1 \text{ м}$ движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле. Скорость проводника направлена горизонтально и перпендикулярно проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 он переместился на 1 м . Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В ?



26. В маленький шар массой $M = 100 \text{ г}$, висающий на нити длиной $l = 50 \text{ см}$, попадает и застревает в нём пуля массой $m = 20 \text{ г}$, летящая под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Какую скорость v имела пуля перед попаданием в шар, если после соударения шар с застрявшей в нём пулей отклонился от вертикали на угол $\varphi = 60^\circ$? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Какие законы вы использовали для описания взаимодействия пули с шаром и подъёма тел? Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



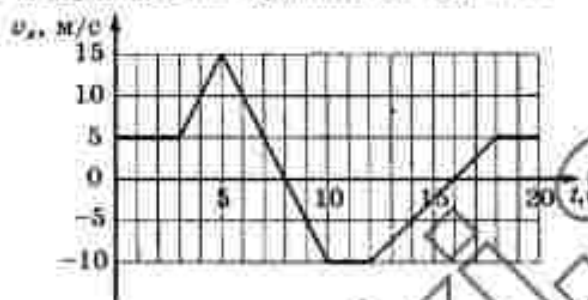
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Какой путь прошло тело за промежуток времени от 0 до 5 с?



Ответ: _____ м.

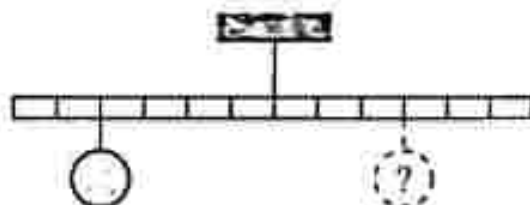
2. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а расположен он в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Марса к Солнцу? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружностям.)

Ответ: _____.

3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

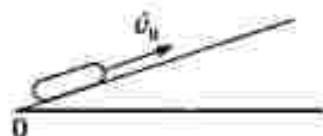
Ответ: _____ кг.

4. Тело массой 0,3 кг подвешено к невесомому рычагу так, как показано на рисунке. Груз какой массы надо подвесить к третьей метке в правой части рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью v_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно.



Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Время движения шайбы вверх меньше времени движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

Ответ: _____.

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковы.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

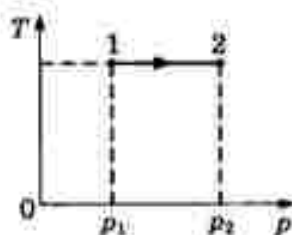
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. При неизменной температуре конденсировали молекул газа увеличили в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

8. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу внешних сил над газом в этом процессе, если $p_2 = 2 p_1$.



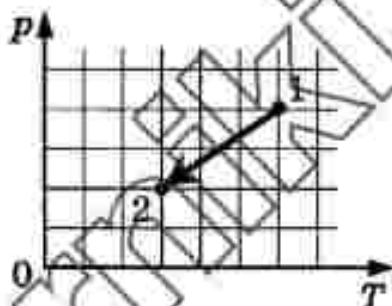
Ответ: _____ кДж.

9. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счёт движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня **все** утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде всё время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состояниях масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ: _____.

10. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Масса газа не меняется. Как изменяются объём газа V и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул E_k в ходе указанного процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

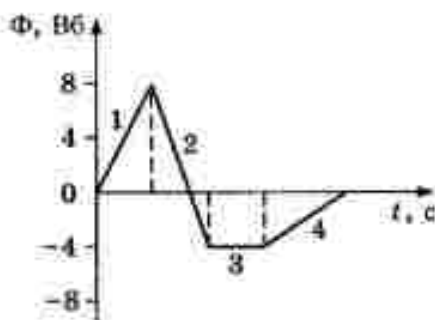
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

11. Участок цепи состоит из трёх последовательно соединённых резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвёртого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трём, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

12. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика (1, 2, 3 или 4) в контуре возникает максимальная по модулю ЭДС индукции?

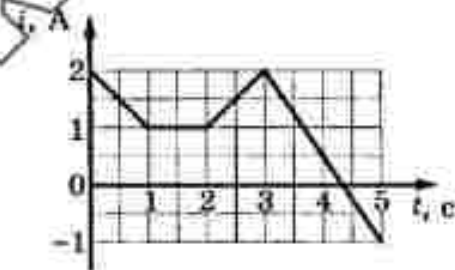
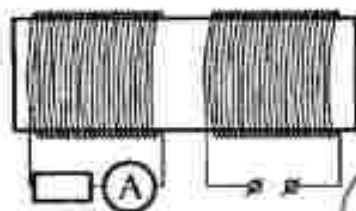


Ответ: на участке _____.

13. Расстояние между предметом и плоским зеркалом равно 6 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить в два раза?

Ответ: _____ см.

14. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. Пренебрегая самоиндукцией, выберите на основании графика все верные утверждения о результатах данного опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Всё время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ: _____.

15. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

16. Какая доля ядер радиоактивных атомов (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

17. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$
 Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
 3) $\frac{2}{m_e} \sqrt{h\nu - A_{\text{вых}}}$
 4) $h\nu - A_{\text{вых}}$

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшается при увеличении температуры газа.
- 3) Сопротивление медной проволоки постоянной толщины обратно пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух период колебаний увеличивается.
- 5) При испускании протона заряд ядра уменьшается.

Ответ: _____.

19. При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объём масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Площади соприкосновения одинаковы. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объём сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	Сталь	25 см ³	Сталь
2	Сталь	50 см ³	Сталь
3	Сталь	25 см ³	Алюминий
4	Чугун	25 см ³	Сталь
5	Чугун	50 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1, в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Однородный цилиндр объёмом $4 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3$ подвешен на нити и наполовину погружён в воду. Какова плотность материала цилиндра, если сила натяжения нити $F = 3 \text{ Н}$?

23. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные

магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скорости частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, от-

ношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

24. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объём воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?
25. Колебательный контур радиоприёмника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряжённость электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
26. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 200 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на 200 кДж. Найдите скорость осколка, летящего по направлению движения снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь. *Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.*



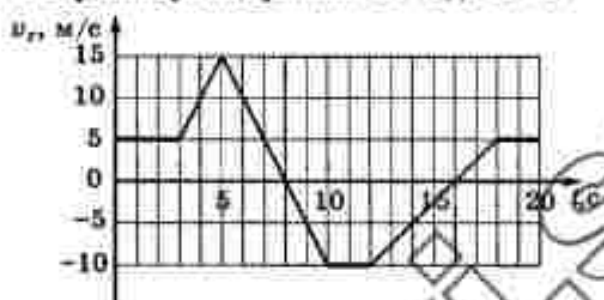
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Какой путь прошло тело за промежуток времени от 5 до 10 с?



Ответ: _____ м.

2. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если и массу спутника, и расстояние от него до центра Земли увеличить в 2 раза?

Ответ: _____.

3. Легковой автомобиль и грузовик массами $m = 1000$ кг и $M = 5000$ кг движутся с постоянными скоростями. Отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 2, скорость автомобиля равна $v_1 = 110$ км/ч. Какова скорость грузовика?

Ответ: _____ км/ч.

4. Саксофон (бас) издаёт звуки в диапазоне от $\nu_1 = 80$ Гц до $\nu_2 = 8000$ Гц. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого диапазона?

Ответ: _____.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно.



Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Время движения шайбы вверх меньше, чем время её движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз равен v_0 .

- 3) При движении вверх и вниз модуль работы силы тяжести, действующей на шайбу, одинаков.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении от точки удара до верхней точки больше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх равен модулю ускорения при движении вниз.

Ответ: _____.

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити меньшей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

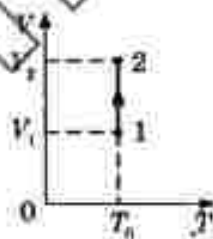
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. Концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив его температуру в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

8. На $V-T$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил 40 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу газа в этом процессе, если $V_2 = 2V_1$.



Ответ: _____ кДж.

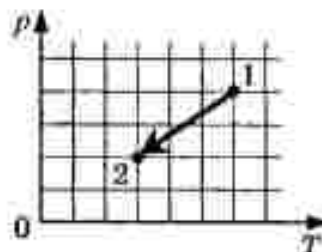
9. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 50%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 4 раза меньше начального.

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- Плотность пара в сосуде всё время увеличивается.
- Давление пара сначала увеличивается, а затем остаётся постоянным.
- В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- После уменьшения объема в 3 раза относительная влажность воздуха в сосуде равна 150%.
- В конечном состоянии масса пара в сосуде в 2 раза меньше начальной массы пара.

Ответ: _____.

10. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются плотность газа ρ и его внутренняя энергия U в ходе указанного на диаграмме процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

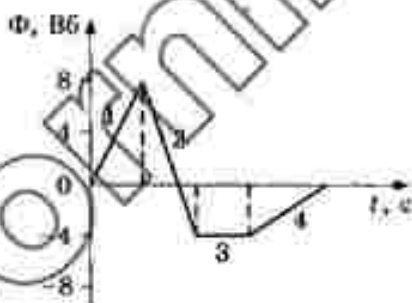
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа	Внутренняя энергия

11. Участок цепи состоит из четырёх последовательно соединённых резисторов, сопротивления которых равны 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом и 4 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырём, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

Ответ: _____ Ом.

12. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. На каком из участков графика (1, 2, 3 или 4) в контуре возникает минимальная по модулю ЭДС индукции?

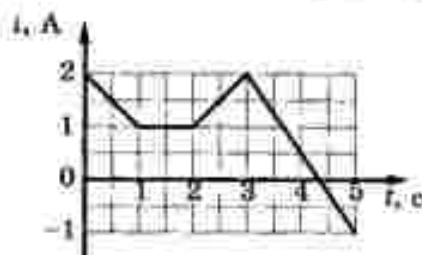
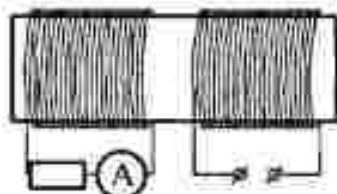


Ответ: на участке _____.

13. Расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале равно 10 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить на 2 см?

Ответ: _____ см.

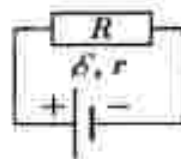
14. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите все верные утверждения из представленных. Явлением самоиндукции пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с ЭДС индукции в левой катушке равна 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Сила тока через амперметр была отлична от 0 только в промежутках 0–1 с и 3–5 с.
- 5) Сила тока в левой катушке в промежутке 0–1 с была больше, чем в промежутке 2–3 с.

Ответ: _____.

15. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменится сила тока в цепи и напряжение на источнике?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на источнике

16. На рисунке изображены модели четырёх нейтральных атомов. Чёрными кружочками обозначены электроны. Атому ${}_{10}^{20}\text{Ne}$ соответствует модель



Ответ: _____.

17. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона, e — модуль заряда электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль запирающего напряжения $U_{\text{зп}}$
- Б) максимальная скорость фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{eA_{\text{вых}}}$
- 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
- 3) $\sqrt{\frac{2}{m_e}(h\nu - A_{\text{вых}})}$
- 4) $\frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{e}$

Ответ:

А	Б

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении скорости движущегося тела его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличивается при увеличении температуры газа.
- 3) Сопротивление медной проволоки постоянной толщины прямо пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух длина волны увеличивается.
- 5) При испускании нейтрона заряд ядра уменьшается.

Ответ: _____.

19. При определении скорости v равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру: $t = 10,00$ с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки: $s = 150 \pm 1$ см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) см/с.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и плоского тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объём сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	Сталь	25 см ³	Сталь
2	Сталь	50 см ³	Сталь
3	Сталь	25 см ³	Алюминий
4	Чугун	25 см ³	Сталь
5	Чугун	50 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на $h = 0,04$ м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности $S = 2500$ см². Плотность льда равна 900 кг/м³.
23. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скоростям частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времён $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.
24. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объём воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нём осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?
25. Колебательный контур радиоприёмника настроен на частоту $\nu = 10^7$ Гц. Ёмкость плоского воздушного конденсатора контура $C = 0,2$ мкФ, расстояние между его пластинами $d = 1$ мм. Какова максимальная напряжённость электрического поля конденсатора E_{\max} в ходе колебаний, если максимальный ток в катушке индуктивности равен $I_{\max} = 1$ А?
26. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 300 м/с, разрывается на две равные части, одна из которых летит в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась на 200 кДж. Найдите скорость осколка, летящего противоположно движению снаряда. Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



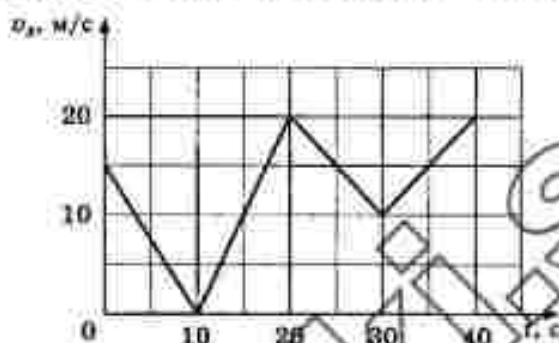
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 0 с до 10 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

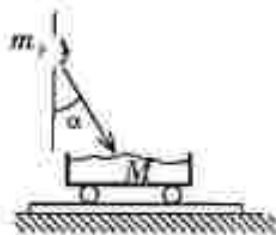
Ответ: _____ м/с².

2. Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной дороге стальные санки массой 8 кг, равна 16 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: _____.

3. Камень массой $m = 4$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Определите скорость тележки с камнем после падения в неё камня.

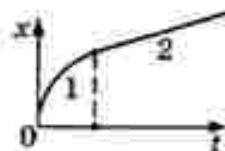
Ответ: _____ м/с.



4. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 2$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, кинетическая энергия маятника примет минимальное значение?

Ответ: через _____ с.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остаётся неизменным.
- 5) Направление движения бусинки не изменялось.

Ответ: _____.

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Модуль работы силы тяжести

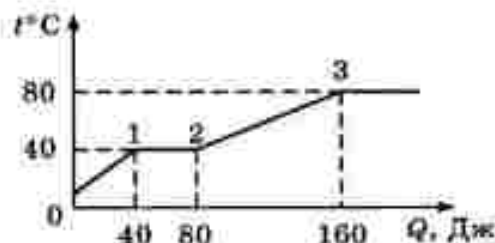
7. Давление идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ равно $p = 90$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если газ нагреть до температуры 127°C ?

Ответ: _____ кПа.

8. Температура нагревателя 500 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, работающего с этими нагревателем и холодильником?

Ответ: _____ %.

9. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура плавления вещества равна 80°C .
- 2) В состоянии 2 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 40 Дж теплоты.
- 5) На участке 2-3 происходит переход вещества в газообразное состояние.

Ответ: _____.

10. В сосуде находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа равна E . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) давление газа p

Б) температура T

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{2}{3} nE$

2) $\frac{2E}{3k}$

3) $\frac{3E}{2k}$

4) $\frac{2}{3} nkE$

Ответ:

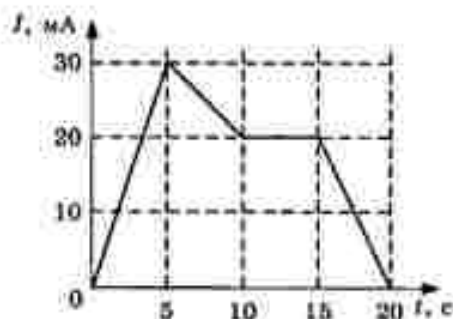
А	Б

11. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Во сколько раз увеличится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если вместо заряда $+q$ в эту же точку поместить заряд $+4q$?



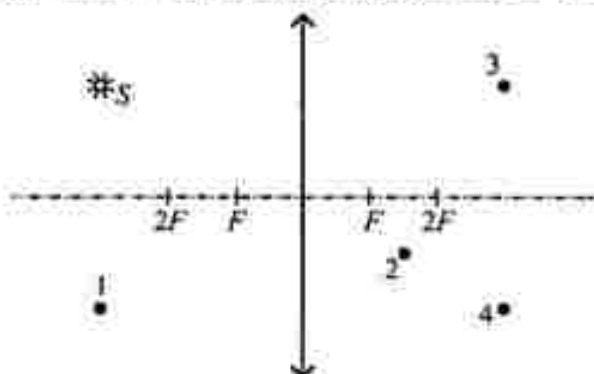
Ответ: увеличится в _____ раз(а).

12. На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ В.

13. Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки S, полученным в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F (см. рисунок)?



Ответ: точка _____.

14. В идеальном колебательном контуре происходит свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-7} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний равен $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора минимальна.
- 3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре максимальна.
- 4) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ: _____.

15. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменится при этом сила тока и сопротивление проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Сопротивление проводника

16. При α -распаде ядра изотопа ${}_{101}^{258}\text{Md}$ образуются α -частица и ядро изотопа ${}_{Z}^{A}\text{X}$. Определите массовое число ядра ${}_{Z}^{A}\text{X}$.

Ответ: _____.

17. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй — только жёлтый.

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

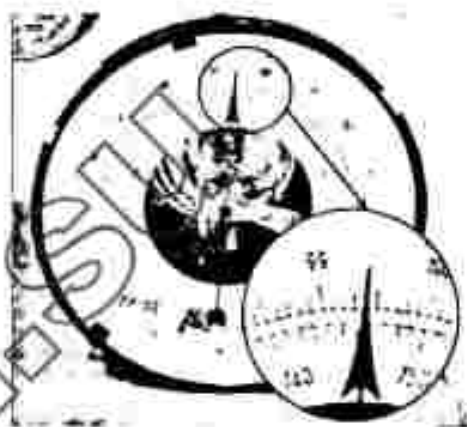
- 1) При уменьшении скорости движущегося тела его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличивается при увеличении температуры газа.
- 3) Сопротивление медной проволоки постоянной толщины обратно пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух длина волны уменьшается.
- 5) При испускании нейтрона масса ядра не меняется.

Ответ: _____

19. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

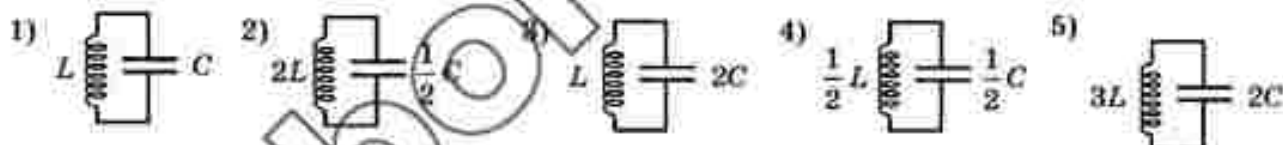
Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учётом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) кПа.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от ёмкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:

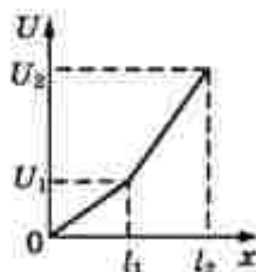


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

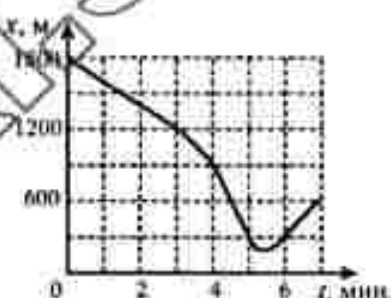
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Цилиндрический проводник постоянного поперечного сечения и длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.

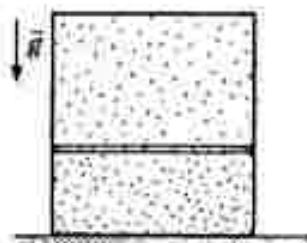


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

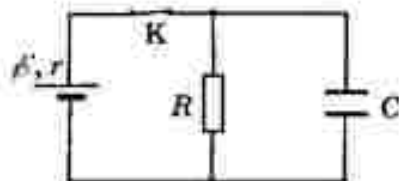
22. Автомобиль массой 1700 кг двигался по дороге. Его положение на дороге изменялось согласно графику зависимости координаты от времени (см. рисунок). Определите максимальную кинетическую энергию, которой автомобиль достиг при своём движении.



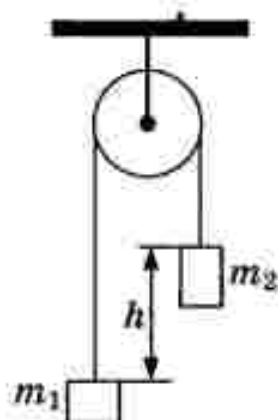
23. Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоёмкость лимонада такая же, как у воды.
24. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем массой 11 кг на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



25. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2$ мкКл, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, её внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом, сопротивление резистора $R = 25$ Ом. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора. Потерями на излучение пренебречь.



26. Два небольших тела с массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг висят на разных концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через гладкий неподвижный блок. Первое тело находится на $h = 40$ см ниже второго. Тела пришли в движение без начальной скорости. Через какое время t они окажутся на одной высоте? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

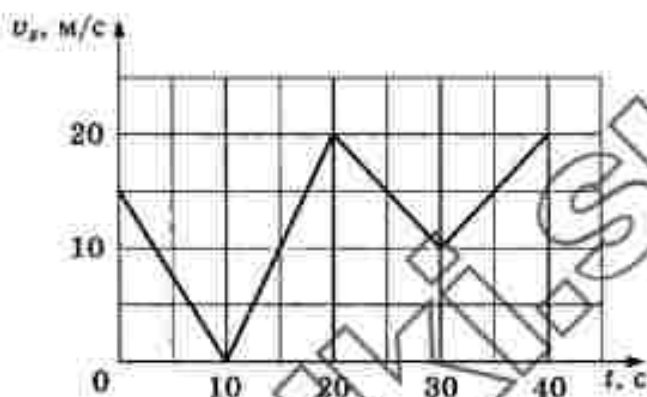
Сборник SU

ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.



Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 20 с до 30 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с².

2. Брусок массой 2 кг равномерно движется со скоростью 5 м/с по шероховатой горизонтальной плоскости. Коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,25. Чему равна сила трения, действующая на брусок?

Ответ: _____ Н.

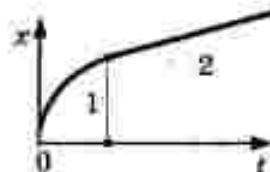
3. Тело равномерно двигалось по прямой в инерциальной системе отсчёта. Импульс тела был равен 20 кг·м/с. Затем под действием постоянной силы величиной 10 Н, направленной вдоль этой прямой, за 3 с импульс тела увеличился. Определите конечный импульс тела.

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Математический маятник совершает гармонические колебания с периодом 2 с. В момент времени $t = 0$ груз маятника проходит положение равновесия. Сколько раз потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 4$ с?

Ответ: _____.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки. Запишите цифры, под которыми они указаны.



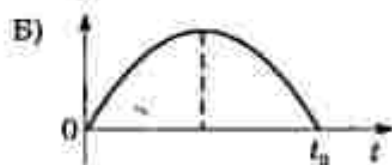
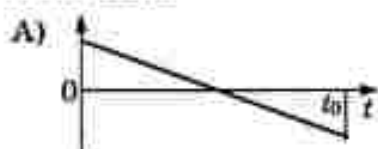
- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остаётся неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остаётся неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

Ответ: _____.

6. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полёта). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_x
- 3) проекция ускорения шарика a_x
- 4) проекция F_x силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

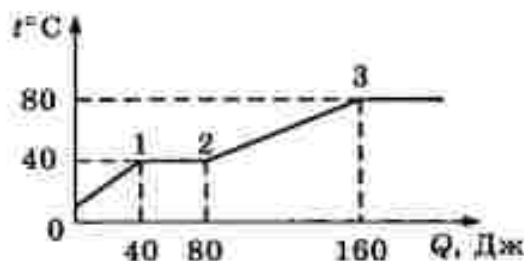
7. Давление идеального газа в сосуде объёмом $V = 1$ л равно $p = 90$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если объём сосуда изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

8. Температура нагревателя теплового двигателя, работающего по циклу Карно, 327 °С, температура холодильника 27 °С. Чему равен КПД теплового двигателя?

Ответ: _____ %.

9. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура кипения вещества равна 80°C .
- 2) В состоянии 2 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 80 Дж теплоты.
- 5) На участке 2-3 происходит переход вещества в жидкое состояние.

Ответ: _____.

10. В сосуде при температуре T находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа E
- Б) давление газа p

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2}kT$
- 2) $\frac{3}{2}nkT$
- 3) nkT
- 4) $\frac{kT}{n}$

Ответ:

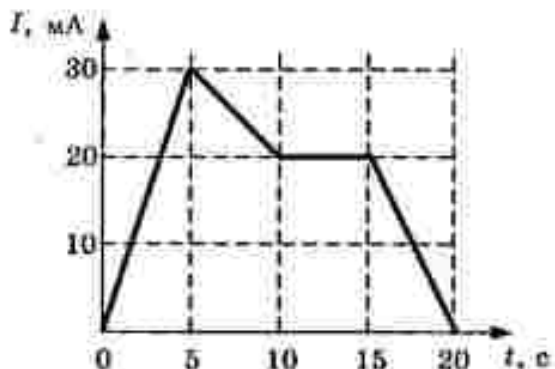
А	Б

11. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Во сколько раз увеличится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если вместо заряда $-2q$ в эту же точку поместить заряд $-5q$?



Ответ: увеличится в _____ раз(-а).

12. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой 1 Гн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 10 с .



Ответ: _____ мВ.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: _____ $^\circ$.

14. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите *все* верные утверждения о процессе, происходящем в контуре. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 125 кГц.

Ответ: _____.

15. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом мощность тока и удельное сопротивление проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Мощность тока	Удельное сопротивление проводника

16. При α -распаде ядра изотопа ${}_{11}^{210}\text{Mn}$ образуются α -частица и ядро изотопа ${}_{2}^4\text{X}$. Определите зарядовое число ядра ${}_{2}^4\text{X}$.

Ответ: _____.

17. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зелёный. Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

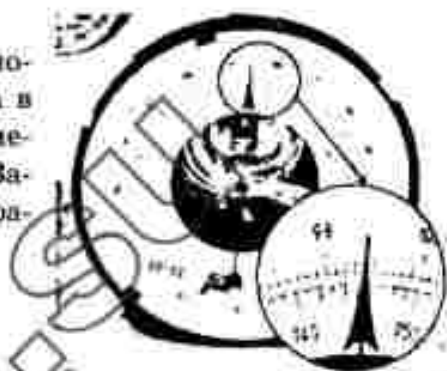
18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении скорости движущегося тела его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия не зависит от температуры газа.
- 3) Сопротивление стальной проволоки постоянной толщины прямо пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в воду длина волны увеличивается.
- 5) При излучении нейтрона заряд ядра не изменяется.

Ответ: _____.

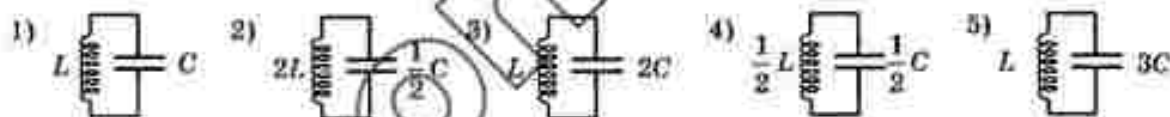
19. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в мм рт. ст., с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от индуктивности катушки. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:



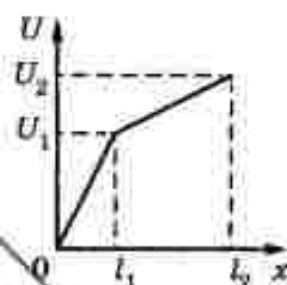
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

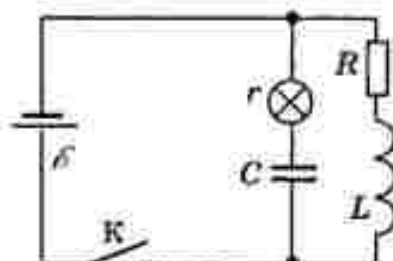
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.

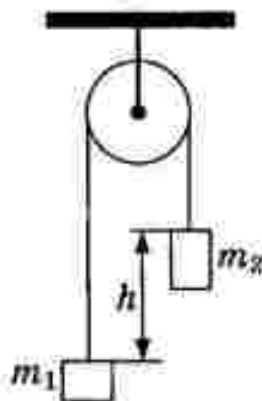


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. В процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?
23. В калориметр с водой опущена трубка. По трубке в воду впускают водяной пар при температуре 100°C . В некоторый момент масса воды перестаёт увеличиваться, хотя пар по-прежнему пропускают. Первоначальная масса воды 460 г, а температура 0°C . Определите массу сконденсировавшегося пара. Тепловыми потерями пренебречь.
24. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной $d = 15$ см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на $\Delta T = 60$ К. При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился. Атмосферное давление $p_0 = 750$ мм рт. ст. Определите температуру воздуха T_0 в лаборатории.
25. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 12$ В; ёмкость конденсатора $C = 2$ мФ; индуктивность катушки $L = 5$ мГн, сопротивление лампы $r = 5$ Ом и сопротивление резистора $R = 3$ Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какое количество теплоты Q выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, катушки и проводов пренебречь.



26. Два небольших тела с массами $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг висят на разных концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через гладкий неподвижный блок. Тела пришли в движение без начальной скорости, и через время $t = 0,5$ с они оказались на одной высоте. На каком расстоянии h от второго тела находилось первое тело до начала движения? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



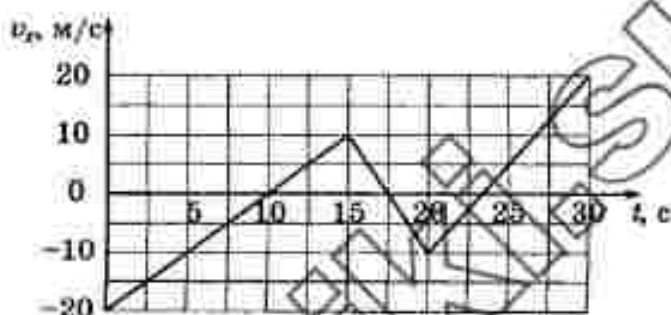
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежутке от 15 до 20 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой $m = 2$ кг ускорение \vec{a} . Чему равна масса тела, которое под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчёта имеет ускорение $\frac{1}{4}\vec{a}$?

Ответ: _____ кг.

3. Равномерно поднимая верёвку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Какую работу он при этом совершил? Массой верёвки пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. У входа в вертикальную шахту произведён выстрел. Через какое время после выстрела звук выстрела вернётся к стрелку, отразившись от дна шахты, если её глубина 170 м? Скорость звука в воздухе принять равной 340 м/с.

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Перечислите *все* выводы из приведённых ниже, которые соответствуют результатам эксперимента.

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 3 с равнялась 6 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.
- 5) За первые 2 с действующая на тело сила совершила работу 10 Дж.

Ответ: _____.

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его потенциальная энергия и сила реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

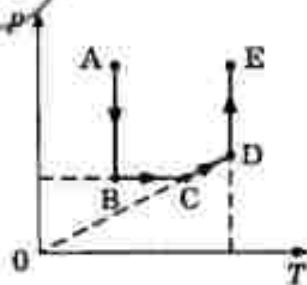
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

7. Масса воздуха в цилиндре при нагревании уменьшилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление увеличилось в 1,5 раза.

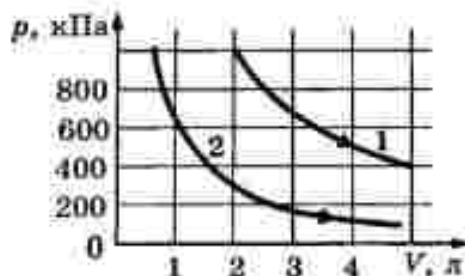
Ответ: _____.

8. Чему равна работа газа в процессе CD (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



Ответ: _____ кДж.

9. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите все верные утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) Процесс 1 идёт при более высокой температуре.
- 4) Процесс 2 идёт при более высокой температуре.
- 5) В процессе 1 объём увеличивается.

Ответ: _____.

10. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

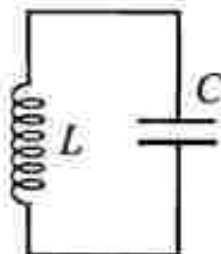
Температура гелия	Объём гелия

11. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 60 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен 10^{-8} Кл.

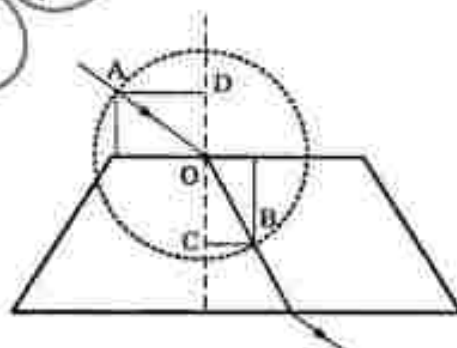
Ответ: _____ мкН.

12. В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = 1000$ л с⁻¹. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: _____ с.

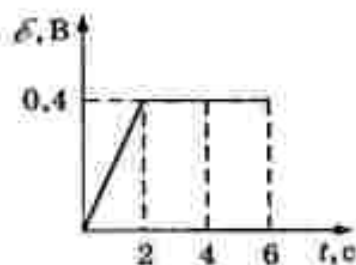
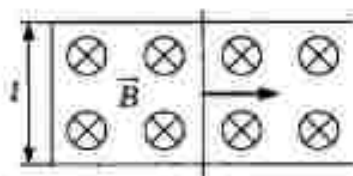


13. На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. AD = OC = 7 см, BC = OD = 5 см. Чему равен показатель преломления стекла n?



Ответ: _____.

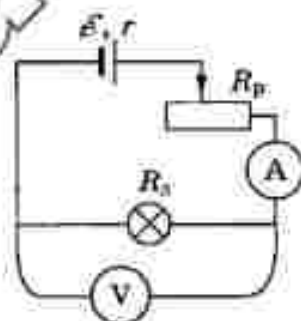
14. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегаем сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4$ Тл, длина проводника $l = 0,1$ м.



- 1) В промежутке времени от 2 с до 4 с мощность тока в проводнике была постоянной.
- 2) Через 2 с проводник остановился.
- 3) В момент времени 4 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 4) Первые 2 с сила тока в проводнике увеличивалась.
- 5) Через 2 с проводник начал двигаться в противоположную сторону.

Ответ: _____.

15. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра в этой схеме. Измерительные приборы считать идеальными. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
Б) показания вольтметра

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{\varepsilon R_n}{R_n + R_p + r}$
- 2) $\varepsilon R_n - \varepsilon (R_p + r)$
- 3) $\varepsilon (R_n + R_p + r)$
- 4) $\frac{\varepsilon}{R_n + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

16. Сколько протонов содержится в ядре $^{35}_{17}\text{Cl}$?

Ответ: _____.

17. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воздухе — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны в воде
 Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) λv
 2) $\frac{\lambda}{n}$
 3) $\lambda v n$
 4) $\frac{\lambda v}{n}$

Ответ:

А	Б

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении скорости движущегося тела действующая на него сила совершает положительную работу.
- 2) При подъёме железного гвоздя с пола на стол его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от его заряда.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны уменьшается.
- 5) Нейтральный атом лития ${}^7_3\text{Li}$ содержит 7 электронов.

Ответ: _____

19. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--



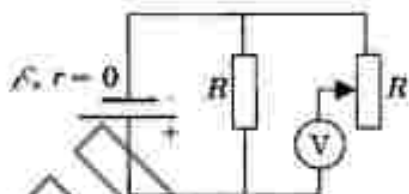
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

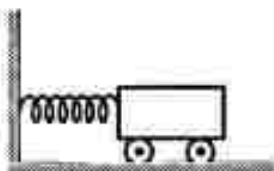
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно мало ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–25 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Тележка массой 2 кг, прикрепленная к горизонтальной пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает свободные гармонические колебания (см. рисунок). Амплитуда колебаний тележки равна 0,1 м. Какова максимальная скорость тележки? Массой колёс можно пренебречь.



23. В калориметре находится лёд при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причём в калориметре была только вода?
24. В запаянной в одном конце трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха φ_1 в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха φ_2 , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.
25. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05\text{ A} < I < 0,2\text{ A}$. Чему равно сопротивление резистора R, включённого последовательно с диодом, если ЭДС источника $\mathcal{E} = 6\text{ В}$? Сила тока в цепи равна 0,15 А. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.

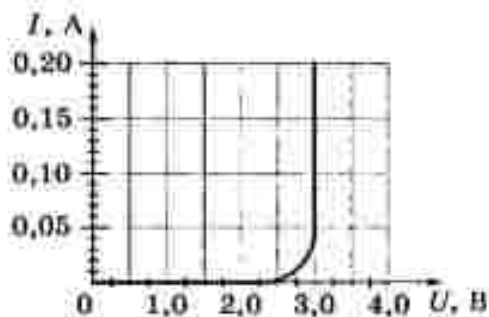


Рис. 1

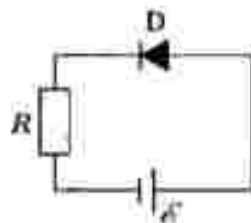


Рис. 2

26. На гладкой горизонтальной поверхности стола покоится горка с двумя вершинами, высоты которых h и $\frac{5}{2}h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной v . Найдите отношение масс шайбы и горки. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



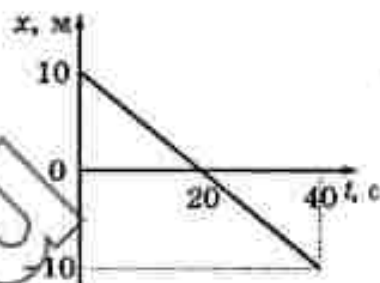
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси Ox . Чему равна v_x проекция скорости тела на ось Ox ? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с.

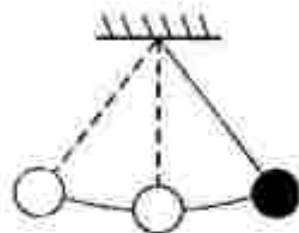
2. В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Модуль силы равен $F = 4$ Н. Определите модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ ускорение $\frac{1}{2}\vec{a}$ в этой системе отсчёта.

Ответ: _____ Н.

3. Легковой автомобиль и грузовик движутся по горизонтальному мосту. Масса грузовика $m = 4500$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если отношение потенциальной энергии грузовика к потенциальной энергии легкового автомобиля относительно уровня воды в реке равно 3?

Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник с периодом колебаний T с отклонил на небольшую угол от положения равновесия и отпустил из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Выберите *все* утверждения из приведённых ниже, которые соответствуют результатам эксперимента.

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) Первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 3) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 12 Дж.
- 4) На тело действовала постоянная сила.
- 5) За первые 3 с действующая на тело сила совершила работу 9 Дж.

Ответ: _____.

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его ускорение и кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

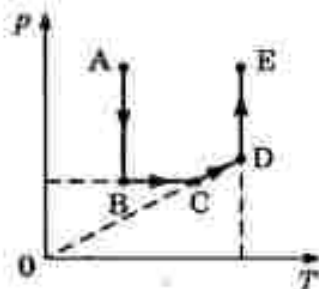
Ускорение бруска	Кинетическая энергия бруска

7. Масса воздуха в цилиндре при охлаждении изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при уменьшении температуры воздуха в 3 раза давление уменьшилось в 1,5 раза.

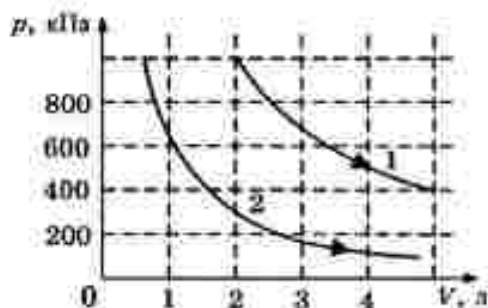
Ответ: _____.

8. Чему равна работа газа в процессе АВ (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?

Ответ: _____ кДж.



9. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите все верные утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 2 внутренняя энергия газа уменьшается.
- 3) Процесс 1 идет при более низкой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более низкой температуре.
- 5) В процессе 1 давление уменьшается.

Ответ: _____.

10. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия уменьшается. Как изменяются при этом давление гелия и его температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

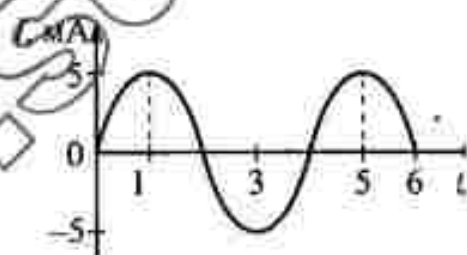
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

11. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 20 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен $2 \cdot 10^{-7}$ Кл.

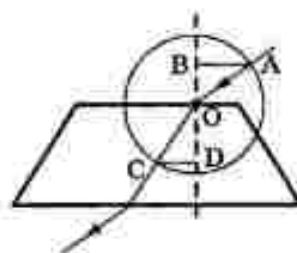
Ответ: _____ мН.

12. На рисунке приведена зависимость силы тока от времени в колебательном контуре. Каким станет период свободных колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивности которой в 4 раза больше?



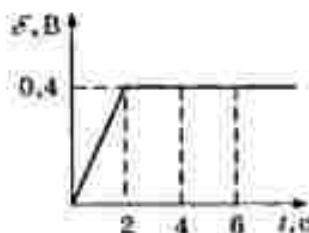
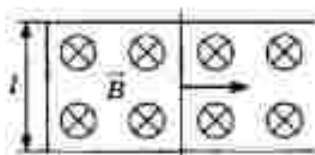
Ответ: _____ мкс.

13. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AB = OD = 15$ см, $OB = CD = 10$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____.

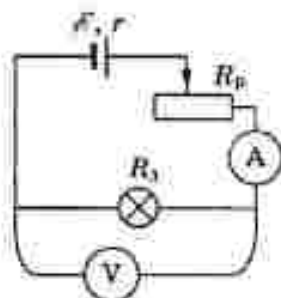
14. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,2$ Тл, длина проводника $l = 0,15$ м.



- 1) Проводник сначала двигался равноускоренно, а затем равномерно.
- 2) Через 2 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 3) В момент времени 4 с сила Ампера на проводник не действовала.
- 4) В промежуток времени от 2 с до 6 с сила тока в проводнике не менялась.
- 5) Через 6 с проводник остановился.

Ответ: _____.

15. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U .



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
Б) напряжение на источнике тока

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{U}{R_n}$
- 2) $\frac{U}{R_n + r}$
- 3) $\frac{\varepsilon R_n - Ur}{R_n}$
- 4) $\frac{\varepsilon R_n + Ur}{R_n}$

Ответ:

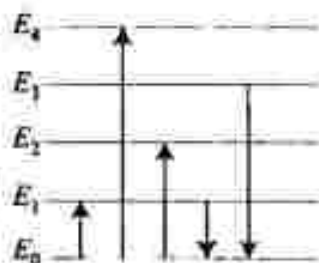
А	Б

16. В результате реакции деления урана ${}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{54}^{94}\text{Kr} + {}_{38}^{141}\text{Xe} + 3{}_0^1\text{n}$ образуется ядро химического элемента ${}_{Z}^A\text{X}$. Каковы заряд Z образовавшегося ядра (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: _____.

17. На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями.

Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей длины волны и излучения кванта света наименьшей частоты и энергией соответствующего фотона.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

ЭНЕРГИЯ ФОТОНА

- А) поглощение света наименьшей длины волны
Б) излучение кванта света наименьшей частоты

- 1) $E_1 - E_0$
- 2) $E_2 - E_0$
- 3) $E_3 - E_0$
- 4) $E_4 - E_0$

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела действующая на него сила совершает отрицательную работу.
- 2) При подъёме железного гвоздя с пола на стол его внутренняя энергия не изменяется.
- 3) Заряд конденсатора определяется только напряжением источника, к которому он подключён.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны увеличивается.
- 5) Нейтральный атом бериллия ${}^9_4\text{Be}$ содержит 4 электрона.

Ответ: _____.

19. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,5 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

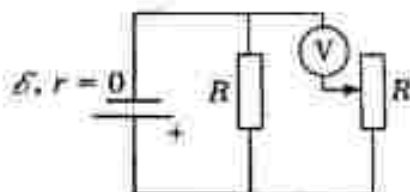


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

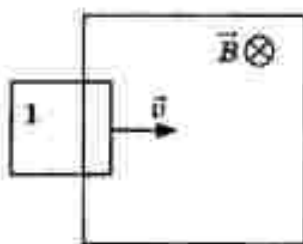
Для записи ответов на задания 21–26 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R . ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

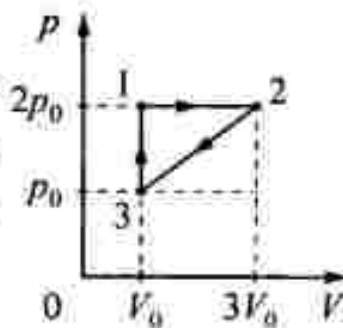


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью $v = 100$ м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса второго осколка, если его скорость равна $v_2 = 400$ м/с?
23. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка, с индукцией $B = 0,1$ Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?



24. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдаёт за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_c| = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3? Масса газа постоянна.



25. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ A} \leq I \leq 0,2 \text{ A}$. Этот светодиод соединён последовательно с резистором R и подключён к источнику с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 6 \text{ В}$. При этом сила тока в цепи равна $0,1 \text{ А}$. Какова сила тока, текущего через светодиод, при замене источника на другой с ЭДС $\mathcal{E}_2 = 4,5 \text{ В}$? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

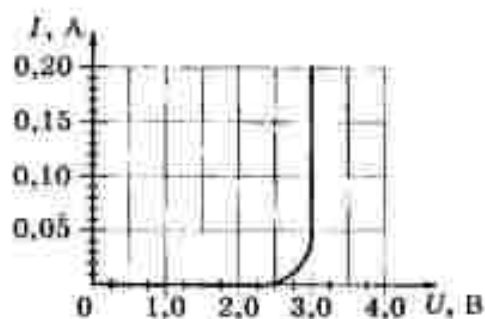


Рис. 1

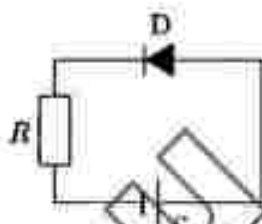


Рис. 2

26. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость горки u в тот момент, когда шайба окажется на левой вершине горки.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

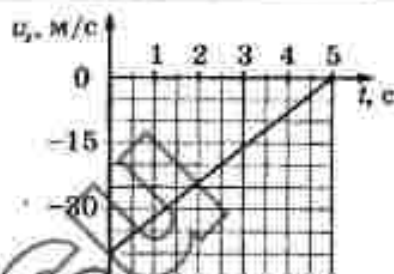
ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

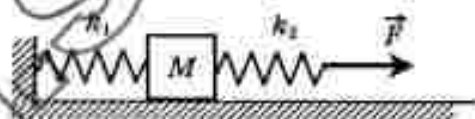
1. На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите проекцию ускорения тела на эту ось. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: _____ м/с².



2. К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 100$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. На сколько растянута вторая пружина?

Ответ: _____ см.

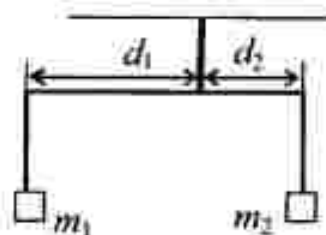


3. Шар массой 2 кг, летящий со скоростью 10 м/с, врежется в стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 60° к горизонту и застревает в песке. Какой импульс приобретёт в результате этого платформа с шариком? Считать, что платформа может двигаться горизонтально без трения.

Ответ: _____ кг·м/с.

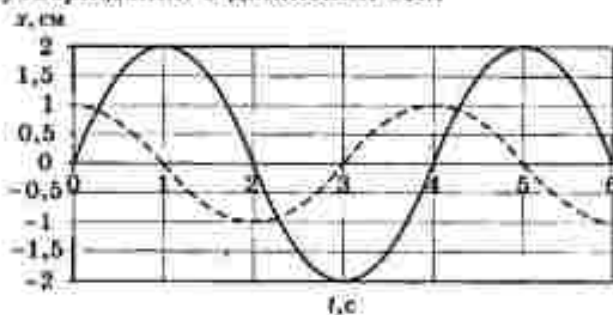
4. Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два груза (см. рисунок), находится в равновесии. Массу первого груза увеличили в 3 раза. Во сколько раз нужно уменьшить плечо d_1 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

Ответ: в _____ раз(а).



5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикреплённых к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 .

Выберите **все** верные утверждения о движении тел.



- 1) Периоды колебаний тел одинаковы.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 в два раза меньше массы тела 2 ($m_2 = 2m_1$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в четыре раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ: _____.

6. Высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 км до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и период его обращения?

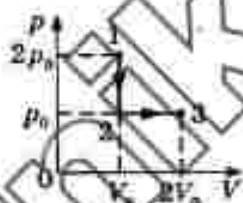
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Период обращения

7. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме p - V . Чему равна температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура равна 400 К?



Ответ: _____ К.

8. Газ получил количество теплоты 800 Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Какая работа была совершена при этом газом?

Ответ: _____ Дж.

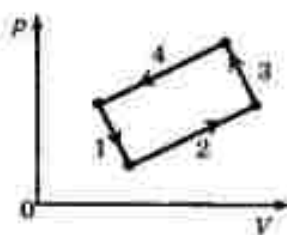
9. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие из приведённых ниже утверждений соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным. Выберите *все* верные утверждения и укажите их номера.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °C	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объёма газа в состоянии 1.
- 2) В опытах № 4–7 объём газа был одинаковым.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте № 6 в 3 раза больше, чем в опыте № 5.
- 4) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ получал тепло.
- 5) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ совершал работу.

Ответ: _____.

10. На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает наименьшую работу, а в каком из процессов работа внешних сил максимальна? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа минимальна
Б) работа внешних сил максимальна

НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

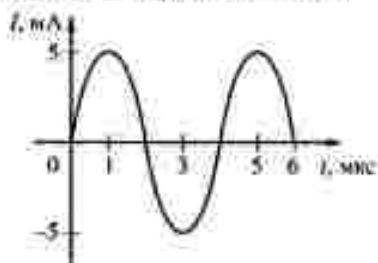
11. Чему равен заряд конденсатора ёмкости 2 мкФ, подключённого к аккумулятору с напряжением 10 В?

Ответ: _____ мкКл.

12. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения B_{max} за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а B_{max} в 2 раза уменьшить.

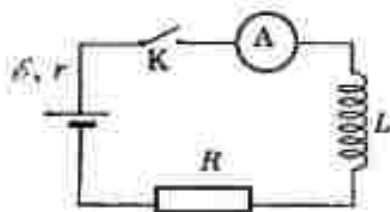
Ответ: _____ мВ.

13. На рисунке приведён график зависимости силы тока в идеальном колебательном контуре от времени в процессе свободных электромагнитных колебаний. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: _____ мкс.

14. В схеме, показанной на рисунке, ключ К замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



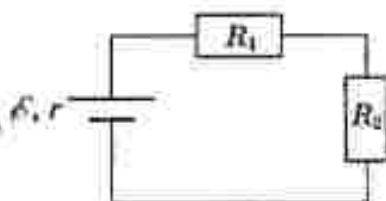
$t, \text{мс}$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I, \text{мА}$	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В контуре происходят затухающие колебания силы тока.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 6 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 700 мс равно 0.
- 5) Энергия магнитного поля катушки в момент времени 700 мс максимальна.

Ответ: _____.

15. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нём равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора R_2
- Б) внутреннее сопротивление источника тока r

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_1 \cdot \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$
- 3) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_2}$
- 4) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_1}$

Ответ:

А	Б

16. Ядро платины $^{174}_{78}\text{Pt}$ испытывает α -распад, при этом образуются α -частица и ядро химического элемента Z_X . Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X .

Ответ: _____.

17. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона максимальной частоты
- Б) излучение фотона минимальной частоты

ПЕРЕХОДЫ

- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

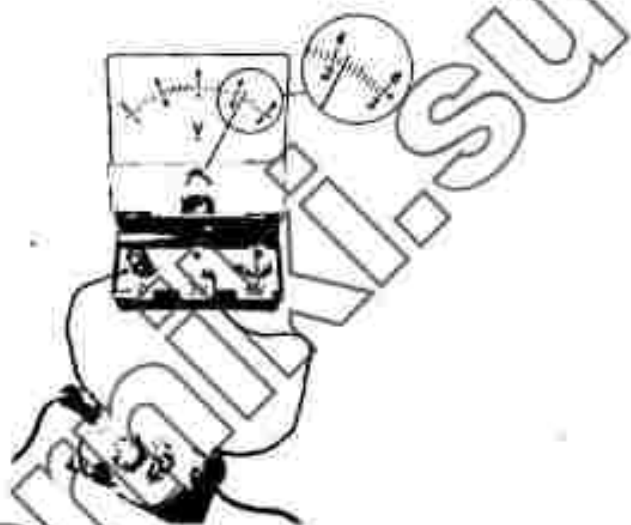
А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении плотности жидкости её давление на дно сосуда увеличивается.
- 2) При изотермическом сжатии насыщенного пара его давление возрастает.
- 3) При увеличении модуля заряда одного из разноимённо заряженных шариков сила их притяжения уменьшается.
- 4) Работа выхода электронов из металла не зависит от интенсивности падающего света.
- 5) Нейтральный атом бериллия ${}^9_4\text{Be}$ содержит 7 электронов.

Ответ: _____

19. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения на пределе измерения 3 В равна $\pm 0,15$ В, а на пределе измерения 6 В равна $\pm 0,25$ В?



Ответ: (____ \pm ____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жёсткости проволоки от её длины. Для этого использовали установки, состоящие из закреплённой на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	Медь	10 кг
2	1,5 м	Медь	2 кг
3	2,0 м	Медь	5 кг
4	0,5 м	Алюминий	5 кг
5	0,5 м	Медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



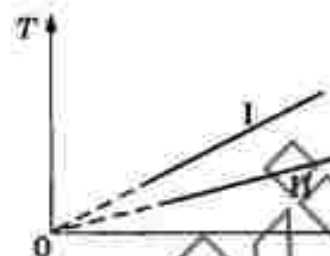
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

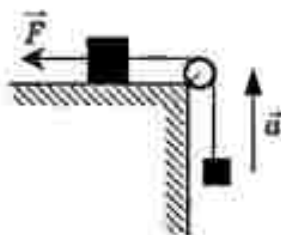
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На рисунке изображены графики двух процессов, проведённых с идеальным газом при одном и том же давлении. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



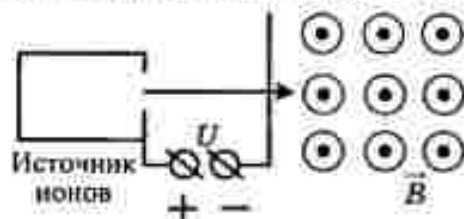
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Груз, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой $0,20$ кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F , равная 9 Н (см. рисунок). Второй груз движется с ускорением 2 м/с², направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?

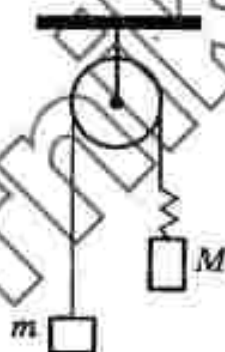


23. Линза с фокусным расстоянием $F = 2$ м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?
24. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление изменяется обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

25. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-4}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



26. На одном из концов невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый гладкий блок, подвешена гиря массой $m = 100$ г. Другой конец нити соединён с лёгкой пружиной, на которой подвешен груз массой $M = 300$ г. Блок жестко закреплён на потолке. Найдите длину пружины L , считая, что все тела движутся с постоянными ускорениями. Длина недеформированной пружины равна $l = 10$ см, её жесткость $k = 50$ Н/м. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



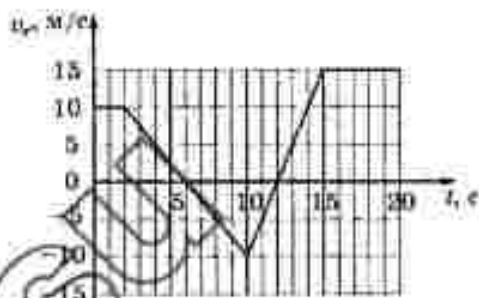
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

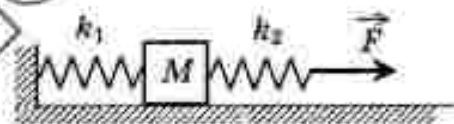
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. К системе из кубика массой $M = 0,5$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жёсткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 200$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. На сколько растянута первая пружина?



Ответ: _____ см.

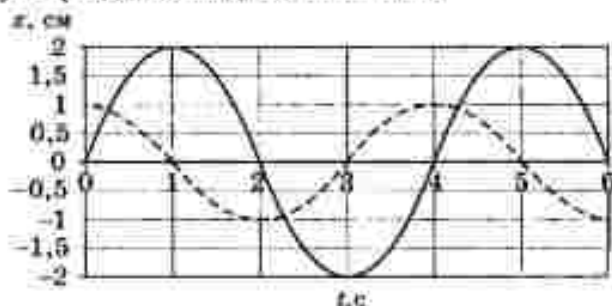
3. Отношение модуля скорости автокрана к модулю скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$, а отношение их масс $\frac{m_1}{m_2} = 6$. Каково отношение модуля импульса автокрана к модулю импульса легкового автомобиля?

Ответ: _____

4. На расстоянии 495 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью молота. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Ответ: _____ с.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикреплённых к одинаковым пружинам. Выберите два верных утверждения о движении тел. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 . Выберите все верные утверждения о движении тел.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза больше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуды колебаний тел отличаются в два раза.
- 3) Масса тела 1 равна массе тела 2 ($m_1 = m_2$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в два раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин отличаются в 4 раза.

Ответ: _____.

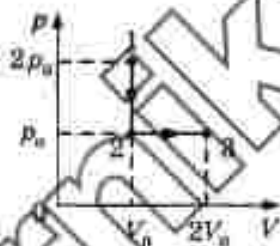
6. Высота полёта искусственного спутника над Землей уменьшилась с 600 км до 400 км. Как изменились в результате этого его кинетическая энергия и центростремительное ускорение? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Центростремительное ускорение

7. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме $p-V$. Чему равна температура газа в состоянии 3, если в состоянии 2 температура равна 100 К?



Ответ: _____ К.

8. Внешние силы совершили над газом работу 300 Дж, а внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающей среды?

Ответ: _____ Дж.

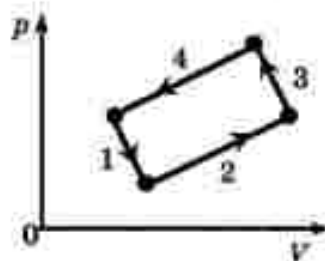
9. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным. Выберите все верные утверждения и укажите их номера.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °C	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объём газа в состоянии 4 в 2 раза больше объёма газа в состоянии 1.
- 2) В опытах 1–3 объём газа был одинаковым.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте 6 в 3 раза больше, чем в опыте 5.
- 4) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ отдавал тепло.
- 5) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ совершал работу.

Ответ: _____.

10. На рисунке изображена диаграмма четырёх последовательных изменений состояния 3 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает максимальную работу, а в каком из процессов модуль работы внешних сил минимален?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А) работа газа максимальна	1) 1
Б) работа внешних сил положительна и минимальна	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

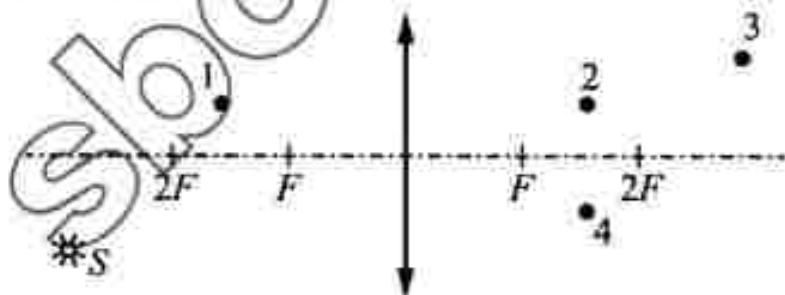
11. Чему равно напряжение на конденсаторе ёмкости 2 мкФ, если его заряд равен 10 мкКл?

Ответ: _____ В.

12. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно убывает от максимального значения B_{\max} до 0 за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 10 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T и B_{\max} уменьшить в 2 раза.

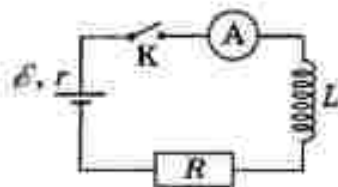
Ответ: _____ мВ.

13. Какая точка является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____.

14. В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



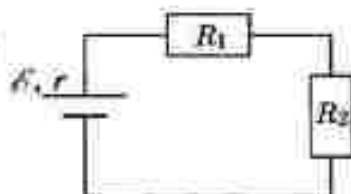
$t, \text{мс}$	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I, \text{мА}$	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Напряжение на резисторе сначала увеличивается, а затем не меняется.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 3,4 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 300 мс равно 0.
- 5) Напряжение на катушке в момент времени 0 мс максимально.

Ответ: _____.

15. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление второго резистора равно R_2 , напряжение на нём равно U_2 . Напряжение на первом резисторе равно U_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- A) сопротивление резистора R_1
- B) мощность, выделяемая в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_2 \frac{U_1}{U_2}$
- 2) $R_2 \frac{U_2}{U_1}$
- 3) $\frac{U_2(U_1 + U_2)}{R_2}$
- 4) $\frac{(\mathcal{E} + U_1 + U_2)^2}{R_2}$

Ответ:

А	Б

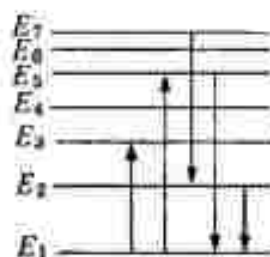
16. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	5 B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Определите число протонов в ядре стабильного изотопа бериллия.

Ответ: _____.

17. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона с максимальным импульсом
 Б) излучение фотона с максимальной длиной волны

ПЕРЕХОДЫ

- 1) с уровня 1 на уровень 5
 2) с уровня 1 на уровень 3
 3) с уровня 7 на уровень 2
 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

А	Б

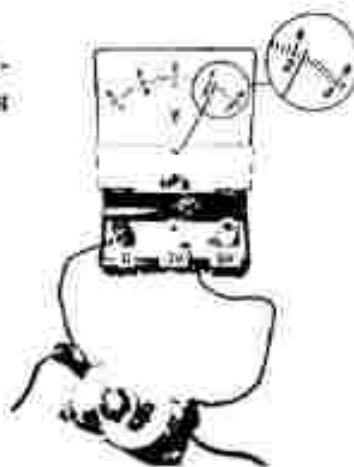
18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении плотности жидкости её давление на дно сосуда не изменяется.
- 2) При изотермическом сжатии насыщенного пара его давление не изменяется.
- 3) При увеличении модуля заряда одного из одинаково заряженных шариков сила их отталкивания уменьшается.
- 4) Работа выхода электронов из металла зависит от длины волны падающего света.
- 5) Ядро бериллия ${}^9_4\text{Be}$ содержит 3 нейтрона.

Ответ: _____

19. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения на пределе измерения 3 В равна $\pm 0,1$ В, а на пределе измерения 6 В равна $\pm 0,2$ В?

Ответ: (_____ \pm _____) В.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жёсткости проволоки от её материала. Для этого использовали установки, состоящие из закреплённой на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	Медь	10 кг
2	1,5 м	Медь	2 кг
3	2,0 м	Медь	5 кг
4	0,5 м	Алюминий	5 кг
5	0,5 м	Медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



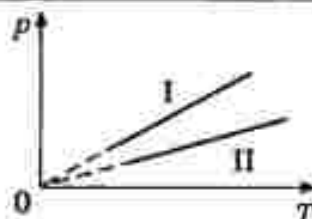
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

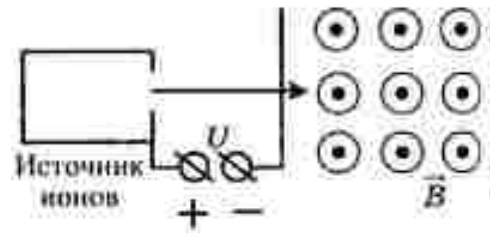
21. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



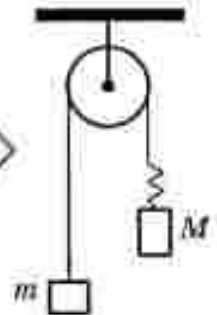
Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Горизонтально расположенная невесомая пружина с жёсткостью $k = 1000 \text{ Н/м}$ находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1 \text{ кг}$, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпущения бруска его скорость достигла величины $v = 1 \text{ м/с}$? Трением пренебречь.
23. Линза с фокусным расстоянием $F = 1 \text{ м}$ даёт на экране изображение предмета, уменьшенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?
24. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 9 \cdot 10^4 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление обратно пропорционально квадрату объёма. Конечное давление газа $p_2 = 10^4 \text{ Па}$. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1500 \text{ Дж}$?

25. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, модуль индукции магнитного поля $B = 0,5$ Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



26. На одном из концов невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый гладкий блок, подвешена гири массой $m = 200$ г. Другой конец нити соединён с лёгкой пружиной, на которой подвешен груз массой $M = 300$ г. Блок жёстко закреплён на потолке. Найдите жёсткость k пружины L , считая, что все тела движутся с постоянными ускорениями. Длина недеформированной пружины равна $l = 10$ см, её длина при движении тел равна $L = 13$ см. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обсудите применимость используемых законов к решению задачи.



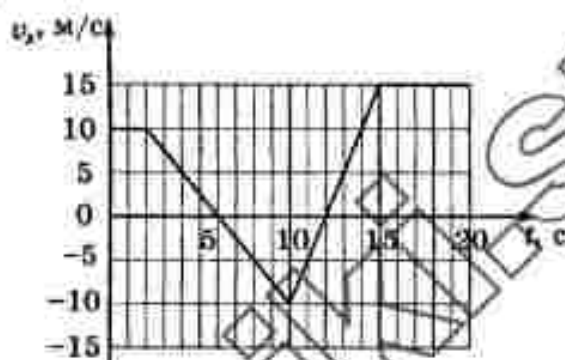
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 10 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

Ответ: _____ Н.

3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?

Ответ: _____ Дж.

4. Грузик массой 0,1 кг привязан к нити длиной 1 м и вращается в горизонтальной плоскости по окружности радиусом 0,2 м. Чему равен момент силы тяжести относительно горизонтальной оси, проходящей через точку подвеса?

Ответ: _____ Н · м.



5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 400$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже *все* верные утверждения о движении шарика после того, как он был отпущен и никаких других сил на него не действовало. В ответе укажите их номера.



- 1) После того как шарик отпустили, он остался неподвижным.
- 2) Модуль ускорения шарика равен примерно 7 м/с^2 .
- 3) Через две секунды после отпускания скорость шарика равна $8,4 \text{ м/с}$.
- 4) Шарик движется прямолинейно.
- 5) Модуль импульса шарика за 3 с после отпускания изменился на $6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Ответ: _____.

6. Шарик, брошенный вертикально вверх с поверхности земли с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдёт со временем полёта и высотой подъёма шарика, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

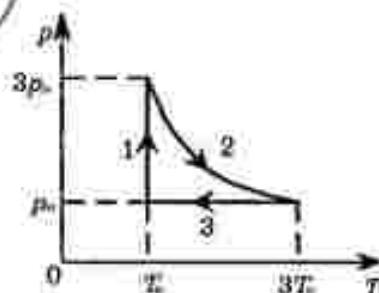
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

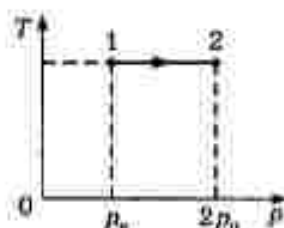
Время полёта	Высота подъёма

7. На p - T -диаграмме отображена последовательность трёх процессов ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объём 6 л. Какой объём занимает газ в конце процесса 1?



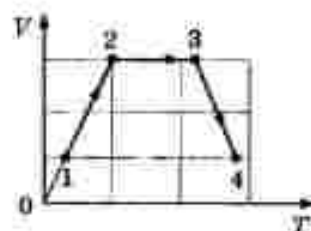
Ответ: _____ л.

8. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершённая над газом, равна 80 кДж . Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?



Ответ: _____ кДж.

9. Газ в количестве 5 моль последовательно перешёл из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите *все* верные утверждения о процессах, происходящих с газом.

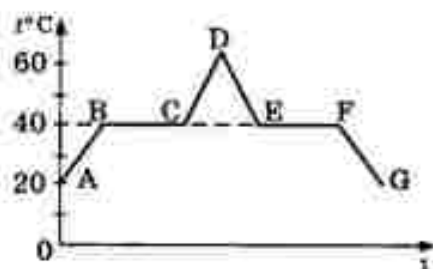


- 1) На участке 1-2 работа газа равна нулю.
- 2) На участке 2-3 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 1-2 давление газа увеличивалось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 3.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 4.

Ответ: _____.

10. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделённым от атмосферы лёгким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- А) нагрев паров эфира
- Б) конденсация паров эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) АВ
- 2) CD
- 3) DE
- 4) EF

Ответ:

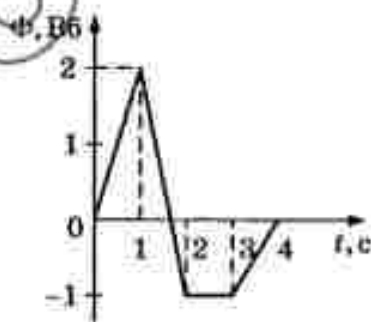
А	Б

11. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1 \text{ кОм}$ и $R_2 = 3 \text{ кОм}$ (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10 \text{ мА}$. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1 \text{ мин}$?



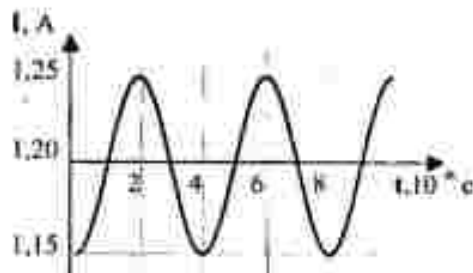
Ответ: _____ Дж.

12. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 0 с до 1 с?



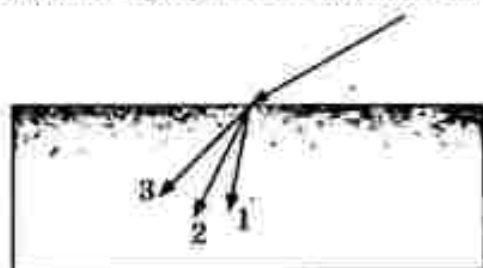
Ответ: _____ В.

13. На рисунке показан график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Определите, каким будет период колебания напряжения на конденсаторе, если ёмкость конденсатора уменьшить в 4 раза?



Ответ: _____ мкс.

14. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух–стекло. При падении на поверхность стекла узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов — красного, фиолетового и зелёного (см. рисунок). Выберите все верные утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — зелёный.
- 2) Угол преломления луча фиолетового цвета больше, чем красного.
- 3) Данное оптическое явление называется интерференцией.
- 4) Показатель преломления стекла для зелёного света меньше, чем для фиолетового.
- 5) Волны фиолетового цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

Ответ: _____.

15. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +5$ нКл и $q_2 = -3$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменится при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряжённости электрического поля в точке А?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

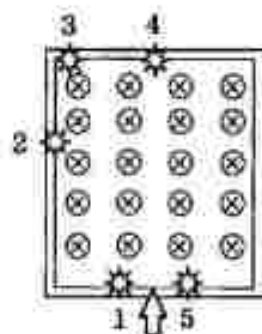
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряжённости электрического поля в точке А

16. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. На сколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

17. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны, позитроны, протоны, нейтроны и α -частицы). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЧАСТИЦА

А) позитрон

Б) протон

ВСПЫШКА

1) 1

2) 2

3) 3

4) 4

Ответ:

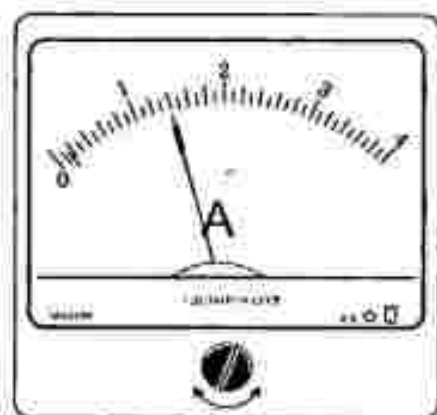
А	Б

18. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В инерциальной системе отсчёта при уменьшении массы тела и неизменной силе, действующей на него, ускорение тела увеличивается.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц происходит только в газах.
- 3) В металлах электрический ток представляет собой упорядоченное движение положительно заряженных ионов.
- 4) При переходе света из воды в воздух период колебаний остаётся неизменным.
- 5) При поглощении γ -квантов заряд ядра увеличивается.

Ответ: _____

19. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна цене деления шкалы амперметра.

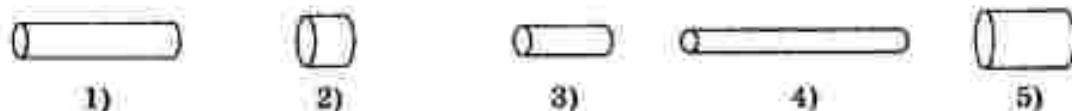


Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её диаметра?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

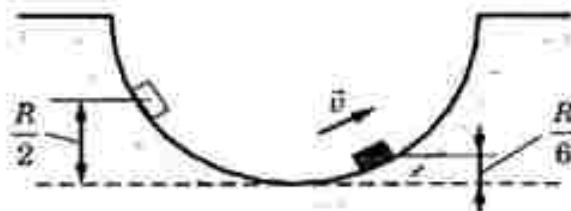


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

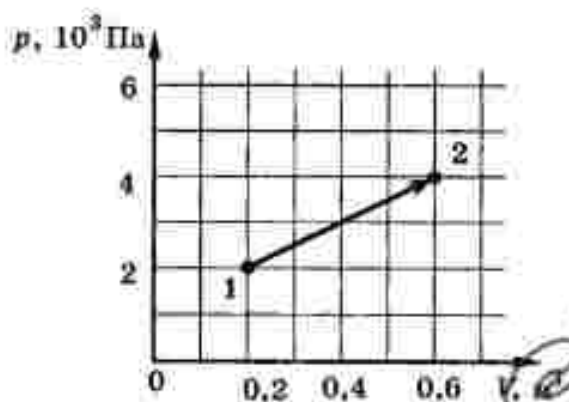
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

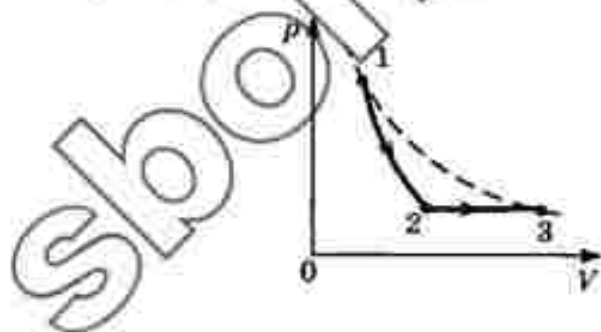


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

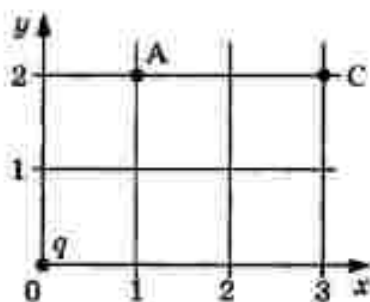
22. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



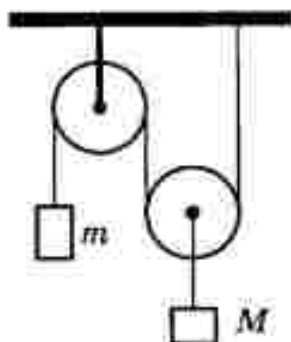
23. Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. За какое время в кольце выделится количество теплоты 32 мкДж , если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,08 \text{ Тл/с}$?
24. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатическом расширении газ совершил работу, равную $A_{12} = 3 \text{ кДж}$. Какова работа газа A_{13} за весь процесс?



25. Точечный заряд q , помещённый в начало координат, создаёт в точке А (см. рисунок) электростатическое поле напряжённостью $E_1 = 65 \text{ В/м}$. Какова напряжённость поля E_2 в точке С?



26. В устройстве, изображённом на рисунке, оба блока невесомые и гладкие, а все нити невесомы и нерастяжимы. Определите a_1 ускорение груза массой $M = 2$ кг, если оба груза движутся поступательно. Масса груза $m = 0,5$ кг. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на подвижные тела. *Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.*



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

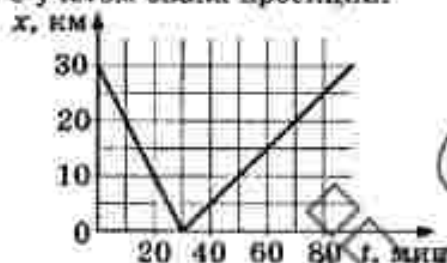
Сборникi.su

ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси x . Определите проекцию скорости автобуса на ось x в интервале времени от 0 до 30 мин. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ км/ч.

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который с помощью реактивных двигателей удерживается неподвижно относительно Земли на расстоянии трёх её радиусов от центра Земли?

Ответ: _____ Н.

3. На тело, лежащее на горизонтальной поверхности, действуют с силой 10 Н, направленной вверх под углом 60° к горизонту. Под действием этой силы тело сдвинулось вдоль поверхности на 5 м. Определите работу этой силы.

Ответ: _____ Дж.

4. Амплитуда свободных колебаний тела равна 0,5 м. Какой путь прошло это тело за 4 периода колебаний?

Ответ: _____ м.

5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 40$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже все верные утверждения о движении шарика после того, как он был отпущен и никаких других сил на него не действовало. В ответе укажите их номера.



- 1) После того как шарик отпустили, он стал двигаться горизонтально вправо.
- 2) Модуль ускорения шарика равен $5,6 \text{ м/с}^2$.
- 3) Через 1 секунду после отпущания скорость шарика стала равна примерно 79 м/с .
- 4) Траекторией движения шарика является парабола.
- 5) После того как шарик отпустили, его кинетическая энергия стала увеличиваться.

Ответ: _____.

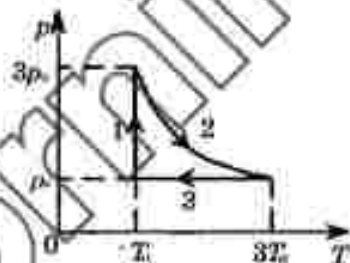
6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдёт с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

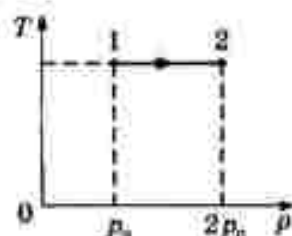
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия

7. На p - T -диаграмме отображена последовательность трех процессов (1 → 2 → 3) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объем 2 л. Какой объем занимает газ в конце процесса 2?



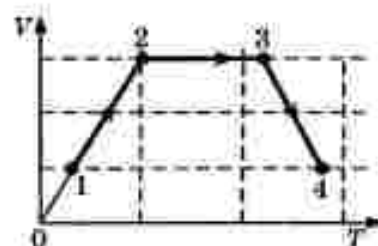
Ответ: _____ л.

8. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В этом процессе газ отдал окружающей среде 20 кДж теплоты. Какую работу совершили над газом внешние силы?



Ответ: _____ кДж.

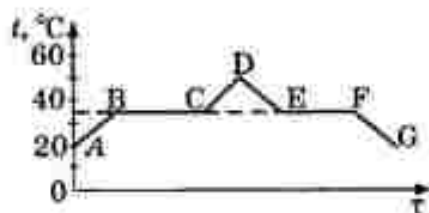
9. Газ в количестве 3 моль последовательно перешёл из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите все верные утверждения о процессах, происходящих с газом. В ответе укажите их номера.



- 1) На участке 1-2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 1-2 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 2-3 давление газа не менялось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 4.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 3.

Ответ: _____.

10. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделённым от атмосферы лёгким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- А) кипение жидкого эфира
Б) охлаждение жидкого эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) AB
2) BC
3) DE
4) FG

Ответ:

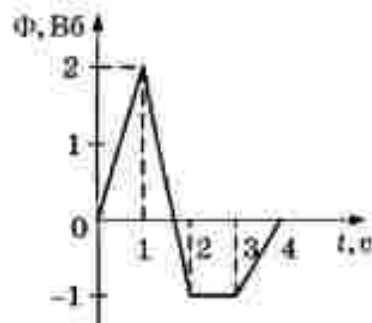
А	Б

11. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 2 \text{ кОм}$ и $R_2 = 4 \text{ кОм}$ (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10 \text{ мА}$. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1 \text{ мин}$?



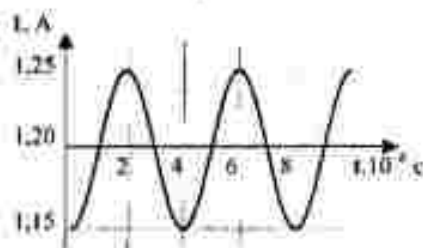
Ответ: _____ Дж.

12. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 3 с до 4 с?



Ответ: _____ В.

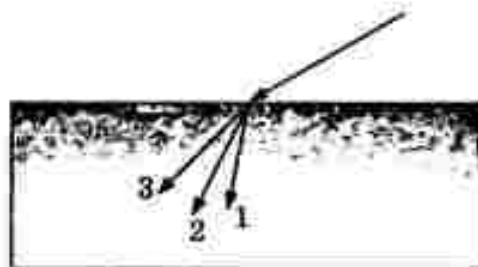
13. На рисунке показан график зависимости силы тока в колебательном контуре от времени. Определите, каким будет период колебания напряжения на конденсаторе, если индуктивность катушки увеличить в 4 раза?



Ответ: _____ мкс.

14. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух-вода. При падении на поверхность воды узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов — красного, жёлтого и синего (см. рисунок).

Выберите все верные утверждения о результатах данного опыта. В ответе запишите их номера.



- 1) Луч 2 — красный.
- 2) Угол преломления луча красного цвета больше, чем у синего.
- 3) Данное оптическое явление называется дифракцией.
- 4) Показатель преломления стекла для желтого света меньше, чем для синего.
- 5) Волны синего цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

Ответ: _____.

15. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +6$ нКл и $q_2 = +8$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарикн привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряжённости электрического поля в точке А?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

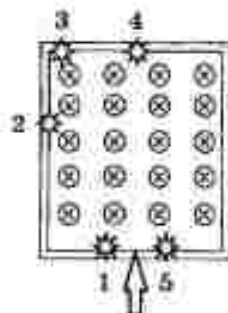
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряжённости электрического поля в точке А

16. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. На сколько нужно уменьшить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшилась в 2 раза?

Ответ: _____ эВ.

17. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны, позитроны, протоны, нейтроны и α -частицы). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЧАСТИЦА

- А) нейтрон
Б) α -частица

ВСПЫШКА

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В инерциальной системе отсчёта при постоянной массе тела его ускорение пропорционально приложенной силе.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц происходит только в газах и жидкостях.
- 3) В металлах электрический ток представляет собой хаотическое движение электронов.
- 4) При переходе света из воды в стекло период колебаний увеличивается.
- 5) При поглощении протона заряд ядра увеличивается.

Ответ: _____

19. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

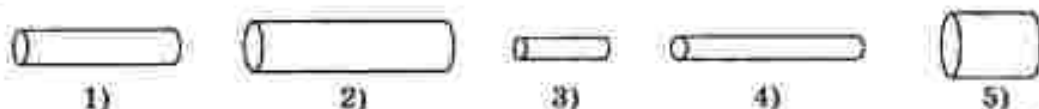


Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от её длины?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

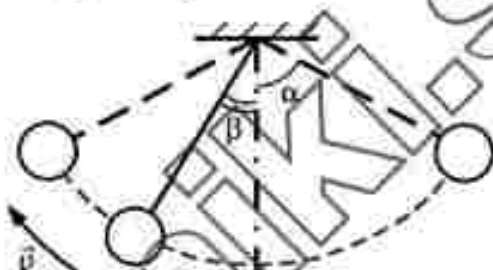


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

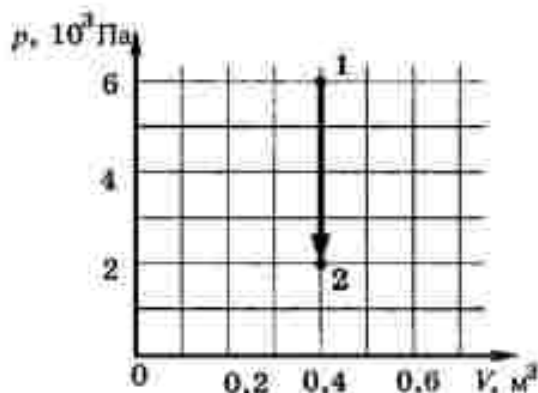
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево–вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

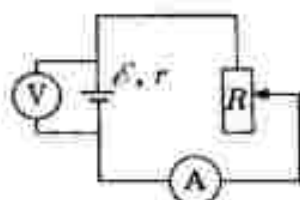


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

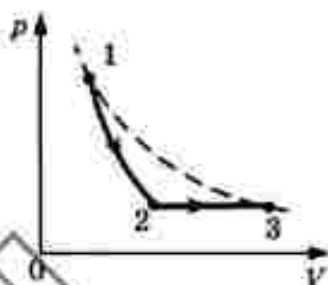
22. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа молекул газа в сосуде в начале и конце опыта. Воздух считать идеальным газом.



23. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 8 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 6 В и 2 А. Чему равна ЭДС источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



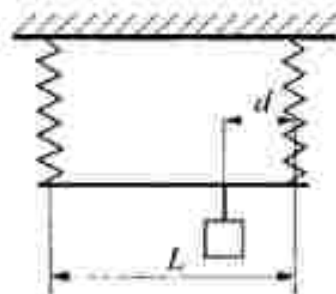
24. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс газом совершается работа, равная $A_{123} = 3$ кДж. Какую работу A_{12} совершает газ при адиабатическом расширении?



25. Точки А, В, С и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке А помещён заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке В — заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D, чтобы напряжённость поля в точке С была равна нулю?



26. К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень массой $M = 2$ кг и длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить на лёгкой нити груз на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем правой. Чему равна масса m подвешенного груза? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



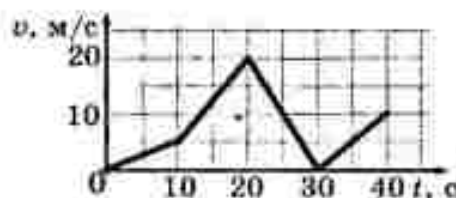
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 13

Часть 1

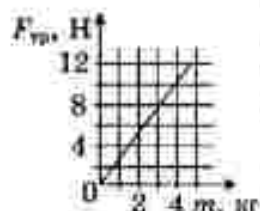
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в промежуток времени от 10 с до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.

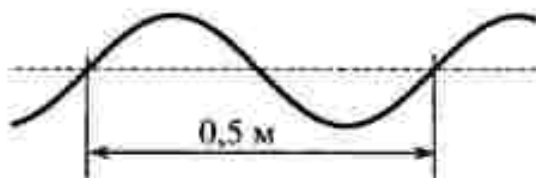


Ответ: _____.

3. Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 10 м/с и 20 м/с относительно земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

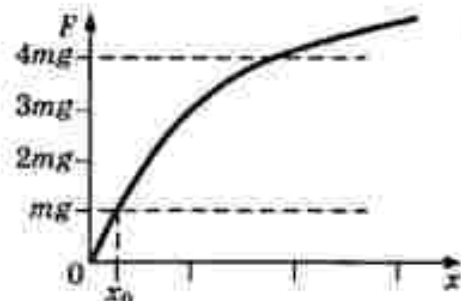
Ответ: _____ кг·м/с.

4. При демонстрации опыта по распространению волны по длинному шнуру в один из моментов времени форма шнура оказалась такой, как показано на рисунке. Скорость распространения колебаний по шнуру равна 2 м/с. Чему равна частота колебаний?



Ответ: _____ Гц.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгуте, равен T_0 .



Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам опыта. Запишите в ответе номера верных утверждений.

- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения не подчиняется закону Гука.
- 2) При увеличении силы упругости в 2 раза удлинение увеличивается в 2 раза.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x < 4x_0$.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению: $T = 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению: $T > 2T_0$.

Ответ: _____.

6. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела \vec{a} , начальная скорость тела \vec{v}_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция перемещения тела за время t
- Б) проекция скорости тела в некоторый момент времени t

ФОРМУЛЫ

- 1) $v_0 t + at^2/2$
- 2) $v_0 t - at^2/2$
- 3) $v_0 + at^2/2$
- 4) $v_0 - at$

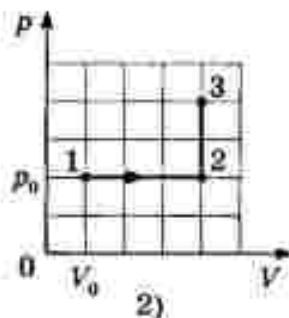
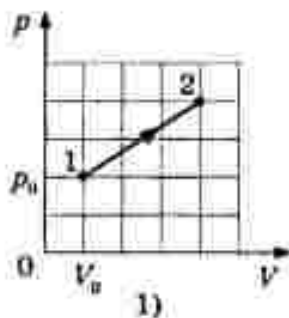
Ответ:

А	Б

7. При сжатии идеального газа и его объём, и температура уменьшились в 2 раза. Каким стало конечное давление газа, если начальное давление равно 80 кПа ? Масса газа неизменна.

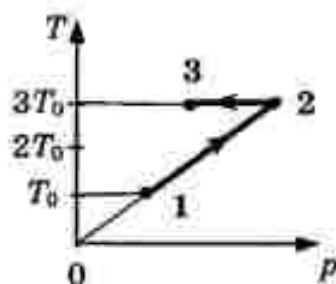
Ответ: _____ кПа.

8. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа $\frac{A_1}{A_2}$ в этих процессах.



Ответ: _____.

9. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите *все* из предложенных утверждений, которые верно отражают результаты этого эксперимента. Запишите в ответе номера верных утверждений.



- 1) В процессе 1–2 объём газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 к газу подводили тепло.
- 5) Объём газа в состоянии 3 равен объёму газа в состоянии 1.

Ответ: _____.

10. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объём, T — абсолютная температура). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{p}{T} = \text{const}$

Б) $\frac{V}{T} = \text{const}$

ПРОЦЕССЫ

1) изобарный процесс при $N = \text{const}$

2) изотермический процесс при $N = \text{const}$

3) изохорный процесс при $N = \text{const}$

4) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

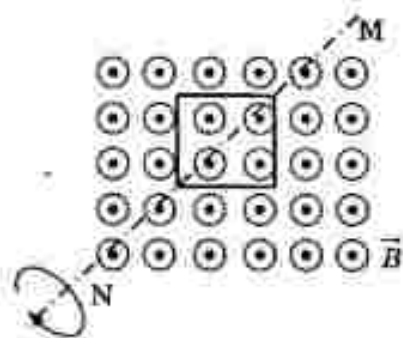
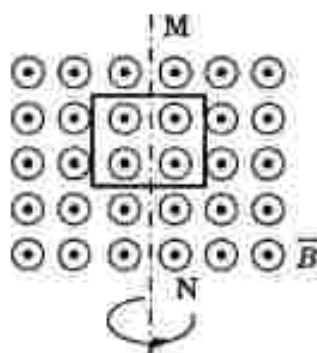
Ответ:

А	Б

11. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 8 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 2 раза больше, чем в первом случае?

Ответ: _____ мкН.

12. На рисунке показаны два способа вращения квадратной проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены из плоскости чертежа к нам. Вращение происходит вокруг оси MN, лежащей в плоскости рисунка. В первом случае максимальная величина ЭДС индукции, возникающей в рамке, равна 4 мВ. Определите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке во втором случае, если частота вращения рамки в обоих случаях одинакова.

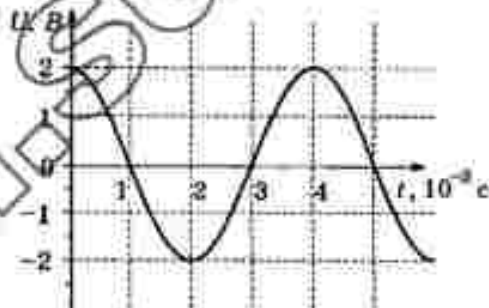


Ответ: _____ мВ.

13. Предмет находится на расстоянии 20 см от плоского зеркала. Во сколько раз увеличится расстояние между предметом и его изображением, если предмет отодвинуть от зеркала на 20 см?

Ответ: _____ раз(а).

14. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие верные выводы можно сделать по результатам этого опыта? Запишите в ответе номера *всех* верных утверждений.



- 1) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии электрического поля конденсатора равен $2 \cdot 10^{-3}$ с.
- 3) В момент времени $3 \cdot 10^{-3}$ с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от $1 \cdot 10^{-3}$ с до $2 \cdot 10^{-3}$ с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) Сила тока через катушку контура не зависит от времени.

Ответ: _____.

15. Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 параллельно подсоединили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
 Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$
- 2) U
- 3) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_2}$

Ответ:

А	Б

16. Какое количество нейтронов содержит ядро изотопа кальция $^{45}_{20}\text{Ca}$?

Ответ: _____.

17. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции заряд и число нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

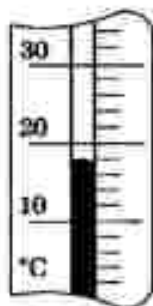
Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю импульс системы тел «камень+земля» сохраняется.
- 2) Увеличить внутреннюю энергию идеального газа можно только передав ему некоторое количество теплоты.
- 3) Количество теплоты, выделяемое на резисторе при протекании по нему постоянного тока, увеличивается при увеличении силы тока.
- 4) При поступательном движении замкнутой проводящей рамки в однородном магнитном поле в ней возникает индукционный ток.
- 5) Ядро атома титана $^{48}_{22}\text{Ti}$ содержит 48 нейтронов.

Ответ: _____.

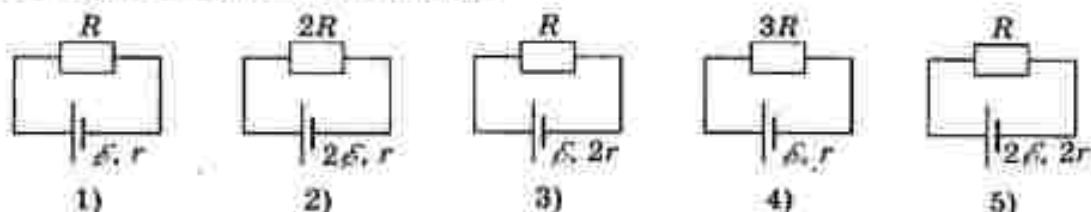
19. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) °C.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от его сопротивления. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключённого к батарее, и амперметра. Нарисуйте схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличатся или уменьшатся) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Определите время прохождения поездом последнего километра пути перед остановкой, если изменение его скорости на этом пути составило 10 м/с. Ускорение поезда считать постоянным.
23. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18 °С находится $0,924 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нас}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

24. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
25. Полый шарик массой $m = 0,3$ г с зарядом $q = 6$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряжённости электрического поля E ?
26. Небольшое тело массой $M = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту h , на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь. *Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.*



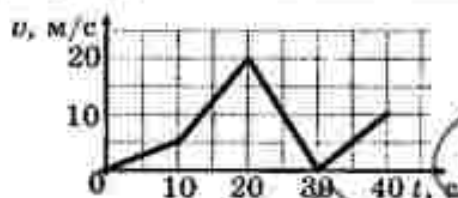
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 14

Часть 1

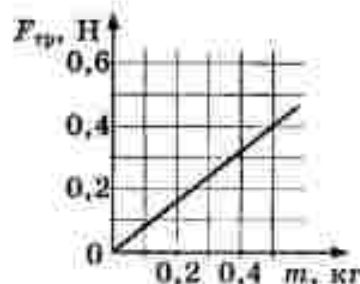
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в момент времени от 20 с до 30 с?



Ответ: _____ м/с².

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.



Ответ: _____.

3. Автомобиль массой 10^3 кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна его кинетическая энергия?

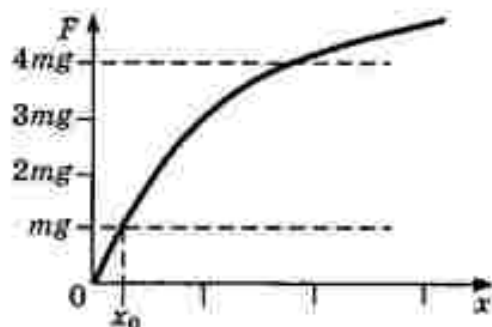
Ответ: _____ Дж.

4. Частота колебаний струны равна 250 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Какова длина звуковой волны?

Ответ: _____ м.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгуте, равна ν_0 .

Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам опыта. В ответе запишите номера верных утверждений.

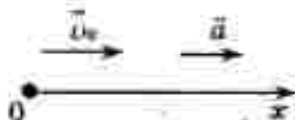


- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения подчиняется закону Гука.
- 2) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x = 4x_0$.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x > 4x_0$.

- 4) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu < 2\nu_0$.
- 5) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu > 2\nu_0$.

Ответ: _____.

6. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела \vec{a} , начальная скорость тела \vec{v}_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция скорости тела в некоторый момент времени t
- Б) проекция перемещения тела за время t

ФОРМУЛЫ

- 1) $v_0 t + \frac{at^2}{2}$
- 2) $v_0 t - \frac{at^2}{2}$
- 3) $v_0 + \frac{at^2}{2}$
- 4) $v_0 + at$

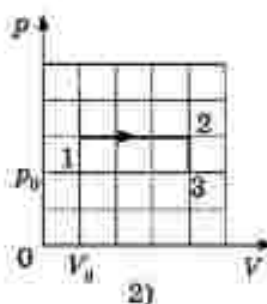
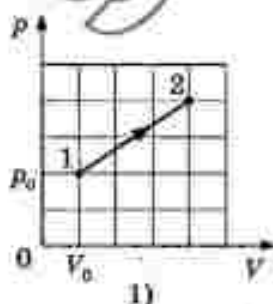
Ответ:

А	Б

7. При нагревании идеального газа и его давление, и температура увеличились в 2 раза. Каким стал конечный объем газа, если начальный объем равен 2 л? Масса газа неизменна.

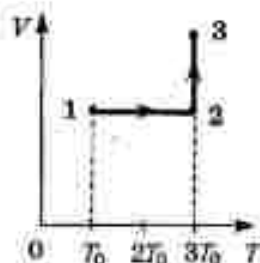
Ответ: _____ л.

8. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа $\frac{A_1}{A_2}$ в этих процессах.



Ответ: _____.

9. Зависимость объема одного моля одноатомного идеального газа от температуры показана на рисунке. Выберите из предложенных все утверждения, которые верно отражают результаты этого эксперимента. В ответе запишите номера верных утверждений.



- 1) В процессе 1–2 давление газа увеличилось в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Плотность газа в состоянии 3 меньше, чем плотность газа в состоянии 1.

Ответ: _____.

10. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объем, Q — количество теплоты).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) $pV = \text{const}$
- Б) $Q = 0$

ПРОЦЕССЫ

- 1) изобарный процесс при $N = \text{const}$
- 2) изотермический процесс при $N = \text{const}$
- 3) изохорный процесс при $N = \text{const}$
- 4) адиабатный процесс

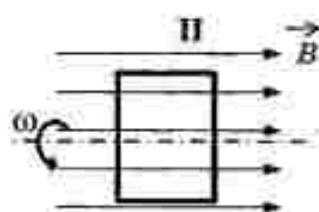
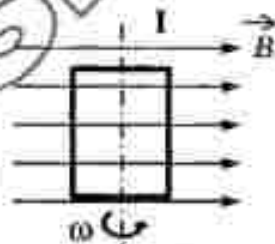
Ответ:

А	Б

11. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 9 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 3 раза больше, чем в первом случае?

Ответ: _____ мкН.

12. На рисунке показаны два способа вращения проводящей рамки в однородном магнитном поле. В первом случае при вращении рамки в ней возникает индукционный ток, максимальная сила которого равна 0,1 А. Какова максимальная сила тока во втором случае, если угловые скорости вращения рамки одинаковы в обоих случаях?

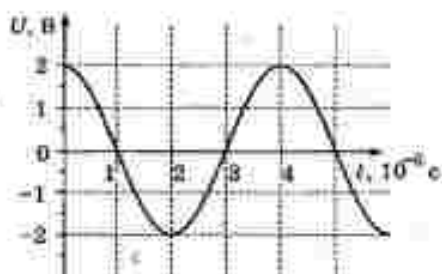


Ответ: _____ А.

13. Предмет находится на расстоянии 10 см от плоского зеркала. Во сколько раз увеличится расстояние между предметом и его изображением, если предмет отодвинуть от зеркала на 30 см?

Ответ: _____ раз(а).

14. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие верные выводы можно сделать по результатам этого опыта? В ответе запишите номера *всех* верных утверждений.



- 1) В промежутке от $2 \cdot 10^{-3}$ с до $3 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается от нуля до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии магнитного поля катушки равен $2 \cdot 10^{-3}$ с.
- 3) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с сила тока через катушку контура максимальна.

Ответ: _____.

15. Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 соединили последовательно и подключили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки U .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
- Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $U(R_1 + R_2)$
- 3) $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U}{R_1}$

Ответ:

А	Б

16. Какое количество нейтронов содержится в ядре изотопа цезия $^{137}_{55}\text{Cs}$?

Ответ: _____.

17. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции число нуклонов в ядре и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Число протонов в ядре

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его импульс сохраняется.
- 2) Увеличить внутреннюю энергию идеального газа можно передав ему некоторое количество теплоты и совершив над ним работу.
- 3) Количество теплоты, выделяемое на резисторе при протекании по нему постоянного тока, увеличивается при увеличении напряжения на резисторе.
- 4) При поступательном движении замкнутой проводящей рамки (плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции магнитного поля) в неоднородном магнитном поле в ней возникает индукционный ток.
- 5) Ядро атома титана ${}_{22}^{48}\text{Ti}$ содержит 22 нейтрона.

Ответ: _____.

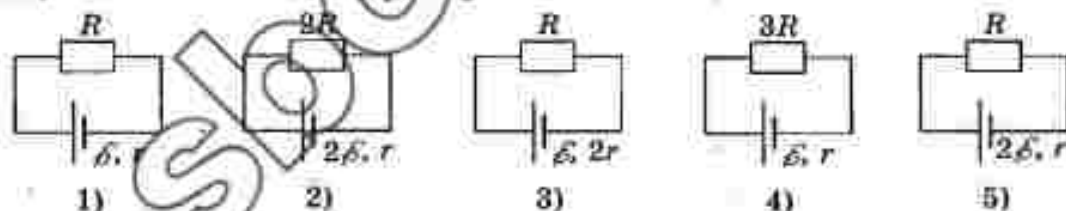
19. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °C.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от ЭДС аккумулятора. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

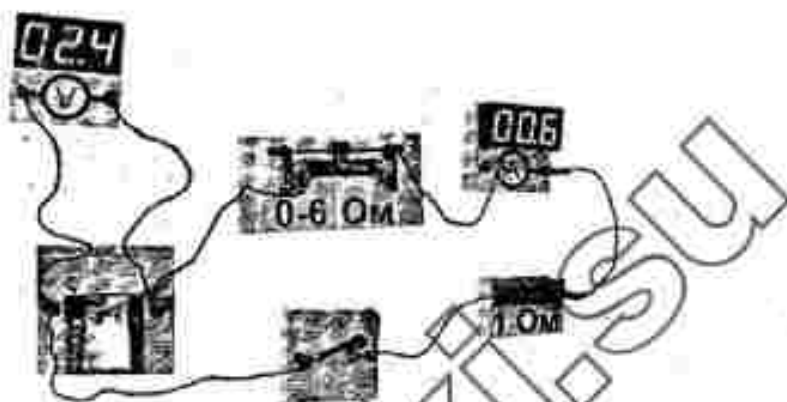
Ответ:



**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**

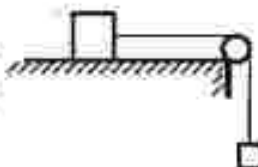
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключённого к батарее, и амперметра. Нарисуйте схему этой цепи. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличатся или уменьшатся) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. По гладкому горизонтальному столу движется брусок массой 1,6 кг, соединённый с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Каково ускорение бруска?



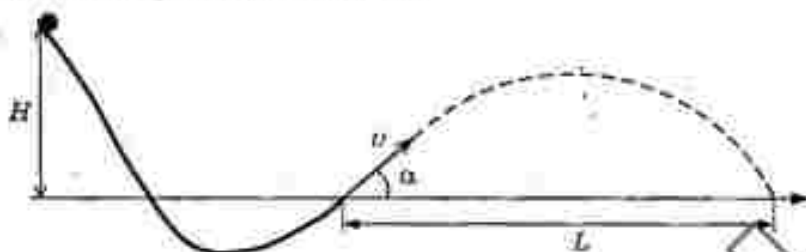
23. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22 °С находится $0,776 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{пар}}, 10^{-3} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

24. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.

25. Полный положительно заряженный шарик массой $m = 0,4$ г движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряжённости электрического поля $E = 500$ кВ/м. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен заряд q шарика?

26. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты $H = 4$ м (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полёта L на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь. *Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.*



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Sborniki.SU

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем за первую секунду движения.



Ответ: _____ м.

2. Тело массой 1 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 3$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____.

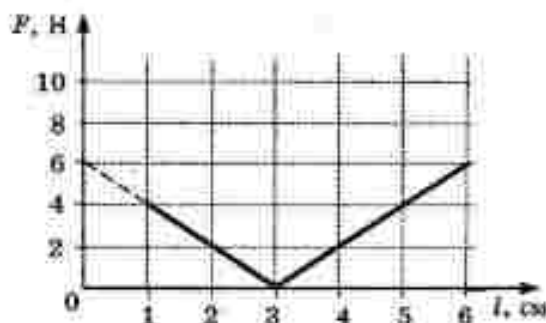
3. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

4. Во сколько раз уменьшится частота малых свободных колебаний математического маятника, если длину нити увеличить в 9 раз, а массу груза уменьшить в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а).

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам опыта. В ответе укажите их номера.

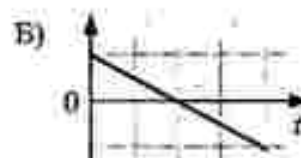
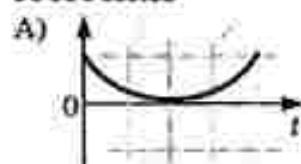
- 1) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 2) При действии силы, равной 4 Н, пружина разрушается.
- 3) При растяжении пружина не подчиняется закону Гука.
- 4) Жесткость пружины равна 200 Н/м.
- 5) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.

Ответ: _____.

6. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли (см. рисунок). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

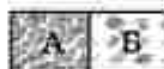
7. При нагревании и давление и объем идеального газа увеличились в 2 раза. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул? Масса газа неизменна.

Ответ: в _____ раз(а).

8. Газ в цилиндре расширялся, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

9. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 283 К, а в части В равна 40 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите *все* утверждения из предложенных, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания теплообмена. В ответ запишите их номера.

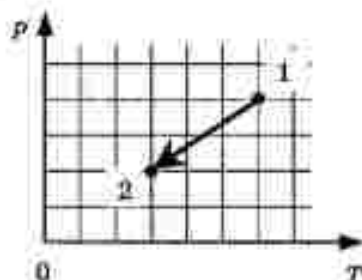


- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменилась.

- 3) При теплообмене газ в части Б отдавал теплоту, а газ в части А её получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 5) В результате теплообмена газ в части Б совершил работу.

Ответ: _____

10. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса объём газа и его внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём	Внутренняя энергия

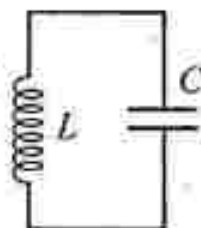
11. Чему равна энергия конденсатора ёмкости 5 мкФ , если его заряд равен 10 мкКл ?

Ответ: _____ мДж.

12. Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-2}\text{ Гн}$. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб ?

Ответ: _____ А.

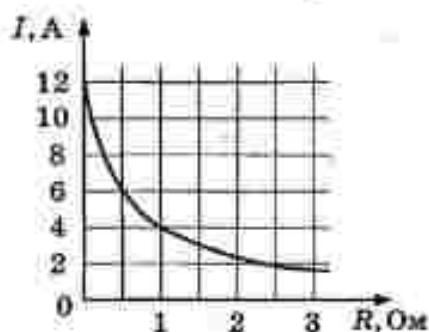
13. В идеальном колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 2,5\text{ В}$, $\omega = 400\pi\text{ с}^{-1}$. Определите период колебаний напряжения на конденсаторе.



Ответ: _____ мс.

14. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления.

Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 6 А равно 3 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ: _____.

15. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и период обращения пылинки при увеличении скорости её движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения

16. Чему равно количество электронов в нейтральном атоме полония $^{210}_{84}\text{Po}$?

Ответ: _____.

17. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
- Б) энергия фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $hc\lambda$
- 2) $\frac{\lambda}{hc}$
- 3) $\frac{hc}{\lambda}$
- 4) $\frac{h}{\lambda}$

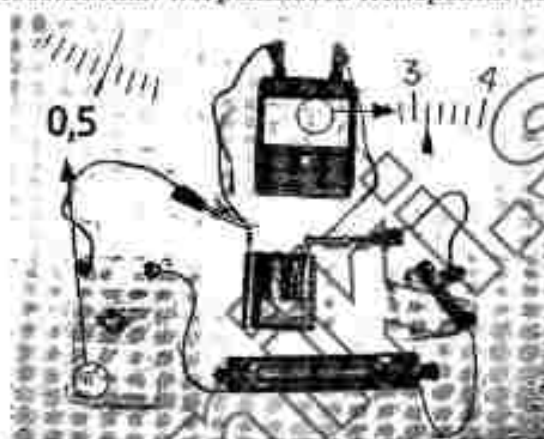
Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) При свободном падении камня на землю его импульс увеличивается.
 - 2) КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно, определяется только температурой нагревателя.
 - 3) При увеличении расстояния между пластинами плоского конденсатора его ёмкость увеличивается.
 - 4) При вытаскивании магнита из катушки в ней возникает ЭДС индукции.
 - 5) Ядро атома алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ содержит 14 нейтронов.

Ответ: _____.

19. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна 0,05 А.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие два маятника нужно использовать для того чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жёсткости пружины?

№ маятника	Жёсткость пружины	Объём сплошного груза	Материал, на которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	10 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	50 Н/м	80 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

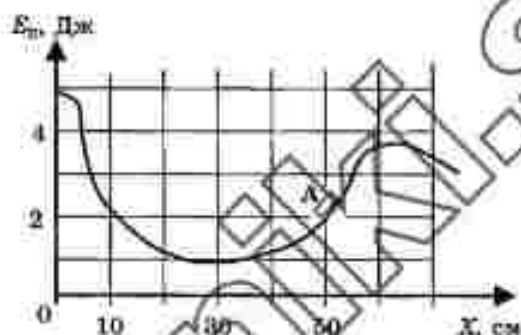


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведён график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землёй от её координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 50$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Для определения удельной теплоёмкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100°C , опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 28°C . После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 80°C . Определите удельную теплоёмкость вещества исследуемого тела. Округлите до целых. Теплоёмкостью калориметра пренебречь.
23. Ёмкость конденсатора в колебательном контуре равна $50\ \mu\text{кФ}$. Зависимость напряжения между обкладками конденсатора от времени имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60\ \text{В}$ и $b = 500\ \text{с}^{-1}$. Найдите амплитуду колебаний силы тока.
24. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление $10^5\ \text{Па}$, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара.
25. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. На какую величину ΔT изменится температура проводника за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}\ \text{Ом} \cdot \text{м}$, объёмная плотность меди $8900\ \text{кг}/\text{м}^3$.)

26. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную. *Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.*



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

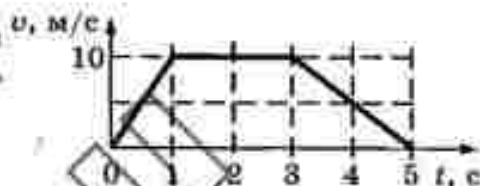
Sborniki.SU

ВАРИАНТ 16

Часть 1

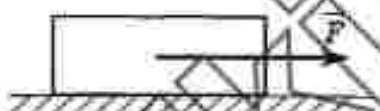
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ и поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Чему равен путь автомобиля за промежуток времени от 3 с до 5 с?



Ответ: _____ м.

2. Тело массой 2 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 4$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____.

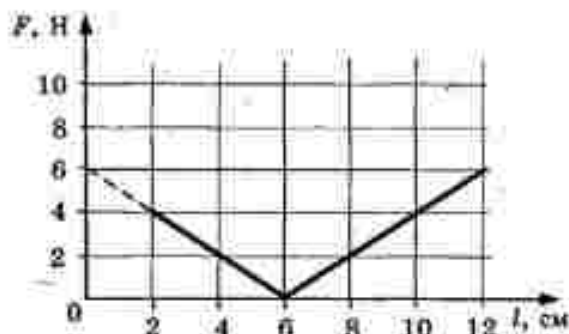
3. Потенциальная энергия упругой пружины при её растяжении на 1 см равна 2 Дж. Найдите модуль изменения потенциальной энергии этой пружины при уменьшении её растяжения на 0,5 см.

Ответ: _____ Дж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 0,1 м. Какой путь прошёл груз за 5 периодов колебаний?

Ответ: _____ м.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведён на рисунке.



Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам опыта. В ответе перечислите их номера.

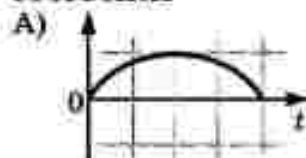
- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жёсткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жёсткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Ответ: _____

6. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли. Считая сопротивление воздуха пренебрежимо малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землёй

7. При охлаждении идеального газа его давление и объём уменьшились в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул? Масса газа неизменна.

Ответ: в _____ раз(а).

8. В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

9. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части Б равна 10 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания теплообмена. В ответе перечислите их номера.

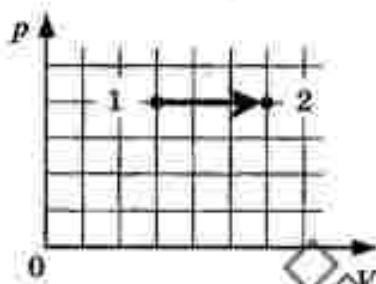


- 1) Температура газа в части Б повысилась.

- 2) Внутренняя энергия газа в части Б не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части Б отдавал теплоту, а газ в части А её получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 293 К.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ: _____.

10. Идеальный одноатомный газ в сосуде с поршнем переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа и его внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Внутренняя энергия

11. Чему равен заряд конденсатора ёмкости 22,5 мкФ, если его энергия равна 20 мкДж?

Ответ: _____ мкКл.

12. Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-4}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?

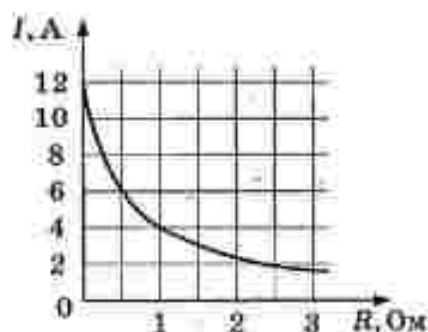
Ответ: _____ А.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 30° . Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

14. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления.

Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе перечислите их номера.

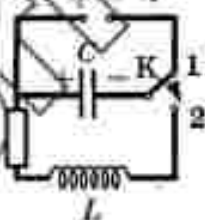


- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 1 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 6 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, уменьшается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 4 А равно 10 В.
- 5) Напряжение на источнике увеличивается при уменьшении силы тока.

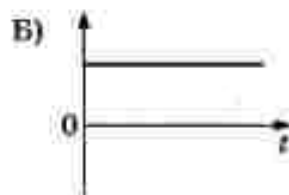
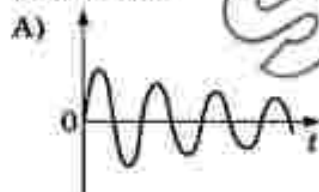
Ответ: _____

15. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводит из положения 1 в положение 2. Графики А) и Б) представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. В каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



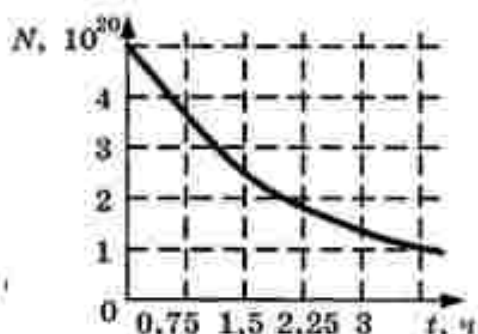
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля катушки
- 4) ёмкость конденсатора

Ответ:

А	Б

16. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ ч.

17. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) импульс фотона

Б) длина волны фотона

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{h\nu}{c}$

2) $\frac{hc}{\nu}$

3) $\frac{hc}{E}$

4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

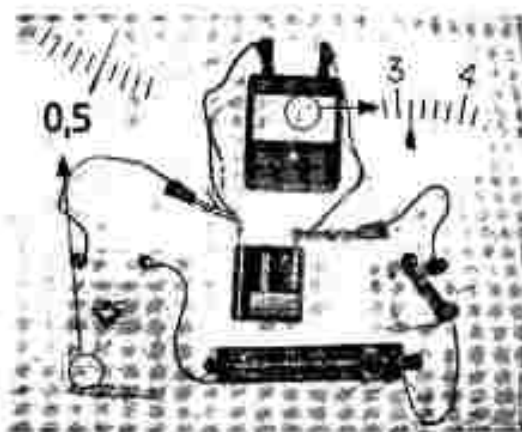
А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его импульс уменьшается.
- 2) КПД теплового двигателя, работающего по циклу Карно, определяется только температурой холодильника.
- 3) При увеличении расстояния между пластинами плоского конденсатора его ёмкость уменьшается.
- 4) При внесении магнита в катушку в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Ядро атома алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$ содержит 27 протонов.

Ответ: _____.

19. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Шкала вольтметра проградуирована в вольтах. Абсолютная погрешность измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Запишите в ответ величину напряжения на зажимах батарейки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (±) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы груза?

№ маятника	Жёсткость пружины	Объём сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	30 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	10 Н/м	10 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

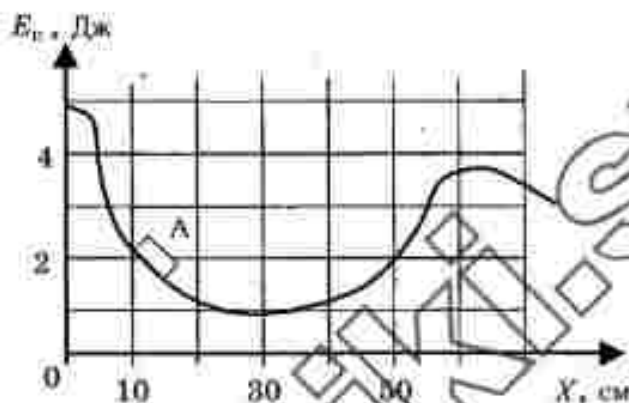


**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

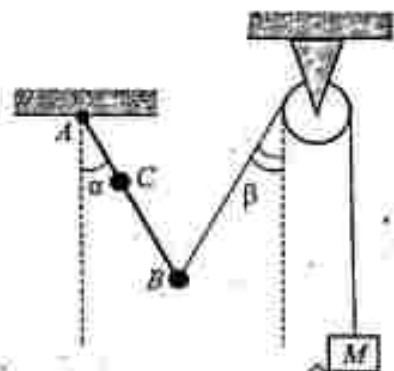
21. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землёй от её координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 10$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–25 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Тело, нагретое до температуры 100°C , опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23°C . После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30°C . Определите массу тела, если удельная теплоёмкость вещества, из которого сделано тело, равна 187 Дж/(кг · К). Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Ответ округлите до целых.
23. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?
24. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара.
25. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Игнорируйте сопротивление проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м, объёмная плотность меди 8900 кг/м³.)

26. Невесомый стержень AB с двумя малыми грузиками массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 100$ г, расположенными в точках C и B соответственно, шарнирно закреплён в точке A . Груз массой $M = 100$ г подвешен к невесомому блоку за невесомую и нерастяжимую нить, другой конец которой соединён с нижним концом стержня, как показано на рисунке. Вся система находится в равновесии: если стержень отклонён от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$, а нить составляет угол с вертикалью, равный $\beta = 30^\circ$. Расстояние $AC = b = 25$ см. Определите длину l стержня AB . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на груз M и стержень. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

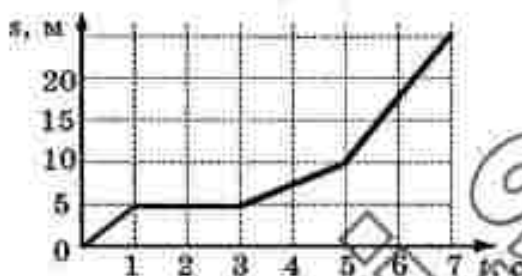
Sborniki.ru

ВАРИАНТ 17

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 3 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жёсткость первой пружины в 1,5 раза больше жёсткости второй пружины. Удлинение второй пружины равно 80 см. Чему равно удлинение первой пружины?

Ответ: _____ см.

3. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с относительно берега, направленной горизонтально. Какую скорость относительно берега приобрела лодка?

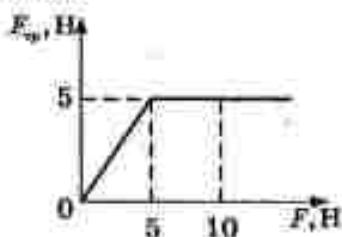
Ответ: _____ м/с.

4. Период свободных колебаний пружинного маятника равен 0,5 с. Каким станет период свободных колебаний этого маятника, если массу груза маятника увеличить в 2 раза, а жёсткость пружины вдвое уменьшить?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведён график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него.

Выберите *все* утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.



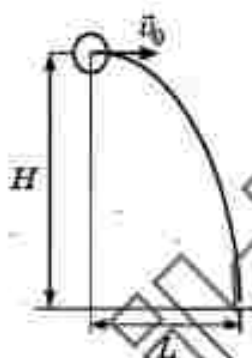
- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 5 Н.
- 2) Сначала тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если сила, действующая на тело, больше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 5 м/с².

Ответ: _____.

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится



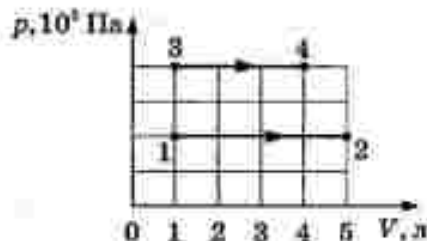
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа увеличили в 2 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии? Масса газа неизменна.

Ответ: _____.

8. На рисунке показано расширение водорода двумя способами: 1-2 и 3-4. Во сколько раз работа в процессе 3-4 больше работы в процессе 1-2?



Ответ: _____ раз(-а).

9. Объём сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите *все* утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

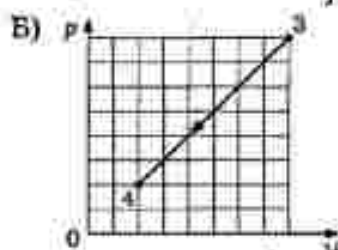
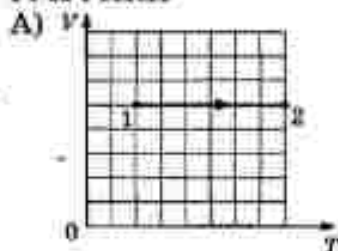
- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода увеличилась.
- 3) Плотность газа в сосуде не изменилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление водорода не изменилось.

Ответ: _____.

10. На рисунках приведены графики А) и Б) двух процессов: 1-2 и 3-4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт тепло.
- 3) Газ получает тепло и совершает работу.
- 4) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ:

А	Б

11. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 3 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 9 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: _____ мН.

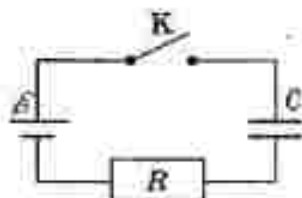
12. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение v_1/v_2 ?

Ответ: _____.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

14. Конденсатор подключён к батарейке последовательно с резистором $R = 20 \text{ кОм}$ (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью $\pm 1 \text{ мкА}$, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Внутренним сопротивлением батарейки и сопротивлением проводов пренебречь. Выберите *все* верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) Энергия конденсатора в процессе наблюдения увеличивалась.
- 5) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ: _____.

15. По проволочному резистору течёт ток. Как изменится при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Сопротивление резистора

16. Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Чему равен заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: _____.

17. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменится частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Запирающее напряжение

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Испарение жидкости происходит при любых температурах.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока через него увеличивается.
- 4) Если неподвижный магнит находится в катушке, то в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Нейтральный атом алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ содержит 13 электронов.

Ответ: _____.

19. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний сухого термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °С.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решётки и экрана, параметры которых приведены в таблице. Какие два спектрометра можно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	3 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:



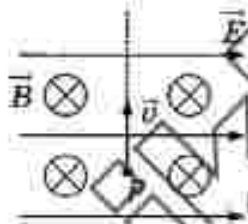
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

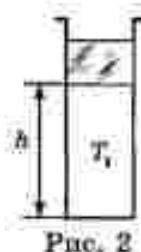
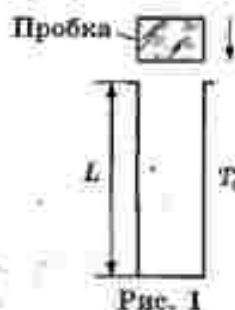
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

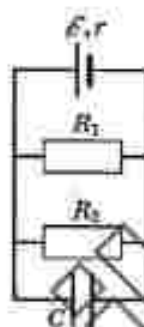


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

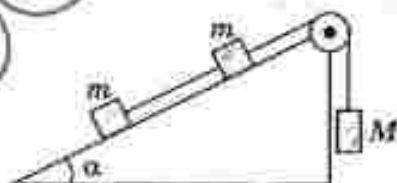
22. Груз массой $m = 2,0$ кг и объёмом $V = 10^{-2}$ м³, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в жидкость и не касается дна сосуда (см. рисунок). Плотность жидкости $\rho = 700$ кг/м³. Найдите модуль силы натяжения нити.
23. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0 °С, начальная температура воды 30 °С. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?
24. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40$ см (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (рисунок 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



25. Источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и конденсатору. Определите ёмкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60$ мкДж.



26. По неподвижной гладкой наклонной плоскости с углом $\alpha = 30^\circ$ движутся с постоянным ускорением два одинаковых бруска массой $m = 0,25$ кг каждый, скреплённые между собой нитью. Верхний брусок соединён другой нитью, перекинутой через гладкий блок, с грузом массы $M = 2$ кг (см. рисунок). Чему равна T сила натяжения нити, соединяющей бруски друг с другом? Обе нити нерастяжимы и невесомы. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



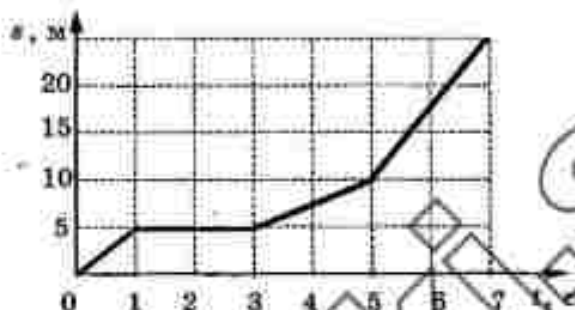
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 18

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 1 с до 3 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жёсткость первой пружины в 2 раза больше жёсткости второй пружины. Удлинение первой пружины равно 20 см. Чему равно удлинение второй пружины?

Ответ: _____ см.

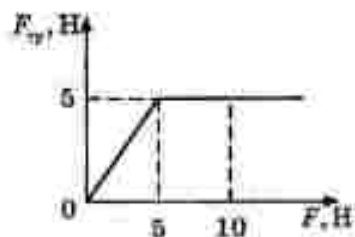
3. Какова глубина вертикальной шахты, если звук выстрела, произведённого у входа в шахту на поверхности земли, вернулся к стрелку, отразившись от дна шахты, через 0,6 с после выстрела? Скорость звука в воздухе считать равной 340 м/с.

Ответ: _____ м.

4. Период собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведён график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него.

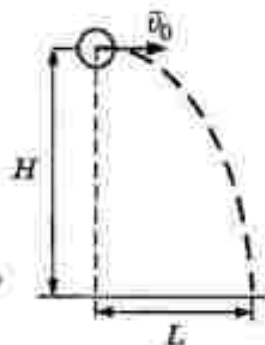


Выберите из предложенных все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответ запишите их номера.

- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 10 Н.
- 2) Сначала тело покоилось, а затем двигалось равномерно.
- 3) Если сила, действующая на тело, меньше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,5.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 8 Н, тело движется с ускорением 3 м/с^2 .

Ответ: _____.

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

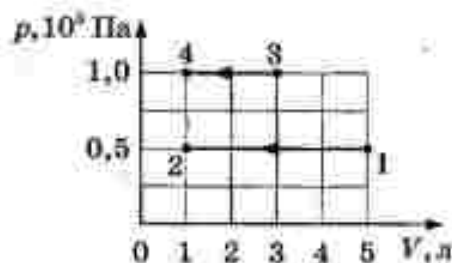
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа уменьшили в 4 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии $\frac{n_2}{n_1}$? Масса газа неизменна.

Ответ: _____.

8. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1-2 и 3-4. Найдите отношение работ A_{12}/A_{34} внешних сил при этих процессах.



Ответ: _____.

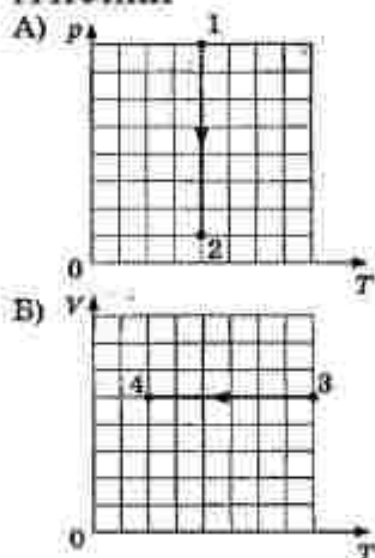
9. Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде уменьшилась в 2 раза. Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответ запишите их номера.

- 1) Концентрация водорода в сосуде увеличилась.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление гелия в сосуде больше, чем парциальное давление водорода.

Ответ: _____.

10. На рисунках приведены графики А) и Б) двух процессов: 1-2 и 3-4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах $p-T$ и $V-T$, где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт количество теплоты.

11. Силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами были равны 3 мН. Расстояние между телами увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 9 раз. Определите величину сил кулоновского взаимодействия.

Ответ: _____ мН.

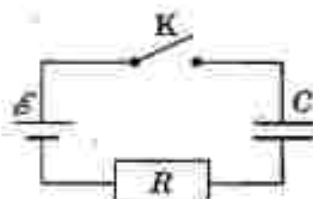
12. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника увеличилась в 2 раза. Чему равно отношение скоростей $\frac{v_1}{v_2}$?

Ответ: _____.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 40° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____°.

14. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответ запишите их номера.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 с после замыкания ключа конденсатор остаётся полностью разряженным.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3 \text{ с}$ напряжение на конденсаторе равно 6 В.

Ответ: _____.

15. По проволочному резистору течёт ток. Как изменится при уменьшении длины проволоки в 2 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: напряжение на резисторе и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе	Сопротивление резистора

16. Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Чему равно массовое число A образовавшегося ядра?

Ответ: _____.

17. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого следующие величины: число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

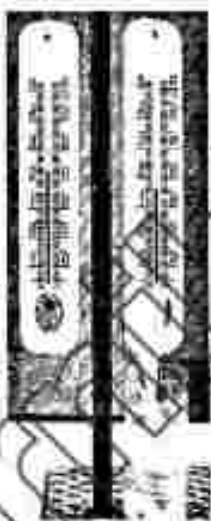
Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его потенциальная энергия уменьшается.
- 2) При уменьшении температуры относительная влажность воздуха в закрытом сосуде увеличивается, пока не достигнет 100%.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока через него уменьшается.
- 4) Если катушка намотана на магнит, то в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Ядро атома алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$ содержит 13 нейтронов.

Ответ: _____

19. Ученик измерил относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний влажного термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °C.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решётки и экрана, параметры которых приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решётки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Зелёный	100	3 м
2	Синий	50	2 м
3	Красный	200	3 м
4	Жёлтый	100	1,5 м
5	Красный	50	3 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:



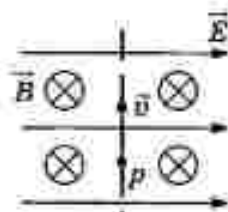
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если увеличить модуль напряжённости электрического поля, оставив его направление без изменения? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением из состояния покоя. На некотором участке пути за 2 с скорость тела увеличилась в 3 раза. Сколько времени двигалось тело из состояния покоя до начала данного участка пути?
23. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?
24. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300\text{ K}$ находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50\text{ cm}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240\text{ K}$. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46\text{ cm}$ (рисунок 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.

Пробка 

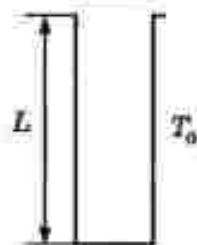


Рис. 1



Рис. 2

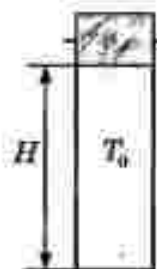
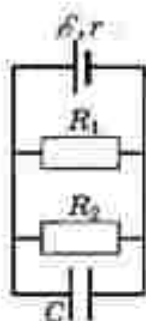


Рис. 3

25. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору ёмкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



26. Неоднородный алюминиевый стержень длиной $l = 50$ см подвешен за свои края на двух нерастяжимых нитях (см. рисунок). Центр тяжести стержня находится на расстоянии $a = 10$ см от левой нити. Определите, во сколько раз уменьшилась сила натяжения левой нити после того, как стержень полностью погрузили в воду. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на стержень. *Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.*



⚠ Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Sborniki.SU

О
в
с
к
с

1.

2.

3.

4.

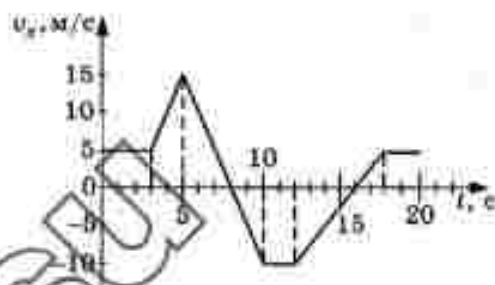
5.

ВАРИАНТ 19

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Определите проекцию ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 12 с до 16 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Тележку массой $m = 3$ кг, равномерно движущуюся по гладкому горизонтальному столу, толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Каково ускорение тележки в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом?

Ответ: _____ м/с².

3. Одинаковые шары массой 1 кг каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 7$ м/с, а $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. Гидростатическое давление, создаваемое водой на дне озера, без учёта давления атмосферы равно $5 \cdot 10^6$ Па. Какова глубина озера?

Ответ: _____ м.

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

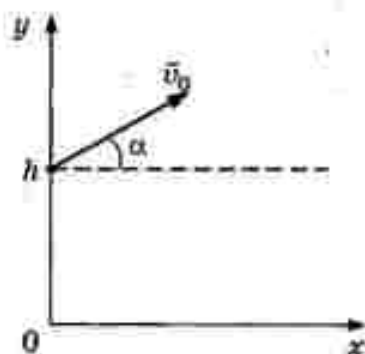
$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений все, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Первое тело двигалось равноускоренно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Ускорение третьего тела равно 1 м/с².
- 4) Период колебаний третьего тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна $0,4$ Дж.

Ответ: _____.

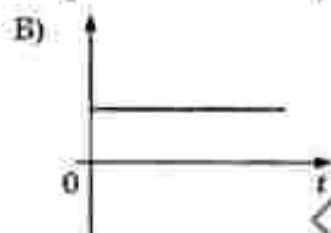
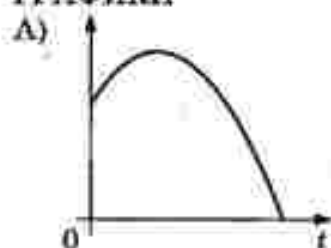
6. Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

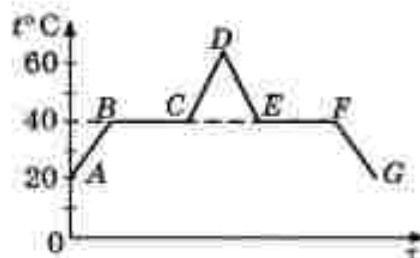
7. При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в начальном и конечном состоянии $\frac{T_1}{T_2}$.

Ответ: _____.

8. Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. На сколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

9. В начальный момент в сосуде под лёгким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.



Выберите из предложенных все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Температура кипения эфира равна 60°C .
- 2) В момент F в сосуде находился только жидкий эфир.
- 3) На участке BC внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент G эфир отвердел.
- 5) Время, за которое весь эфир выкипел, меньше, чем время, за которое он сконденсировался.

Ответ: _____.

10. В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия всё время остаётся неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

11. К батарее с ЭДС, равной 24 В , и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом . Какова сила тока в цепи?

Ответ: _____ А.

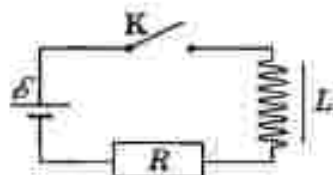
12. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения B_{max} за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ . Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а B_{max} в 2 раза уменьшить.

Ответ: _____ мВ.

13. Тень на экране от предмета, освещённого точечным источником света, имеет размеры в 3 раза больше, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м . Определите расстояние от предмета до экрана.

Ответ: _____ м.

14. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40 \text{ Ом}$ (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01 \text{ А}$, представлены в таблице.



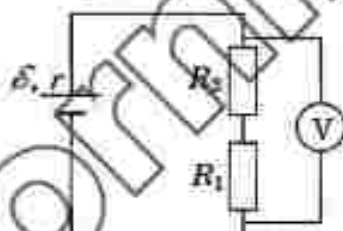
$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе укажите их номера.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения не изменяется.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа ток через катушку полностью прекратился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3,0 \text{ с}$ ЭДС самоиндукции катушки равна 0,29 В.
- 5) В момент времени $t = 1,0 \text{ с}$ напряжение на резисторе равно 1,6 В.

Ответ: _____.

15. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показания вольтметра
- Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}r}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

16. Какое количество нейтронов содержится в ядре таллия $^{208}_{81}\text{Tl}$?

Ответ: _____.

17. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

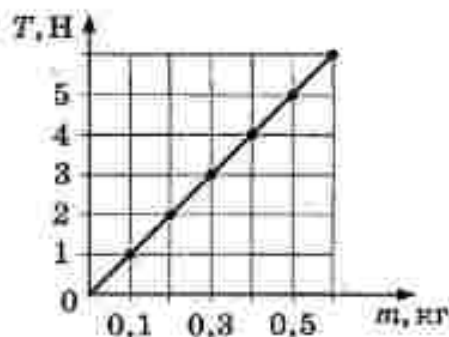
Массовое число ядра	Заряд ядра

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Смена времён года на Земле объясняется периодическими изменениями скорости вращения Земли вокруг своей оси.
- 2) Давление идеального газа при изотермическом процессе возрастает при увеличении концентрации газа.
- 3) При уменьшении силы тока в цепи мощность, выделяемая на резисторе, увеличивается.
- 4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред частота волны остаётся неизменной величиной.
- 5) В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются электростатическим полем ядер атомов.

Ответ: _____.

19. Ученики исследовали зависимость модуля силы натяжения нити T от массы подвешенного на неё груза m . График, построенный по результатам измерений, представлен на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,05 кг, силы — 0,5 Н.



Запишите в ответ модуль силы натяжения нити, на которую подвешен груз массой 0,40 кг, с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закреплённой с двух сторон, от её натяжения. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	15 Н	0,5 мм	Сталь
2	10 Н	1 мм	Сталь
3	10 Н	0,5 мм	Медь
4	25 Н	1 мм	Сталь
5	20 Н	1 мм	Пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

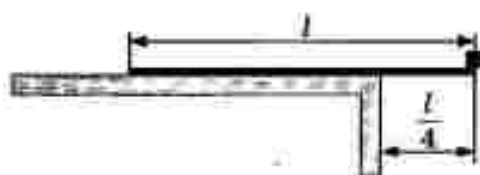
Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

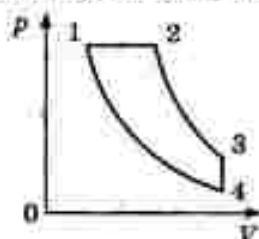
21. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

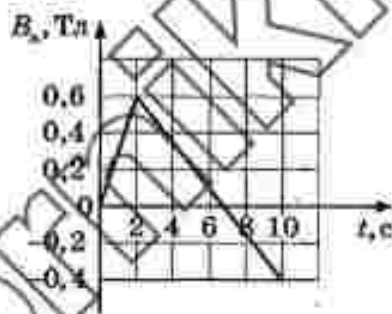
22. Деревянная линейка длиной $l = 60$ см выдвинута за край стола на $1/4$ часть своей длины. При этом она не опрокидывается, если на её правом конце лежит груз массой не более 250 г (см. рисунок). На какое расстояние можно выдвинуть вправо за край стола эту линейку, если на её правом конце лежит груз массой 125 г?



23. Частица массой 1 мкг переместилась за 3 с на расстояние $0,45 \text{ м}$ по горизонтали в однородном горизонтальном электрическом поле напряжённостью 5000 В/м . Начальная скорость частицы равна нулю. Каков заряд частицы? Сопротивлением воздуха пренебречь.
24. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37 \text{ }^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302 \text{ }^\circ\text{C}$, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



25. Квадратная проводочная рамка со стороной $l = 10 \text{ см}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10 \text{ с}$ в рамке выделяется количество теплоты $Q = 0,1 \text{ мДж}$. Каково сопротивление проволоки, из которой сделана рамка?



26. Два пластилиновых шарика с массами $3m$ и m , летящие навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями, при столкновении слипаются. Каким был модуль скорости каждого из шариков перед столкновением, если сразу после столкновения скорость шариков стала равной $0,5 \text{ м/с}$? Временем взаимодействия шариков пренебречь. Какие законы вы использовали для описания взаимодействия шариков при столкновении? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



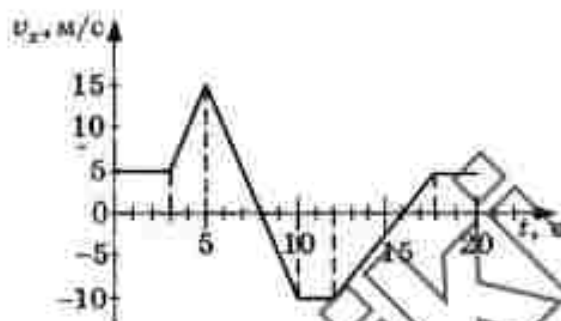
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 5 с до 10 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.

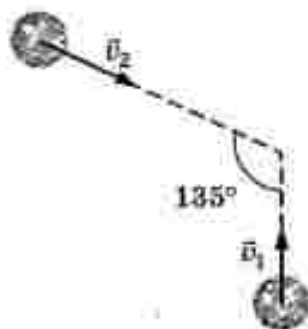


Ответ: _____ м/с².

2. Тележка равномерно движется по гладкому горизонтальному столу. Её толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Ускорение тележки в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом, равно 3 м/с². Какова масса тележки?

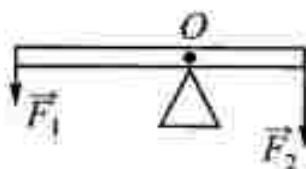
Ответ: _____ кг.

3. Одинаковые шары массой $0,4$ кг каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 3,5$ м/с, а $v_2 = v_1 \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг · м/с.

4. Невесомый рычаг находится в равновесии (см. рисунок). Сила $F_1 = 10$ Н, её плечо равно 15 см. Каков модуль силы F_2 , если её плечо равно 12 см?



Ответ: _____ Н.

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

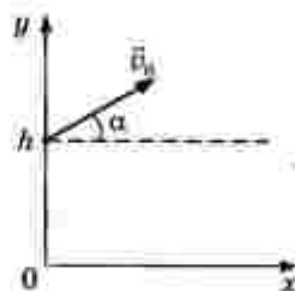
$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Сумма сил, действующих на первое тело, равна нулю.
- 2) Скорость второго тела равна 2 м/с.
- 3) Ускорение третьего тела равно 2 м/с².
- 4) Период колебаний третьего тела равен 1 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна 0,6 Дж.

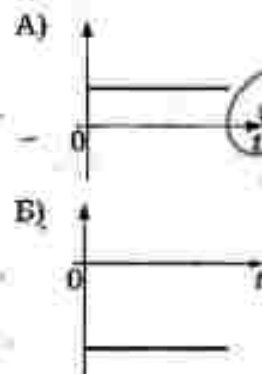
Ответ: _____.

6. В момент времени $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А) и Б) представляют собой зависимость физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Сопротивлением воздуха пренебречь. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

Ответ:

А	Б

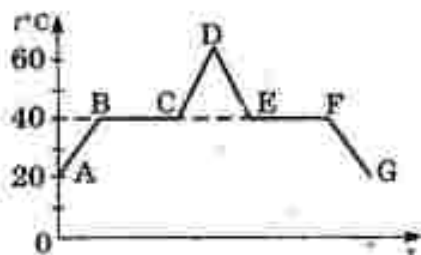
7. При нагревании одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии $\frac{T_2}{T_1}$.

Ответ: _____.

8. Газ совершил работу 20 Дж и получил количество теплоты 5 Дж. На сколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

9. В начальный момент в сосуде под лёгким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.



Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Температура кипения эфира равна 40°C .
- 2) В момент F в сосуде находился эфир в жидком и газообразном состояниях.
- 3) На участке EF внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент C эфир закипел.
- 5) Время, за которое весь эфир испарился, равно времени, за которое он конденсировался.

Ответ: _____.

10. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

11. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 60 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен 10^{-8} Кл.

Ответ: _____ мкН.

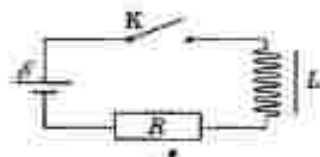
12. За $\Delta t = 3$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

13. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 4 раза больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещённого пятна на экране?

Ответ: _____ м.

14. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60 \text{ Ом}$ (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01 \text{ А}$, представлены в таблице.



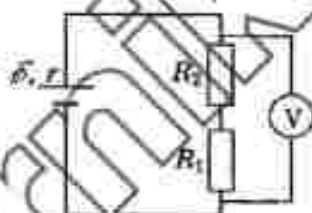
$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе укажите их номера.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
- 3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
- 4) В момент времени $t = 2,0 \text{ с}$ ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.
- 5) В момент времени $t = 3,0 \text{ с}$ напряжение на резисторе равно 18 В.

Ответ: _____

15. В схеме, изображенной на рисунке, показания вольтметра равны U , внутреннее сопротивление источника r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) ЭДС источника
- Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{U}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{Ur}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U(r + R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

16. Какое количество протонов содержится в ядре зрбия $^{171}_{88}\text{Br}$?

Ответ: _____

17. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

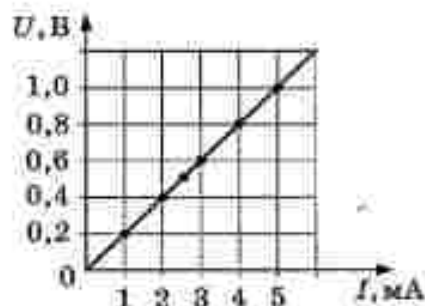
18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- Закон сохранения импульса применим для любой системы тел в любой системе отсчёта.
- С ростом температуры давление насыщенного пара возрастает.
- Ёмкость плоского конденсатора увеличивается при увеличении площади обкладок конденсатора.
- Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено дисперсией света.
- В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются поверхностью мишени.

Ответ: _____.

19. При изучении закона Ома для участка цепи получили зависимость напряжения на реостате от силы тока в цепи. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения силы тока равна 0,1 мА, напряжения 0,05 В.

Запишите в ответ величину напряжения на реостате при силе тока в цепи 4,0 А с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закреплённой с двух сторон, от диаметра. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	10 Н	1 мм	Сталь
2	15 Н	0,5 мм	Медь
3	10 Н	0,5 мм	Сталь
4	25 Н	1 мм	Сталь
5	20 Н	1 мм	Пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

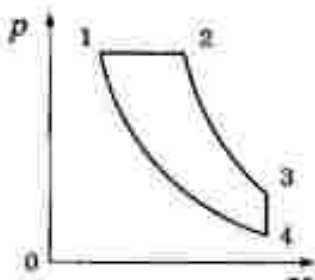
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

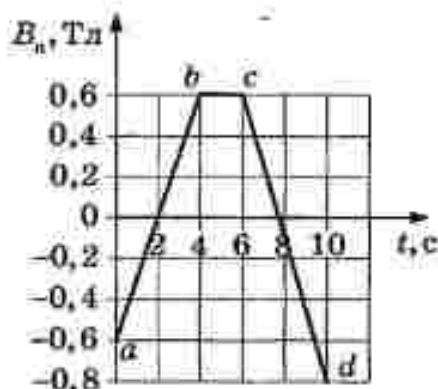
Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 21 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На площадку падает зелёный свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые вы использовали при обосновании своего ответа.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объёмом 1 м^3 . Его внутренняя энергия равна 9 кДж . Определите давление этого газа.
23. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряжённостью 5000 В/м . Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние $0,4 \text{ м}$ от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха пренебречь.
24. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50% , определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе T_{12} к изменению его температуры T_{34} при изохорном процессе.
- 
25. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2 \text{ Ом}$ находится в однородном магнитном поле с индукцией B . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10 \text{ с}$ в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1 \text{ мДж}$. Какова площадь рамки?



26. Пластлиновый шарик в момент $t = 0$ бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью v_0 под углом α к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик сталкиваются в воздухе и слипаются. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. На какое расстояние d по горизонтали переместятся шарик за время от столкновения шариков до их падения на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь. Какие законы вы использовали для описания столкновения шариков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

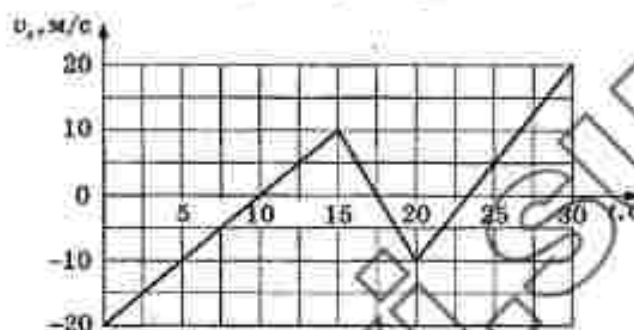
Sborniki.ru

ВАРИАНТ 21

Часть 1

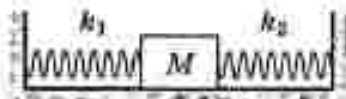
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м.

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жесткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. На сколько смата правая пружина?



Ответ: _____ см.

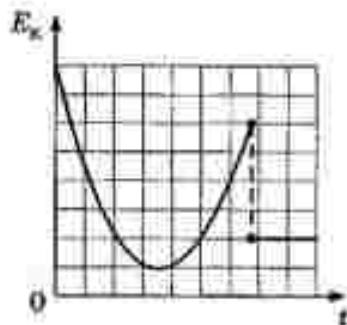
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

Ответ: _____ кг.

4. Смещение груза пружинного маятника от положения равновесия меняется с течением времени t по закону $x(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 4$ с. Через какое минимальное время начиная с момента $t = 0$ кинетическая энергия маятника уменьшится до нуля?

Ответ: через _____ с.

5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени.



Выберите *все* верные утверждения, описывающие движение в соответствии с данным графиком. В ответе укажите их номера.

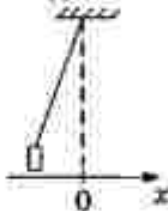
- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.

- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало на балкон.
 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.
 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика.

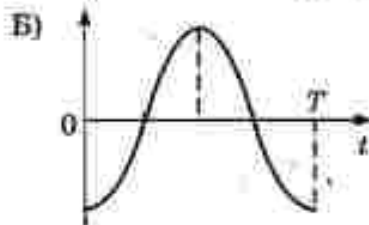
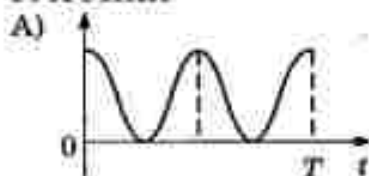
Ответ: _____.

6. В момент времени $t = 0$ груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А) и Б) показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
 2) проекция скорости v_x
 3) кинетическая энергия E_k
 4) потенциальная энергия E_p

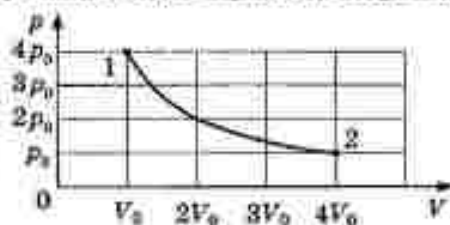
Ответ:

А	Б

7. При сжатии неизменного количества идеального газа его объем уменьшился в 2 раза, а температура возросла в 2 раза. Каким стало давление газа, если первоначально оно было равно 50 кПа?

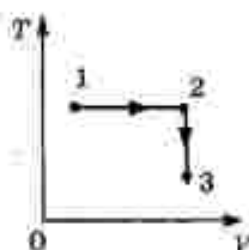
Ответ: _____ кПа.

8. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе? Количество газа неизменно.



Ответ: _____ кДж.

9. В лаборатории изучали процессы, происходящие с газом. График зависимости температуры от объема постоянной массы газа приведен на рисунке. Считая газ идеальным, выберите все верные утверждения, описывающие процессы, происходящие с газом в соответствии с данным графиком. В ответе укажите их номера.



- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 2–3 газ совершал работу.
- 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
- 4) На участке 2–3 от газа отводили тепло.
- 5) В состояниях 1 и 3 температура газа одинакова.

Ответ: _____.

10. В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0°C . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоемкость льда и масса воды?

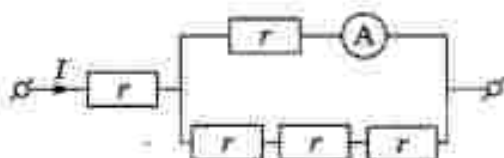
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Удельная теплоемкость льда	Масса воды

11. По участку электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 4\text{ А}$. Какую силу тока показывает амперметр, если сопротивление $r = 1\text{ Ом}$? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

12. При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, максимальная величина которой равна 2 мВ . Какой будет максимальная ЭДС индукции, если стороны рамки увеличить в 2 раза, а угловую скорость вращения в 2 раза уменьшить? Ориентация рамки относительно линий индукции магнитного поля не изменилась.

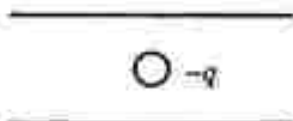
Ответ: _____ мВ.

13. Какая из точек (1, 2, 3 или 4) является изображением точки S , создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F (см. рисунок)?



Ответ: точка _____.

14. Между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла (см. рисунок).



Какие утверждения верно описывают наблюдаемое явление? В ответе запишите номера всех верных утверждений.

- 1) Верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно.
- 2) Вектор напряжённости электрического поля конденсатора направлен вертикально вниз.
- 3) Сила тяжести, действующая на капельку масла, равна силе, действующей на каплю со стороны электрического поля конденсатора.
- 4) На капельку не действуют никакие силы.
- 5) Напряжение между пластинами конденсатора равно нулю.

Ответ: _____.

15. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре с периодом T , максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

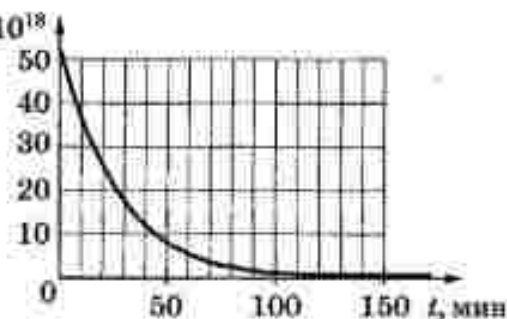
- 1) $\frac{2\pi^2 q^2 L}{T^2}$
- 2) $\frac{q^3 L}{4\pi^2 T^2}$
- 3) $\frac{2\pi q}{T}$
- 4) $\frac{q^2}{2L}$

Ответ:

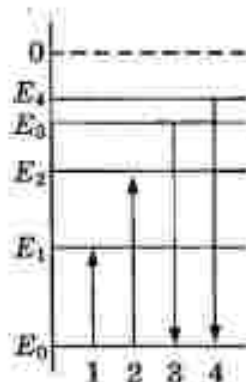
А	Б

16. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}_{80}^{190}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?

Ответ: _____ мин.



17. На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением света наименьшей длины волны?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- A) поглощение фотона с наименьшей энергией
 B) излучение света наименьшей длины волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- 1) 1
 2) 2
 3) 3
 4) 4

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В состоянии невесомости сила тяжести равна нулю.
- 2) Температуру кипения воды можно понизить, если отлить часть воды из сосуда.
- 3) Сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов увеличивается при возрастании расстояния между ними.
- 4) При фотоэффекте кинетическая энергия электронов, выбиваемых из металла, зависит от частоты падающего света.
- 5) Полоний ${}_{84}^{214}\text{Po}$ превращается в висмут ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ в результате радиоактивных распадов: одного α и одного β .

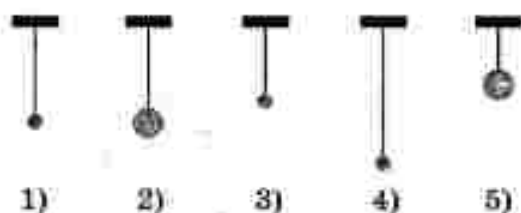
Ответ:

19. Маятник совершает $N = 20$ колебаний за $t = (24,0 \pm 0,2)$ с. Запишите в ответ величину периода колебаний маятника с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) с.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально проверить зависимость периода колебаний маятника от массы груза. Какие два маятника нужно выбрать, чтобы провести такое исследование? Все грузы сплошные и сделаны из одного материала.



В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

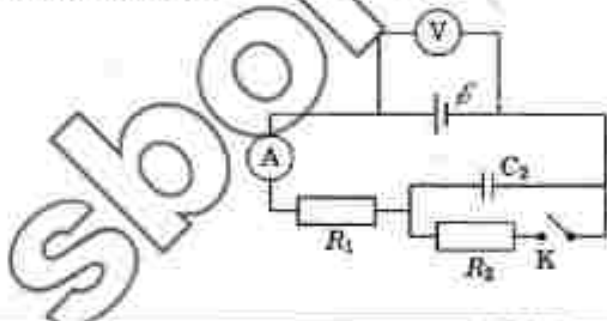


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 21 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

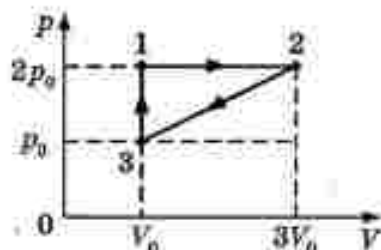
21. На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ K , а также идеальные амперметр и вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа K ? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



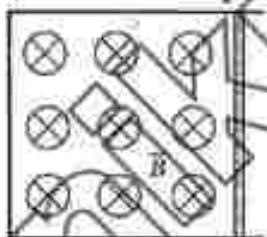
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?
23. Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от её оптического центра. Высота действительного изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

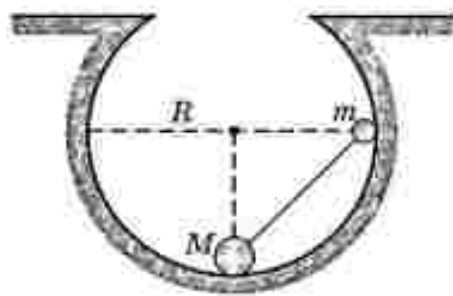
24. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт за цикл холодильнику?



25. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



26. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены лёгким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображённом на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъёма шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ? Какие законы вы использовали для описания движения шариков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



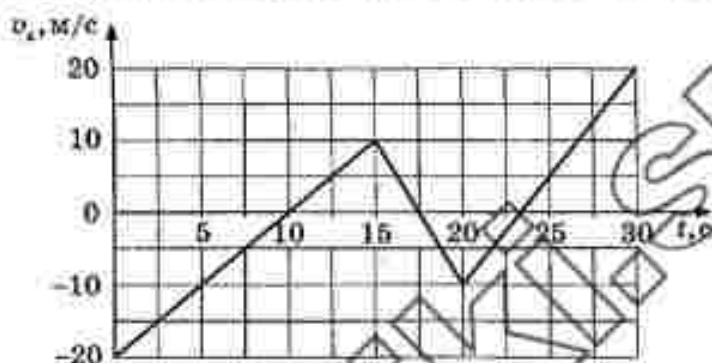
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 22

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величины писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

2. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Модуль силы равен $F = 10$ Н. Определите модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ ускорение $\frac{1}{2}\vec{a}$ в этой системе отсчёта.

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 2 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх со скоростью 6 м/с, упало обратно на землю. Какой потенциальной энергией обладало тело относительно земли в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Колеблющаяся струна издаёт звук с длиной волны 0,85 м. Какова частота её колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

Ответ: _____ Гц.

5. В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 200 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием постоянной силы, равной по модулю 1,4 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице.

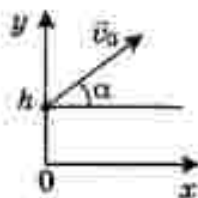
Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы. В ответе укажите их номера.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	3	6	9	12	15	18

- 1) Брусок движется равномерно.
- 2) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен $\mu = 0,4$.
- 4) За первые 2 с сила, действующая на тело, совершила работу 9 Дж .
- 5) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна $14,4 \text{ Дж}$.

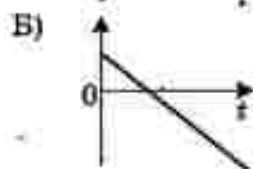
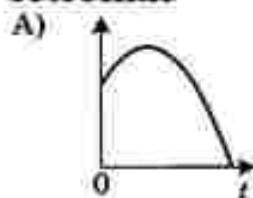
Ответ: _____.

6. В начальный момент времени мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с крыши высотой h (см. рисунок). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь.)



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция вертикальной составляющей скорости мячика на ось y
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

7. При неизменной концентрации молекул идеального газа в результате охлаждения давление газа уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

8. Тепловая машина с КПД 30% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 400 Дж . Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

9. В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16°C . Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Воздух в сосуде нагревают до 25°C . Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{пар}} \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенках сосуда есть капли росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна 75% .
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Ответ: _____.

10. В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . Массу газа уменьшили в 3 раза, а температуру увеличили в 2 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем? Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

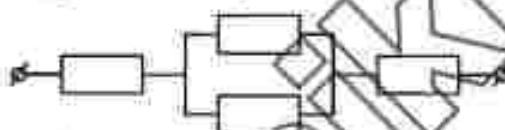
Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

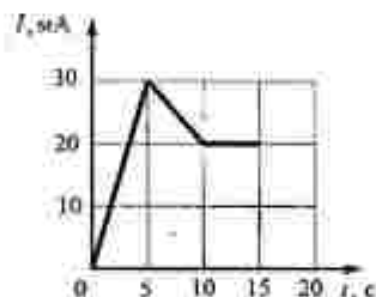
Давление газа	Внутренняя энергия газа

11. На участке цепи, изображённом на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно 3 Ом . Определите полное сопротивление участка цепи.



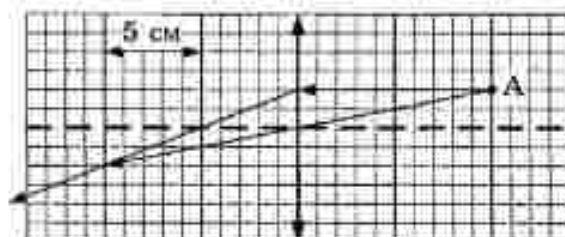
Ответ: _____ Ом.

12. На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, содержащей катушку, индуктивность которой 1 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в катушке в интервале времени от 5 до 10 с .



Ответ: _____ мкВ.

13. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Определите оптическую силу линзы.



Ответ: _____ дптр.

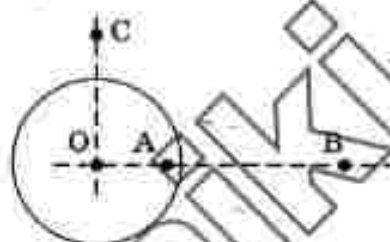
14. При проведении опыта о взаимодействии заряженных тел взяли два одинаковых маленьких металлических шарика и зарядили первый зарядом $+2 \text{ мкКл}$, а второй зарядом -4 мкКл . Сила кулоновского взаимодействия между ними оказалась равной $F_1 = 0,8 \text{ Н}$. Затем одним шариком коснулись другого и развели их на прежнее расстояние.

Выберите все верные утверждения о проведенном опыте. В ответе укажите их номера.

- 1) После соприкосновения сила взаимодействия между шариками стала равна нулю.
- 2) В первой части опыта шарики отталкивались друг от друга.
- 3) Расстояние между шариками равно 30 см .
- 4) После соприкосновения заряд второго шарика стал равен -1 мкКл .
- 5) Заряд первого шарика после соприкосновения увеличился.

Ответ: _____.

15. На неподвижном проводящем уединённом шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке A
- Б) модуль напряжённости электростатического поля шарика в точке B

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) 0
- 2) $4E_C$
- 3) $\frac{E_C}{2}$
- 4) $\frac{E_C}{4}$

Ответ:

А	Б

16. За какое время изначально большое число ядер радиоактивного изотопа уменьшится в 16 раз, если период его полураспада равен 1 месяцу?

Ответ: _____ месяца(-ев).

17. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В состоянии невесомости вес тела равен нулю.
- 2) При одинаковой температуре скорость диффузии в воде и воздухе одинакова.
- 3) При увеличении заряда обкладок конденсатора его ёмкость увеличивается.
- 4) При фотоэффекте кинетическая энергия электрона, выбиваемого из металла, зависит от интенсивности падающей волны.
- 5) Полная энергия системы из нескольких свободных покоящихся протонов и нейтронов в результате соединения их в атомное ядро уменьшается.

Ответ: _____.

19. Толщину пачки из 20 керамических плиток измерили линейкой, погрешность измерения которой равна 2 мм. Чему равна толщина одной плитки, если толщина пачки оказалась равной 16 см?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погружённые в жидкость. В его распоряжении имеются установки, состоящие из ёмкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие две установки необходимо выбрать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объёма тела?

№ установки	Жидкость, налитая в ёмкость	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	Вода	30 см ³	Сталь
2	Вода	20 см ³	Дерево
3	Керосин	20 см ³	Дерево
4	Подсолнечное масло	30 см ³	Сталь
5	Вода	30 см ³	Дерево

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:



**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жёсткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рисунок 1), а газ занимает объём V_0 и находится под давлением p_0 , равным внешнему атмосферному. Его температура в этом состоянии равна T_0 . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2, в котором давление газа равно $2p_0$, а его объём равен $2V_0$ (рисунок 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объёма газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

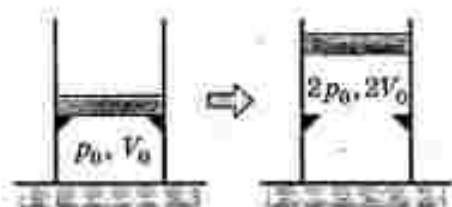


Рис. 1

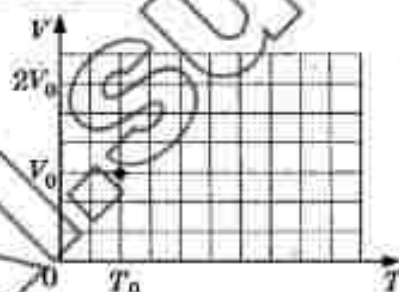
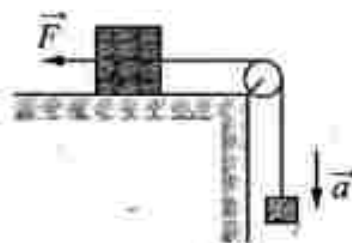


Рис. 2

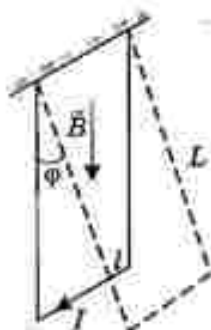
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Груз массой 1 кг, лежащий на столе, связан лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила, равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$, направленным вниз. Каков коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола?

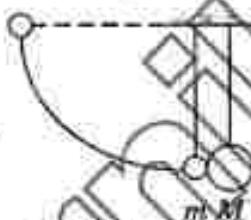


23. На дифракционную решётку, имеющую 400 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого равна 470 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?
24. В чашке лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

25. Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г подвешен на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м. Проводник располагают горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



26. Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Массы шариков $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков? Какие законы вы использовали для описания взаимодействия шариков? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



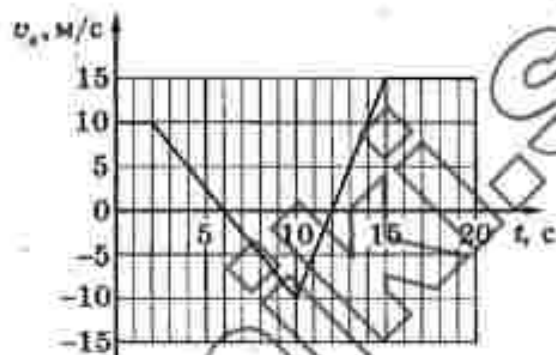
! Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 23

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 15 до 20 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет?

Ответ: _____

3. Мяч выпустили из рук на высоте 10 м с начальной скоростью, равной нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 40 Дж. Потеря энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10 Дж. Чему равна масса мяча?

Ответ: _____ кг.

4. Период собственных малых колебаний математического маятника равен 2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

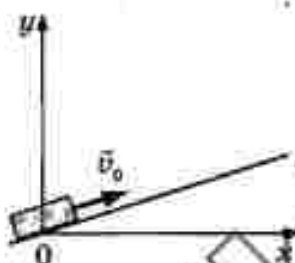
5. Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое.

Выберите *все* верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс падающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

Ответ: _____.

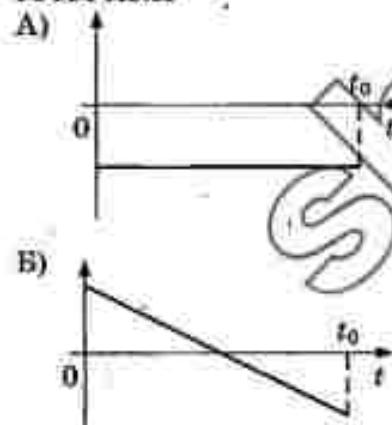
6. После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке. Графики А) и Б) отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. t_0 — время движения шайбы по наклонной плоскости.

К каждой позиции первого столбца выберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция ускорения a_y
- 2) проекция импульса p_y
- 3) координата y
- 4) кинетическая энергия E_k

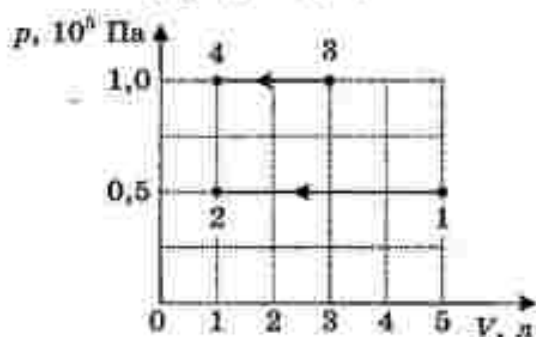
Ответ:

А	Б

7. Температура постоянной массы идеального газа увеличилась в 2 раза, а его давление уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз увеличился объём газа?

Ответ: в _____ раз(-а).

8. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Определите модуль работы внешних сил по сжатию водорода в процессе 1–2.



Ответ: _____ Дж.

9. В сосуде неизменного объёма находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура газов в сосуде поддерживалась неизменной. Выберите *все* утверждения, верно отражающие результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Давление в сосуде не изменилось.
- 2) Концентрация второго газа в сосуде не изменилась.
- 3) Внутренняя энергия первого газа увеличилась.
- 4) Парциальное давление первого газа уменьшилось.
- 5) Масса первого газа в сосуде уменьшилась.

Ответ: _____.

10. В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А) и Б) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа (p — давление; V — объём; ν — количество вещества; T — абсолютная температура; R — универсальная газовая постоянная).

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{\nu RT}{V}$

Б) $\frac{pV}{\nu R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) давление
- 2) объём
- 3) температура
- 4) масса газа

Ответ:

А	Б

11. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 4 мН. Расстояние между ними увеличили в 2 раза, а заряд одного из тел увеличили в 6 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия в этом случае.

Ответ: _____ мН.

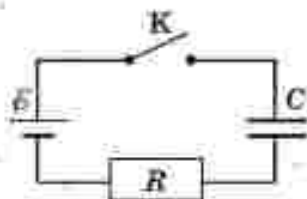
12. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью 0,2 мГн при силе тока в ней 2 А.

Ответ: _____ мДж.

13. Точечный источник света находится на расстоянии 0,2 м от плоского зеркала. На сколько увеличится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, отодвинуть его от источника на 0,1 м?

Ответ: _____ м.

14. Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором $R = 30 \text{ кОм}$ (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью $\pm 1 \text{ мкА}$, представлены в таблице. Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе укажите их номера.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 с равно 6 В.
- 4) В момент времени $t = 4$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 4,2 В.

Ответ: _____.

15. По участку цепи постоянного тока с сопротивлением R течёт ток I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
 Б) напряжение на резисторе

ФОРМУЛЫ

- 1) IR
- 2) I^2R
- 3) $\frac{I}{R}$
- 4) $\frac{I^2}{R}$

Ответ:

А	Б

16. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа $^{227}_{89}\text{Ac}$?

Ответ: _____.

17. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно увеличивают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и импульс каждого фотона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

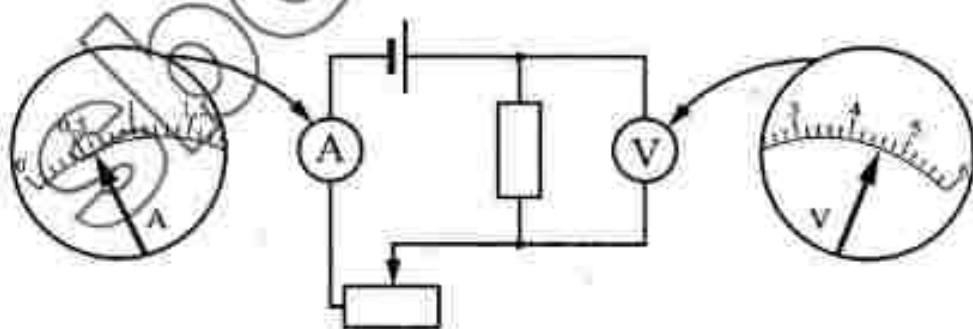
Концентрация фотонов	Импульс фотона

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении ускорение всех тел одинаково.
- 2) Внутренняя энергия идеального газа зависит только от его температуры.
- 3) Согласно теории Максвелла электромагнитные волны излучаются только при гармонических колебаниях заряда.
- 4) При исследовании фотоэффекта Столетов выяснил, что при постоянном напряжении сила фототока прямо пропорциональна интенсивности падающего света.
- 5) В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются электронной оболочкой атомов мишени.

Ответ: _____.

19. При исследовании процессов, происходящих в цепи постоянного тока, ученик собрал схему, показанную на рисунке. Погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра. Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ \pm _____) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали 5 разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

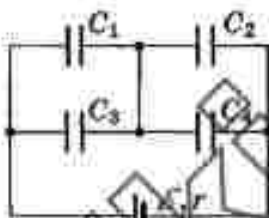
21. Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево — вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



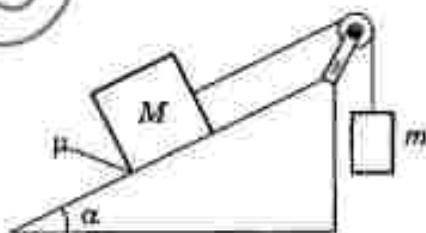
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. В стакан калориметра налили 150 г воды. Начальная температура калориметра и воды 55°C . В эту воду опустили кусок льда, имевшего температуру 0°C . После того как наступило тепловое равновесие, температура воды в калориметре стала 5°C . Определите массу льда. Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Ответ округлите до целых.

23. Электрическая цепь состоит из аккумулятора с ЭДС 24 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, резистора, ключа и соединительных проводов. Каково напряжение на резисторе, если сила тока в цепи 2 А? Сопротивлением проводов пренебречь.
24. В комнате размерами $4 \times 5 \times 3$ м, в которой воздух имеет температуру 10°C и относительную влажность 30%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,2 л/ч. Чему станет равна относительная влажность воздуха в комнате через 1,5 ч? Давление насыщенного водяного пара при температуре 10°C равно 1,23 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.
25. Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). На сколько изменится общая энергия, запасённая в батарее, если удалить из схемы конденсатор C_2 ?



26. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через невесомый блок, вращающийся без трения (см. рисунок). Груз массой M покоится на неподвижной шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно минимальное значение массы m , при котором система грузов остаётся в состоянии покоя? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



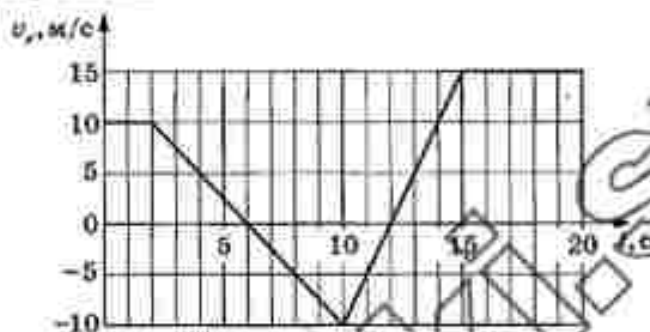
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 24

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 в инерциальной системе отсчёта. Определите модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчёта.

Ответ: _____ м/с².

3. Легковой автомобиль и грузовик массой $m = 3000 \text{ кг}$ движутся со скоростями $v_1 = 108 \text{ км/ч}$ и $v_2 = 54 \text{ км/ч}$ соответственно. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на $15\,000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Человек услышал звук грома через 6 с после вспышки молнии. Считая, что скорость звука в воздухе равна 340 м/с , определите, на каком расстоянии от человека ударила молния.

Ответ: _____ м.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ см}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ см}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ см}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ см}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 см/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Ответ: _____

6. Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплён, как показано на рисунке. Масса груза маятника равна m , жёсткость пружины равна k . Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А) и Б) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих колебания маятника.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\sqrt{\frac{k}{m}}$

Б) $\frac{kx^2}{2}$

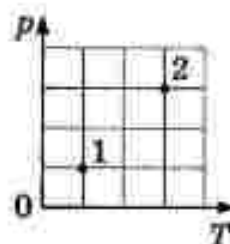
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) амплитуда колебаний скорости
- 2) циклическая частота колебаний
- 3) максимальная кинетическая энергия груза
- 4) период колебаний

Ответ:

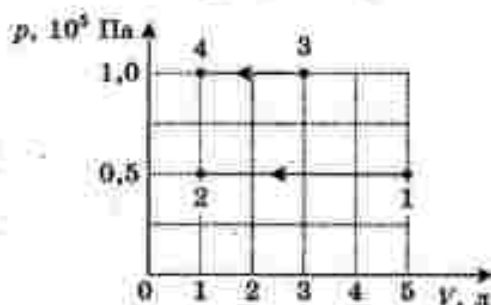
А	Б

7. Идеальный газ в количестве 2 моль переходит из состояния 1 в состояние 2, как показано на $p-T$ диаграмме. Чему равен объём газа в состоянии 2, если в состоянии 1 он равен 2 л?



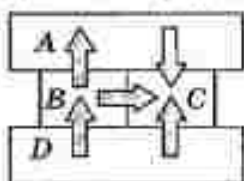
Ответ: _____ л.

8. На рисунке показано сжатие гелия двумя способами: 1-2 и 3-4. Определите модуль работы внешних сил по сжатию гелия в процессе 3-4.



Ответ: _____ Дж.

9. Четыре металлических бруска, имеющих разные температуры, положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Выберите все верные утверждения из предложенных. В ответе укажите их номера.



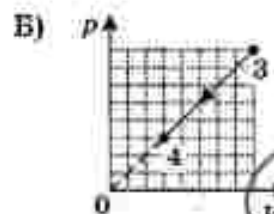
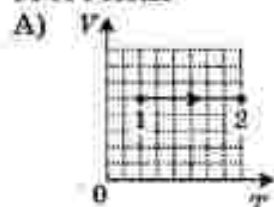
- 1) Брусок C имеет самую низкую температуру.
- 2) Температура бруска A выше, чем бруска B .
- 3) После установления теплового равновесия температура бруска C уменьшилась.
- 4) После установления теплового равновесия температура бруска D уменьшилась.
- 5) В процессе теплообмена брусок B не отдавал теплоту.

Ответ: _____.

10. На рисунках приведены графики А) и Б) двух процессов, 1-2 и 3-4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где p — давление, V — объём, T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт количество теплоты.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

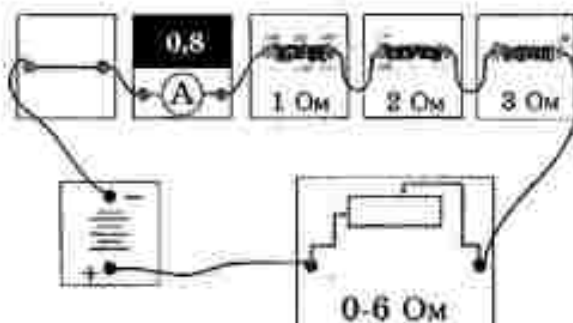
Ответ:

А	Б

11. На рисунке показана электрическая цепь. Показания включённого в цепь амперметра даны в амперах.

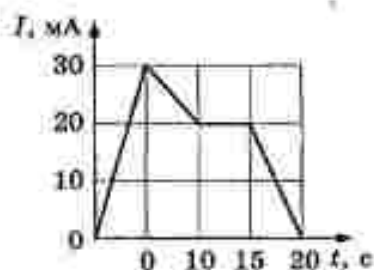
Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если подключить его параллельно резистору 2 Ом?

Ответ: _____ В.

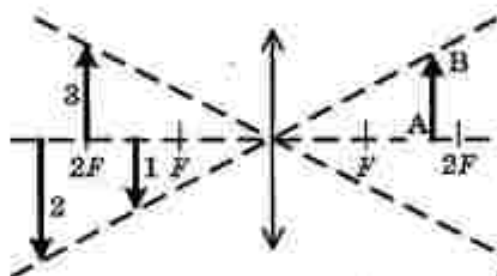


12. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, содержащей катушку, индуктивность которой равна 1 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале от 10 до 15 с.

Ответ: _____ мкВ.

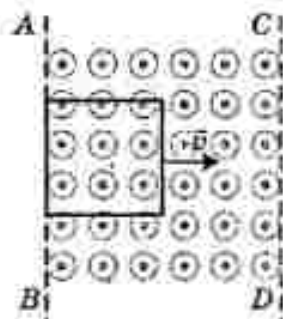


13. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

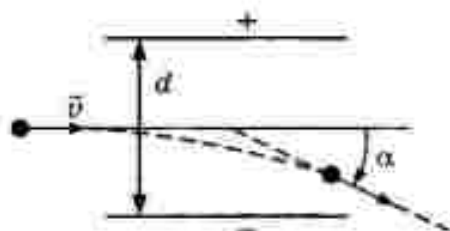
14. В области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям (см. рисунок). Какие утверждения правильно отражают результаты этого опыта? Выберите все верные утверждения из предложенных. В ответе укажите их номера.



- 1) При движении рамки между плоскостями AB и CD в ней течёт постоянный ток.
- 2) После того как передняя сторона рамки пересечёт плоскость CD , магнитный поток через её плоскость начинает увеличиваться.
- 3) При движении рамки между плоскостями AB и CD магнитный поток через её плоскость не изменяется.
- 4) Сразу после того как передняя сторона рамки пересечёт плоскость CD , в ней возникает постоянная ЭДС индукции.
- 5) При движении рамки между плоскостями AB и CD в ней выделяется теплота.

Ответ: _____.

15. Заряженная частица массой m , движущаяся со скоростью \vec{v} , влетает в поле плоского конденсатора (см. рисунок). Расстояние между пластинами конденсатора равно d , а напряжённость электрического поля между пластинами равна E . Пролетев конденсатор, частица отклоняется от первоначального направления на угол α .



Как изменится модуль скорости вылетевшей частицы и угол α , если уменьшить напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Модуль скорости вылетевшей частицы	Угол отклонения

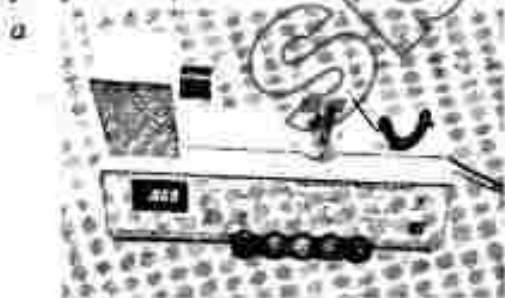
16. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₈ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,3}	20	Sc скандий 45 ₁₀₀
	V	29 медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	Cu	30 цинк 64 ₆₈ 66 ₂₆ 68 ₆	Zn	31 галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Определите число протонов в ядре самого распространённого изотопа галлия.

Ответ: _____

17. На установке, представленной на фотографиях (рис. а — общий вид, рис. б — фотоэлемент), исследовали зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорез осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только жёлтый.



Как изменятся длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

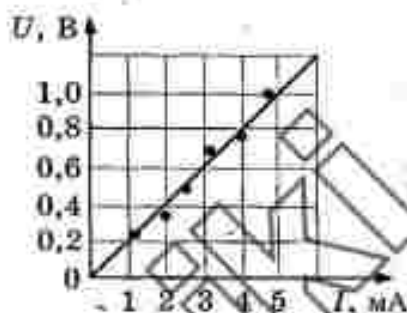
Длина волны	Запирающее напряжение

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Закон сохранения механической энергии применим для любой системы тел в любой системе отсчёта.
- 2) Плавление вещества происходит потому, что разрушается кристаллическая решётка.
- 3) Электрический ток в металлах создается направленным движением электронов.
- 4) Скорость света в инерциальных системах отсчёта зависит от скорости движения источника света.
- 5) При α -распаде заряд ядра уменьшается.

Ответ: _____.

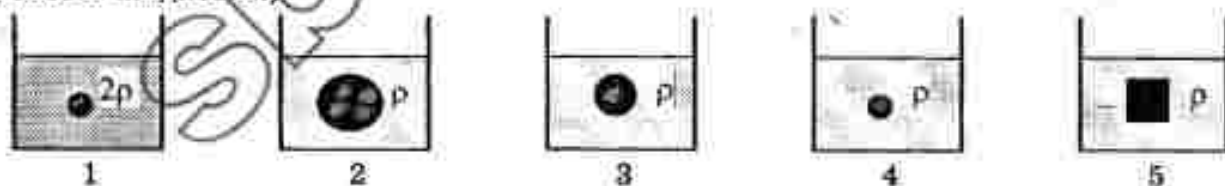
19. При изучении закона Ома для участка цепи получили зависимость напряжения на реостате от силы тока в цепи. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения силы тока равна 0,1 мА, напряжения 0,05 В. Чему равно напряжение на реостате при силе тока в цепи, равной 1,0 мА?



Ответ: (_____ \pm _____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для изучения закона Архимеда в проводимых опытах изменяют объём погружённого в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов необходимо выбрать, чтобы обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости? (На рисунках указана плотность жидкости.)



Запишите в ответе номера выбранных установок.

Ответ:



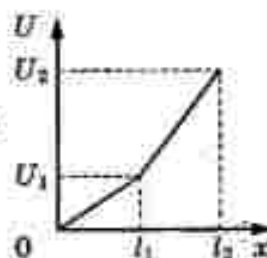
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

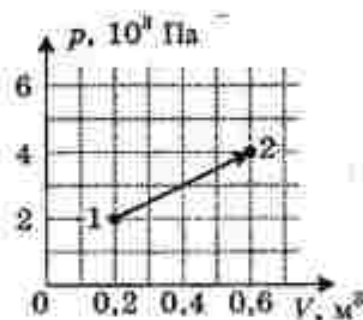
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.

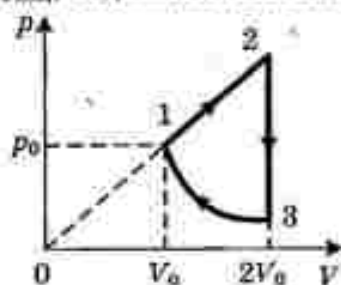


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

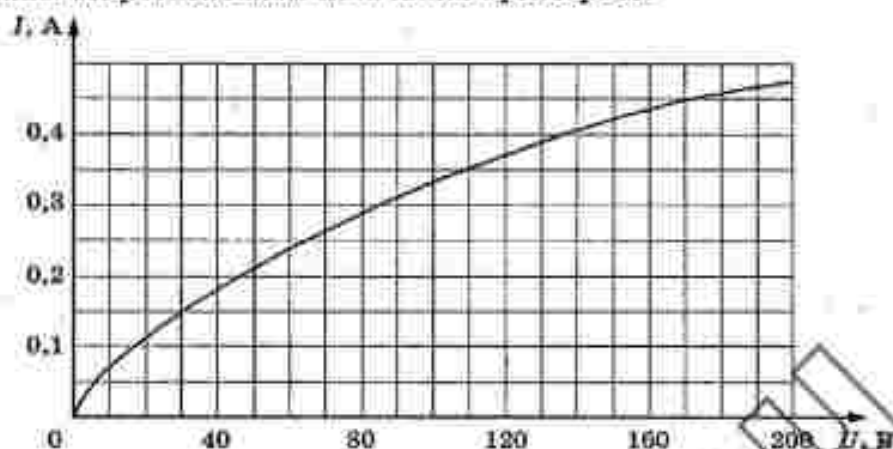
22. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза. При этом воздух перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Сквозь зазор в поршне мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



23. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряжённостью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.
24. На рисунке показан циклический процесс, который проводят с одноатомным идеальным газом. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Масса газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{\text{отд}}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



25. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. При последовательном соединении двух таких ламп и источника сила тока в цепи оказалась равной $0,35 \text{ А}$. Каково напряжение на клеммах источника? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



26. На краю стола высотой $h = 1,25 \text{ м}$ лежит пластилиновый шарик массой $m = 100 \text{ г}$. На него со стороны стола налетает по горизонтали второй пластилиновый шарик, имеющий скорость $v = 0,9 \text{ м/с}$. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние $L = 0,3 \text{ м}$? (Удар считать центральным и абсолютно неупругим.) Какие законы вы использовали для описания взаимодействия шариков и их дальнейшего движения? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



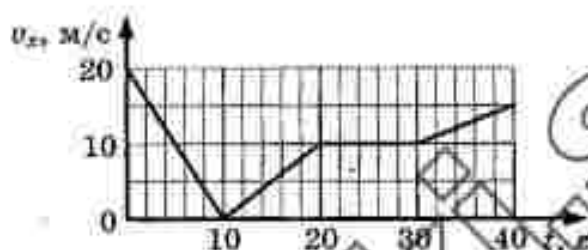
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 25

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

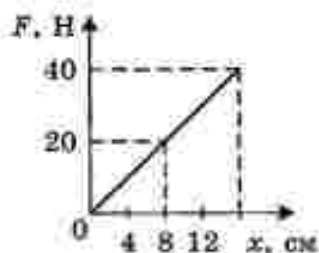
1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 30 с до 40 с.



Ответ: _____ м.

2. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Чему равна жесткость пружины?

Ответ: _____ Н/м.



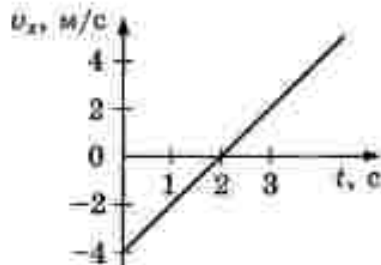
3. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н, импульс тела изменился на $30 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Сколько времени потребовалось для этого?

Ответ: _____ с.

4. Период гармонических колебаний массивного груза на лёгкой пружине равен 1,6 с. В некоторый момент времени кинетическая энергия груза достигает максимума. Через какое минимальное время кинетическая энергия груза достигнет минимума?

Ответ: _____ с.

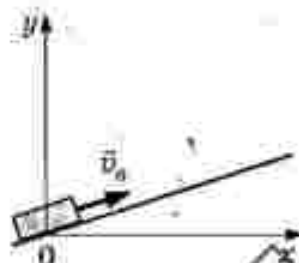
5. Небольшое тело массой 200 г движется вдоль оси Ox . На рисунке показана зависимость проекции скорости тела на эту ось от времени. В начальный момент времени координата тела была равна 2 м. Какие утверждения правильно характеризуют движение этого тела? Выберите *все* верные утверждения из предложенных. В ответе укажите их номера.



- 1) Координата тела меняется по закону $x = 2 - 4t + t^2$.
- 2) Сумма сил, действующих на тело в этой системе отсчёта, равна 2 Н.
- 3) Импульс тела в промежутке времени от 0 до 2 с изменился на $0,4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.
- 4) Кинетическая энергия тела в момент времени 1 с равна $0,4 \text{ Дж}$.
- 5) Модуль скорости тела в момент времени 3 с равен 3 м/с .

Ответ: _____.

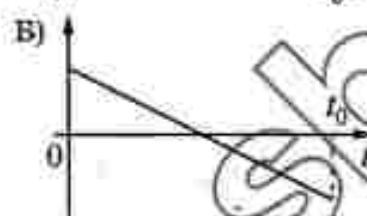
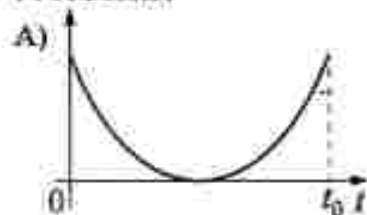
6. После удара в момент $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и в момент времени $t = t_0$ возвратилась в исходное положение. Графики А) и Б) отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шайбы x
- 2) потенциальная энергия шайбы
- 3) кинетическая энергия шайбы
- 4) проекция импульса шайбы p_x на ось x

Ответ:

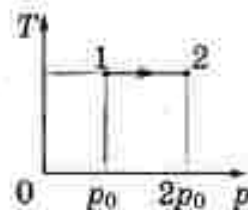
А	Б

7. Начальное давление идеального газа равно 50 кПа . Каким стало давление газа, если средняя кинетическая энергия движения его молекул уменьшилась в 2 раза и концентрация увеличилась в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

8. На $T-p$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершённая над газом внешними силами, равна 60 кДж . Чему равно количество теплоты, отданное газом?

Ответ: _____ кДж.



9. В двух различных сосудах находятся по 1 моль идеальных газов. Объем первого сосуда в два раза больше, чем второго. В первом сосуде находится неон при температуре 27°C , во втором — аргон при температуре 600 K . Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов. В ответе укажите их номера.

- 1) Концентрация неона в два раза больше, чем аргона.
- 2) Среднеквадратичные скорости молекул одинаковы.
- 3) Давление аргона в 4 раза больше, чем неона.
- 4) Средняя кинетическая энергии молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Температура газа во втором сосуде примерно в 21 раз больше, чем в первом.

Ответ: _____.

10. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

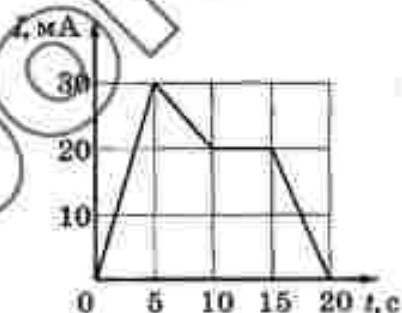
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

11. К батарее с внутренним сопротивлением $1\ \text{Ом}$ подключили резистор с сопротивлением $4\ \text{Ом}$. При этом сила тока в цепи оказалась равной $2\ \text{A}$. Какова ЭДС батареи?

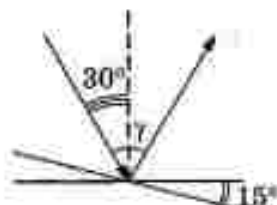
Ответ: _____ В.

12. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой $2\ \text{мГн}$. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до $5\ \text{с}$.



Ответ: _____ мВ.

13. Угол падения луча света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол γ , образованный падающим и отраженным лучами, если повернуть зеркало на 15° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ $^\circ$.

14. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

$t, 10^{-6}\ \text{с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-9}\ \text{Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре. В ответе укажите их номера.

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 62,5 кГц.

Ответ: _____.

15. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется со скоростью v по окружности радиусом R перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
 Б) индукция магнитного поля

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{qR}{mv}$
- 2) $\frac{qvR}{m}$
- 3) $\frac{mv}{qR}$
- 4) $\frac{mv^2}{R}$

Ответ:

А	Б
2	

16. Определите количество нуклонов в ядре радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$.

Ответ: _____.

17. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Работа силы трения по замкнутому контуру равна нулю.
- 2) В изотермическом процессе с увеличением объема давление газа уменьшается.
- 3) В полупроводниках носителями заряда являются электроны и «дырки».
- 4) Разложение белого света в спектр при прохождении через призму обусловлено интерференцией света.
- 5) В опыте Резерфорда α -частицы рассеиваются гравитационным полем ядра атома.

Ответ: _____.

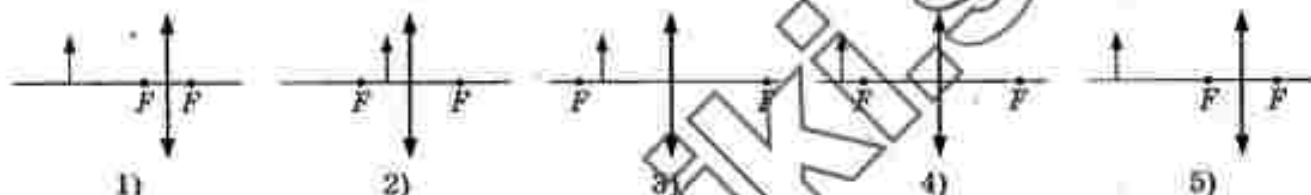
19. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ показания динамометра с учётом погрешности.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Была выдвинута гипотеза, что размер действительного изображения предмета, создаваемого собирающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



В ответе запишите номера выбранных опытов.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Конденсаторы имеют разную площадь пластин, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведённых опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

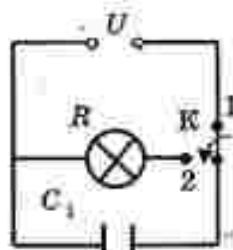


Рис. а

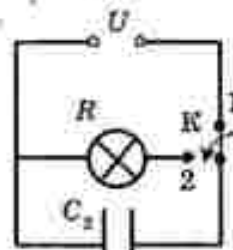
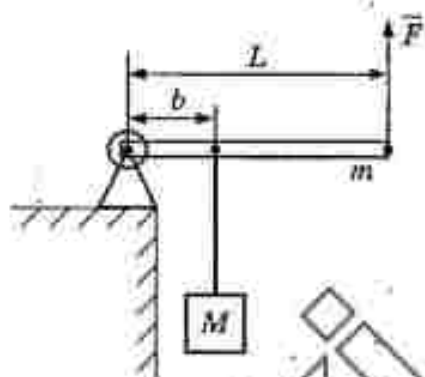


Рис. б

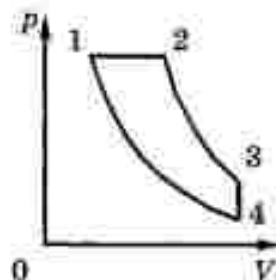
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Груз массой $M = 75$ кг медленно поднимают с помощью рычага, приложив вертикальную силу \vec{F} (см. рисунок). Рычаг, сделанный из однородного стержня массой $m = 10$ кг и длиной $L = 4$ м, шарнирно закреплён. Определите модуль силы \vec{F} , если расстояние b от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1,6 м. Считать, что трение в шарнире отсутствует.

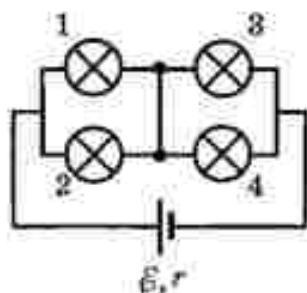


23. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

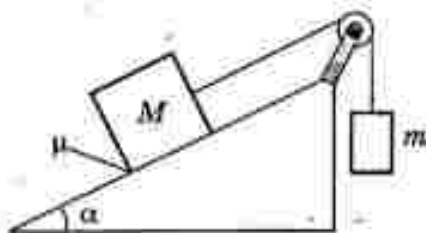
24. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



25. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображённой на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



26. Грузы массами $M = 5$ кг и $m = 1$ кг связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через невесомый блок, вращающийся без трения (см. рисунок). Груз массой M движется вниз по неподвижной шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,25$). Чему равен модуль ускорения груза массой M ? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

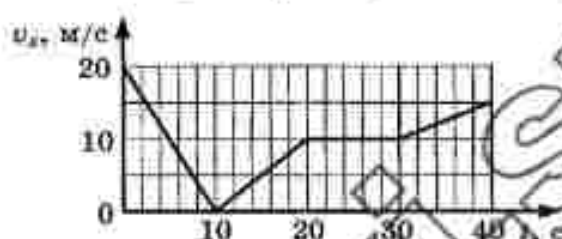
Sborniki.SU

ВАРИАНТ 26

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

2. Расстояние от космического корабля до поверхности Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз увеличится сила притяжения корабля к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным радиусу Земли?

Ответ: увеличится в _____ раз(-а).

3. Отношение импульса автобуса к импульсу грузового автомобиля $p_1/p_2 = 3,2$. Чему равно отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автобуса к скорости грузового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 2$?

Ответ: _____.

4. Частота собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равна 8 Гц. Какой станет частота таких колебаний пружинного маятника, если массу его груза увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ Гц.

5. Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают без начальной скорости, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени 0,1 с.

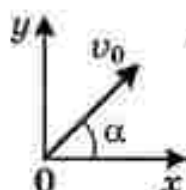
Выберите *все* верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. В ответе укажите их номера.

$t, \text{ с}$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$x, \text{ см}$	2,0	1,4	0,0	-1,4	-2,0	-1,4	0,0

- 1) Период колебаний груза равен 2 с.
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В момент времени 1,0 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 4) В момент времени 3,0 с ускорение груза максимально.
- 5) Модуль силы, которой пружина действует на груз, в момент времени 2,0 с меньше, чем в момент времени 0,5 с.

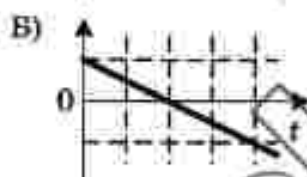
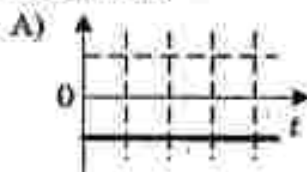
Ответ: _____

6. В момент $t = 0$ камень бросили с поверхности земли под углом к горизонту. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось Oy
- 2) проекция скорости камня на ось Ox
- 3) проекция ускорения камня на ось Oy
- 4) кинетическая энергия камня

Ответ:

А	Б

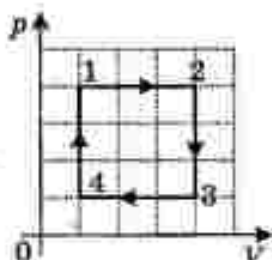
7. Во сколько раз увеличилась масса водорода в сосуде постоянного объема, если при увеличении температуры в 2 раза давление увеличилось в 6 раз?

Ответ: _____

8. Какую работу совершат 2 моля гелия при изобарическом расширении от объема 1 л до объема 5 л, если его давление равно 100 кПа?

Ответ: _____ Дж.

9. На рисунке в координатах p - V показан циклический процесс 1-2-3-4-1, который совершает один моль идеального одноатомного газа.

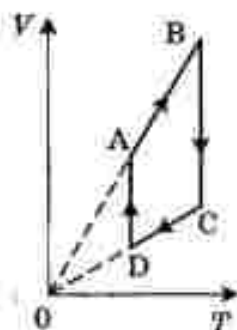


На предложенного перечня выберите *все* верные утверждения и укажите их номера.

- 1) В процессе 1-2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процессе 2-3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3-4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4-1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1-2, в 3 раза больше модуля работы, совершённой над газом в процессе 3-4.

Ответ: _____.

10. На диаграмме V - T показан циклический процесс, проведённый с одним молем идеального газа. Установите соответствие между участками цикла и изменениями физических величин на этих участках (ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УЧАСТОК ЦИКЛА

- A) BC
- B) AB

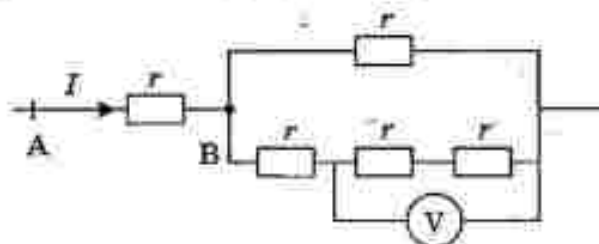
ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U = 0, A > 0$
- 2) $\Delta U = 0, A < 0$
- 3) $\Delta U < 0, A = 0$
- 4) $\Delta U > 0, A > 0$

Ответ:

А	Б

11. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 4$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку АВ идёт ток $I = 4$ А.



Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

Ответ: _____ В.

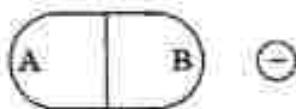
12. За $\Delta t = 3$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 5 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 20° . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: _____ $^\circ$.

14. К незаряженному металлическому телу АВ поднесли (не касаясь его) отрицательно заряженный маленький шарик (см. рисунок). Какие утверждения верно отражают результаты этого опыта? В ответе запишите номера *всех* верных утверждений.



- 1) Тело АВ приобрело положительный заряд.
- 2) Часть В зарядилась положительно, а часть А осталась незаряженной.
- 3) При перераспределении зарядов внутри тела АВ тёк ток.
- 4) Шарик начал отталкиваться от тела АВ.
- 5) Напряжённость электрического поля внутри тела АВ равна нулю.

Ответ: _____.

15. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи; t — время протекания тока.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протёкший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

16. Из ядер эрбия $^{171}_{89}\text{Er}$ при β -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Какое количество ядер тулия будет в образце через 16 часов после начала наблюдений?

Ответ: _____ $\cdot 10^{20}$.

17. В опыте наблюдается фотоэффект при падении монохроматического света с длиной волны λ на поверхность металла. Фотозлектронны тормозятся электрическим полем. Как изменится работа выхода электронов с поверхности металла и запирающее напряжение, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода	Запирающее напряжение

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Система отсчёта, связанная с автомобилем, является инерциальной, если автомобиль движется равномерно по извилистой дороге.
- 2) При повышении температуры скорость испарения жидкости уменьшается.
- 3) Два параллельных друг другу проводника отталкиваются, если электрический ток в них протекает в противоположных направлениях.
- 4) При прохождении электромагнитных волн в воздухе происходят колебания напряжённости электрического и индукции магнитного полей.
- 5) 25% радиоактивных атомов остаются нераспавшимися через интервал времени, равный двум периодам полураспада.

Ответ: _____.

19. На рисунке показаны барометр и часть его шкалы. Абсолютная погрешность измерения давления в мм рт. ст. равна цене деления барометра. Запишите показания барометра с учётом погрешности измерения.



Ответ: (_____ \pm _____) мм рт. ст.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 переносите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются сплошные грузы разной массы, изготовленные из разных материалов. Форма грузов — параллелепипед с одинаковыми площадями оснований. Грузы можно равномерно перемещать по различным горизонтальным опорам. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения скольжения от материала груза?

№	Материал опоры	Материал груза	Масса груза
1	Стекло	Сталь	100 г
2	Дерево	Сталь	200 г
3	Картон	Сталь	200 г
4	Стекло	Дерево	200 г
5	Дерево	Дерево	200 г

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

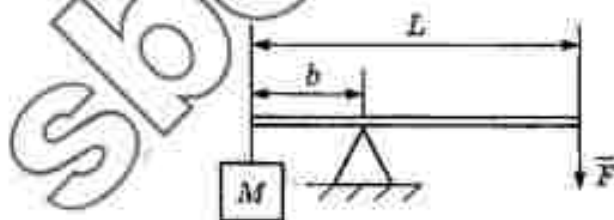
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В помещении находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рисунок а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рисунок б), после чего температуру в помещении увеличивают. Что произойдёт с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Груз массой $M = 120$ кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу $F = 300$ Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно $b = 1$ м. Чему равна длина стержня L ?



23. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Оптическая сила линзы 10 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.
24. Теплоизолированный сосуд объёмом $V = 4$ м³ разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400$ К. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

25. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1}$, выделяемых на амперметрах в этих схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

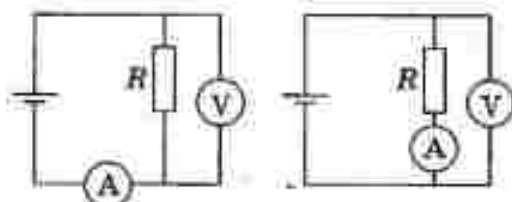
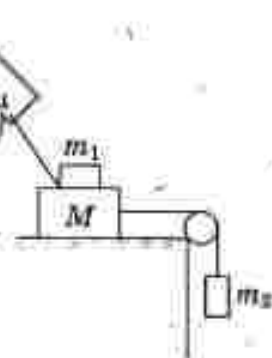


Схема 1

Схема 2

26. Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Грузы M и m_2 связаны лёгкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,3$. Пусть $M = 2,4$ кг, $m_1 = m_2 = m$. Считать, что поверхность стола горизонтальная и гладкая. При каких значениях m_2 грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



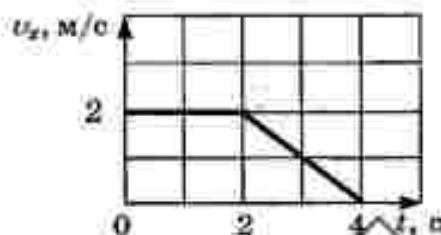
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 27

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1) Тело движется вдоль оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



Ответ: _____ м.

2. Сосновый брус объёмом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на $0,4$ своего объёма. Определите выталкивающую силу (силу Архимеда), действующую на брус.

Ответ: _____ Н.

3. В инерциальной системе отсчёта тело движется прямолинейно под действием постоянной силы, равной по модулю 21 Н. Чему равен модуль изменения импульса тела за 3 с?

Ответ: _____ кг·м/с.

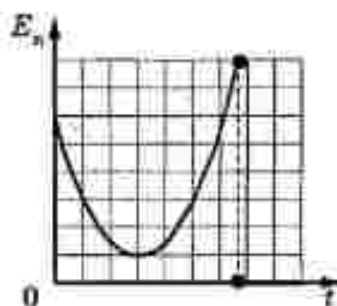
4. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия маятника уменьшится вдвое?

Ответ: _____ с.

5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени.

Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) В процессе наблюдения потенциальная энергия тела всё время увеличивалась.
- 2) В конце наблюдения скорость тела становится равной нулю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю.



- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю.
 5) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.

Ответ: _____.

6. Спутник Земли перешёл с одной круговой орбиты на другую. При этом период обращения спутника вокруг Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты и центростремительное ускорение спутника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

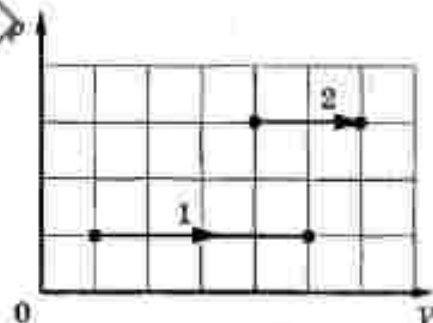
- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Центростремительное ускорение

7. В одном сосуде находится кислород, а в другом — углекислый газ. Определите отношение средней кинетической энергии поступательного теплового движения молекул кислорода к средней кинетической энергии поступательного теплового движения молекул углекислого газа, если температура кислорода 27°C , а углекислого газа 127°C .

Ответ: _____.

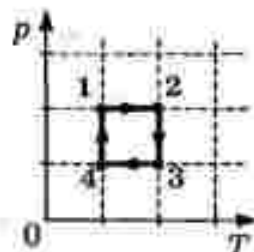


8. На p — V -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Определите отношение работы $\frac{A_2}{A_1}$ в этих процессах.

Ответ: _____.

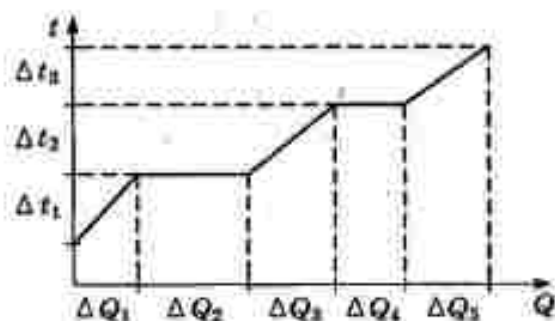
9. Зависимость давления одного моля одноатомного идеального газа от температуры в циклическом процессе показана на рисунке. Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого эксперимента. В ответе запишите их номера.

- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
 2) На участке 4–1 объём газа уменьшался.
 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
 4) На участке 3–4 к газу подводили тепло.
 5) В состояниях 2 и 4 концентрация газа одинакова.



Ответ: _____.

10. В цилиндре под поршнем находилось твёрдое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А) и Б) позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

А) $\frac{\Delta Q_1}{m\Delta t_1}$

В) $\frac{\Delta Q_4}{m}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоёмкость твёрдого вещества
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплота парообразования
- 4) удельная теплоёмкость жидкости

Ответ:

А	В

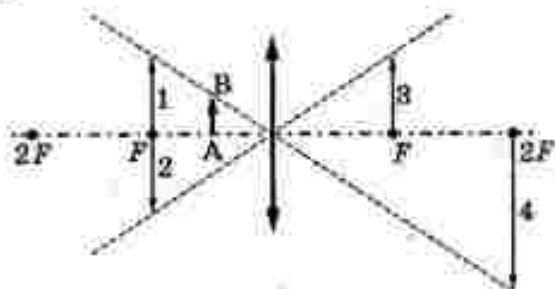
11. Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен 4 мН. Чему будет равен модуль этих сил, если величину одного из зарядов увеличить в 3 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

12. Электрон e и протон p влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями $3v$ и v соответственно. Чему равно отношение $\frac{F_e}{F_p}$ модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на протон, в этот момент времени?

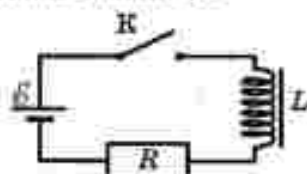
Ответ: _____

13. Какой из образов 1–4 служит мнимым изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____

14. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40 \text{ Ом}$ (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01 \text{ А}$, представлены в таблице.



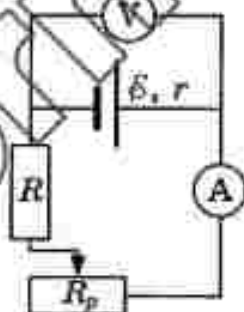
$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите *все* верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе укажите их номера.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа энергия магнитного поля катушки стала равна нулю.
- 3) ЭДС источника тока равна 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3,0 \text{ с}$ напряжение на резисторе равно 6 В.
- 5) В момент времени $t = 0,5 \text{ с}$ ЭДС самоиндукции катушки равна 7,2 В.

Ответ: _____.

15. Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблице выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) показания вольтметра

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЁТА ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\mathcal{E}(R + R_p + r)$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{R + R_p + r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}(R_p + r)}{R + R_p}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}(R + R_p)}{R + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

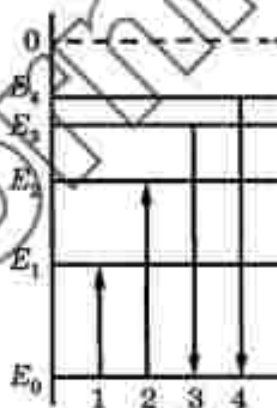
16. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 ₇	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀	
	V	Cu 29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Zn 30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Ga 31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀	

Определите число протонов в ядре самого распространённого изотопа галлия.

Ответ: _____.

17. На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наибольшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- А) излучение света с наибольшей длиной волны
Б) поглощение кванта света с наибольшей энергией

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

18. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Если тело находится в состоянии невесомости, значит, на тело не действуют никакие силы.
- 2) При плавлении вещества потенциальная энергия частиц твёрдого тела уменьшается.
- 3) Энергия конденсатора, подключённого к источнику постоянного напряжения, уменьшается при уменьшении ёмкости конденсатора.
- 4) При фотоэффекте кинетическая энергия электронов, выбиваемых из металла, зависит от работы выхода электронов из металла.
- 5) Полоний ${}_{84}^{214}\text{Po}$ превращается в висмут ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ в результате двух α и двух β радиоактивных распадов.

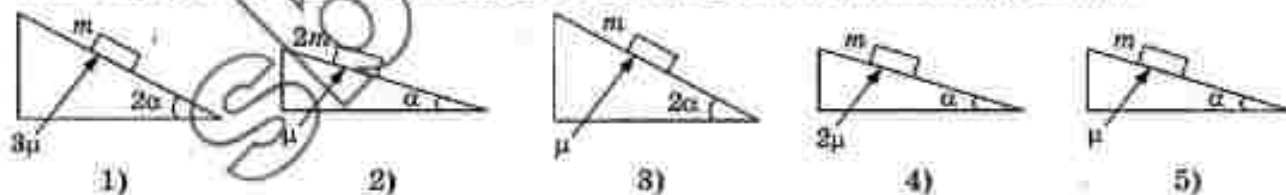
Ответ: _____.

19. При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нём: $U = (4,6 \pm 0,2)$ В. Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь: $I = 0,5$ А. Запишите в ответ величину сопротивления резистора с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Ом.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от угла, который составляет плоскость с горизонталью. Какие две установки следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответе запишите номера выбранных установок.

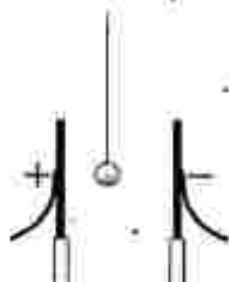
Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

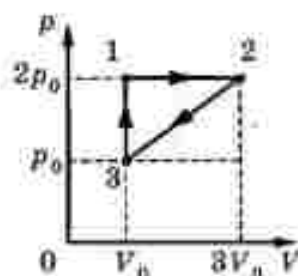
21. Между двумя небольшими металлическими пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, повесили на шелковой длинной нити лёгкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноимённым клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришёл в движение. Опишите движение шарика и объясните его. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



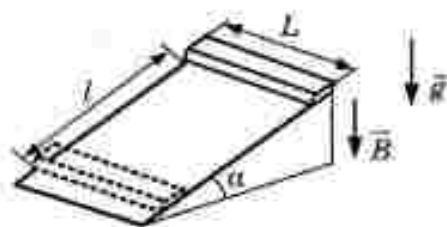
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. В процессе адиабатного расширения одноатомного идеального газа в количестве 0,25 моль совершена работа 2493 Дж. Начальная температура была равна 1200 К. До какой температуры охладился газ в процессе расширения?
23. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

24. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



25. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдёт по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.



26. Летящая горизонтально пластилиновая пуля массой 9 г попадает в неподвижно висящий на нити длиной 40 см груз массой 81 г, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом $\alpha = 60^\circ$. Какова скорость пули перед попаданием в груз? Какие законы вы использовали для описания взаимодействия пули и груза и их дальнейшего движения? Обоснуйте их применимость к данному случаю.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Sborniki.su

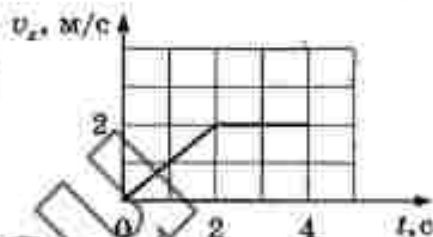
ВАРИАНТ 28

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

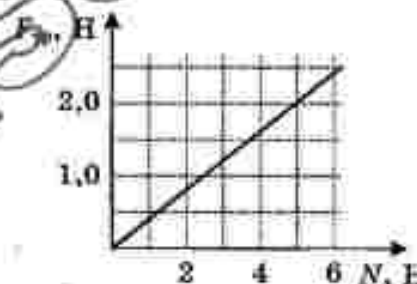
1. Тело движется по оси Ox . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось Ox от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 3$ с?

Ответ: _____ м.



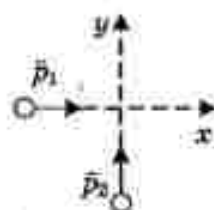
2. Исследовалась зависимость модуля силы трения скольжения $F_{тр}$ бруска от модуля силы нормальной реакции опоры. График, полученный по результатам исследования, представлен на рисунке. Определите коэффициент трения скольжения.

Ответ: _____.



3. По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5$ кг·м/с и $p_2 = 3,5$ кг·м/с (см. рисунок). После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5$ кг·м/с. Каков модуль импульса первой шайбы после удара?

Ответ: _____ кг·м/с.

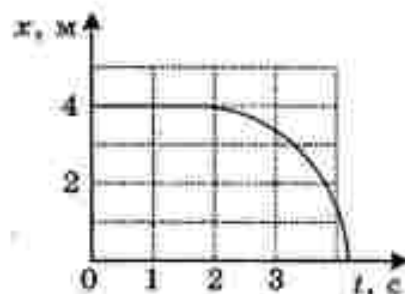


4. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 90$ км/ч и $v_2 = 60$ км/ч соответственно. Масса легкового автомобиля $m = 1500$ кг. Какова масса грузового автомобиля, если отношение модуля импульса грузовика к модулю импульса легкового автомобиля равно 2?

Ответ: _____ кг.

5. На графике показано изменение координаты тела с течением времени в инерциальной системе отсчёта. На основании этого графика выберите все верные утверждения о движении тела. В ответе укажите их номера.

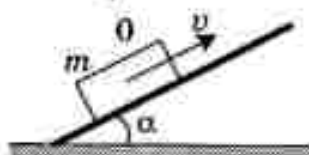
- 1) Первые 2 с скорость тела не менялась, а затем её модуль постепенно увеличивался.
- 2) Скорость тела всё время увеличивалась.



- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на тело, была равна 0.
- 4) За первые 4 с тело переместилось на 3 м.
- 5) Скорость тела постоянно уменьшалась.

Ответ: _____.

6. Брусок массой m после толчка движется вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. До остановки брусок проходит путь s . Затем он возвращается по наклонной плоскости в первоначальное положение. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- A) модуль ускорения тела при движении вверх
- B) модуль работы силы трения при движении бруска вниз

ФОРМУЛЫ

- 1) $g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$
- 2) $g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$
- 3) $\mu m g \cos \alpha$
- 4) $m g \sin \alpha$

Ответ:

A	B

7. Постоянную массу идеального газа сначала изотермически расширили в 2 раза, а затем изобарно нагрели в 2 раза. Каким стал объем газа в конечном состоянии, если в начале его объем был равен 2 л?

Ответ: _____ л.

8. Тепловая машина с КПД 60% работает по циклу Карно. Каким станет КПД тепловой машины, если температуру холодильника увеличили в 2 раза, а температуру нагревателя оставили прежней?

Ответ: _____ %.

9. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 328 К, а в части В равна 15 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания. В ответе укажите их номера.



- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А увеличилась.

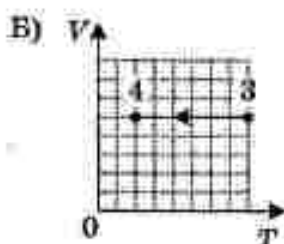
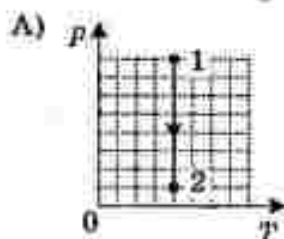
- 3) При теплообмене газ в части А отдавал теплоту, а газ в части В её получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ: _____

10. На рисунках А) и Б) приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах p – T и V – T , где p — давление, V — объём и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



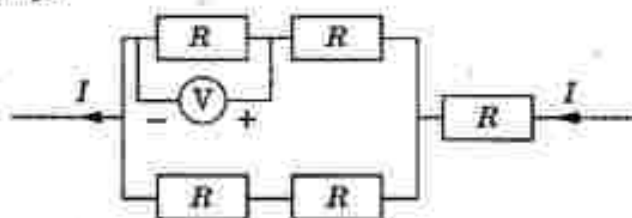
Ответ:

А	Б

УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдаёт количество теплоты.

11. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $10\text{ }\Omega$ каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 6\text{ A}$ (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

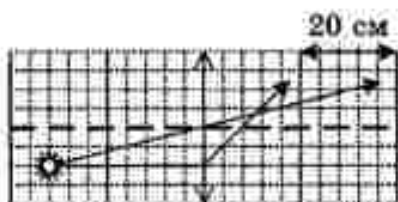


Ответ: _____ В.

12. Проводник длиной 10 cm движется в однородном магнитном поле с индукцией $0,01\text{ Tл}$ со скоростью 2 m/s . Чему равна ЭДС индукции, возникающая между концами проводника?

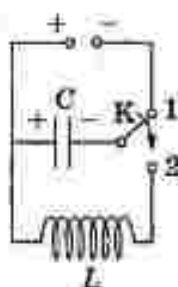
Ответ: _____ мВ.

13. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света S через тонкую линзу. Определите оптическую силу этой линзы.



Ответ: _____ дптр.

14. Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводит из положения 1 в положение 2.



Выберите *все* верные утверждения о процессах, которые будут происходить в контуре после переключения ключа в положение 2. В ответе укажите их номера. Сопротивлением контура пренебречь.

- 1) Сила тока через катушку будет постоянной.
- 2) В контуре начнутся электромагнитные колебания.
- 3) В контуре будет выделяться тепло.
- 4) Заряд на левой обкладке конденсатора сразу после переключения начнёт уменьшаться.
- 5) Энергия конденсатора сразу после переключения ключа начнёт увеличиваться.

Ответ: _____.

15. Плоский воздушный конденсатор заряжен от батарейки, а затем отключили от неё. Как изменятся ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если после отключения от батарейки уменьшить расстояние между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

16. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа европия $^{140}_{53}\text{Eu}$?

Ответ: _____.

17. При исследовании явления фотоэффекта фотоэлемент освещался через разные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только жёлтый свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали фотоэффект и измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются работа выхода электронов из фотоэлемента и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

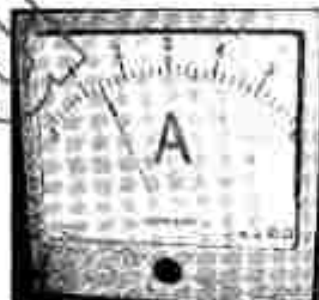
Работа выхода электронов	Запирающее напряжение

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении радиуса орбиты искусственного спутника Земли его центростремительное ускорение увеличивается.
- 2) При изотермическом расширении одного моля идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При увеличении силы тока в цепи мощность, выделяемая на резисторе, увеличивается.
- 4) Если по двум параллельным проводникам текут токи в противоположных направлениях, то проводники притягиваются друг к другу.
- 5) Работа выхода электронов из металла зависит от интенсивности падающего света.

Ответ: _____.

19. При изменении силы тока в электрической цепи ученик сфотографировал показания амперметра, погрешность измерений которого равна половине цены деления амперметра. Чему была равна сила тока в цепи с учётом погрешности измерений?



Ответ: (_____ ± _____) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

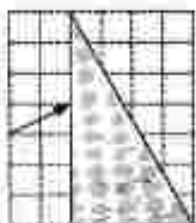
20. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



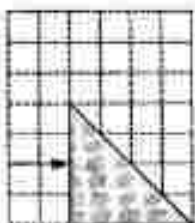
1)



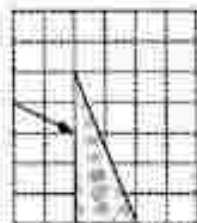
2)



3)



4)



5)

В ответе запишите номера выбранных опытов.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

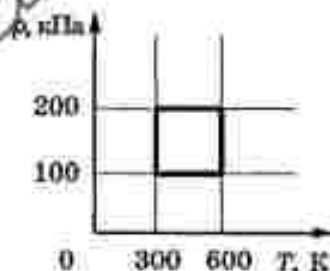
Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. С идеальным газом происходит циклический процесс, p – T диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлите до сотых.



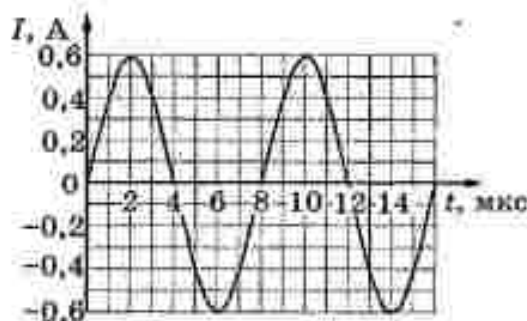
23. Две заряженные частицы влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих

частиц, если отношение зарядов этих частиц $\frac{q_1}{q_2} = 2$, а отношение периодов их обращения

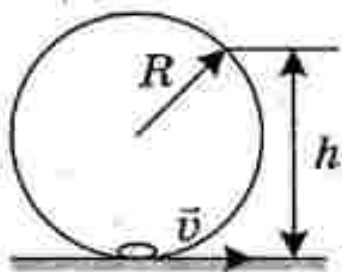
$$\frac{T_1}{T_2} = 0,5.$$

24. Одноатомный идеальный газ находится в горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

25. Сила тока в идеальном колебательном контуре меняется со временем так, как показано на рисунке. Определите заряд конденсатора в момент времени $t = 3$ мкс.



26. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности закреплённого вертикально гладкого кольца. Радиус кольца $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать? Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

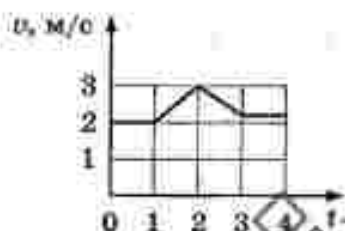
Сборники.su

ВАРИАНТ 29

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 1 с до 2 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жесткостью $k_1 = 300$ Н/м сжата на 4 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?



Ответ: _____ Н.

3. Тело движется по прямой в одном направлении. Импульс тела уменьшился с 25 кг · м/с до 15 кг · м/с за некоторое время под действием постоянной силы 5 Н. Сколько времени для этого потребовалось?

Ответ: _____ с.

4. Шарик массой $0,4$ кг, подвешенный на лёгкой пружине, совершает гармонические колебания вдоль вертикальной прямой. Какой должна быть масса шарика, чтобы частота его вертикальных гармонических колебаний на этой же пружине была в 2 раза больше?

Ответ: _____ кг.

5. Груз массой $0,1$ кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате толчка груз пришёл в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза h относительно положения равновесия от времени t . На основании данных, приведённых в таблице, выберите все верные утверждения о движении груза. В ответе укажите их номера.

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{см}$	0	12	20	12	0	12	20	12	0

- 1) Период колебаний груза 8 с.
- 2) В момент времени 2 с скорость груза максимальна.
- 3) В промежуток времени от 1 до 5 с кинетическая энергия груза достигла минимального значения 2 раза.
- 4) В момент 6 с кинетическая энергия груза равна 0.
- 5) Максимальная скорость груза равна 2 м/с.

Ответ: _____.

6. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

- A) $v_x = 6 + 5t$
- B) $v_x = 5 - 10t$

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

- 1) $s_x = 6t + 5t^2$
- 2) $s_x = 6t + 2,5t^2$
- 3) $s_x = 2,5t - 10t^2$
- 4) $s_x = 5t - 5t^2$

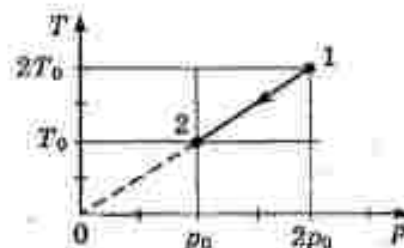
Ответ:

A	B

7. В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объема. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление возросло в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо и через него просачивался воздух. Чему равно отношение массы воздуха в сосуде в конце нагревания к массе воздуха в начале опыта?

Ответ: _____.

8. На $T-p$ диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 3 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом в этом процессе, если $T_0 = 300$ К, а $p_0 = 60$ кПа?



Ответ: _____ кДж.

9. В двух сосудах с одинаковыми объемами находятся по 2 моль идеальных газов. В первом сосуде находится неон при температуре 127 °С, во втором — аргон при температуре 200 К. Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов. В ответе укажите их номера.

- 1) Температура газа во втором сосуде больше, чем в первом.
- 2) Среднеквадратичная скорость молекул в первом сосуде больше, чем во втором.
- 3) Давление газа во втором сосуде больше, чем в первом.
- 4) Средняя кинетическая энергия молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Концентрации газа в первом сосуде меньше, чем во втором.

Ответ: _____.

10. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
 Б) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
 2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
 3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
 4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

11. В цепи из двух одинаковых последовательно включённых резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

12. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью 0,25 м² под углом 30° к её поверхности, создавая магнитный поток, равный 0,1 Вб. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

Ответ: _____ Тл.

13. Конденсатор, заряженный до напряжения U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью L , а во второй — к катушке с индуктивностью $4L$. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсаторов T_2/T_1 в этих случаях? Потери энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

14. Предмет располагается перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. В таблице приведена зависимость расстояния b от линзы до изображения от расстояния a от предмета до линзы. Все расстояния измерены с точностью до 1 мм.

Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. В ответе укажите их номера. -

Расстояние от предмета до линзы a , см	50,0	35,0	30,0	20,0	15,0	5,0
Расстояние от линзы до изображения b , см	12,5	14,0	15,0	20,0	30,0	10,0

- 1) Фокусное расстояние линзы равно 10 см.
 2) Оптическая сила линзы равна 5 дптр.
 3) При $a = 30$ см изображение предмета увеличенное.
 4) При $a = 20$ см изображение предмета действительное и перевернутое.
 5) При $a = 50$ см изображение предмета мнимое.

Ответ: _____.

15. Неразветвлённая электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи и мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении

16. Ядро бериллия может захватить гамма-квант, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^9_4\text{Be} + {}^0_0\gamma \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}^A_Z\text{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?

Ответ: _____.

17. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
2) уменьшилась
3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

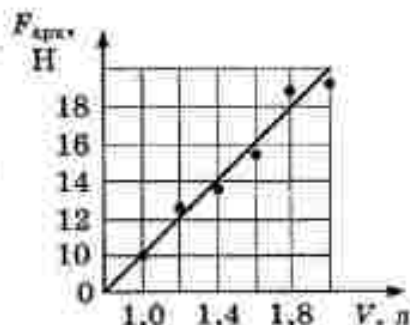
Массовое число ядра	Заряд ядра

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении радиуса орбиты искусственного спутника Земли действующая на него сила притяжения к Земле не изменится.
- 2) При изобарном расширении одного моля идеального газа его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При увеличении ЭДС аккумулятора сила тока в цепи увеличивается.
- 4) При увеличении силы тока, протекающего по проводнику, действующая на него в магнитном поле сила Ампера увеличивается.
- 5) Работа выхода электронов из металла зависит от частоты падающего света.

Ответ: _____.

19. При исследовании силы, действующей на тело, полностью погружённое в жидкость, был построен график зависимости силы Архимеда от объёма тела (см. рисунок). Погрешность измерения объёма равна 0,1 л, силы Архимеда 0,5 Н. Запишите в ответ величину силы Архимеда, действующей на тело объёмом 1,0 л, с учётом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какие два маятника нужно взять для этой цели? Грузы маятников — сплошные шарики из меди и алюминия.



В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:



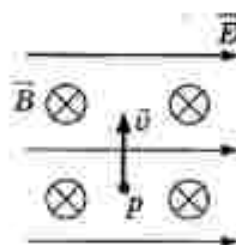
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

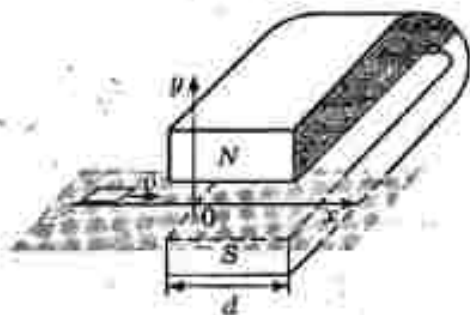
21. В камере, из которой откачан воздух, созданы электрическое поле напряжённостью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.



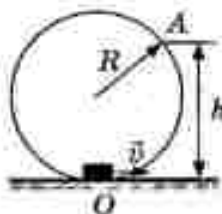
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4000 км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2 . Чему равен радиус планеты?
23. В сосуде под поршнем при температуре 100°C находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объём сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объёма.
24. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600 \text{ К}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5 \text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объёму. Конечное давление газа $p_2 = 10^5 \text{ Па}$. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?

25. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5$ см и сопротивлением $R = 0,1$ Ом перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20$ см, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1$ Тл. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж?



26. Небольшая шайба массой $m = 10$ г, начав движение из нижней точки закреплённого вертикального гладкого кольца радиусом $R = 0,14$ м, скользит по его внутренней поверхности. На высоте $h = 0,18$ м она отрывается от кольца и свободно падает. Какую кинетическую энергию имела шайба в начале движения? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в точке А. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



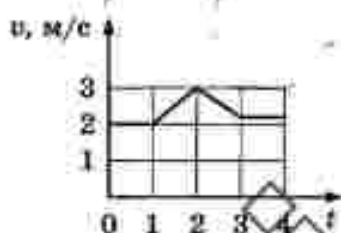
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 30

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображён график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 3 с до 4 с.



Ответ: _____ м/с².

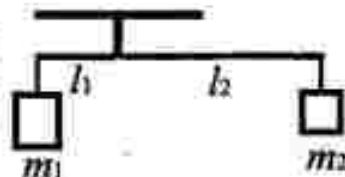
2. Два шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой 12 мкН. Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого $\frac{m}{3}$, а расстояние между ними $\frac{r}{3}$?

Ответ: _____ мкН.

3. Тело массой 1,5 кг брошено в земной вертикально вверх и через некоторое время упало обратно на землю. Максимальная высота подъёма тела относительно земли равна 3 м. Какой кинетической энергией обладало тело в момент начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Невесомый рычаг находится в равновесии, когда к его правому плечу длиной $l_2 = 45$ см подвешен груз массой $m_2 = 0,2$ кг, а к левому концу — груз массой $m_1 = 0,6$ кг (см. рисунок). Чему равна длина левого плеча рычага l_1 ?



Ответ: _____ см.

5. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела (материальной точки), брошенного с поверхности земли вертикально вверх в момент времени $t = 0$, в зависимости от времени.

Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. В ответе запишите их номера.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Модуль скорости, м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

- 1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,20 м.
- 2) На высоте 0,8 м от поверхности земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
- 3) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
- 4) В момент времени $t = 0,9$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности земли.
- 5) В момент времени $t = 0,2$ с тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности земли.

Ответ: _____.

6. Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплен неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin(\omega t)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины
- Б) проекция силы, действующей на брусок, на ось Ox

ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin(\omega t)$
- 2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2(\omega t)$
- 3) $kA^2 \sin(\omega t)$
- 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t)$

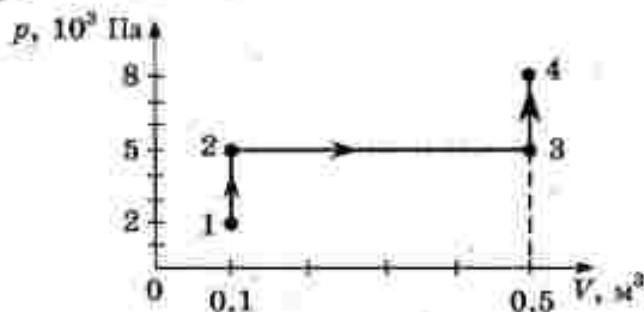
Ответ:

А	Б

7. Объём 3 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 6 л. Каков объём 1 моль кислорода в сосуде при той же температуре и том же давлении? Газы считать идеальными.

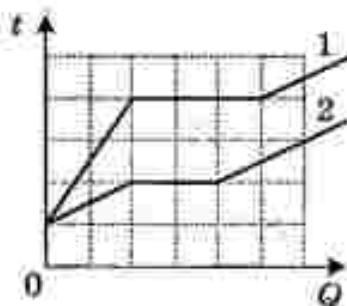
Ответ: _____ л.

8. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 4 (см. рисунок)?



Ответ: _____ кДж.

9. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии.

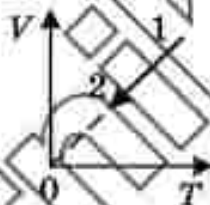


Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Температура плавления первого тела в 2 раза больше, чем второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ: _____.

10. Постоянная масса одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, изображённом на диаграмме $V-T$ (V — объём и T — абсолютная температура газа). Как изменятся в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление?



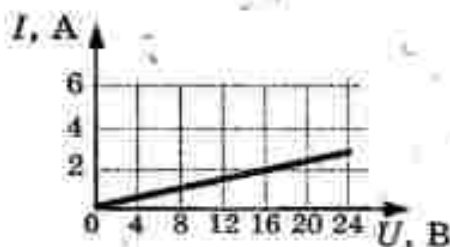
Для каждой величины определите соответствующий характер изменений:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

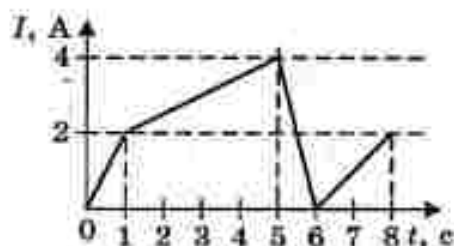
Внутренняя энергия газа	Давление газа

11. На рисунке изображён график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно сопротивление проводника?



Ответ: _____ Ом.

12. На рисунке приведён график зависимости силы тока в катушке, индуктивность которой равна $L = 2$ мГн, от времени. Чему равен модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке в промежутке времени от 5 до 6 с?



Ответ: _____ мВ.

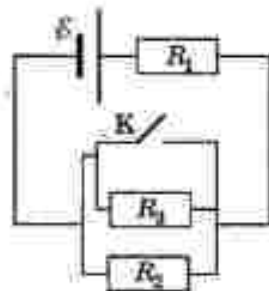
13. Точечный источник света расположен перед плоским зеркалом на расстоянии 0,5 м от него. На сколько необходимо отодвинуть зеркало, не поворачивая его, от источника, чтобы расстояние между источником и его изображением в зеркале увеличилось в 2 раза?

Ответ: отодвинуть на _____ м.

14. На рисунке приведена схема электрической цепи. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 10 Ом. ЭДС аккумулятора равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало. Сначала ключ K был разомкнут, а затем его замкнули.

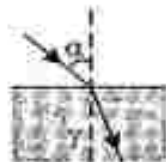
Выберите все утверждения, которые соответствуют результатам этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) При разомкнутом ключе сила тока, текущего через резистор R_1 , равна 0,2 А.
- 2) При разомкнутом ключе напряжение на резисторе R_3 равно 2 В.
- 3) При замкнутом ключе на резисторе R_2 не выделяется тепло.
- 4) При замкнутом ключе сопротивление цепи равно 20 Ом.
- 5) При замыкании ключа напряжение на резисторе R_1 не изменяется.



Ответ: _____

15. Световой пучок преломляется на границе воздуха и стекла (см. рисунок). Что происходит при переходе пучка из воздуха в стекло с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

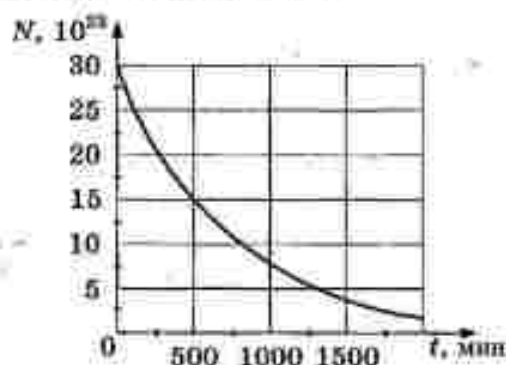


- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Длина волны

16. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер платины $^{200}_{78}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа платины?



Ответ: _____ мин.

17. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, c — скорость света в вакууме, h — постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
Б) импульс фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h\nu}{c}$
2) hc
3) $\frac{c}{\nu}$
4) $c\nu$

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела действующая на него сила совершает положительную работу.
- 2) При изохорическом нагревании работа газа равна нулю.
- 3) При уменьшении расстояния между двумя точечными зарядами модуль силы их взаимодействия увеличивается.
- 4) При увеличении ёмкости конденсатора идеального колебательного контура частота колебаний в нём увеличивается.
- 5) Нейтральный атом бериллия ^9Be содержит 3 нейтрона.

Ответ: _____.

19. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 21,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) с.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объём сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	Дуб	25 см^3	Сталь
2	Дуб	25 см^3	Латунь
3	Дуб	50 см^3	Сталь
4	Чугун	25 см^3	Сталь
5	Чугун	50 см^3	Медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

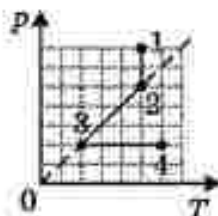


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

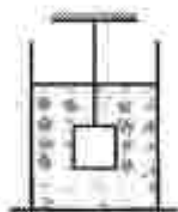
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Постоянное количество разреженного газа переходит из начального состояния 1 в состояние 4 так, как показано на p – T -диаграмме (см. рисунок). Как изменялся объём газа на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

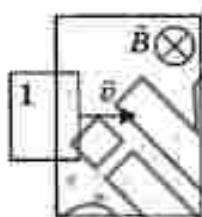


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

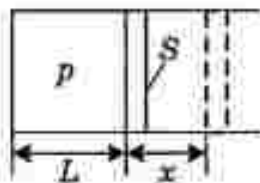
22. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



23. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Квадратную проволочную рамку, длина стороны которой 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 4 мА. Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл, сопротивление рамки равно 10 Ом. Какова скорость движения рамки?

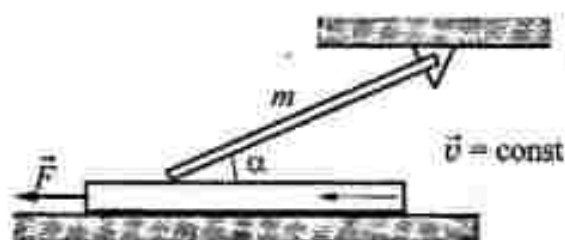


24. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.



25. Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Сопротивление контура равно 5 Ом. Определите начальное значение проекции вектора магнитной индукции B_{1z} .

26. Однородный тонкий стержень массой $m = 1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, в другом конце опирается на массивную горизонтальную доску, образующую с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на доску и стержень. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

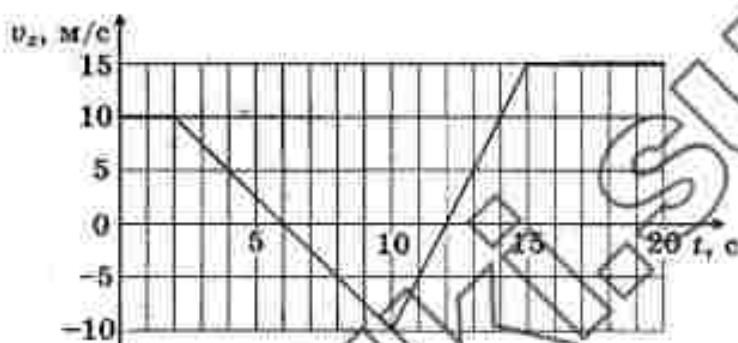
Sborniki.SU

ВАРИАНТ 31

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 с до 5 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчёта сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какова масса тела, которому сила 60 Н сообщает такое же ускорение?

Ответ: _____ кг.

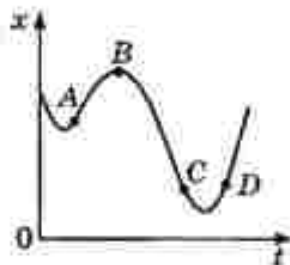
3. Движущийся в инерциальной системе отсчёта брусок имеет импульс $p = 8$ кг·м/с. На него начинает действовать сила, направление которой совпадает с направлением движения бруска, а модуль равен 6 Н. Во сколько раз увеличится импульс шарика за 4 с действия этой силы?

Ответ: увеличится в _____ раз(-а).

4. Кирпич массой 4 кг лежит на горизонтальной кладке стены, покрытой раствором, оказывая на неё давление 1250 Па. Какова площадь грани, на которой лежит кирпич?

Ответ: _____ см².

5. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t .



Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения. В ответе укажите их номера.

- 1) В точке D ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.
- 2) На участке CD модуль скорости тела монотонно увеличивается.
- 3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки A в точку C отрицательна.
- 4) В точке B проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
- 5) В точке A проекция скорости тела на ось Ox отрицательна.

Ответ: _____.

6. Подвешенный на пружине груз совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину заменили на другую, жёсткость которой больше, оставив массу груза и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменится частота свободных колебаний груза и его максимальная скорость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

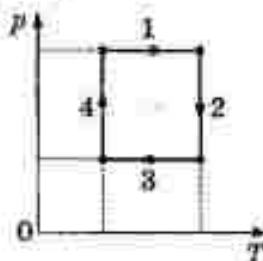
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота свободных колебаний груза	Максимальная скорость груза

7. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз изменится давление газа в сосуде, если выпустить из него 1 моль газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

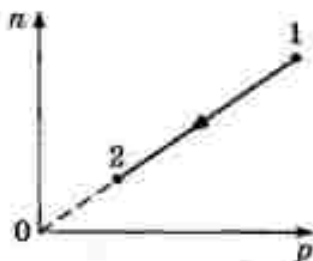
Ответ: _____ раз(-а).

8. На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?



Ответ: _____.

9. При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.



Из приведённого ниже списка выберите *все* правильные утверждения, характеризующие процесс 1–2. В ответе укажите их номера.

- 1) Абсолютная температура газа уменьшается.
- 2) Плотность газа остается неизменной.
- 3) Происходит изотермическое расширение газа.
- 4) Среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа остаётся неизменной.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа увеличивается.

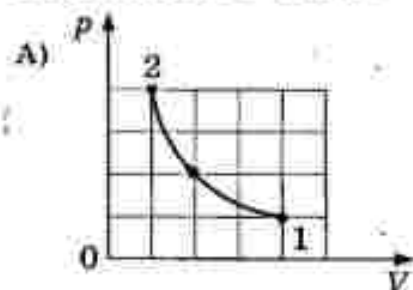
Ответ: _____.

10. Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами (ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа), которые их характеризуют.

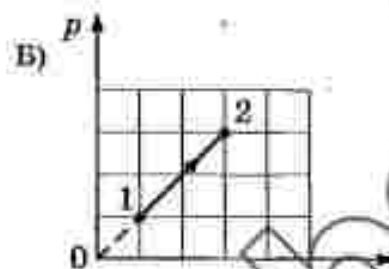
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ ПРОЦЕССОВ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) $\Delta U = 0; A > 0$
- 2) $\Delta U > 0; A < 0$
- 3) $\Delta U > 0; A = 0$
- 4) $\Delta U = 0; A < 0$



Ответ:

А	Б

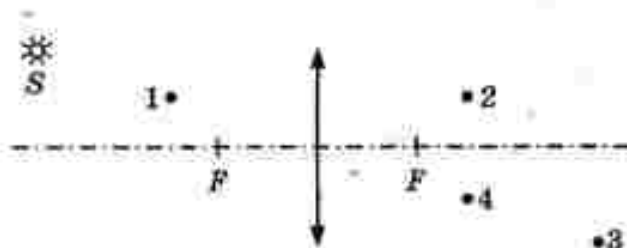
11. Одинаковые отрицательные точечные заряды, модуль которых $|q| = 2 \cdot 10^{-9}$ Кл, расположены в вакууме на расстоянии 3 м друг от друга. Определите модуль сил взаимодействия этих зарядов друг с другом.

Ответ: _____ мН.

12. Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

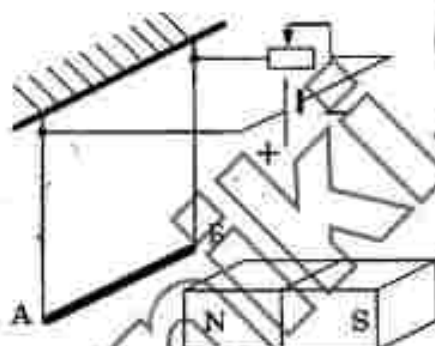
Ответ: _____ А.

13. Какая точка является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____.

14. Алюминиевый проводник AB подвешен на тонких медных проволочках и подключен к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится северный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *вправо*.



Из приведенного ниже списка выберите все правильные утверждения. В ответе укажите их номера.

- 1) Сопротивление реостата увеличивается.
- 2) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом, вблизи проводника AB направлены влево.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник AB , уменьшается.
- 4) Силы натяжения проволочек, на которых подвешен проводник AB , уменьшаются.
- 5) Сила тока, протекающего по проводнику AB , увеличивается.

Ответ: _____.

15. При настройке колебательного контура генератора, задающего частоту излучения радиопередатчика, электроёмкость его конденсатора увеличили. Как при этом изменились частота излучаемых волн и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота излучаемых волн	Длина волны излучения

16. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Определите число нейтронов ядра атома алюминия Al.

2	II	Li 3 Литий ${}^7_{3}\text{Li}$ ${}^6_{3}\text{Li}$	Be 4 Бериллий ${}^9_{4}\text{Be}$	5 B Бор ${}^{11}_{5}\text{B}$ ${}^{10}_{5}\text{B}$
3	III	Na 11 Натрий ${}^{23}_{11}\text{Na}$	Mg 12 Магний ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ ${}^{25}_{12}\text{Mg}$	13 Al Алюминий ${}^{27}_{13}\text{Al}$
4	IV	K 19 Калий ${}^{39}_{19}\text{K}$ ${}^{41}_{19}\text{K}$	Ca 20 Кальций ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ ${}^{44}_{20}\text{Ca}$	Sc 21 Скандий ${}^{45}_{21}\text{Sc}$
	V	29 Cu Медь ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ ${}^{65}_{29}\text{Cu}$	30 Zn Цинк ${}^{64}_{30}\text{Zn}$ ${}^{66}_{30}\text{Zn}$ ${}^{68}_{30}\text{Zn}$	31 Ga Галлий ${}^{69}_{31}\text{Ga}$ ${}^{71}_{31}\text{Ga}$

Ответ: _____.

17. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом энергия и импульс каждого фотона в световом пучке?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотона	Импульс фотона

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Система отсчета, связанная с автомобилем, является инерциальной, если он движется по кругу с постоянной скоростью.
- 2) При изобарном нагревании работа газа равна нулю.
- 3) При увеличении расстояния между двумя точечными зарядами модуль силы их взаимодействия уменьшается.
- 4) При увеличении индуктивности катушки идеального колебательного контура период колебаний в нем увеличивается.
- 5) Ядро изотопа хлора ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ содержит 17 нейтронов.

Ответ: _____.

19. На какую величину, согласно показаниям манометра, давление воздуха в баллоне превышает атмосферное давление, если погрешность манометра равна 3 мм рт. ст.?

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью мощность электрического тока, потребляемую резистором. Для этого школьник взял соединительные провода, реостат, ключ, аккумулятор и резистор. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|--------------------------|--------------|
| 1) лампочка | 4) амперметр |
| 2) катушка индуктивности | 5) вольтметр |
| 3) конденсатор | |

В ответе запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

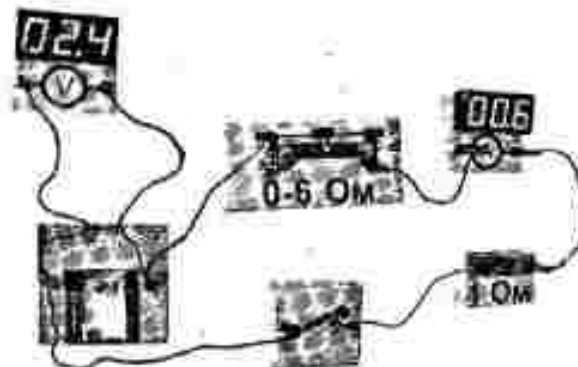


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 ит. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, батареи с подключённым к ней цифровым вольтметром и цифрового амперметра. Составьте электрическую схему этой цепи. Как изменится (уменьшится или увеличится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. В начале процесса температура куска свинца массой 1 кг равнялась 37°C . Ему передали количество теплоты, равное 47,7 кДж. Температура плавления свинца 327°C . Какова масса расплавленной части свинца? Тепловыми потерями пренебречь.
23. На сетчатку глаза человека падает 135 фотонов за 3 с. Мощность поглощённого сетчаткой света равна $1,98 \cdot 10^{-17}$ Вт. Определите длину волны света.

24. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной d , который отделяет воздух в трубке от атмосферы (рис. 1). Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на 60 K (рис. 2). В результате объём, занимаемый воздухом, стал прежним. Температура воздуха в лаборатории 300 K , а атмосферное давление составляет 750 мм рт. ст. Какова длина столбика ртути d' ?

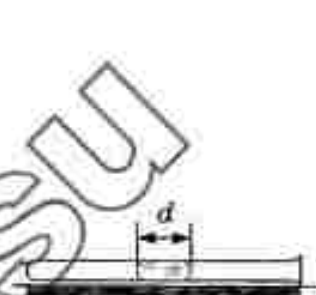


Рис. 1

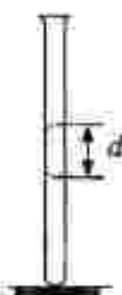
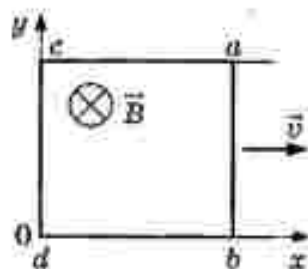
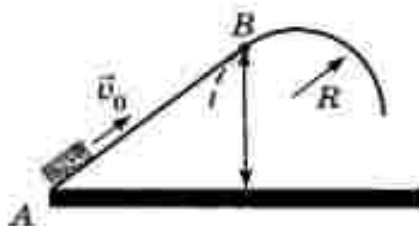


Рис. 2

25. По П-образному проводнику $acdb$ постоянного сечения скользит проводящая перемычка ab длиной l из того же материала и того же сечения. Проводники, образующие контур, помещены в постоянное однородное магнитное поле, у которого вектор индукции \vec{B} направлен перпендикулярно плоскости проводников (см. рисунок). Какова скорость v перемычки, если в тот момент, когда $ab = ac$, напряжение между точками a и b равно U ? Сопротивление между проводниками в точках контакта пренебрежимо мало, а сопротивление проводников велико.



26. Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки A (см. рисунок). В точке B , находящейся выше точки A на $h = 0,6\text{ м}$, наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом $R = 0,4\text{ м}$. Если в точке A скорость шайбы превосходит $v_0 = 4\text{ м/с}$, то в точке B шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1\text{ м}$. Найдите коэффициент трения μ между наклонной плоскостью и шайбой. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



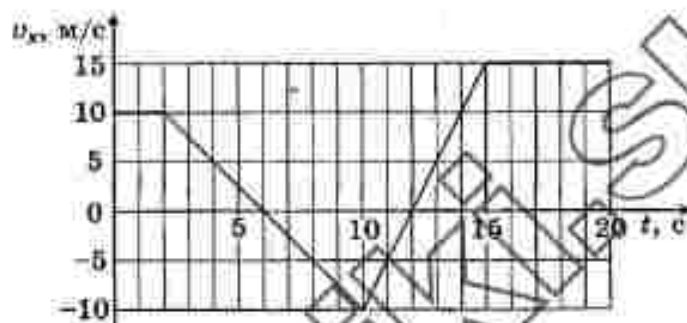
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 32

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 с до 15 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

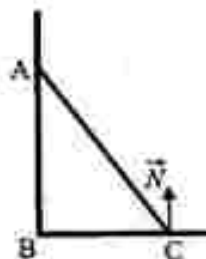
2. Камень массой 200 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

3. Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потери полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

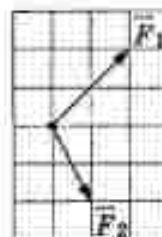
Ответ: _____ Дж.

4. На рисунке изображена однородная доска AC, прислонённая к стене. Чему равен момент силы реакции пола, действующей на доску относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка? Модуль силы реакции пола равен $N = 60$ Н, длина доски AC = 2,0 м, расстояние от угла B до нижнего конца доски BC = 1,2 м.



Ответ: _____ Н · м.

5. На небольшой брусок массой 100 г, покоящийся на гладкой горизонтальной поверхности, в инерциальной системе отсчёта начинают действовать две силы так, как показано на рисунке (вид сверху). Выберите все верные утверждения о характере движения бруска в этой системе отсчёта и запишите цифры, под которыми они указаны. На представленном рисунке одна клеточка соответствует силе в 0,1 Н.



- 1) Брусок движется равноускоренно вправо.
- 2) Траектория бруска криволинейная.
- 3) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 4) Через 1 с после начала действия сил скорость бруска равна 3 м/с .
- 5) Кинетическая энергия бруска остаётся неизменной в процессе движения.

Ответ: _____.

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользят с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение и модуль работы силы тяжести при перемещении коробочки от вершины до основания наклонной плоскости, если в коробочке будет лежать груз массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение коробочки	Модуль работы силы тяжести

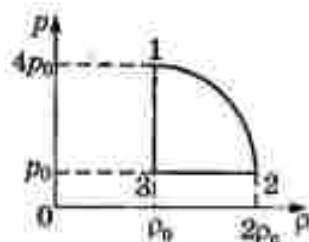
7. В ходе изохорного процесса, происходящего с идеальным газом, средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличивается в 4 раза. Каким будет давление этого газа в конце процесса, если в начальном состоянии оно было равно 20 кПа ?

Ответ: _____ кПа.

8. Идеальный тепловой двигатель за один свой цикл совершает работу 2 Дж и отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 8 Дж . Каков КПД этого двигателя?

Ответ: _____ %.

9. На рисунке показана зависимость давления газа p от его плотности ρ в циклическом процессе, совершаемом 2 моль идеального газа в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения из пяти, приведённых ниже. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) В процессе 2–3 объём газа возрастает.
- 2) В процессе 1–2 температура газа уменьшается.
- 3) В состоянии 3 температура газа максимальна.
- 4) Работа газа в процессе 3–1 положительна.
- 5) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8.

Ответ: _____.

10. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускают половину массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



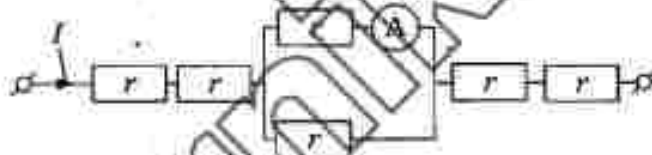
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

11. Через участок электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 6$ А. Что показывает амперметр, если сопротивление каждого резистора равно $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.

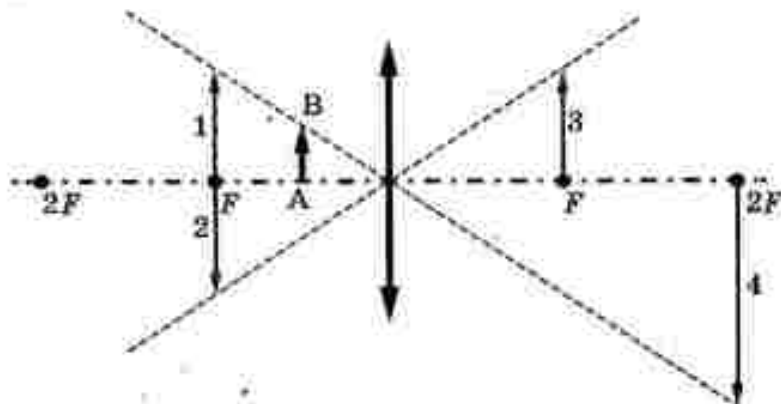


Ответ: _____ А.

12. Контур площадью 200 см^2 находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Чему равен модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре за 1 с при равномерном уменьшении индукции магнитного поля от 0,6 до 0 Тл?

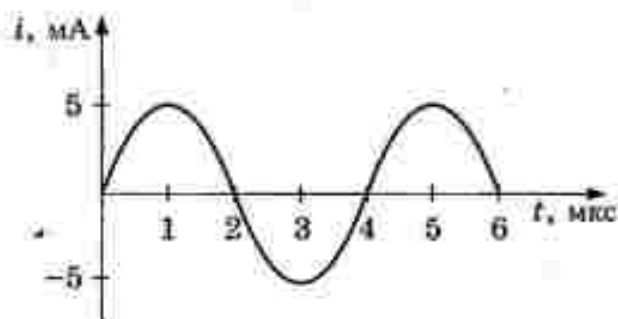
Ответ: _____ В.

13. Какой из образов 1–4 служит крпмым изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____

14. На рисунке приведен график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Выберите все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны. Ёмкость конденсатора колебательного контура равна $C = 10$ мкФ, сопротивление контура пренебрежимо мало.



- 1) Частота колебаний напряжения на конденсаторе равна 4 Гц.
- 2) В момент времени 3 мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 3) Индуктивность катушки примерно равна 0,04 мкГн.
- 4) Максимальный заряд конденсатора примерно равен 10 мкКл.
- 5) Период колебаний энергии конденсатора равен 4 мкс.

Ответ: _____

15. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности радиусом R . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- A) период обращения частицы по окружности
- B) модуль импульса частицы

ФОРМУЛЫ

- 1) qBR
- 2) $\frac{mq}{RB}$
- 3) $\frac{m}{qB}$
- 4) $\frac{2\pi m}{qB}$

Ответ:

A	B

16. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Определите число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа цинка Zn.

2	II	Li 3 Литий ${}^7_{3}\text{Li}$ ${}^6_{3}\text{Li}$	Be 4 Бериллий ${}^9_{4}\text{Be}$	5 B Бор ${}^{11}_{5}\text{B}$ ${}^{10}_{5}\text{B}$
3	III	Na 11 Натрий ${}^{23}_{11}\text{Na}$	Mg 12 Магний ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ ${}^{26}_{12}\text{Mg}$ ${}^{25}_{12}\text{Mg}$	13 Al Алюминий ${}^{27}_{13}\text{Al}$
4	IV	K 19 Калий ${}^{39}_{19}\text{K}$ ${}^{41}_{19}\text{K}$	Ca 20 Кальций ${}^{40}_{20}\text{Ca}$ ${}^{44}_{20}\text{Ca}$	Sc 21 Скандий ${}^{45}_{21}\text{Sc}$
	V	29 Cu Медь ${}^{63}_{29}\text{Cu}$ ${}^{65}_{29}\text{Cu}$	30 Zn Цинк ${}^{64}_{30}\text{Zn}$ ${}^{66}_{30}\text{Zn}$ ${}^{68}_{30}\text{Zn}$	31 Ga Галлий ${}^{69}_{31}\text{Ga}$ ${}^{71}_{31}\text{Ga}$

Ответ: _____.

17. Монохроматический свет с энергией фотонов E_0 падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зав}}$. Как изменится длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зав}}$, если энергия падающих фотонов E_0 уменьшится, но фотоэффект не прекратится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

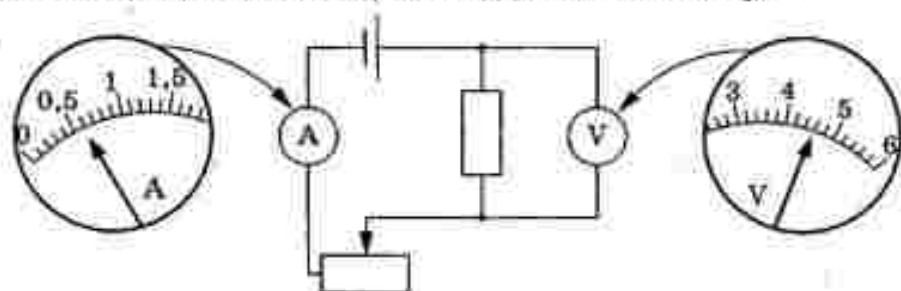
Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зав}}$

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
- 2) Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
- 3) Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, движущие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
- 4) Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
- 5) В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

Ответ: _____.

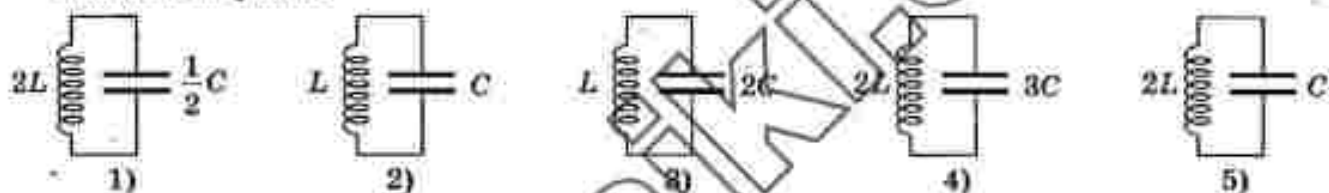
19. Чему равно напряжение на резисторе (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (±) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. У ученика есть в распоряжении 5 колебательных контуров, показанных на рисунке. Какие 2 из предложенных колебательных контуров должен выбрать ученик, чтобы изучить зависимость периода электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки?



Ответ:



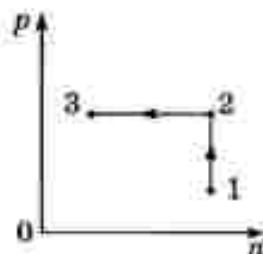
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах p – n , где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ тепло или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

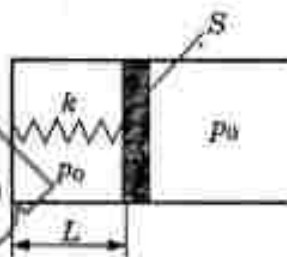
22. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 200 Н/м , отклонили от положения равновесия и отпустили, в результате чего он начал совершать колебания вдоль вертикальной оси Ox . В таблице приведены изменения координаты груза x с течением времени t .

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	20	14,2	0	-14,2	-20	-14,2	0	14,2	20	14,2

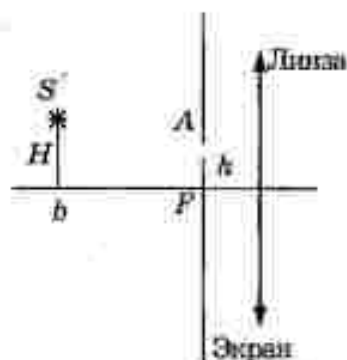
Определите кинетическую энергию груза в момент времени $0,6 \text{ с}$.

23. На дифракционную решётку, имеющую 100 штрихов на 1 мм , перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого 650 нм . Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

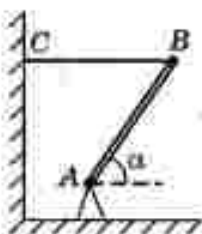
24. В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью k . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра было равно L , а давление газа в цилиндре было равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты Q , и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние b . Чему равна площадь поршня S ?



25. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20 \text{ см}$ и точечный источник света S находится в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 60 \text{ см}$ от плоскости линзы и на расстоянии H от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4 \text{ см}$ от главной оптической оси линзы. Пройдя через отверстие в экране и линзу, луч SA от точечного источника пересекает её главную оптическую ось на расстоянии $x = 16 \text{ см}$ от плоскости линзы. Найдите величину H . Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



26. Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплён в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1 \text{ кг}$. Угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



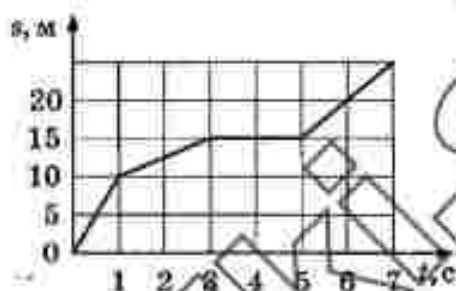
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 33

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 1 с до 2 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной дороге стальные санки массой 8 кг, равна 16 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: _____.

3. В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной 3 Н. На сколько увеличится импульс тела за 5 с движения?

Ответ: на _____ кг · м/с.

4. Груз, подвешенный на пружине жёсткостью $k = 150$ Н/м, совершает гармонические колебания с частотой ν . Какова должна быть жёсткость пружины, к которой нужно подвесить этот груз, чтобы частота его колебаний стала равна 2ν ?

Ответ: _____ Н/м.

5. В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массой 100 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, равной по модулю 0,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите все верные утверждения на основании анализа представленной таблицы. Запишите цифры, под которыми они указаны.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	3	6	9	12	15	18

- 1) Брусок движется равномерно.
- 2) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен $\mu = 0,3$.
- 4) За первые 2 с сила, действующая на тело, совершила работу $3,6 \text{ Дж}$.
- 5) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна $14,4 \text{ Дж}$.

Ответ: _____.

6. Высота полёта искусственного спутника над Землёй увеличилась с 400 до 500 км . Как изменились в результате этого скорость спутника и его потенциальная энергия?

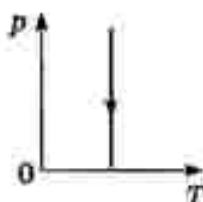
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Скорость спутника	Потенциальная энергия спутника

7. На рисунке представлен процесс изменения состояния идеального газа. В начальном состоянии давление газа равно 100 кПа , температура 300 К , а объём 5 л . Чему равен объём газа в конечном состоянии, если давление в нём в 2 раза меньше начального?

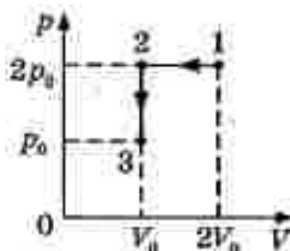


Ответ: _____ л.

8. Какое количество теплоты отдаёт окружающей среде 1 моль гелия при изохорном охлаждении от температуры 325 К до температуры 285 К ?

Ответ: _____ Дж.

9. На графике показана зависимость давления постоянной массы идеального газа от объёма при переходе газа из состояния 1 в состояние 3.



На основании анализа этого процесса выберите все верные утверждения из пяти предложенных ($p_0 = 60 \text{ кПа}$, $V_0 = 5 \text{ л}$). Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Модуль работы внешних сил в процессе 1–2 равен 600 Дж .
- 2) Процесс 2–3 является изохорным охлаждением.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшается на 300 Дж .
- 4) Температура газа в состояниях 1 и 3 одинакова.
- 5) В процессе 2–3 газ отдаёт тепло окружающей среде.

Ответ: _____.

10. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль помещают в герметичный закрытый сосуд объёмом 83,1 л и начинают охлаждать. Масса газа в сосуде остаётся неизменной.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в данных условиях (все значения величин в формулах указаны в единицах СИ).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) внутренняя энергия газа $U(T)$

Б) давление газа $p(T)$

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{400}{T}$

2) $49,86T$

3) $400T$

4) $\frac{49,86}{T}$

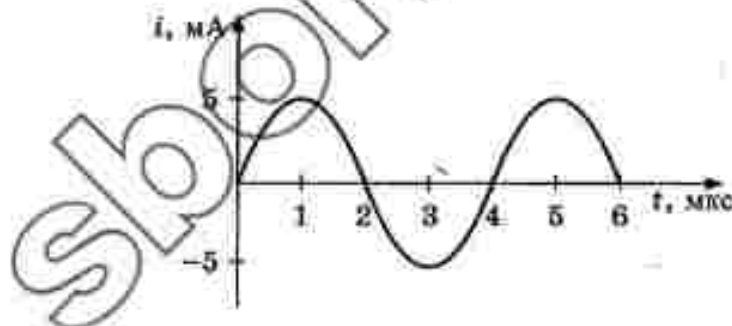
Ответ:

А	Б

11. С какой силой взаимодействуют в вакууме два мизерных заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл.

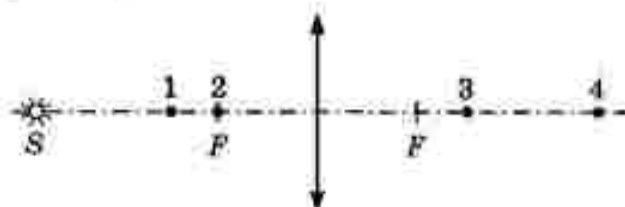
Ответ: _____ мН.

12. На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Индуктивность катушки контура равна 0,2 Гн. На сколько увеличился магнитный поток через катушку в промежутке времени от 0 до 1 мкс?



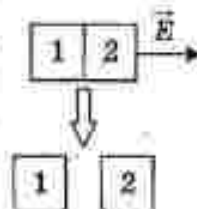
Ответ: увеличился на _____ мВб.

13. Какая точка является изображением точки S (см. рисунок), создаваемым тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: точка _____.

14. Два незаряженных стальных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряжённость которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите **все** верные утверждения из пяти предложенных, которые соответствуют результатам этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) Электроны из кубика 1 перемещались в кубик 2.
- 2) После разделения заряд первого кубика стал отрицательным, а заряд второго — положительным.
- 3) Потенциалы кубиков до их разделения были одинаковы.
- 4) После разделения оба кубика остались незаряженными.
- 5) До разделения кубиков на границе их соприкосновения накопился положительный заряд.

Ответ: _____.

15. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и периодом обращения частицы, если её скорость не изменится, а заряд увеличится?

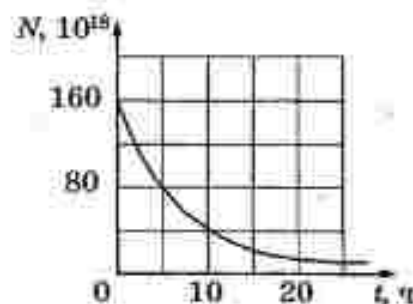
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Период обращения

16. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер урбия ${}_{83}^{233}\text{Bi}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа урбия?



Ответ: _____ ч.

17. Как изменятся с уменьшением массового числа изотопов одного и того же элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

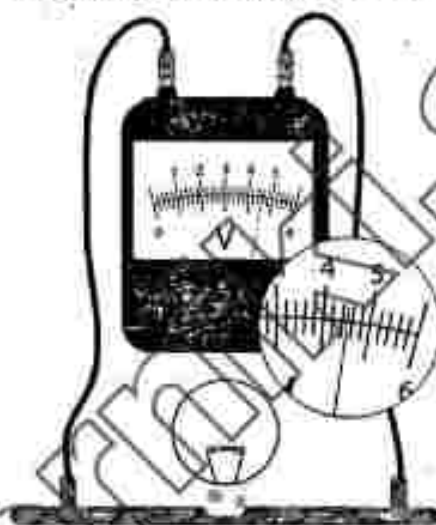
Число нейтронов в ядре	Число электронов в электронной оболочке

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила трения скольжения — сила гравитационной природы.
- 2) Для конденсации жидкости ей необходимо сообщить положительное количество теплоты.
- 3) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 4) Линейчатый спектр дают вещества в газообразном атомарном состоянии.
- 5) Количество фотоэлектронов, вылетающих с поверхности металла за единицу времени, прямо пропорционально интенсивности падающего на поверхность металла света.

Ответ: _____

19. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства маятника. В его распоряжении имеется 5 маятников, состоящих из нити и сплошного шарика. Характеристики маятников приведены в таблице. Какие два маятника нужно взять ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№	Длина маятника	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	0,5 м	5 см ³	Медь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,0 м	8 см ³	Сталь
5	1,5 м	5 см ³	Сталь

Ответ:

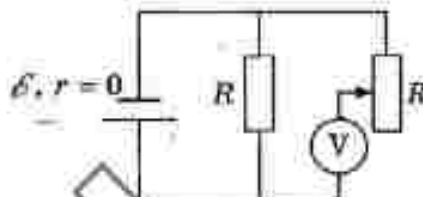


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 и соответствию с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

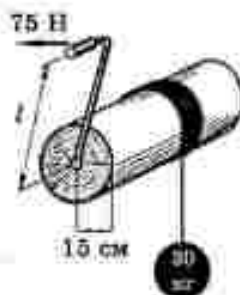
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

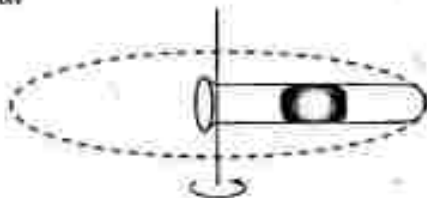


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

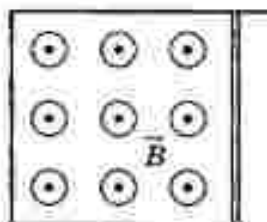
22. Какой длины l должна быть рукоятка ворота, чтобы при усилии в 75 Н равномерно поднимать груз массой 30 кг ? Радиус вала ворота 15 см , трением пренебречь.



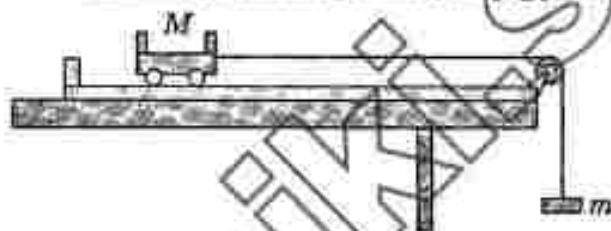
23. Прямолинейный проводник длиной 1 м , по которому течёт ток, равный 3 А , расположен в однородном магнитном поле индукцией $B = 0,4\text{ Тл}$ под углом 30° к вектору \vec{B} . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?
24. В открытой пробирке, вращающейся в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 10 с^{-1} вокруг вертикальной оси, проходящей через край пробирки, находится столбик ртути длиной $h = 1\text{ см}$, центр которого отстоит от оси вращения на расстоянии $r = 20\text{ см}$. До какой температуры T_2 надо нагреть пробирку, чтобы при увеличении угловой скорости в 4 раза столбик ртути не сместился? Начальная температура $t_1 = 0^\circ\text{С}$, а внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5\text{ Па}$.



25. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



26. В установке, изображённой на рисунке, масса грузика m подобрана так, что первоначально покоящаяся тележка после толчка вправо движется равномерно по поверхности трибометра. С каким ускорением будет двигаться тележка, если её толкнуть влево? Масса грузика m в 9 раз меньше массы тележки M . Массами блока и нити пренебречь. Нить нерастяжима. Силу сопротивления движению тележки считать постоянной и одинаковой в обоих случаях. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 34

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 5 с до 7 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/м удлинится на 5 см.

Ответ: _____ Н.

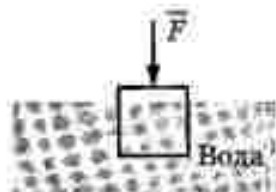
3. Два бруска одинаковой массы 1,5 кг скользят навстречу друг другу. Скорость первого бруска равна 2 м/с, а второго 3 м/с. Чему равен импульс этих тел после абсолютно неупругого соударения?

Ответ: _____ кг·м/с

4. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 0,33 м. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

5. В таблице приведены результаты опытов по определению модуля силы \vec{F} , с которой нужно вертикально вниз действовать на деревянный кубик с ребром 10 см, для того чтобы погрузить его в воду. Перед началом опытов кубик плавал в воде. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны. Считать, что в каждом из опытов кубик покоился.

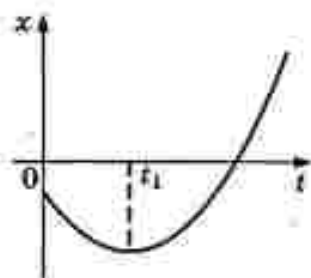


№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 8 кубик погружён в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,6 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружён в воду на половину своего объёма.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м³.

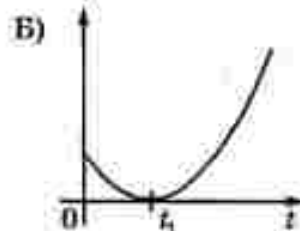
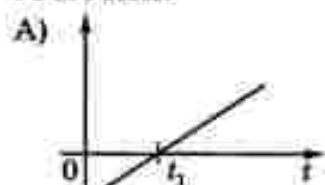
Ответ: _____.

6. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось Ox
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

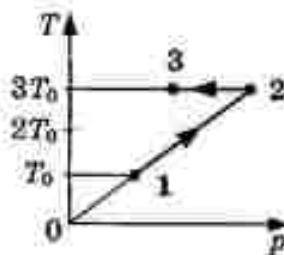
7. Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру газа, чтобы его объем уменьшился в 4 раза?

Ответ: уменьшить в _____ раз(-а).

8. В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: _____ кДж.

9. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных все утверждения, которые верно отражают результаты этого эксперимента. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) В процессе 1–2 объем газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершил работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Концентрация газа в состоянии 1 равна концентрации газа в состоянии 2.

Ответ: _____.

10. Объем сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменится в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

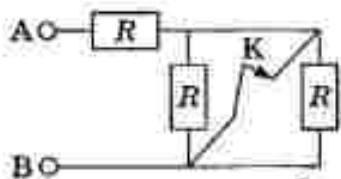
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

11. Определите сопротивление участка цепи АВ, изображенного на рисунке, если ключ К замкнут. Сопротивление каждого резистора равно 3 Ом.



Ответ: _____ Ом.

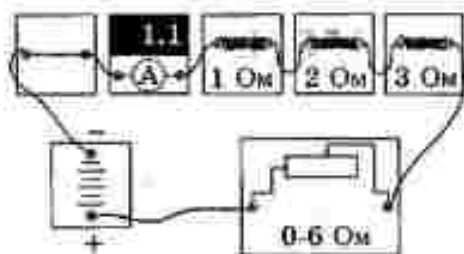
12. В однородном магнитном поле движется по окружности электрон со скоростью $4v$ и α -частица со скоростью v . Найдите отношение модулей силы Лоренца, действующей на электрон и на α -частицу F_1/F_2 .

Ответ: _____.

13. Точечный источник света находится на расстоянии 1,2 м от плоского зеркала. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м?

Ответ: _____ м.

14. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах. Выберите из предложенных все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны. Сопротивления батарейки, ключа и амперметра пренебрежимо малы.



- 1) Если идеальный вольтметр подключить параллельно резистору с сопротивлением 3 Ом, то его показания будут равны 3 В.
- 2) На резисторе с сопротивлением 2 Ом за 1 минуту выделяется 145,2 Дж теплоты.
- 3) При перемещении ползунка реостата вправо показания амперметра увеличиваются.
- 4) При перемещении ползунка реостата влево напряжение на резисторе с сопротивлением 1 Ом увеличивается.
- 5) Общее сопротивление цепи равно 6 Ом, если ползунок реостата находится в крайнем левом положении.

Ответ: _____.

15. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом энергия конденсатора и разность потенциалов между его обкладками? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится
 Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

16. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия $^{137}_{55}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?
 Ответ: через _____ лет.

17. Выберите среди приведённых во втором столбце ядерных реакций те, которые являются примерами реакций альфа- и бета-распада. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

- А) альфа-распад
 Б) бета-распад

ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

- 1) $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}$
 2) $^{176}_{71}\text{Lu} \rightarrow ^{176}_{72}\text{Hf} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}$
 3) $^{238}_{92}\text{U} + ^{20}_{10}\text{Ne} \rightarrow ^{258}_{102}\text{No} + 4^1_0\text{n}$
 4) $^{113}_{48}\text{Cd} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{114}_{48}\text{Cd} + \gamma$

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) При совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебательной системы наблюдается явление резонанса.
 - 2) Процесс передачи количества теплоты от более нагретого тела к менее нагретому является обратимым.
 - 3) В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц всегда равна нулю.
 - 4) Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней.
 - 5) В планетарной модели атома в центре атома находится положительно заряженное ядро.

Ответ: _____

19. В паспорте барометра указано, что погрешность прямого измерения давления не превосходит 3 мм рт. ст. Чему равно давление в комнате согласно показаниям барометра?

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого школьник взял батарейку, резистор и соединительные провода. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|----------------|--------------|
| 1) реостат | 4) линейка |
| 2) вольтметр | 5) амперметр |
| 3) конденсатор | |

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рисунке 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рисунке 2.

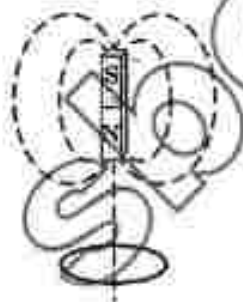


Рис. 1

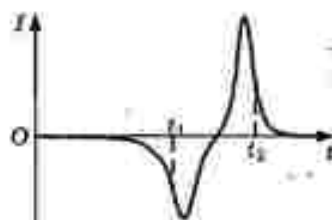
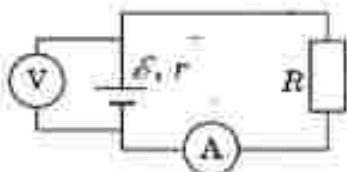


Рис. 2

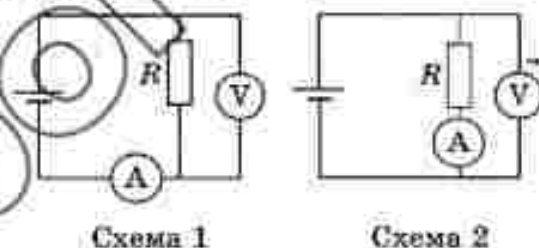
Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

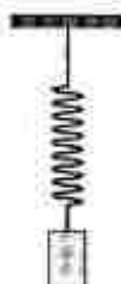
22. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более быстрого шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной $1,5 \text{ м/с}$?
23. В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС источника 5 В , а его внутреннее сопротивление 2 Ом . Источник нагружен на сопротивление 3 Ом . Какова сила тока в цепи?



24. В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, налили $0,2 \text{ кг}$ воды при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.
25. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивления резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны 6 В ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



26. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью $k = 400 \text{ Н/м}$, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент, после чего оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3 \text{ см}$ относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента? Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 35

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Шарик движется по окружности радиусом $r = 1$ м со скоростью $v = 2$ м/с. Каким будет его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 2 раза, оставив скорость шарика прежней?

Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Чему равна жёсткость первой пружины k_1 ?



Ответ: _____ Н/м.

3. Автомобиль с выключенным двигателем проехал 50 м вниз по дороге, проложенной под углом 30° к горизонту. При этом его скорость достигла 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

4. Подвешенный на легкой нити длиной 10 см шарик массой 20 г совершает гармонические колебания. Во сколько раз уменьшится частота его колебаний, если длину нити увеличить в 4 раза?

Ответ: уменьшится в _____ раз(-а).

5. Груз массой 0,1 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате небольшого толчка груз пришёл в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза относительно положения равновесия h от времени t . На основании данных, приведённых в таблице, выберите все верные утверждения о движении груза. Запишите цифры, под которыми они указаны.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ см}$	0	12	20	12	0	12	20	12	0

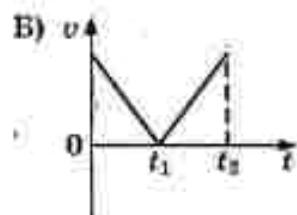
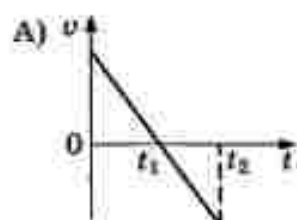
- 1) Максимальный угол отклонения нити от вертикали равен 60° .
- 2) Частота колебаний груза равна $0,25$ Гц.
- 3) В промежуток времени от 0 с до 5 с кинетическая энергия груза достигла максимального значения 2 раза.
- 4) В момент 8 с кинетическая энергия груза равна 0 .
- 5) Максимальная скорость груза равна 4 м/с.

Ответ: _____.

6. Графики А) и Б) представляют собой зависимости проекции скорости прямолинейно движущегося тела от времени t . Установите соответствие между графиками и характеристиками движения каждого тела.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



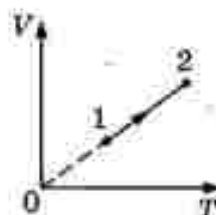
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

- 1) в промежутке времени от 0 до t_1 тело не меняло направление движения
- 2) в промежутке времени от 0 до t_2 тело не останавливалось
- 3) в промежутке времени от 0 до t_2 ускорение тела было постоянным
- 4) путь, пройденный телом в промежутке времени от 0 до t_1 , меньше, чем в промежутке времени от t_1 до t_2

Ответ:

А	Б

7. На рисунке приведен график зависимости объема идеального газа постоянной массы от его абсолютной температуры. Давление газа в состоянии 1 равно 50 кПа. Чему равно давление газа в состоянии 2, если его объем увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ кПа.

8. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 40 кДж теплоты. Какую работу совершает при этом рабочее тело двигателя?

Ответ: _____ кДж.

9. В сосуде под поршнем находится вода и водяной пар. Масса воды равна массе пара. Объем сосуда изотермически увеличивают в 3 раза. Выберите из предложенных утверждений все, которые верно отражают результаты этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Масса пара в сосуде не изменяется.
- 2) В конечном состоянии давление пара в сосуде в три раза меньше первоначального.
- 3) Давление пара сначала было постоянным, а затем стало уменьшаться.
- 4) Плотность пара в начале и в конце опыта одинакова.
- 5) Концентрация пара в сосуде в начале опыта больше, чем в конце опыта.

Ответ: _____.

10. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



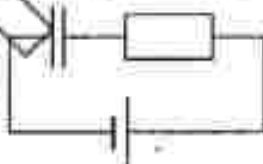
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Концентрация молекул газа

11. Чему равен заряд конденсатора в схеме, представленной на рисунке, если ЭДС батарейки равна $\mathcal{E} = 8$ В, сопротивление резистора $R = 5$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 20$ мкФ?

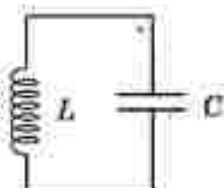


Ответ: _____ мкКл.

12. Энергия магнитного поля катушки с током равна 0,64 Дж. Индуктивность катушки равна 20 мГн. Какова сила тока в катушке?

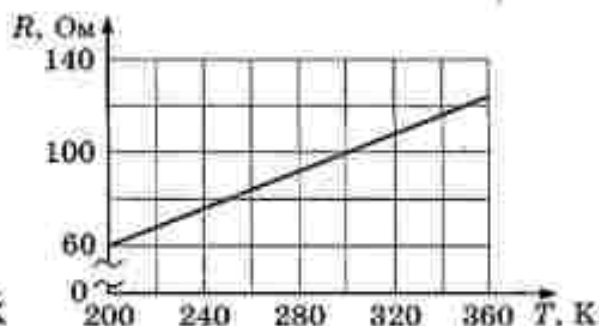
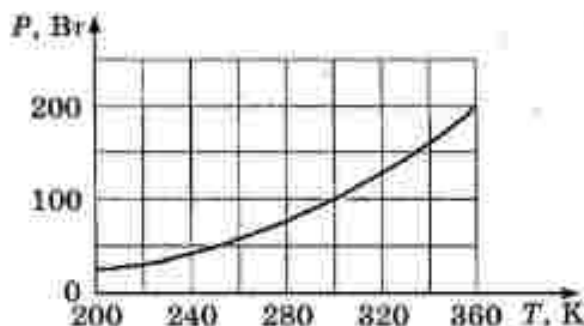
Ответ: _____ А.

13. В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5$ В, $\omega = 2000\pi$ с⁻¹. Определите период колебаний напряжения.



Ответ: _____ с.

14. На рисунке изображены графики зависимости мощности лампы накаливания $P = P(T)$ и сопротивления её спирали $R = R(T)$ от температуры. Выберите все верные утверждения, которые можно сделать, анализируя эти графики. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 200$ Вт меньше 150 В.
- 2) Сопротивление спирали лампы при подводимой мощности $P = 100$ Вт равно 80 Ом.
- 3) С уменьшением мощности, подводимой к лампе, напряжение на ней падает.
- 4) Напряжение на лампе возрастает пропорционально подводимой к ней мощности.
- 5) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 100$ Вт равно 100 В.

Ответ: _____.

15. Неразветвленная электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключенного к его выводам внешнего резистора. Как изменится при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

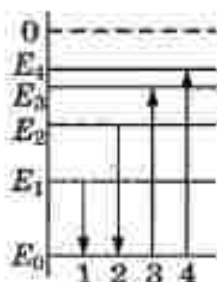
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	ЭДС источника

16. Определите количество протонов в частице X, образовавшейся в результате ядерной реакции ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_{10}^4\text{He} \rightarrow {}_Z^AX + 4{}_0^1\text{n}$.

Ответ: _____.

17. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырех переходов связан с поглощением света наибольшей длины волны, а какой — с излучением света наибольшей частоты?



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наибольшей длины волны
 Б) излучение света наибольшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- 1) 1
 2) 2
 3) 3
 4) 4

Ответ:

А	Б

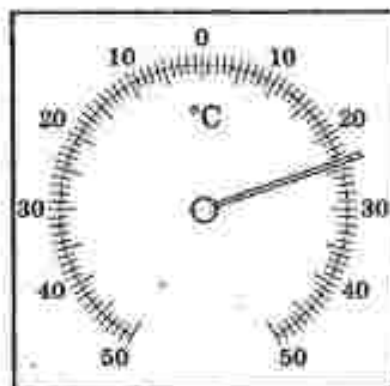
18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равноускоренном движении ускорение тела за любые равные промежутки времени изменяется одинаково.
- 2) В процессе кипения жидкости при постоянном внешнем давлении её температура не меняется.
- 3) Сила тока короткого замыкания определяется только внутренним сопротивлением источника.
- 4) В поперечной механической волне колебания частиц происходят в направлении, перпендикулярном направлению распространения волны.
- 5) В результате α -распада элемент смещается в Периодической системе элементов Д.И. Менделеева на две клетки ближе к концу.

Ответ: _____

19. Чему равна температура в комнате, согласно показаниям комнатного термометра, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?

Ответ: (_____) °C



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент жёсткости пружины. Для этого школьник взял штатив с закреплённой на нём пружинной. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|--------------|---------------|
| 1) реостат | 4) линейка |
| 2) магнит | 5) динамометр |
| 3) батарейка | |

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рисунке 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.

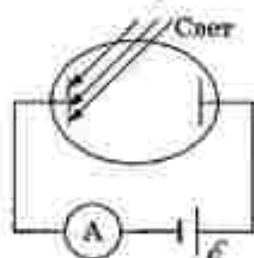


Рис. 1

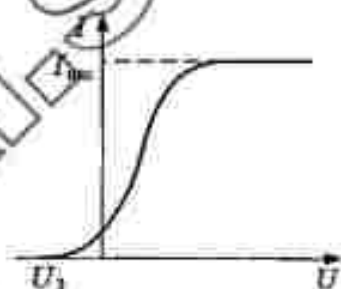
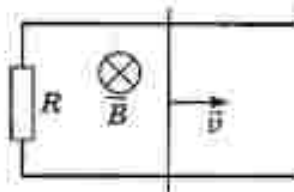


Рис. 2

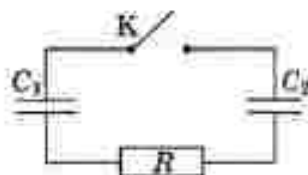
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жёсткими стенками объёмом $0,6 \text{ м}^3$. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж . На сколько возросло давление газа?
23. Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надёжный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре?

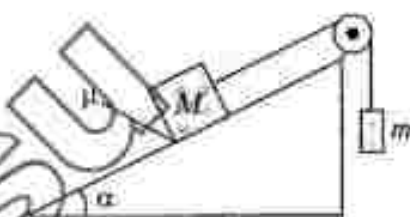


24. Воздушный шар объёмом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой до температуры $77 \text{ }^\circ\text{C}$. Какой должна быть максимальная температура окружающего воздуха плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзина и воздухоплаватель) массой 200 кг ? Оболочку шара считать нерастяжимой.

25. Конденсатор $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ заряжен до напряжения $U = 300 \text{ В}$ и включен в последовательную цепь из резистора $R = 300 \text{ Ом}$, незаряженного конденсатора $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



26. Грузы массами $M = 1 \text{ кг}$ и m связаны лёгкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов ещё не выходит из первоначального состояния покоя? Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

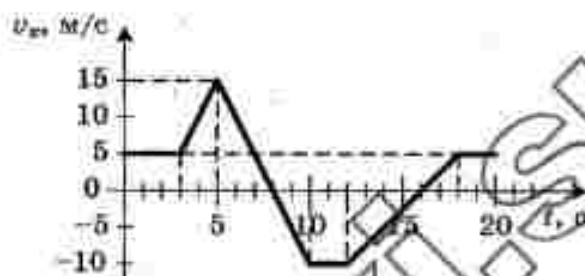
SbornikKKSU

ВАРИАНТ 36

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела от времени. Определите проекцию ускорения тела на эту ось в промежутке от 5 с до 10 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение $4,5 \text{ м/с}^2$. Чему равно ускорение тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{3}F$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с².

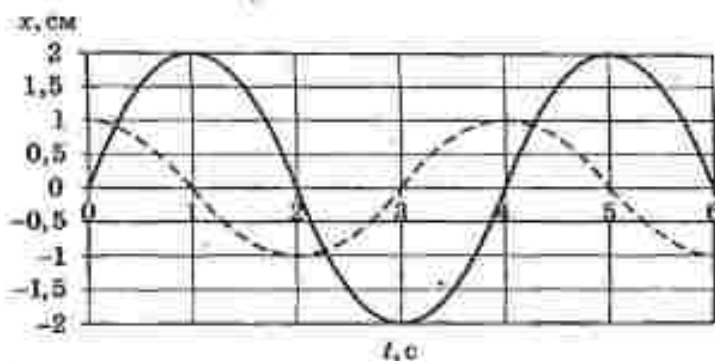
3. Небольшое тело массой $1,5 \text{ кг}$ движется со скоростью 2 м/с . На сколько увеличится кинетическая энергия тела, если его скорость возрастёт в 2 раза?

Ответ: увеличится на _____ Дж.

4. Человек массой 80 кг с сумкой массой 10 кг стоит неподвижно на полу. Сила давления подошв его ботинок на пол равномерно распределена по площади 600 см^2 . Какое давление человек оказывает на пол?

Ответ: _____ Па.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепённых к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 . Выберите все верные утверждения о движении тел. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза меньше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуда колебаний тела 1 в два раза больше амплитуды колебаний тела 2.
- 3) Массы тел равны.
- 4) Максимальная скорость груза 1 в два раза больше, чем максимальная скорость груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ: _____.

6. На гладкой горизонтальной плоскости покоится небольшое тело массой m . На него налетает тело массой $2m$, движущееся со скоростью v . Определите кинетическую энергию тела массой m и изменение модуля скорости тела массой $2m$ в результате абсолютно неупругого столкновения тел.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия тела массой m
- Б) изменение модуля скорости тела массой $2m$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{1}{8} v$
- 2) $\frac{2}{8} v$
- 3) $\frac{2}{9} mv^2$
- 4) $\frac{1}{4} mv^2$

Ответ:

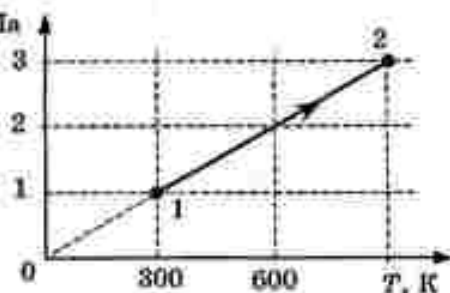
А	Б

7. В результате охлаждения и расширения идеального одноатомного газа постоянной массы его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась температура газа?

Ответ: уменьшилась в _____ раз(-а).

8. На рисунке показан график изменения состояния $p, 10^5$ Па постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько в результате этого увеличилась его внутренняя энергия?

Ответ: увеличилась на _____ кДж.



9. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде увеличилось.

- 3) Концентрация гелия не изменилась.
 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ: _____ кПа.

10. Аргон помещают в открытый сверху сосуд под лёгкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^4 Па. Начальный объём газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объём газа $V(T)$
 Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

ФОРМУЛЫ

- 1) $dT, d = 2 \text{ Дж/К}$
 2) $\frac{b}{T}, b = 4050 \text{ м}^3 \cdot \text{К}$
 3) $aT, a = 2 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{К}$
 4) $cT, c = 20 \text{ Дж/К}$

Ответ:

А	Б

11. Два неподвижных точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 16 нН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояния между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 4 раза?

Ответ: _____ нН.

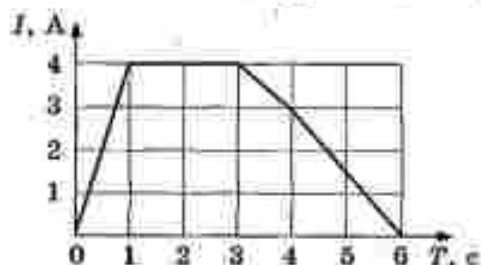
12. За время $\Delta t = 4$ с магнитный поток через площадку, ограниченную проволочной рамкой, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 6 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

13. Предмет находится на расстоянии 60 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет приблизить к зеркалу на 25 см?

Ответ: _____ см.

14. В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике. Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения о процессах, происходящих в катушке. Запишите цифры, под которыми они указаны.



- 1) Скорость изменения тока в катушке была максимальна в интервале времени от 4 до 6 с.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 1 до 3 с.
- 3) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с.

Ответ: _____.

15. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и частота обращения, если в этом поле будет двигаться с той же скоростью α -частица?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Частота обращения

16. Определите количество нейтронов в ядре изотопа урана ${}_{92}^{238}\text{U}$.

Ответ: _____.

17. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать её светом частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. Как изменится при этом количество вылетающих из пластины фотоэлектронов и длина световой волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество фотоэлектронов	Длина волны

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

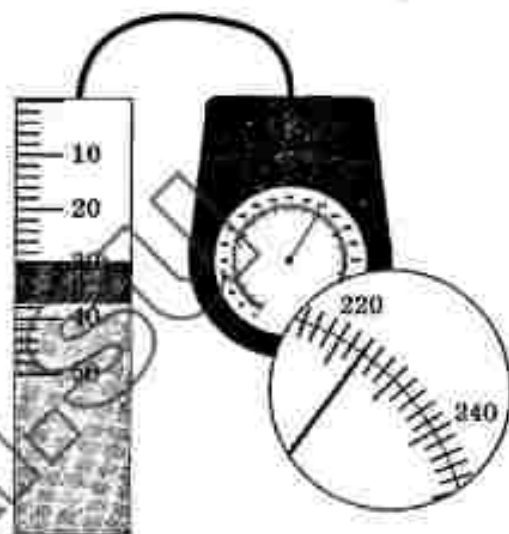
- 1) Импульсом тела называется величина, равная произведению массы тела на его ускорение.
- 2) Теплопередача путём теплопроводности происходит за счёт переноса вещества в струях и потоках.

- 3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) Свободные электрические колебания являются гармоническими, если электрический заряд с течением времени меняется по закону синуса или косинуса.
- 5) β -излучение представляет собой поток электронов или позитронов, возникающих при распаде ядер.

Ответ: _____.

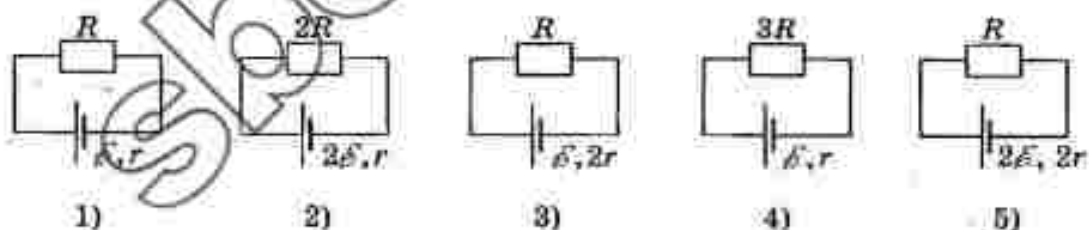
19. Чему равно давление воздуха в баллоне, если погрешность манометра $\Delta p = 3$ мм рт. ст.?

Ответ: (_____ \pm _____) мм рт. ст.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от его сопротивления. В распоряжении ученика имеются 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

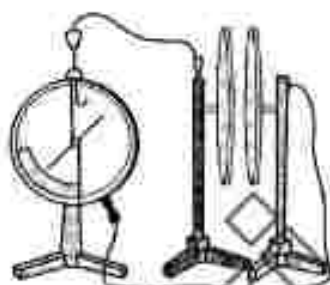
Ответ:



**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую — со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. При изобарном нагревании газообразный гелий получил количество теплоты 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии гелия? Масса гелия в данном процессе не менялась.
23. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2}$ мм², если напряжение на нём 2,4 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12$ Ом \cdot мм²/м.
24. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рисунок 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рисунок 2)? Тепловыми потерями пренебречь.

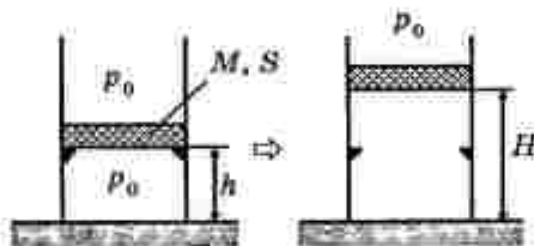


Рис. 1

Рис. 2

25. Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$).
26. Маленький грузик, подвешенный на нерастяжимой нити, вращается в вертикальной плоскости. Разность сил натяжения в нижней и верхней точках траектории при этом составляет 30 Н. Определите массу шарика m . *Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.*



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

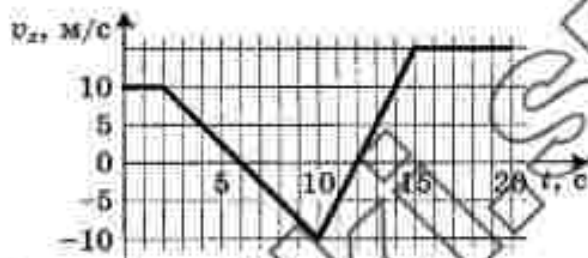
Sborniki.SU

ВАРИАНТ 37

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения тела в интервале времени от 12 до 15 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Деревянный брусок массой $m = 0,9$ кг, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы $F = 0,3$ Н по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Каков коэффициент трения бруска об опору, если $S_1 = 15$ см²?

Ответ: _____.

3. Тело массой 0,1 кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. Чему равна работа силы тяжести за один оборот вращения тела?

Ответ: _____ Дж.

4. Железная деталь объёмом 220 см³ полностью погружена в воду. Определите силу Архимеда, действующую на деталь.

Ответ: _____ Н.

5. Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат x и y от времени наблюдения. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Запишите цифры, под которыми они указаны.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,6	0,75	0,8	0,75	0,6	0,35	0

- 1) Тело бросили со скоростью 5 м/с.
- 2) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.
- 3) В момент времени $t = 0,3$ с тело удалилось от начала системы координат на расстояние, большее 2 м.
- 4) Проекция скорости v_x в момент времени $t = 0,2$ с равна 2 м/с.
- 5) Тело бросили под углом 45° .

Ответ: _____.

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

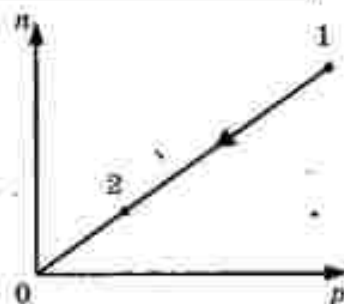
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость движения спутника по орбите	Период обращения спутника вокруг Земли

7. При переводе постоянной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Чему равна температура газа в состоянии 2, если начальная температура равна

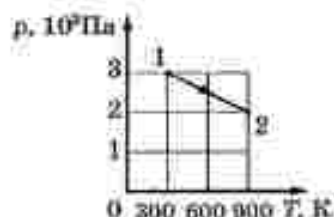
$$600 \text{ К, а } \frac{p_1}{p_2} = 3?$$

Ответ: _____ К.



8. На рисунке показан график зависимости давления одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. В состоянии 1 внутренняя энергия газа равна 1,5 кДж. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?

Ответ: _____ кДж.



9. Твёрдое вещество медленно нагревалось в плавающей печи с постоянной мощностью. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

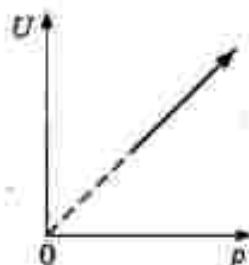
Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, $^\circ\text{C}$	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна 329°C .
- 2) Через 18 мин после начала измерений вещество находилось и в жидком, и в твёрдом состояниях.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.
- 4) Через 30 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 5) Процесс плавления вещества продолжался менее 25 минут.

Ответ: _____.

10. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U — внутренняя энергия газа; p — его давление). Как изменятся в ходе этого процесса объём и теплоёмкость газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

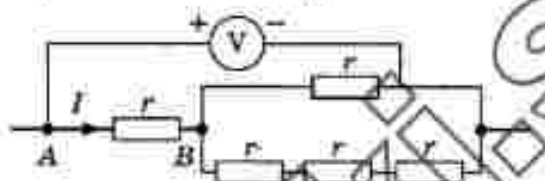


- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Теплоёмкость газа

11. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 0,5$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 2$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

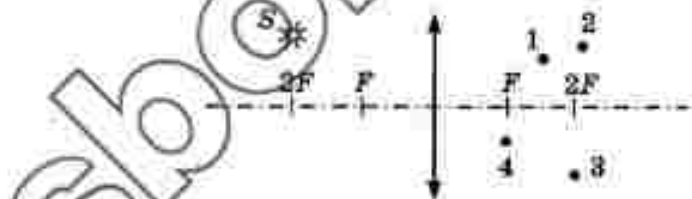


Ответ: _____ В.

12. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока в ней 3 А.

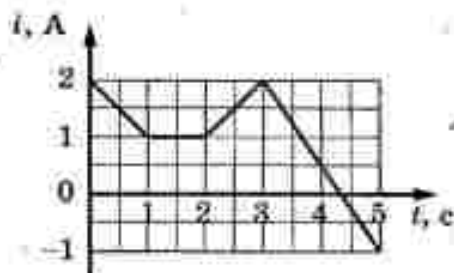
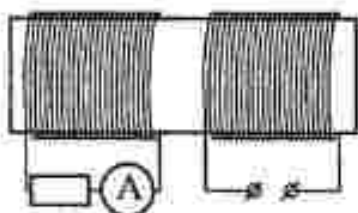
Ответ: _____ мДж.

13. В какой из точек (1, 2, 3 или 4) находится изображение светящейся точки S (см. рисунок), создаваемое тонкой собирающей линзой с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____

14. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны. Явлением самоиндукции пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0-1 с и 2-3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Всё время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0-1 с и 2-3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ: _____.

15. Стеклообразную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, переделали из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Фокусное расстояние	Оптическая сила

16. Чему равно количество нейтронов в ядре изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$?

Ответ: _____.

17. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, h — постоянная Планка, p — импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
- Б) энергия фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p}{h}$
- 2) $\frac{h}{p}$
- 3) $h\nu$
- 4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

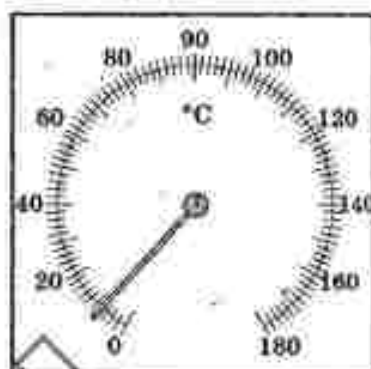
- 1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа обратно пропорциональна абсолютной температуре газа.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками не зависит от траектории.

- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны уменьшается.
 5) При электронном β -распаде масса ядра остается практически неизменной.

Ответ: _____.

19. Чему равна температура на улице, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?

Ответ: (_____ \pm _____) °C.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали 5 разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Ответ:



**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
 Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**

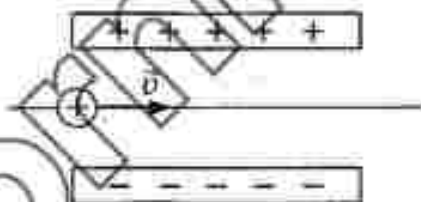
Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

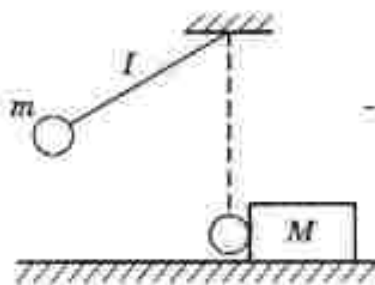
21. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда, при этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия маятника достигает половины своего максимума?
23. Когда на металлическую пластину падает электромагнитное излучение с длиной волны λ , максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 4,5 эВ. Если длина волны падающего излучения равна 2λ , то максимальной кинетической энергией фотоэлектронов равна 1 эВ. Чему равна работа выхода электронов из металла?
24. Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?
25. Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость v , с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряжённость электрического поля конденсатора 5200 В/м. Каково расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



26. Маленький шарик массой $m = 0,3$ кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведён от положения равновесия (это показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M = 1,5$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость u бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



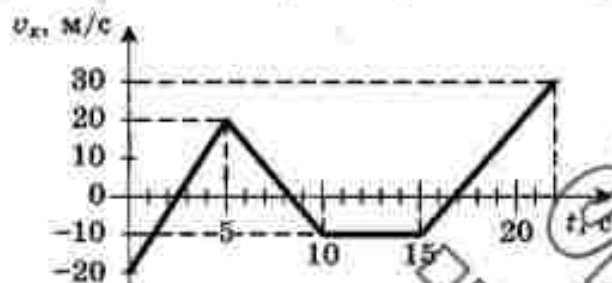
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 38

Часть 1

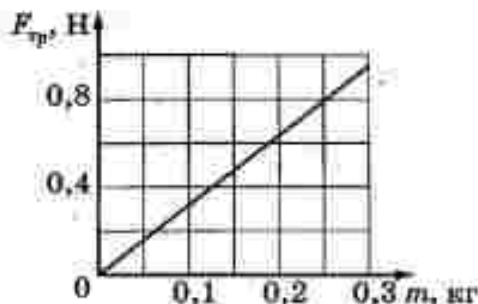
Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 10 до 15 с.



Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения в этом исследовании?

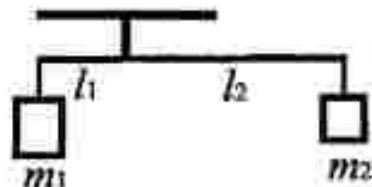


Ответ: _____

3. Шарик на длинной лёгкой нерастяжимой нити совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать её равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 2 м/с. Какова масса шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Невесомый рычаг находится в равновесии, когда к его правому плечу длиной $l_2 = 45$ см подвешен груз массой $m_2 = 0,25$ кг, а к левому концу – груз массой $m_1 = 0,75$ кг (см. рисунок). Чему равна длина левого плеча рычага l_1 ?



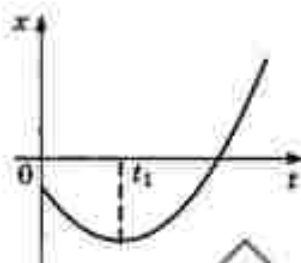
Ответ: _____ см.

5. Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс налетающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

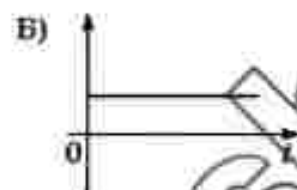
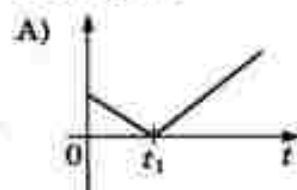
Ответ: _____.

6. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



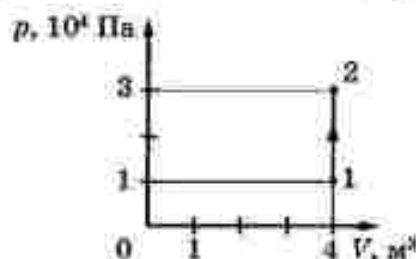
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса тела на ось Ox
- 2) модуль скорости тела
- 3) проекция ускорения тела на ось Ox
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

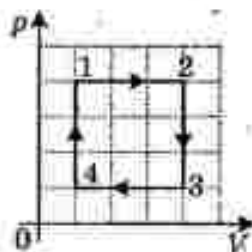
А	Б

7. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна 27 °С. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

8. Чему равна работа, совершенная 2 моль идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 80 кПа, а объем 1 л?



Ответ: _____ Дж.

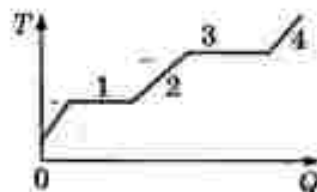
9. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного и того же количества газа в различных равновесных состояниях. Из приведённого ниже списка выберите *все* верные утверждения, описывающие результаты данного опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны. Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , °C	27	27	27	27	57	177	327

- Объём газа в состоянии 4 в 1,5 раза больше объёма газа в состоянии 3.
- В опытах 1 и 7 объём газа одинаков.
- Внутренняя энергия газа в опыте 2 равна внутренней энергии газа в опыте 1.
- При переходе от состояния 6 к состоянию 7 газ отдавал тепло.
- При переходе от состояния 4 к состоянию 5 внешние силы совершали работу по сжатию газа.

Ответ: _____

10. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

- нагревание вещества в газообразном состоянии
- кипение жидкости

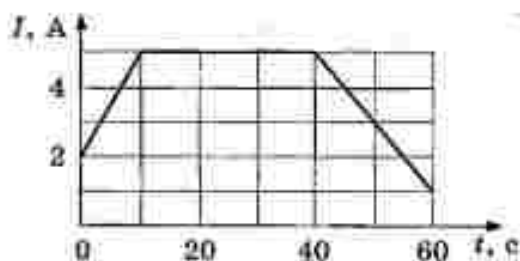
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1
- 2
- 3
- 4

Ответ:

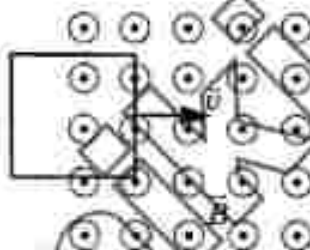
А	Б

11. На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 60$ с с момента начала отсчёта времени.



Ответ: _____ Кл.

12. В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна $\mathcal{E} = 6$ мВ. Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью \vec{v}' ?

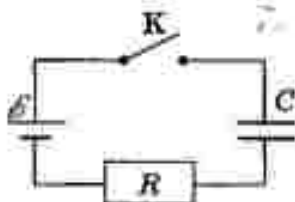


Ответ: _____ мВ.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 10° . Определите угол между падающим и отражённым лучами.

Ответ: _____

14. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 30$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице. Внутренним сопротивлением источника тока и проводов пренебречь.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 с равно 6 В.
- 4) В момент времени $t = 4$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 4,2 В.

Ответ: _____.

15. Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Как изменится общее сопротивление этого участка и тепловая мощность, выделяемая на первом проводнике, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое, а длину первого проводника и напряжение на концах участка оставить без изменения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление участка цепи	Тепловая мощность на первом проводнике

16. Определите количество протонов частицы X , образовавшейся в результате ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$.

Ответ: _____.

17. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ и стали освещать её светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной её частоту. Как изменятся при этом максимальная скорость фотоэлектронов и их количество?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная скорость фотоэлектронов	Количество фотоэлектронов

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциальная энергия тела может принимать отрицательное значение.
- 2) В закрытом сосуде, в котором находится жидкость и её пар, пар является насыщенным.
- 3) Частота собственных электромагнитных колебаний в контуре увеличится, если увеличить ёмкость конденсатора.
- 4) Если энергия падающих фотонов монохроматического света при фотоэффекте увеличится, то длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, также увеличится.
- 5) У атома лития ${}^6_3\text{Li}$ шесть электронов.

Ответ: _____.

19. Чему равно напряжение, которое показывает вольтметр, если погрешность измерения напряжения равна половине цены деления вольтметра?



Ответ: (____ ± ____) В.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу линзы. Для этого школьник взял линзу и небольшую лампочку. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|--------------------------|---------------|
| 1) призма | 3) секундомер |
| 2) экран | 4) линейка |
| 5) дифракционная решётка | |

В ответ запишите номера выбранных предметов

Ответ:

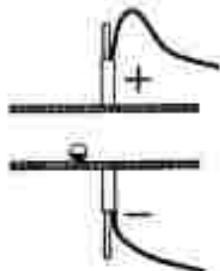


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

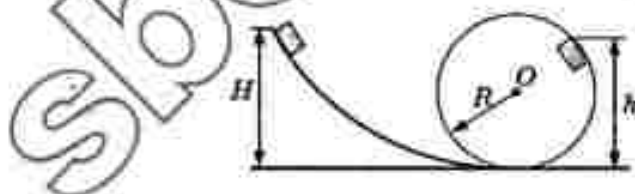
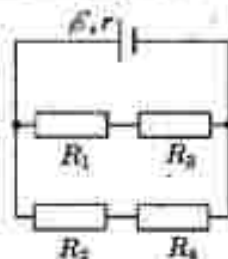
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На одну из двух близко расположенных горизонтальных металлических пластин, укреплённых на изолирующих подставках, положили металлический шарик (см. рисунок). Когда пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков, шарик пришёл в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите и объясните движение шарика.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная масса болта, имеющего удельную теплоёмкость 500 Дж/(кг · К) и температуру 339 К, чтобы после опускания его в калориметр весь лёд растаял? Тепловыми потерями пренебречь.
23. Предмет находится на расстоянии $d = 5$ см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 4$ см. Определите увеличение предмета, даваемое линзой.
24. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа повышается на ΔT , а КПД тепловой машины равен η . Определите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.
25. В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 9$ Ом, ЭДС батареи $\mathcal{E} = 20$ В, её внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Определите мощность, выделяемую на резисторе R_3 .
26. Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H = 3$ м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли R , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой $F = 2,5$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение. Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

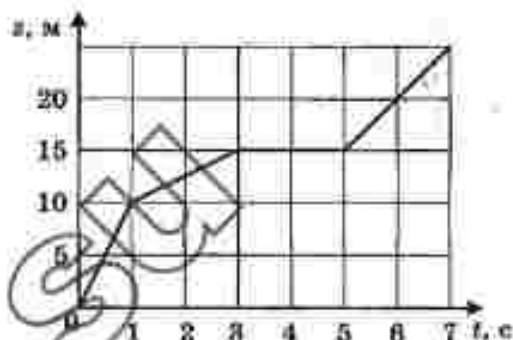
ВАРИАНТ 39

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости материальной точки в промежутке времени от 5 до 7 с.

Ответ: _____ м/с.



2. Во сколько раз масса Юпитера больше массы Земли, если сила притяжения Юпитера к Солнцу в 11,8 раза больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу, а расстояние между Юпитером и Солнцем в 5,2 раза больше, чем расстояние между Солнцем и Землёй? Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по орбитам. Ответ округлите до целых.

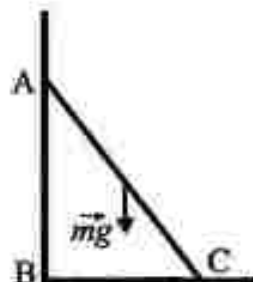
Ответ: больше в _____ раз(а).

3. Снаряд вылетает из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту. Каким будет отношение $\frac{v_c}{v_a}$ скоростей снаряда и платформы, с которыми они станут двигаться после выстрела, если отношение масс платформы с пушкой и снаряда равно $\frac{m_u}{m_c} = 1000$?

Ответ: _____.

4. На рисунке изображена однородная доска AC, прислонённая к стене. Чему равен момент силы тяжести, действующей на доску относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка? Масса доски равна 12 кг, её длина AC = 2,0 м, расстояние от угла B до нижнего конца доски BC = 1,2 м.

Ответ: _____ Н·м.



5. Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают без начальной скорости, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени 0,1 с. Выберите *все* верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. В ответе укажите их номера.

$t, \text{с}$	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$x, \text{см}$	2,0	1,4	0,0	-1,4	-2,0	-1,4	0,0

- 1) Период колебаний груза равен 2 с.
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В момент времени 1,0 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 4) В момент времени 3,0 с ускорение груза максимально.
- 5) Модуль силы, с которой пружина действует на груз в момент времени 2,0 с, больше, чем в момент времени 0,5 с.

Ответ: _____.

6. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

- A) $v_x = 3$
- B) $v_x = -2 + t$

КООРДИНАТА

- 1) $x = 5 - 3t$
- 2) $x = 1 - 2t + 0,5t^2$
- 3) $x = 2 + 3t$
- 4) $x = 2t + t^2$

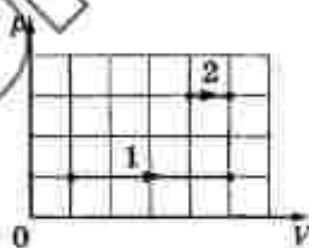
Ответ:

A	B

7. В результате охлаждения разреженного одноатомного газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом абсолютная температура газа?

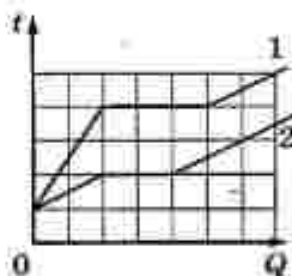
Ответ: уменьшилась в _____ раз(-а).

8. На p - V -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Чему равно отношение работ $\frac{A_2}{A_1}$, совершённых газом в этих процессах?



Ответ: _____.

9. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения и укажите их номера.



- 1) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 2) Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго.
- 3) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 4) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 5) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.

Ответ: _____.

10. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный аргоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру аргона в нём неизменной. Как изменятся при этом внутренняя энергия аргона в сосуде и концентрация его молекул?

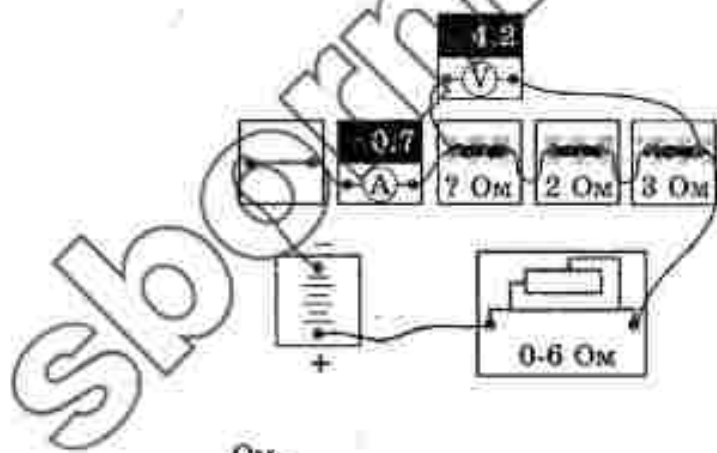
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Внутренняя энергия аргона	Концентрация молекул аргона

11. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра — в амперах. Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

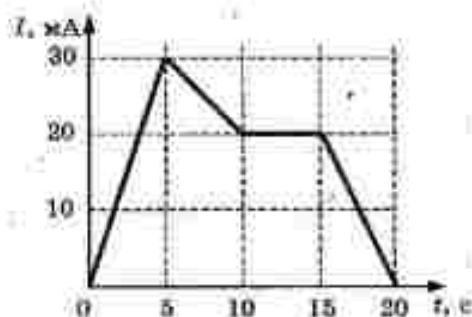


Ответ: _____ Ом.

12. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1$ м, по которому течёт ток $I = 4$ А, расположен в однородном магнитном поле под углом 30° к вектору \vec{B} . Каков модуль индукции магнитного поля B , если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,1$ Н?

Ответ: _____ Тл.

13. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в катушке, индуктивность которой 1 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



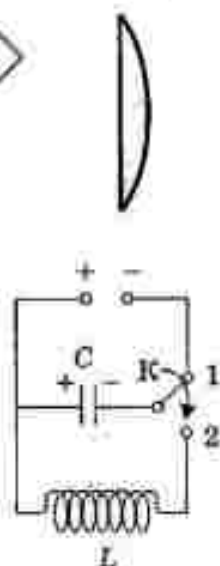
Ответ: _____ мВ.

14. Стеклолинную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекло}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{вода}} = 1,33$). Выберите *все* верные утверждения о характере изменений, произошедших с линзой. В ответе укажите их номера.

- 1) Линза из рассеивающей превратилась в собирающую.
- 2) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 5) Линза осталась собирающей.

Ответ: _____.

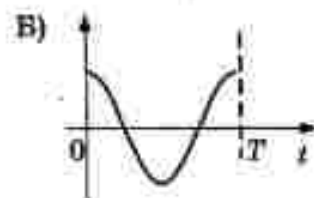
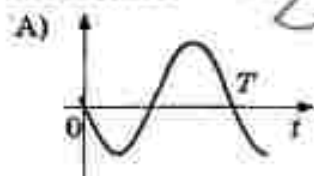
15. Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Приведённые ниже графики А) и Б) представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в катушке
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) заряд на левой обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жёсткости пружины?

№ маятника	Жёсткость пружины	Объём сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	10 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	50 Н/м	80 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:



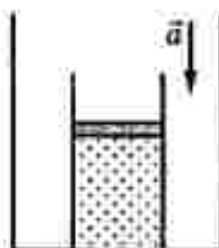
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сместится поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

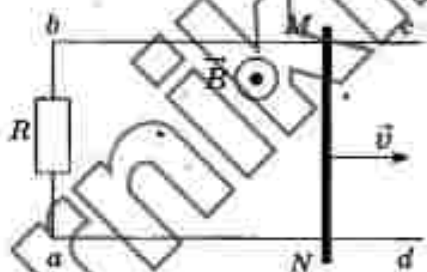


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. К бруску массой 0,4 кг, лежащему на горизонтальной поверхности стола, прикреплена пружина. Свободный конец пружины тянут медленно в вертикальном направлении (см. рисунок). Определите величину потенциальной энергии, запасённой в пружине в момент отрыва бруска от поверхности стола, если пружина при этом растягивается на 2 см. Массой пружины пренебречь.



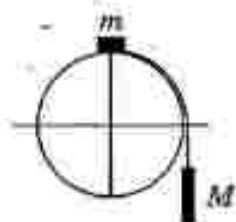
23. По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.



24. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100$ °С равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность ϕ воздуха в первоначальном состоянии. Утечки вещества из сосуда пренебречь.

25. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяемая на реостате, достигается при промежуточном значении его сопротивления и равна 4,5 Вт. Чему равно внутреннее сопротивление источника?

26. Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу M , если $m = 100$ г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы. Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



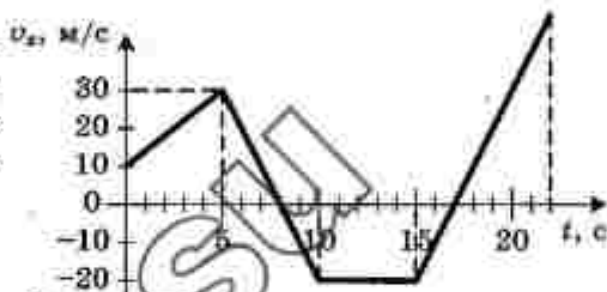
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 40

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

2. Две звезды имеют одинаковые массы и взаимодействуют с силами, равными по модулю F . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5-раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Ответ: уменьшится в _____ раз(-а).

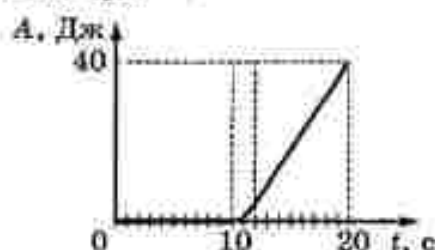
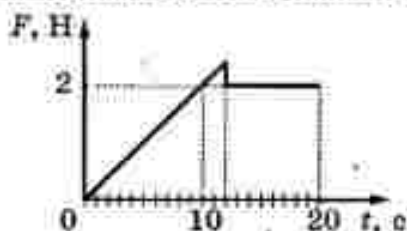
3. Движущийся шарик имеет импульс $p = 6$ кг·м/с и массу $m = 3$ кг. При какой скорости шарика его импульс увеличится в два раза?

Ответ: _____ м/с.

4. В сосуд высотой 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равна сила давления воды на дно сосуда, если площадь дна $0,01$ м²? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Н.

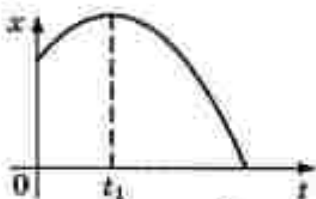
5. На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила \vec{F} , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите *все* верные утверждения на основании анализа представленных зависимостей. В ответе укажите их номера.



- 1) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 2) Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 3) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 4) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 5) Сила трения скольжения равна 2 Н.

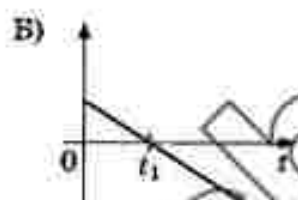
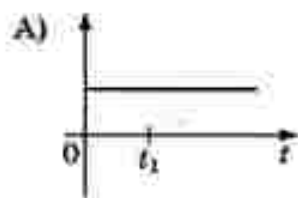
Ответ: _____.

6. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox , от времени t . Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих данное движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



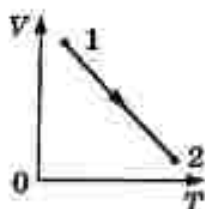
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия тела
- 2) модуль ускорения тела
- 3) модуль импульса тела
- 4) проекция скорости тела на ось x

Ответ:

А	Б

7. 2 моль идеального газа переходят из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на рисунке. Во сколько раз увеличивается давление в этом процессе, если объем газа уменьшился в 4 раза, а температура выросла в 2 раза?

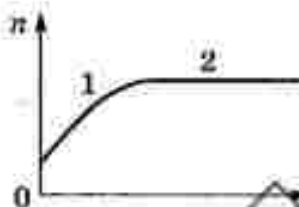


Ответ: увеличивается в _____ раз(-а).

8. Идеальная тепловая машина Карно с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 10 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт холодильнику за цикл работы?

Ответ: _____ кДж.

9. В сосуд налили жидкий аммиак и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения концентрации n молекул паров аммиака со временем t внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде ещё оставался жидкий аммиак. Какие утверждения верно отражают результаты этого опыта? В ответе укажите номера *всех* верных утверждений.



- 1) Давление паров аммиака в течение опыта все время увеличивалось.
- 2) На участке 2 внутренняя энергия паров аммиака оставалась постоянной.
- 3) На участках 1 и 2 пар ненасыщенный.
- 4) На участке 2 пар насыщенный.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газообразного аммиака на участке 1 увеличивалась.

Ответ: _____.

10. Гелий, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически сжимают. Начальное давление газа p_0 , а его объём V_0 . Масса газа в сосуде остаётся неизменной.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объёма V газа.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа p (V)
 Б) внутренняя энергия газа U (V)

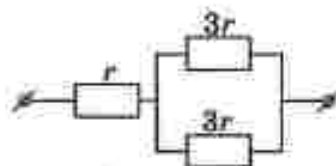
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2} p_0 V_0$
- 2) $\frac{2}{3} \frac{p_0 V_0}{V}$
- 3) $\frac{p_0 V_0}{V}$
- 4) $\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0}$

Ответ:

А	Б

11. На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1 \text{ Ом}$?



Ответ: _____ Ом.

12. Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля, равна $1,6 \cdot 10^{-12} \text{ Н}$. Какова кинетическая энергия движущейся частицы?

Ответ: _____ эВ.

13. За время $\Delta t = 2 \text{ с}$ магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 2 мВ . Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

14. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

$t, \text{ мкс}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, \text{ А}$	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите *все* верные утверждения о процессе, происходящем в контуре. В ответе запишите их номера.

- 1) В момент $t = 2 \text{ мкс}$ напряжение на конденсаторе максимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4 \text{ мкс}$.
- 3) Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц .
- 4) В момент $t = 6 \text{ мкс}$ заряд конденсатора максимален.
- 5) В момент $t = 6 \text{ мкс}$ энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ: _____.

15. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от нее. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как изменится при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы?

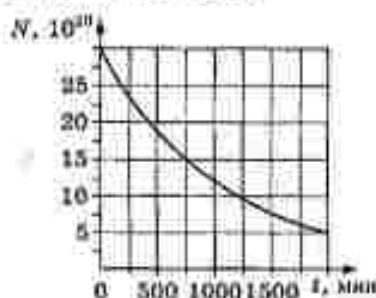
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

16. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{209}_{83}\text{Bi}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа висмута?



Ответ: _____ мин.

17. Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}_{+1}^0e$).

Как при этом изменяются заряд ядра и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

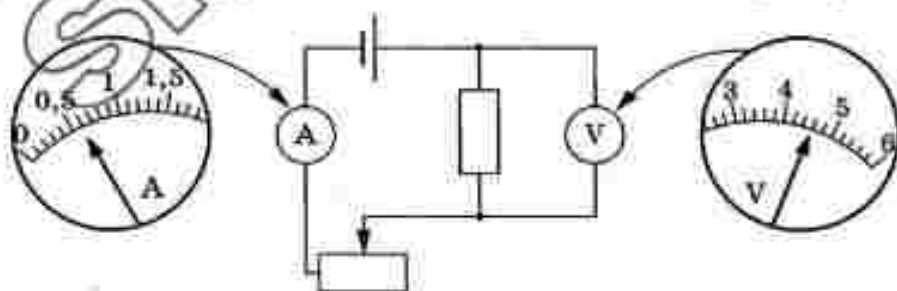
Заряд ядра	Число протонов в ядре

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении массы груза математического маятника частота его колебаний увеличивается.
- 2) При увеличении температуры идеального газа средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул увеличивается.
- 3) При увеличении силы тока в цепи заряд, проходящий через резистор за 1 с, увеличивается.
- 4) При движении заряженной частицы перпендикулярно линиям индукции магнитного поля на неё действует сила Лоренца.
- 5) Частица X, принимающая участие в ядерной реакции: ${}^6_3\text{Li} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^2_1\text{H}$, является нейтроном.

Ответ: _____.

19. На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. На рисунке показаны шкалы амперметра и вольтметра. Чему равна сила тока в цепи, если погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра?



Ответ: (_____ \pm _____) A.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения стали по дереву. Для этого школьник взял стальной брусок с крючком. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- | | |
|------------------------|---------------------|
| 1) пластмассовая рейка | 4) линейка |
| 2) мевзурка | 5) деревянная рейка |
| 3) динамометр | |

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:



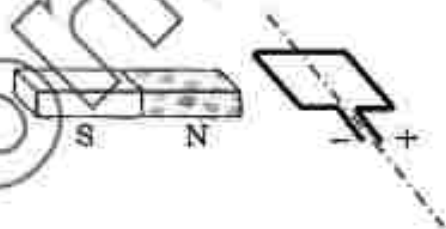
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

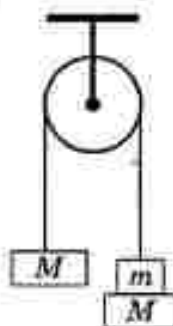


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Шарик, подвешенный на пружине, сместили вертикально вниз на расстояние 0,1 м от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Какова частота колебаний шарика, если путь 0,2 м он пройдёт за 0,25 с?

23. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение радиусов траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ частиц, если отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

24. С разреженным азотом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 743$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
25. На дне бассейна с водой находится небольшая лампочка. На поверхности воды плавает круглый плот — так, что центр плота находится точно над лампочкой. Определите глубину бассейна H , если минимальный радиус плота, при котором свет от лампочки не выходит из воды, $R = 2,4$ м. Сделайте рисунок, поясняющий решение. Толщиной плота пренебречь; показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.
26. Два одинаковых бруска подвешены на концах невесомой нерастяжимой нити, перекинутой через гладкий блок. Блок неподвижно закреплён на потолке. На правый брусок кладут груз массой $m = 50$ г, в результате чего бруски начинают двигаться. Чему равна масса M каждого из брусков, если левый брусок за $t = 2$ с переместился на расстояние $L = 1,6$ м? Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



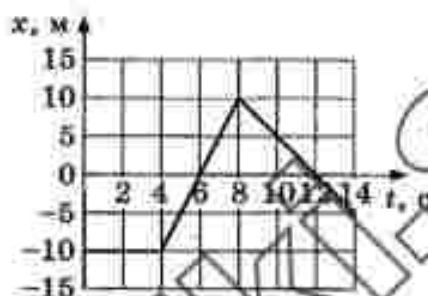
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 41

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Какова проекция скорости тела в промежутке времени от 8 до 14 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с.

2. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 10 Н, сила трения 2,5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

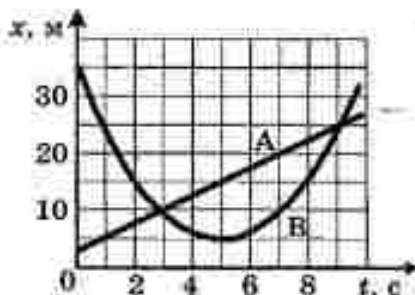
3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если её удлинение станет вдвое меньше?

Ответ: в _____ раз(-а).

4. Железная деталь объемом 200 см^3 полностью погружена в воду. Определите силу Архимеда, действующую на деталь.

Ответ: _____ Н.

5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось x . Выберите все верные утверждения о движении тел. В ответе укажите их номера.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 3 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

Ответ: _____.

6. Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и модуль ускорения груза при движении от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Модуль ускорения груза

7. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объём газа увеличили в 4 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

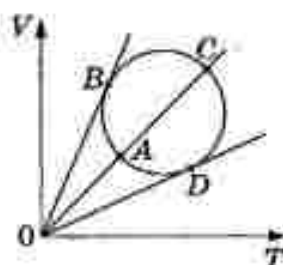
Ответ: _____ кПа.

8. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 500 К, а холодильника 27 °С. Определите КПД этого двигателя.

Ответ: _____ %.

9. Зависимость объёма постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем с газом. В ответе укажите их номера.

- 1) Давление газа максимально в состоянии D.
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа всё время положительна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A.
- 5) При переходе из состояния B в состояние C внутренняя энергия газа увеличивается.



Ответ: _____.

10. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа; v — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

А) изобарное расширение при $v = \text{const}$

Б) изотермическое сжатие при $v = \text{const}$

ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1) $\Delta U > 0, A = 0$

2) $\Delta U > 0, A > 0$

3) $\Delta U = 0, A > 0$

4) $\Delta U = 0, A < 0$

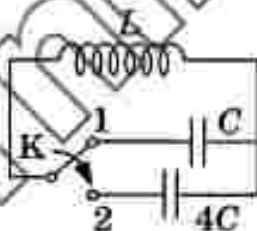
Ответ:

А	Б

11. Точечный заряд $+q$ создаёт в точке А электрическое поле, модуль напряжённости которого равен 200 В/м. Каким станет модуль напряжённости электрического поля в точке А, если вместо заряда $+q$ в ту же точку поместить заряд $-2q$?

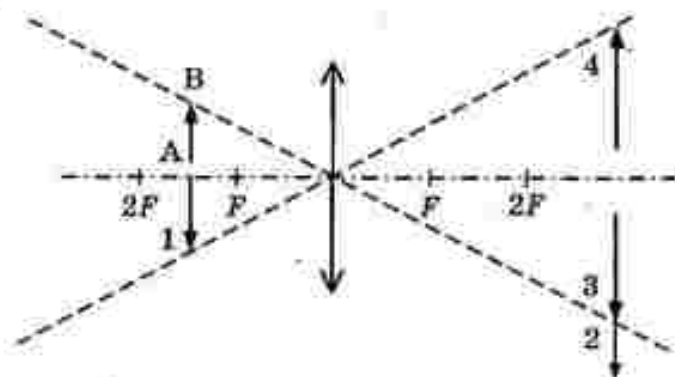
Ответ: _____ В/м.

12. Во сколько раз уменьшится частота собственных колебаний силы тока в катушке колебательного контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: уменьшится в _____ раз (раза).

13. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

14. Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и равномерно опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 0,5 см. Выберите *все* верные утверждения на основании данных, приведённых в таблице. В ответе запишите их номера.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения равен 45° .

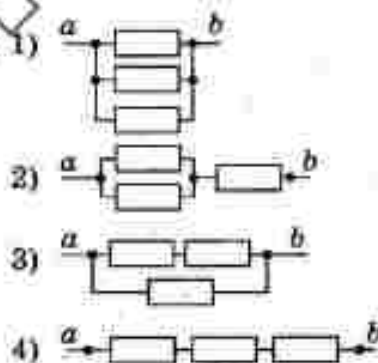
Ответ: _____.

15. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

- A) $\frac{R}{3}$
- B) $\frac{3R}{2}$

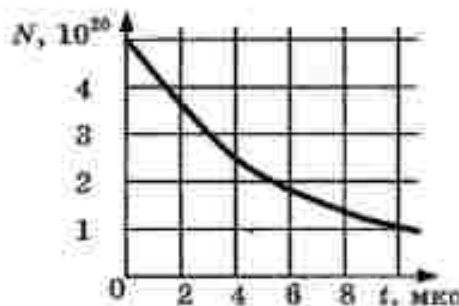


Ответ:

A	B

16. На рисунке приведён график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{212}_{84}\text{Po}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа.

Ответ: _____ мкс.



17. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении длины математического маятника частота его колебаний увеличивается.
- 2) При адиабатном сжатии идеального газа его температура увеличивается.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе его сопротивление увеличивается.
- 4) При отражении светового луча от границы раздела двух веществ угол падения равен углу отражения.
- 5) При увеличении длины волны света, падающего на катод, максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов увеличивается.

Ответ: _____.

19. Для определения периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№ маятника	Длина маятника	Объём сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	1,5 м	5 см ³	Сталь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,0 м	8 см ³	Сталь
5	1,0 м	5 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:



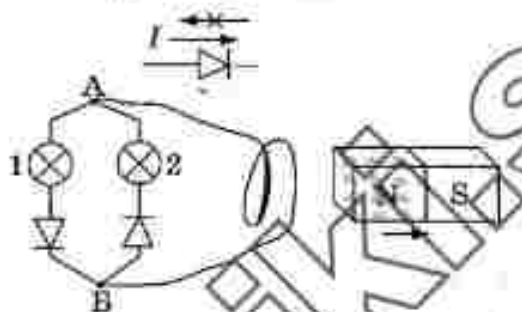
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

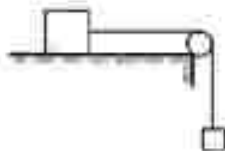
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если отодвинуть от витка северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



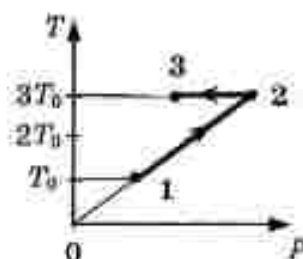
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,8 кг, соединённый с грузом массой 0,2 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.

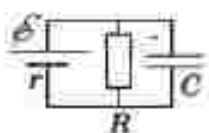


23. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1 \text{ м}$, по которому течёт ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$ и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2 \text{ Н}$?

24. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1-2-3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2-3 к газу подводит $Q_{23} = 2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощённой газом теплоты Q_{123} .



25. Какой должна быть ЭДС \mathcal{E} источника тока, чтобы напряжённость электрического поля в плоском конденсаторе была равна $E = 2$ кВ/м, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ мм (см. рисунок)?



26. Кусок пластины сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластины и бруска перед ударом направлены противоположно друг другу и равны $v_{п} = 15$ м/с и $v_{б} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластины. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластиной к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%? Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 42

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по закону $x = 5 + 2t - 2t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 2$ с.

Ответ: _____ м/с.

2. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2?

Ответ: _____ Н.

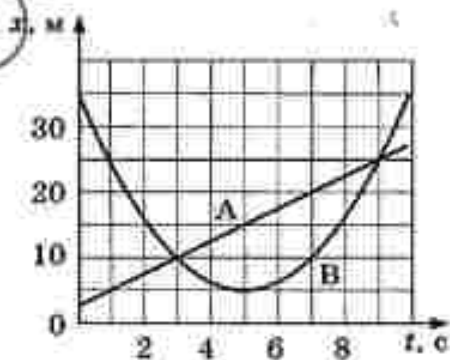
3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз увеличится потенциальная энергия пружины, если её удлинение станет в три раза больше?

Ответ: в _____ раз(-а).

4. На пластмассовую пробку, плавающую в масле, действует сила Архимеда, равная 0,6 Н. Чему будет равна сила Архимеда, действующая на эту пробку, если она будет плавать в воде?

Ответ: _____ Н.

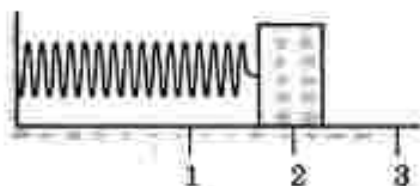
5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось x . Выберите *все* верные утверждения о движении тел. В ответе запишите их номера.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 4 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 2,5 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело В прошло 30 м.
- 5) Тело В движется равномерно.

Ответ: _____

6. Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия пружины маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

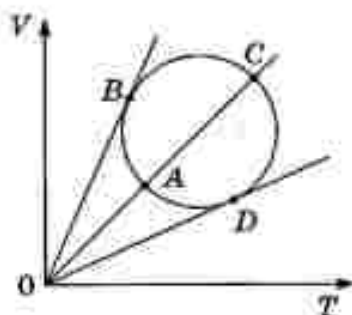
7. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объём газа уменьшили в 2 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

8. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 580 К, а холодильника 17 °С. Определите КПД этого двигателя.

Ответ: _____ %.

9. Зависимость объёма постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем с газом. В ответе запишите их номера.



- 1) Давление газа минимально в состоянии А.
- 2) При переходе из состояния D в состояние А внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При переходе из состояния В в состояние С работа газа всё время отрицательна.
- 4) Давление газа в состоянии С больше, чем давление газа в состоянии А.
- 5) Давление газа в состоянии D больше, чем давление газа в состоянии А.

Ответ: _____.

10. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа; ν — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорное нагревание при $\nu = \text{const}$
 Б) адиабатическое сжатие при $\nu = \text{const}$

ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
 2) $\Delta U > 0, A > 0$
 3) $\Delta U = 0, A > 0$
 4) $\Delta U > 0, A < 0$

Ответ:

А	Б

11. Точечный заряд $+q$ создаёт в точке А электрическое поле, модуль напряжённости которого равен 200 В/м. Чему равен модуль напряжённости электрического поля в точке В, если она находится от заряда $+q$ в 2 раза дальше, чем точка А?

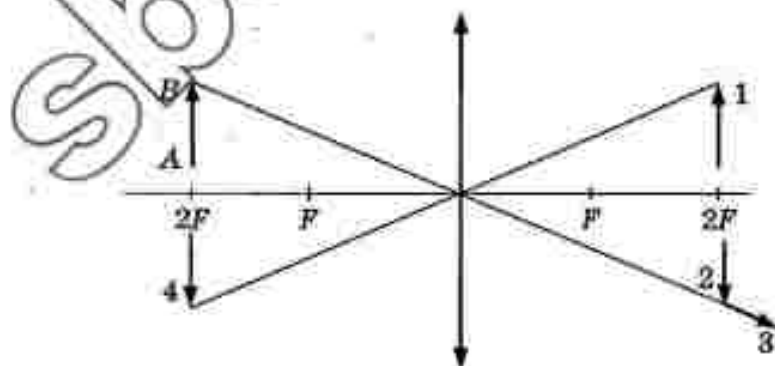
Ответ: _____ В/м.

12. Во сколько раз увеличится частота собственных колебаний заряда конденсатора колебательного контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: увеличится в _____ раз(-а).

13. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

14. Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и равномерно опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого

пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 0,5 см. Выберите все верные утверждения на основании данных, приведенных в таблице. В ответе запишите их номера.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости равен 1,5.
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дифракцией света в жидкости.
- 3) Максимальный угол преломления света на границе жидкость-воздух равен 90 градусов.
- 4) Граница пятна движется с постоянной скоростью.
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .

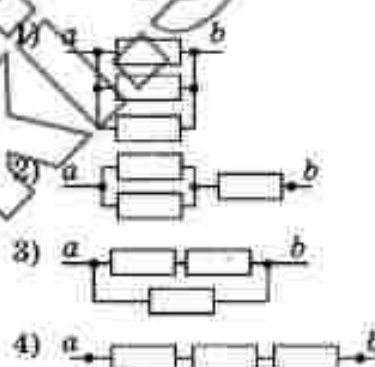
Ответ: _____.

15. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

- А) $3R$
- Б) $\frac{2R}{3}$

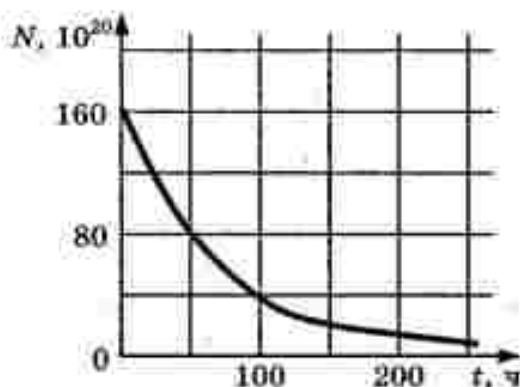
УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Ответ:

А	Б
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

16. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{171}_{64}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: _____ ч.

17. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменится энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если увеличить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний увеличивается.
- 2) При изохорном нагревании идеального газа работа газа равна нулю.
- 3) При увеличении расстояния между пластинами плоского конденсатора его ёмкость увеличивается.
- 4) Если проводник с током параллелен линиям магнитной индукции, то действующая на него сила Ампера максимальна.
- 5) Частица X , принимающая участие в ядерной реакции: ${}^7_3\text{Li} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$, является α -частицей.

Ответ: _____.

19. При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) с.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы шарика?

№ маятника	Длина маятника	Объём сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	1,2 м	5 см ³	Сталь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,5 м	8 см ³	Сталь
5	1,0 м	5 см ³	Медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

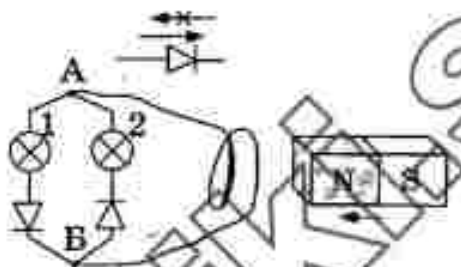


Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

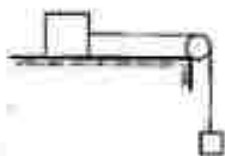
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если приближать к витку северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

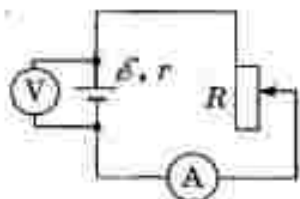


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

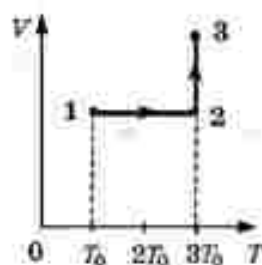
22. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,7 кг, соединённый с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Определите ускорение бруска.



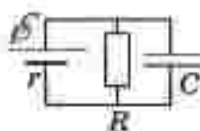
23. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр — 1 А (см. рис.). Показания приборов при другом сопротивлении реостата составили 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



24. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объёма V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводит количество теплоты $Q_{23} = 2,5$ кДж. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведённой к газу теплоты Q_{123} .



25. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключили параллельно соединённые резистор с сопротивлением $R = 8 \text{ Ом}$ и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002 \text{ м}$. Какова напряжённость электрического поля E между пластинами конденсатора?



26. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 100 \text{ м/с}$, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{2}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние L сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%? *Обоснуйте применимость используемых в решении законов.*



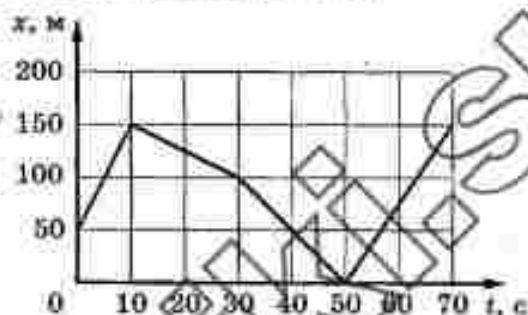
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 43

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите проекцию скорости велосипедиста на ось Ox в интервале времени от 0 до 10 с. Ответ запишите в учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с.

2. В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с^2 .

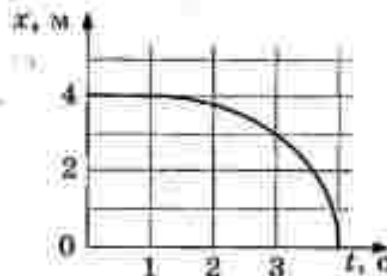
3. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,04 \text{ кг}$. Скорость дробинки при выстреле 300 м/с . Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна $0,2 \text{ м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Какова длина звуковой волны в воздухе, если скорость звука в воздухе $v = 340 \text{ м/с}$, а частота колебаний $\nu = 200 \text{ Гц}$?

Ответ: _____ м.

5. Шарик катится по прямому жёлобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике. На основании этого графика выберите *все* верные утверждения о движении шарика. В ответе укажите их номера.



- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.

- 2) На шарик действовала всё увеличивающаяся сила.
- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем её модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ: _____.

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жёсткость пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

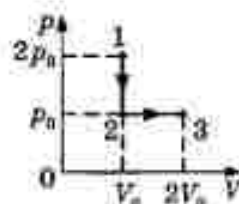
Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понижалась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(-а).

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершённая газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 80$ кПа, $V_0 = 2$ л?

Ответ: _____ Дж.



9. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений её температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °C.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твёрдом состоянии.
- 3) Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твёрдом состоянии.
- 4) Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 5) Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твёрдом состоянии.

Ответ: _____.

10. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

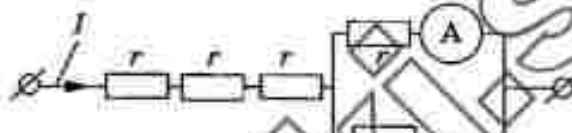
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД теплового двигателя	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы

11. Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 6$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

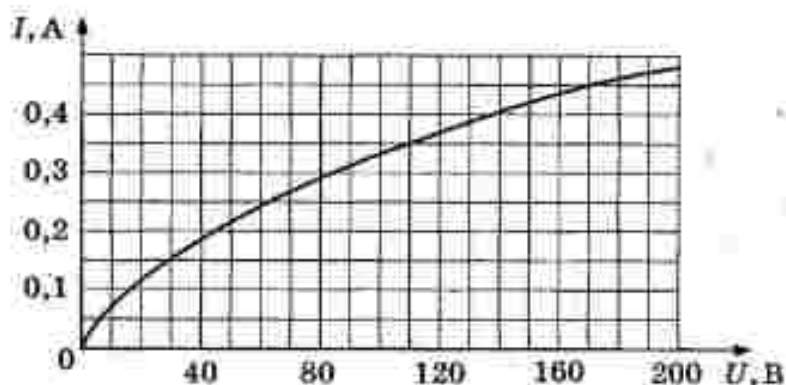
12. Проволочная рамка площадью $2 \cdot 10^{-3}$ м² вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной вектору магнитной индукции. Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 4 \cdot 10^{-6} \cos 10 \Delta t$, где все величины выражены в СИ. Чему равен модуль магнитной индукции?

Ответ: _____ мТл.

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60° . Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

Ответ: _____ градусов.

14. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите все верные утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график. В ответе укажите их номера.



- 1) Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
- 5) Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

Ответ: _____.

15. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальный заряд пластины конденсатора
- Б) максимальная энергия электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CI^2}{2}$
- 2) $\frac{I}{\sqrt{LC}}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

16. Период полураспада изотопа натрия $^{23}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 6,2 года?

Ответ: _____ г.

17. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

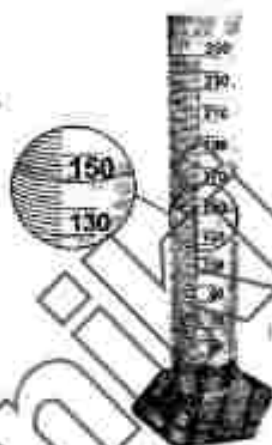
Массовое число ядра	Заряд ядра

18. Выберите *все* верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При абсолютно неупругом соударении тел выполняется закон сохранения механической энергии.
- 2) При адиабатном расширении идеального газа его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При увеличении силы тока в цепи мощность тока в резисторе увеличивается.
- 4) Скорость распространения световых волн во всех веществах одинаковая.
- 5) При увеличении частоты света, падающего на катод, максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов увеличивается.

Ответ: _____

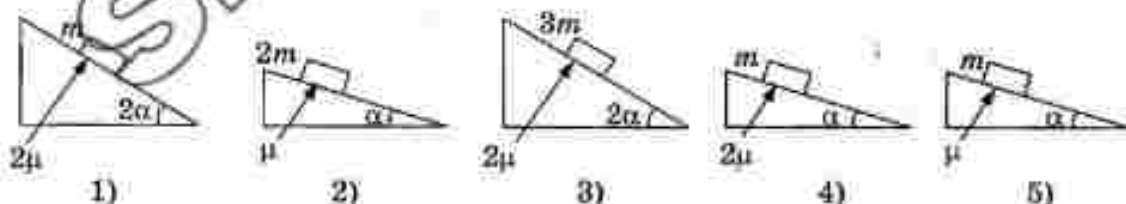
19. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Тонкая линза L даёт чёткое действительное изображение предмета AB на экране $Э$ (рисунок 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть кусочком чёрного картона K (размере $Э$)? Постройте изображения предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

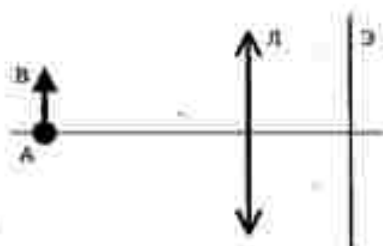


Рис. 1

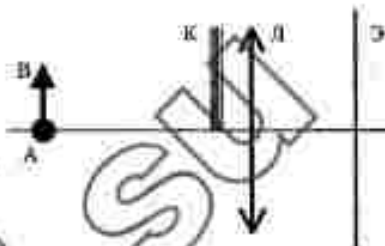
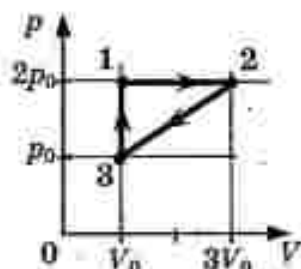


Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

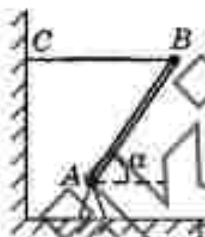
22. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками?
23. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нём 3,6 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.
24. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{г}} = 5 \text{ кДж}$. Какое количество теплоты $Q_{\text{н}}$ газ получает за цикл от нагревателя?



25. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{U} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? Сопротивлением рельсов пренебречь.



26. Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплён в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок), угол его наклона к горизонту равен $\alpha = 45^\circ$. Найти массу стержня m , если модуль силы реакции шарнира равен $R = 15$ Н. Сделайте рисунок, поясняющий решение. Обоснуйте применимость законов, использованных при решении задачи.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 44

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причём $R_2 = 2R_1$. Линейные скорости точек одинаковы. Чему равно отношение их центростремительных ускорений $\frac{a_1}{a_2}$?

Ответ: _____.

2. В инерциальной системе отсчёта сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 8 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{F}{2}$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с^2 .

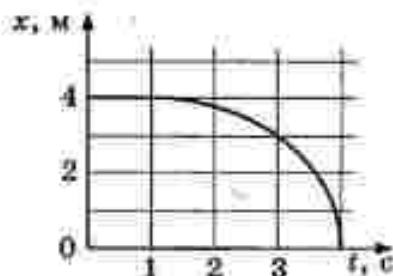
3. Период малых колебаний первого груза на пружине равен $0,7 \text{ с}$. Каким будет период малых колебаний второго груза на той же пружине, если его масса в 4 раза больше массы первого груза?

Ответ: _____ с.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Каково расстояние от уровня масла в сосуде до пробки, если сила, с которой действует масло на пробку площадью 10 см^2 , равна $3,6 \text{ Н}$?

Ответ: _____ см.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчёта показано на графике. На основании этого графика выберите все верные утверждения о движении шарика и укажите их номера.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем её модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика всё время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ: _____.

6. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) E_k
- 2) $\sqrt{2mE_k}$
- 3) $\frac{2E_k}{gm}$
- 4) $\frac{E_k}{gm}$

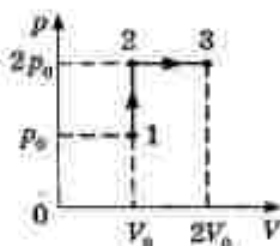
Ответ:

А	Б

7. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершённая газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 50$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

9. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений её температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна $95\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 3) Через 9 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твёрдом состоянии.
- 4) Через 13 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твёрдом состоянии.
- 5) Через 10 мин после начала измерений жидкость начала конденсироваться.

Ответ: _____.

10. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл?

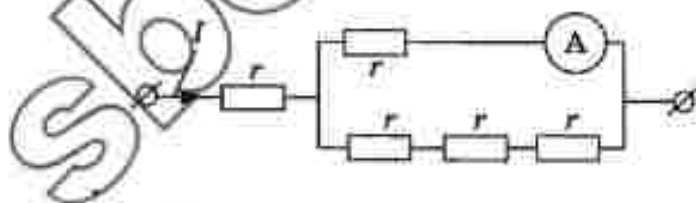
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

КПД теплового двигателя	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

11. Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 10\text{ А}$. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

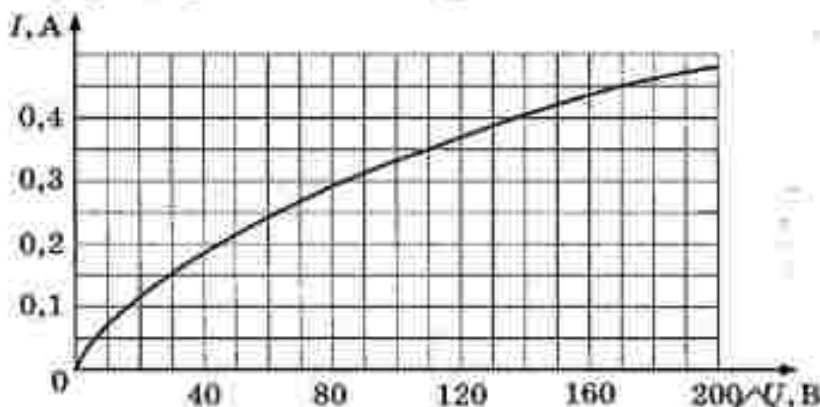
12. Проволочная рамка площадью S вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, перпендикулярной вектору магнитной индукции. Модуль магнитной индукции равен 4 мТл . Магнитный поток, пронизывающий площадь рамки, изменяется по закону $\Phi = 6 \cdot 10^{-6} \cos 10 \Delta t$, где все величины выражены в СИ. Чему равна площадь рамки?

Ответ: _____ см^2 .

13. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 30° . Определите угол между падающим и отражённым лучами.

Ответ: _____ $^{\circ}$.

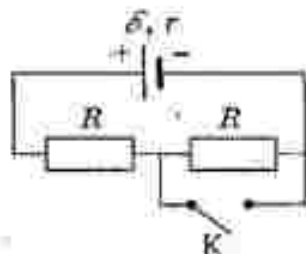
14. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите все верные утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график, и укажите их номера.



- 1) Сопротивление лампы уменьшается при увеличении силы тока, текущего через неё.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 50 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 76,5 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,35 А равно 200 Ом.
- 5) Мощность, выделяемая в лампе, увеличивается при увеличении силы тока.

Ответ: _____.

15. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при разомкнутом ключе К
- Б) сила тока через первый резистор при замкнутом ключе К

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
- 2) $\frac{2\mathcal{E}R}{2R+r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

16. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{23}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 года?

Ответ: _____ г.

17. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При увеличении частоты звуковой волны скорость её распространения увеличивается.
- 2) При изотермическом сжатии идеального газа его давление уменьшается.
- 3) При постоянной температуре резистора его сопротивление не зависит от силы тока через него.
- 4) При переходе света из воздуха в стекло угол падения меньше, чем угол преломления.
- 5) Работа выхода электронов из металла при фотоэффекте не зависит от энергии падающих фотонов.

Ответ: _____.

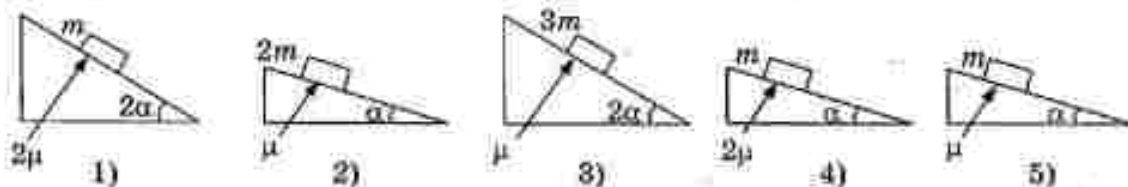
19. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объёма равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объём налитой учеником воды?

Ответ: (_____ ± _____) мл.



В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза. Какие две установки из изображённых ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:



Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Тонкая линза Л даёт чёткое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдёт с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском чёрного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

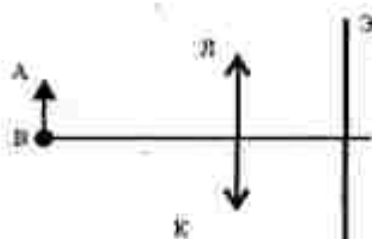


Рис. 1

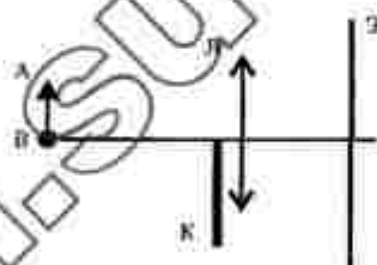
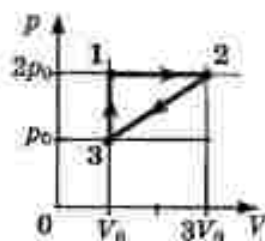


Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

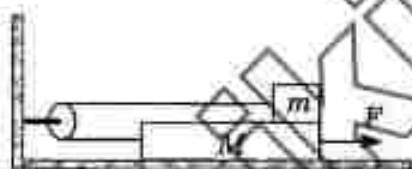
22. Цилиндрический сосуд разделён неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — азот. И концентрация, и давление кислорода в 2 раза больше концентрации и давления азота. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул азота?
23. При помещении в магнитное поле на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $3 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ действует сила Ампера, равная 0,6 Н. Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если напряжение на проводнике равно 2,4 В? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.
24. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{з}} = 2300 \text{ Дж}$. Какую работу газ совершает за цикл?



25. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{U} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



26. На горизонтальном столе лежит доска. На доске находится маленький брусок массой $m = 100$ г. Брусок и доска связаны невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый гладкий блок, закреплённый на стене (отрезки нитей, не лежащие на блоке, горизонтальны). Коэффициент трения между столом и доской равен $\mu = 0,2$, между бруском и доской равен $\mu_1 = 2\mu$. Доску тянут вправо горизонтальной силой $F = 2,6$ Н. Чему равна масса доски M , если ускорение бруска равно $a = 1$ м/с²? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на тела. *Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.*



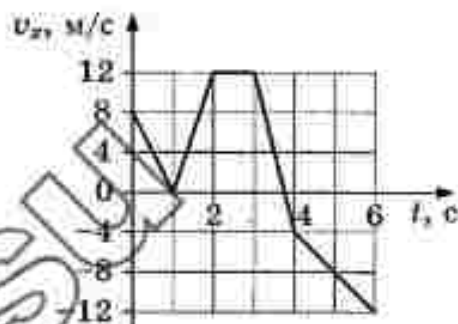
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

ВАРИАНТ 45

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 с до 6 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.

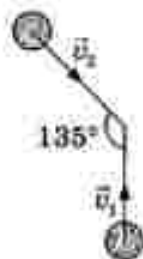


Ответ: _____ м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

Ответ: _____ Н.

3. Одинаковые шары массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4$ м/с, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. На плот, плавающий в воде, действует сила Архимеда, равная 3250 Н. Чему равна масса плота?

Ответ: _____ кг.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлены зависимость их координат от времени.

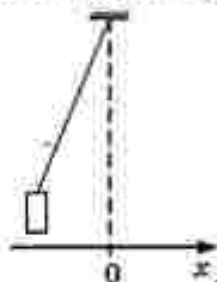
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ м}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

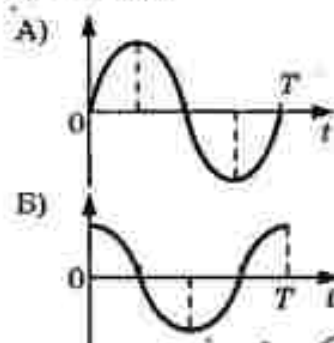
Ответ: _____.

6. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А) и Б) показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

7. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объем 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____ л.

8. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж. Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

9. В жестком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16°C . Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$. Воздух в сосуде нагревают до 25°C . Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

t °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{пар}}, 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16 °C на стенках сосуда есть капельки росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °C равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде остаётся постоянной.

Ответ: _____.

10. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

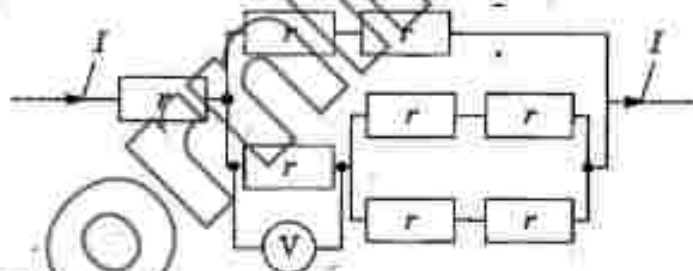
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения;

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

11. Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 3$ Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 6$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

12. Индуктивность катушки равна 0,4 Гн. При какой силе тока магнитный поток через эту катушку равен 40 мВб?

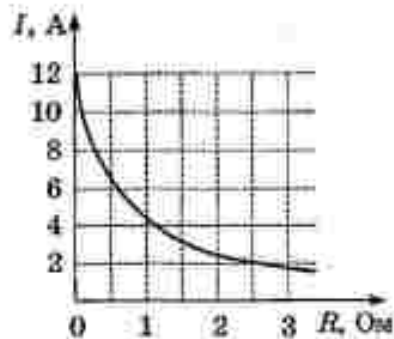
Ответ: _____ А.

13. Луч света лазерной указки падает на поверхность стекла и распространяется в стекле со скоростью 200 000 км/с. Каков показатель преломления стекла?

Ответ: _____.

14. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления.

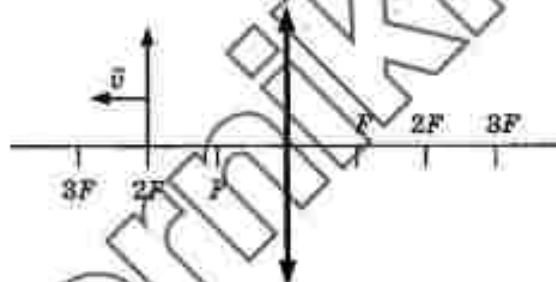
Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ: _____.

15. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменится при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



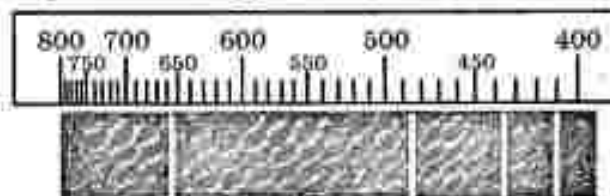
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

16. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волны в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра? Ответ округлите до целого значения.



Ответ: _____ $\cdot 10^{19}$ Дж.

17. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменится при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При подъёме тела с поверхности Земли вверх на некоторую высоту его потенциальная энергия увеличивается.
- 2) При изохорном нагревании количество теплоты, полученное газом, равно изменению его внутренней энергии.
- 3) При увеличении внешнего сопротивления замкнутой цепи сила тока, текущего в этой цепи, увеличивается.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны увеличивается.
- 5) В результате α -распада ядро ${}_{88}^{227}\text{Fr}$ превращается в ядро ${}_{86}^{223}\text{Ra}$.

Ответ: _____.

19. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.

Ответ: (0,4) А.

В БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:



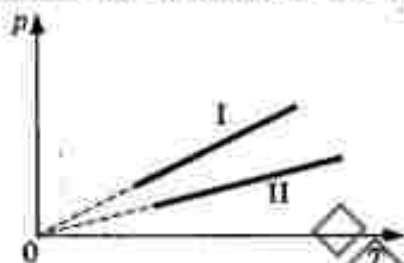
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Часть 2

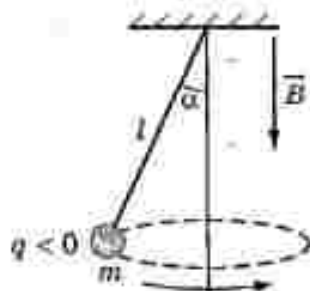
Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснений.



Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.
23. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.
24. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1$ м³. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400$ К; во втором $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4$ кПа. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .
25. В однородном магнитном поле индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



26. Небольшое тело массой $M = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту h , на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь. *Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.*



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.

Sborniki.SU

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ НА ПРИМЕРЕ ВАРИАНТА 45 (РАЗБОР РЕШЕНИЙ)

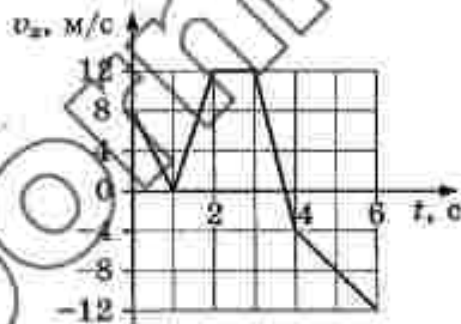
Задания 1–20

Правильное выполнение каждого из заданий 1–4, 7, 8, 11–13, 16, 19 и 20 оценивается 1 баллом. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа. В ответе на задание 20 порядок записи символов значения не имеет.

Правильное выполнение каждого из заданий 6, 10, 15 и 17 оценивается 2 баллами. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, и полностью совпадает с эталоном ответа: каждый символ в ответе стоит на своём месте, лишние символы в ответе отсутствуют. Выставляется 1 балл, если на любой одной позиции ответа записан не тот символ, который представлен в эталоне ответа. Во всех других случаях выставляется 0 баллов. Если количество символов в ответе больше требуемого, выставляется 0 баллов вне зависимости от того, были ли указаны все необходимые символы.

Правильное выполнение каждого из заданий 5, 9, 14 и 18 оценивается 2 баллами. В этих заданиях предполагается два или три верных ответа. Задание считается выполненным верно, если ответ записан в той форме, которая указана в инструкции по выполнению задания, каждый символ присутствует в ответе, в ответе отсутствуют лишние символы. Порядок записи символов в ответе значения не имеет. Выставляется 1 балл, если только один из символов, указанных в ответе, не соответствует эталону (в том числе есть один лишний символ наряду с остальными верными) или только один символ отсутствует; во всех других случаях выставляется 0 баллов.

1. На рисунке показан график зависимости проекции скорости v_x от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 6 с? Ответ запишите с учётом знака проекции.



Решение:

На указанном интервале времени проекция скорости линейно изменяется с изменением времени, следовательно, на этом участке тело движется с постоянным ускорением. Проекция ускорения определяется отношением величины изменения проекции скорости к интервалу времени, на котором это изменение произошло: $a_x = \frac{-8}{2} = -4 \text{ м/с}^2$.

Ответ: -4 м/с^2 .

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

Решение:

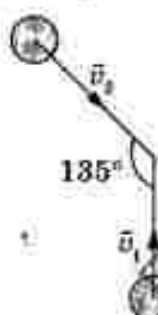
Согласно закону всемирного тяготения, сила, с которой Земля действует на космонавта, равна $F = G \frac{Mm}{r^2}$, где M — масса Земли, m — масса космонавта, G — гравитационная

постоянная, r — расстояние от центра Земли до космонавта. Тогда у поверхности эта сила равна $F_1 = G \frac{Mm}{R^2}$, а на расстоянии двух радиусов от поверхности:

$$F_2 = G \frac{Mm}{(3R)^2} = \frac{F_1}{9} = 100 \text{ Н.}$$

Ответ: 100 Н.

3. Одинаковые шары массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4 \text{ м/с}$, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



Решение:

При столкновении шаров выполняется закон сохранения импульса: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = \vec{p}$, где \vec{p} — импульс шаров после столкновения. Спроецируем это векторное равенство на вертикальную и горизонтальную ось:

$$mv_1 - mv_2 \cos 45^\circ = p_y; \quad mv_2 \sin 45^\circ = p_x.$$

Учитывая связь между v_1 и v_2 , получим, что $p_y = 0$.

Тогда $p = p_x = mv_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = mv_1 = 1,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Ответ: 1,6 кг · м/с.

4. На плот, плавающий в воде, действует сила Архимеда, равная 3250 Н. Чему равна масса плота?

Решение:

Если плот плавает, то он находится в равновесии и сумма сил, действующих на него, равна нулю. Так как на плот действуют только две силы: сила тяжести (вертикально вниз) и сила Архимеда (вертикально вверх), то они равны по модулю

$$mg = F_{\text{арх}}$$

Откуда получаем $m = F_{\text{арх}}/g = 3250/10 = 325 \text{ кг}$.

Ответ: 325 кг.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ м}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите *все* утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Решение:

При равномерном движении за любые равные промежутки времени перемещение тела одинаковое, что не выполняется для первого тела — ответ 1 неверен.

Второе тело покоится, значит, сумма действующих на него сил равна нулю (согласно второму закону Ньютона) — это утверждение верно.

Тело 3 движется равномерно, и его скорость равна $v = \frac{x(1) - x(0)}{1 - 0} = 2 \text{ м/с}$ — верный ответ.

Кинетическая энергия этого тела постоянна и равна $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 4}{2} = 0,2 \text{ Дж}$ — ответ 5 неверен.

Тело 4 действительно колеблется, но движение полностью повторяется через 4 с, т. е. $T = 4 \text{ с}$.

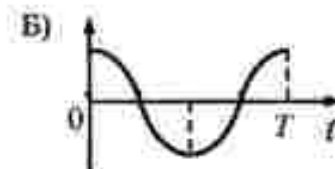
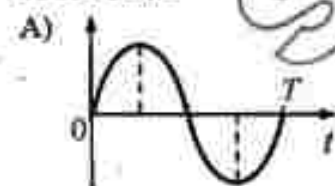
Ответ: 23 (или 32).

6. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Решение:

Движение груза является гармоническим колебанием, при котором его координата, проекция скорости и ускорения на ось x меняются по законам \sin или \cos . Согласно рису-

ку тело движется из положения, в котором его координата минимальна, значит, закон движения имеет вид:

$$x(t) = -A \cos(\omega t),$$

где A — амплитуда колебаний, ω — циклическая частота. Оба представленных графика не соответствуют этому закону.

Проекцию скорости и ускорения на ось x можно найти следующим образом:

$$v_x(t) = x'(t) = A\omega \sin(\omega t),$$

$$a_x(t) = v_x'(t) = A\omega^2 \cos(\omega t).$$

Таким образом, график А соответствует зависимости от времени проекции скорости или импульса $p_x = mv_x$, а график Б — проекции ускорения a_x .

Ответ: 34.

7. Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объём 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Решение:

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для 1 моль водорода и для 3 моль водорода:

$$pV = RT; pV_1 = 3R \cdot 2T.$$

Поделив уравнения друг на друга, получим: $V_1 = 6V = 18$ л.

Ответ: 18 л.

8. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж. Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Решение:

Согласно первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где Q — количество теплоты, полученное газом, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. Подставляя числовые данные, получим: $Q = -30 + 150 = 120$ Дж.

Ответ: 120 Дж.

9. В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16°C . Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Воздух в сосуде нагревают до 25°C . Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нас}}, 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16°C на стенках сосуда есть капли росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18°C равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде останется постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде останется постоянной.

Решение:

Капли росы могут быть на стенках сосуда, только если пар насыщенный, так как при температуре 16°C плотность пара меньше плотности насыщенного пара при этой температуре, значит, пар не насыщенный и росы нет.

По определению относительной влажности $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}} \cdot 100\% = \frac{1,155}{1,54} \cdot 100\% = 75\%$ — ответ верный.

При увеличении температуры плотность паров в сосуде не изменяется (m и V постоянны), а плотность насыщенных паров увеличивается — относительная влажность уменьшается, ответы 3 и 5 верные.

Ответ: 235 (или эти номера в любой последовательности).

10. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменятся при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повториться.

Температура гелия	Давление гелия

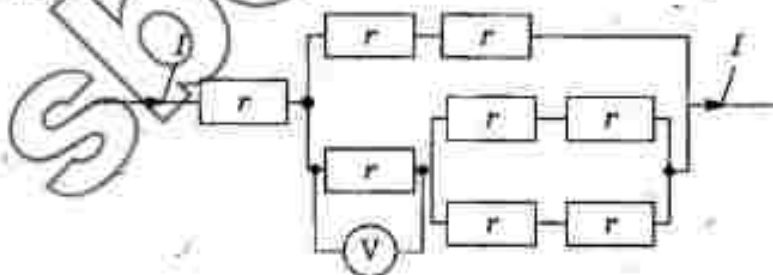
Решение:

Для одного моль идеального одноатомного газа внутренняя энергия равна $U = \frac{3}{2} RT$, то есть при увеличении внутренней энергии температура газа увеличивается.

При адиабатном процессе газ не обменивается теплом с окружающей средой. Тогда согласно первому закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. $\Delta U > 0$, значит, $A < 0$ и объем газа уменьшается, а давление увеличивается.

Ответ: 11.

11. Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 3$ Ом соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 6$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Решение:

Используя формулы для последовательного и параллельного соединения резисторов, получим, что сопротивление верхней ветки цепи равно $R_1 = r + r = 2r$, а сопротивление нижней ветки цепи $R_2 = r + \frac{2r \cdot 2r}{2r + 2r} = 2r = R_1$. Так как сопротивления ветвей схемы одинаковы, то ток разделится между ними поровну, то есть в каждой из ветвей течёт ток $I_1 = I/2 = 3$ А. Идеальный вольтметр показывает сопротивление на резисторе, к которому он подключён параллельно. Таким образом, получим $U = I_1 r = 3 \cdot 3 = 9$ В.

Ответ: 9 В.

12. Индуктивность катушки равна 0,4 Гн. При какой силе тока магнитный поток через эту катушку равен 40 мВб?

Решение:

Магнитный поток равен $\Phi = LI$.

Тогда $I = \frac{\Phi}{L} = \frac{0,04}{0,4} = 0,1 \text{ А}$.

Ответ: 0,1 А.

13. Луч света лазерной указки падает на поверхность стекла и распространяется в стекле со скоростью 300 000 км/с. Каков показатель преломления стекла?

Ответ: _____.

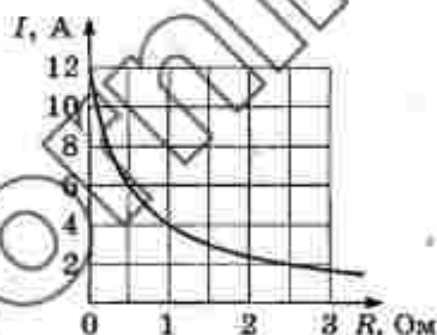
Решение. Показатель преломления вещества равен отношению скорости света в вакууме

к скорости света в веществе $n = \frac{c}{v}$. Учитывая, что скорость света в вакууме

300 000 км/с, получим $n = 1,5$.

Ответ: 1,5.

14. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления.



Выберите все утверждения из предложенных, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Решение:

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, где \mathcal{E} — ЭДС источника, R — сопротивление внешней цепи (реостата), r — внутреннее сопротивление источника. Запишем этот закон для двух значений силы тока 4 А и 2 А (сопротивления реостата при этом равны 1 Ом и 2,5 Ом): $4 \cdot 1 + 4r = \mathcal{E}$; $2 \cdot 2,5 + 2r = \mathcal{E}$. Из этих уравнений получаем $r = 0,5 \text{ Ом}$, $\mathcal{E} = 6 \text{ В}$.
Ответ 1 — верен, 2 — неверен.

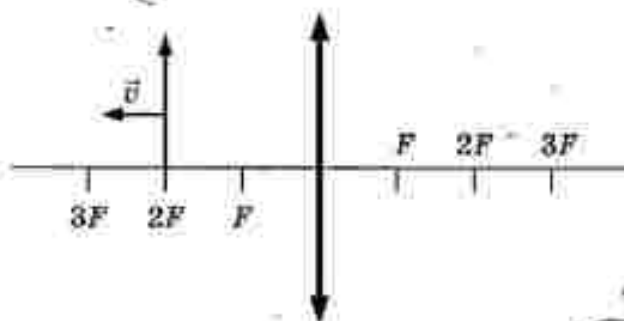
Напряжение на реостате равно $U = IR$, при силе тока 2 А $U = 5 \text{ В}$. Ответ 4 — верный.

Мощность, выделяемая в реостате, равна $I^2 R$ и уменьшается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом.

Напряжение на источнике равно напряжению на реостате и зависит от его сопротивления.

Ответ: 14 (или 41).

15. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передадут к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

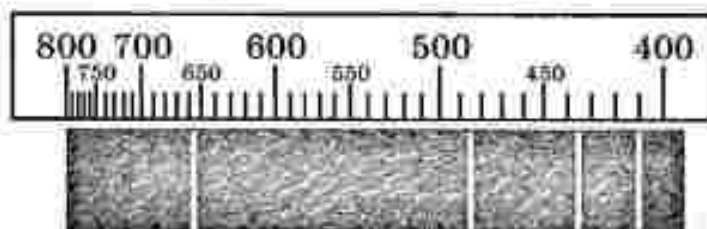
Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Решение:

Запишем формулу линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, где F — фокусное расстояние линзы, a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от линзы до изображения. Записав её для $a_1 = 2F$ и $a_2 = 3F$, получим $b_1 = 2F$, $b_2 = 1,5 F$. Расстояние от линзы до изображения уменьшилось. Размер изображения отнесется к размеру предмета так же, как b/a . Значит, размер изображения также уменьшился.

Ответ: 22.

16. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волн в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра?



Решение:

Энергия фотонов равна $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, λ — длина волны. Энергия фотона минимальна для максимальной длины волны из рассматриваемого участка — 660 нм.

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{660 \cdot 10^{-9}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

17. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

Решение:

Запишем описанную в условии ядерную реакцию, используя законы сохранения массового и зарядового числа: ${}_Z^AX + {}_0^1n \rightarrow {}_Z^AY$. Получившееся ядро Y имеет такой же заряд, что и ядро X , значит, количество протонов не изменилось. Массовое число увеличилось, количество нуклонов в ядре увеличилось.

Ответ: 31.

18. Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При подъёме тела с поверхности Земли вверх на некоторую высоту его потенциальная энергия увеличивается.
- 2) При изомерном нагревании количество теплоты, полученное идеальным газом, равно изменению его внутренней энергии.
- 3) При увеличении внешнего сопротивления замкнутой цепи сила тока, текущего в этой цепи, увеличивается.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны увеличивается.
- 5) В результате α -распада ядро ${}_{91}^{237}\text{Pa}$ превращается в ядро ${}_{91}^{233}\text{Pa}$.

Решение:

Потенциальная энергия тела вблизи поверхности земли равна mgh , где m — масса тела, g — ускорение свободного падения, h — высота над нулевым уровнем (например, поверхностью земли). Поэтому при подъёме тела вверх его потенциальная энергия увеличивается. Это утверждение верное.

В изохорном процессе объём газа не изменится, поэтому газ не совершает работу. Согласно первому закону термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно изменению его внутренней энергии. Это утверждение верное.

Согласно закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, где \mathcal{E} — ЭДС источника, R — внешнее сопротивление цепи, r — внутреннее сопротивление источника. Поэтому при увеличении R сила тока в цепи уменьшается. Это утверждение неверное.

При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло их период T не изменяется, а скорость распространения v уменьшается. Так как $\lambda = vT$, то в этом случае длина волны уменьшается. Это утверждение неверное.

В результате α -распада ядро испускает α -частицу ${}^4_2\text{He}$, поэтому его масса уменьшается на 4, а заряд на 2. Это утверждение верное.

Ответ: 125 (или эти цифры в любой последовательности).

19. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.



Решение:

Цена деления амперметра равна 0,2 А. Его показания равны $(1,4 \pm 0,1)$ А.

Ответ: 1,40,1.

20. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Решение:

Согласно законам кинематики для определения ускорения тела, движущегося из состояния покоя, надо знать расстояние, которое оно прошло, и время движения $a = \frac{2s}{t^2}$. Для определения этих величин нужны линейка и секундомер.

Ответ: 34 (или 43).

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

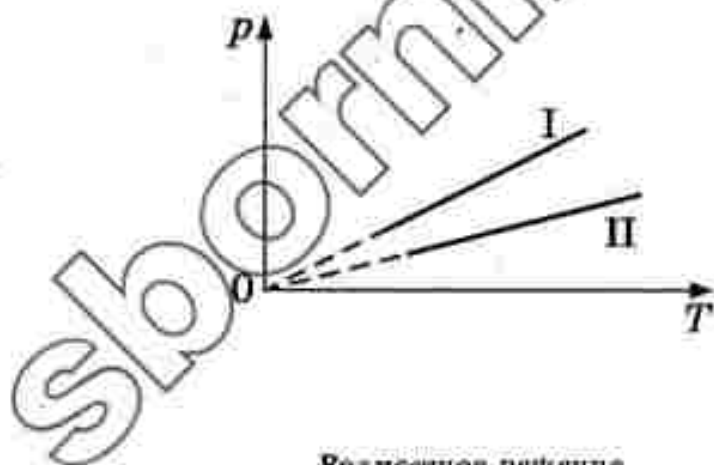
Выполнение заданий 21–26 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до максимального балла.

Выполнение заданий оценивается на основании описания полного правильного ответа, за который выставляется максимальный балл, а наличие тех или иных недостатков или ошибок приводит к снижению оценки. В схеме оценивания учтены наиболее типичные ошибки или недочёты, допускаемые участниками экзамена, и определено их влияние на оценивание.

Для каждого задания 21–26 приводится авторский способ решения. Предлагаемый способ (метод) решения не является образцом решения и определяющим для построения шкалы оценивания работ экзаменуемых. Решение экзаменуемого может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал экзаменуемый. Если ход решения экзаменуемого допустим, то эксперт оценивает полноту и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.

Для заданий 22–26 в схеме оценивания используются единые требования к полному правильному ответу.

21. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Возможное решение

Количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева–Клапейрона: $p = \frac{\nu RT}{V}$, где ν — число молей газа.

Отсюда следует, что при одинаковых температуре и объёме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объёме).

Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

Ответ: изохора I лежит выше изохоры II, так как количество вещества I больше количества вещества II.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов	3
<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойства, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т. п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решений, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

22. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.

Решение:

Согласно закону сохранения импульса, импульс двух осколков в проекции на первоначальное направление снаряда должен сохраниться. Следовательно, $m_0 v_0 = m_2 v_2 \cos \alpha$, где $v_0 = 100$ м/с, $v_2 = 400$ м/с, $m_2 = 1$ кг.

Отсюда искомая масса снаряда равна: $m = \frac{m_2 v_2 \cos \alpha}{v_0} = \frac{1 \cdot 400}{100 \cdot 2} = 2$ кг.

Ответ: 2 кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

23. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличенное (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Решение:

Увеличение, даваемое тонкой собирающей линзой, равно:

$k = \frac{b}{a}$, где a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от изображения до линзы.

Согласно формуле тонкой линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$.

Отсюда получим: $b = \frac{k+1}{D} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см}$.

Ответ: 60 см.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обо-</p>	2

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
значений, используемых в условиях задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)	1
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

24. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Возможное решение

Поскольку в указанном процессе газ не совершает работы и система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) RT,$$

где T — температура в объединённом сосуде в равновесном состоянии после открытия крана. В соответствии с уравнением Клапейрона—Менделеева для конечного состояния можно записать:

$$p(2V) = (\nu_1 + \nu_2) RT.$$

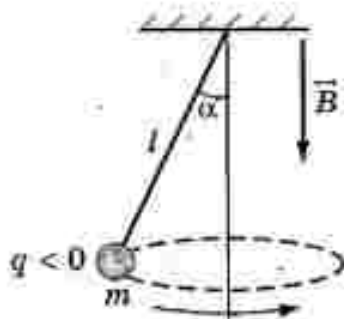
Исключая из двух записанных уравнений конечную температуру T , получаем искомое выражение для начальной температуры аргона:

$$T_2 = \frac{2Vp}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1}{\nu_2} T_1 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 5,4 \cdot 10^3}{3 \cdot 8,31} - \frac{1}{3} \cdot 400 = 300 \text{ К}.$$

Ответ: $T_2 \approx 300 \text{ К}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

25. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



Возможное решение

На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось координат инерциальной системы отсчёта, связанной с Землёй:

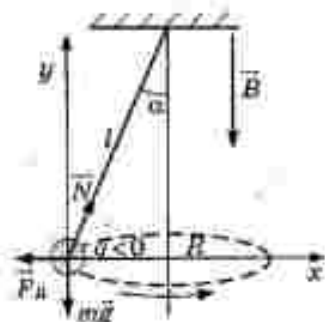
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R}; \\ N \cos \alpha - mg = 0. \end{cases}$$

Выражая N , получим: $mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB$.

Так как $R = l \sin \alpha$, получим ответ:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$$

Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right)$ Кл.



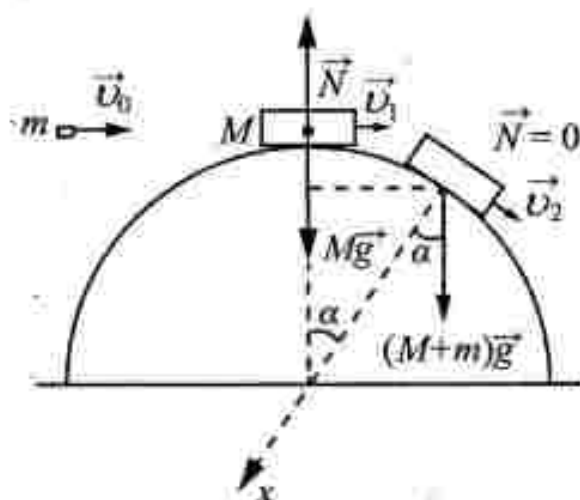
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

28. Небольшое тело массой $M = 0,99$ кг лежит на вершине гладкой полусферы радиусом $R = 1$ м. В тело попадает пуля массой $m = 0,01$ кг, летящая горизонтально со скоростью $v_0 = 200$ м/с, и застревает в нём. Пренебрегая смещением тела за время удара, определите высоту h , на которой это тело оторвётся от поверхности полусферы. Высота отсчитывается от основания полусферы. Сопротивлением воздуха пренебречь.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Обоснование



1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. Тела можно считать материальными точками, так как их размеры пренебрежимо малы в условиях задачи.
2. При соударении для системы «пуля – тело» в ИСО выполняется закон сохранения импульса в проекциях на горизонтальную ось, так как внешние силы (сила тяжести и сила реакции опоры) вертикальны.
3. При движении составного тела от вершины полусферы выполняется закон сохранения механической энергии, так как полусфера гладкая, и работа силы реакции опоры равна нулю (эта сила перпендикулярна скорости тела).
4. В момент отрыва обращается в нуль сила реакции опоры \vec{N} .
5. Второй закон Ньютона выполняется в ИСО для модели материальной точки.

Решение:

1. Закон сохранения импульса связывает скорость пули перед ударом со скоростью составного тела массой $m + M$ сразу после удара:

$$mv_0 = (m + M)v_1.$$

Закон сохранения механической энергии связывает скорость составного тела сразу после удара с его скоростью в момент отрыва от полусферы:

$$\frac{(m + M)v_1^2}{2} + (m + M)gR = \frac{(m + M)v_2^2}{2} + (m + M)gR \cos \alpha,$$

где v_2 – скорость составного тела в момент отрыва; $h = R \cos \alpha$ – высота точки отрыва (см. рисунок).

2. Второй закон Ньютона в проекциях на ось x (направленную в центр полусферы) в момент отрыва тела принимает вид:

$$(m + M)g \cos \alpha = \frac{(m + M)v_2^2}{R}.$$

3. Объединяя уравнения, получим:

$$\frac{v_1^2}{2} + gR = \frac{3}{2}gh.$$

$$\text{Отсюда } h = \frac{1}{3g} \cdot \left(\frac{mv_0}{M+m} \right)^2 + \frac{2}{3} R = \frac{1}{3 \cdot 10} \cdot \left(\frac{0,01 \cdot 200}{0,99 + 0,01} \right)^2 + \frac{2}{3} \cdot 1 = 0,8 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 0,8 \text{ м.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <i>выбор ИСО, модель материальной точки, условия применимости законов сохранения импульса и сохранения механической энергии, условие отрыва тела от поверхности полусферы</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка ИЛИ Обоснование отсутствует	Или
Критерий 2	
<p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>законы сохранения импульса и механической энергии, второй закон Ньютона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ</u></p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p>	1

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	4

Sborniki.SU

ОТВЕТЫ

Таблица ответов на задания 1–20

В заданиях 5, 9, 14, 18 и 20 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

Задания	Варианты							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	60	35	32,5	-1,5	-1	-4	-0,5
2	10	500	22,5	2	0,2	5	4	8
3	2	100	3000	44	1	50	1150	1500
4	0,25	0,005	0,4	100	0,5	4	1	1,5
5	23	45	123	13	45	14	12	245
6	12	21	11	12	31	21	23	31
7	6	6	120	60	120	45	0,75	2
8	700	300	50	40	40	50	0	20
9	24	125	14	25	24	123	35	45
10	11	23	32	32	12	13	12	22
11	2	0,75	50	20	2	2	2,5	9
12	0,4	4	2	3	0	2	0,002	8
13	20	2	24	14	2	30	1,4	1,5
14	21	35	15	12	13	25	134	14
15	12	24	21	12	12	13	41	13
16	35	19	25	2	254	99	17	56
17	33	31	14	43	12	11	24	41
18	14	234	15	234	12	35	14	125
19	2,00,5	3,00,1	12,00,4	15,00,1	99,40,1	7461	1,60,1	4,30,1
20	13	14	12	14	13	24	25	13

Задания	Варианты							
	9	10	11	12	13	14	15	16
1	8	5	-2,5	-60	1,5	2	5	10
2	8	1	80	80	0,25	0,08	0,3	0,2
3	10	1,8	60	25	30000	200	400	1,5
4	3	1,5	0,2	8	4	1,36	3	2
5	14	235	24	35	15	34	14	24
6	12	11	22	32	24	41	21	41
7	200	200	2	6	80	2	4	9
8	200	200	80	20	1,5	1	55	35
9	24	15	25	14	24	125	84	14
10	14	23	24	24	31	24	32	31
11	20	5	24	36	32	81	10	30
12	2	10	2	1	4	0	6	5
13	2	2	2	8	2	4	5	75
14	345	15	14	24	23	12	14	25
15	24	13	22	12	12	13	13	24
16	76	4	4	0,1	25	82	84	1,5
17	14	14	12	43	12	31	43	13
18	14	25	14	15	13	234	145	34
19	2,200,15	2,20,1	1,40,1	1,400,05	182	222	0,500,05	3,20,2
20	35	40	35	34	14	15	14	15

Задача	Варианты							
	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2,5	0	2,5	-5	25	100	0	5
2	20	40	2	2	2	20	0,5	0,5
3	0,8	102	7	1,4	4000	36	0,5	1000
4	1	2,4	50	12,5	1	400	2	2040
5	15	345	25	13	15	35	14	23
6	23	13	42	24	41	42	12	23
7	2	0,25	2	4	300	4	8	2
8	1,5	1	4	15	5	120	300	200
9	14	23	23	15	34	23	13	14
10	42	34	32	11	31	32	13	42
11	3	3	4	2,5	3	7,5	6	1,6
12	4	0,5	2	1,5	4	2	0,4	0
13	60	70	2	0,8	2	20	0,2	2
14	345	14	35	34	23	34	23	34
15	32	32	42	41	13	14	21	22
16	7	14	127	68	20	4	138	31
17	22	13	13	23	14	13	13	21
18	235	12	245	234	45	15	14	235
19	231	101	4,00,5	0,800,05	1,200,01	8,00,1	0,600,05	0,200,05
20	13	35	24	13	12	25	24	14

Задания	Варианты							
	25	26	27	28	29	30	31	32
1	125	100	6	4	1	0	-2,5	5
2	250	2,25	240	0,4	12	12	6	2
3	5	1,6	63	2,5	2	45	4	9
4	0,4	4	0,125	4500	0,1	15	320	72
5	14	23	23	13	145	24	34	14
6	32	31	21	13	24	41	11	31
7	100	3	0,75	8	0,5	2	3	80
8	60	400	1,5	20	3	2	4	20
9	23	14	25	13	24	135	34	125
10	11	24	13	34	42	23	43	23
11	10	8	48	30	20	8	0,4	3
12	12	15	2	2	0,8	8	8	12
13	90	80	1	12,5	2	0,5	4	1
14	25	35	35	34	14	23	123	23
15	43	31	24	18	12	32	21	41
16	0,9	6	31	93	4	500	14	24
17	23	31	32	31	31	31	33	12
18	23	345	34	13	234	235	34	235
19	4,30,1	7581	9,20,4	1,40,1	10,00,5	1,050,01	1963	4,60,1
20	14	25	35	14	13	13	45	25

Задача	Варианты							
	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2,5	5	2	-5	5	50	5	-10
2	0,2	10	450	0,75	0,15	0,32	319	9
3	15	1,5	20	9	0	0,4	2000	4
4	600	1000	2	15000	2,2	15	72	18
5	34	25	18	234	14	14	235	45
6	12	23	31	31	21	23	32	24
7	10	4	50	2	600	900	4	8
8	60	16	16	3	4,5	180	0,75	6
9	125	25	35	24	245	13	45	24
10	23	32	33	31	33	43	31	31
11	3,6	3	160	256	1,75	245	1	2,5
12	1	2	8	24	0,9	1,5	0,5	1000
13	3	0,6	0,001	70	3	20	4	4
14	23	245	35	245	15	23	45	125
15	22	23	13	12	12	33	14	13
16	5	78	102	146	11	1	3	750
17	23	12	32	32	23	31	23	22
18	45	145	24	45	135	12	15	234
19	4,50,1	7453	241	2243	82	1905	24,00,5	0,600,05
20	15	25	454	14	24	24	14	35

Задания	Варианты				
	41	42	43	44	45
1	-2,5	-6	10	2	-4
2	0,25	45	8	2	100
3	4	9	60	1,4	1,6
4	2	0,6	1,7	40	325
5	15	24	14	34	23
6	21	21	11	42	34
7	25	200	6	1,5	18
8	40	50	160	200	120
9	15	25	15	34	235
10	24	14	21	22	11
11	400	50	8	7,5	9
12	2	2	2	15	0,1
13	3	2	60	120	1,5
14	13	34	24	35	14
15	12	43	32	24	22
16	4	50	52	26	3
17	13	23	32	31	31
18	24	12	235	35	125
19	0,900,01	0,500,01	1502	1501	1,40,1
20	12	15	45	25	34

Решение заданий с развёрнутым ответом

Возможные решения

Вариант 1

21. Стрелка и стержень электрометра, соединённые с нижней пластиной, но изолированные от корпуса, заряжаются положительно, и стрелка отклоняется на некоторый угол.

Благодаря заземлению в верхней пластине и металлическом корпусе электрометра происходит перераспределение свободных электронов таким образом, что верхняя пластина заряжается отрицательно. Заряды перераспределяются до тех пор, пока корпус электрометра и верхняя пластина не станут эквипотенциальной поверхностью с одним потенциалом, а стрелка и нижняя пластина – эквипотенциальной поверхностью с другим потенциалом.

Заряды пластины одинаковы по модулю и противоположны по знаку, пластины образуют конденсатор с ёмкостью $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r S}{d}$, где S – площадь перекрытия пластин, d – расстояние между ними, ϵ – диэлектрическая проницаемость диэлектрика между пластинами.

Характер изменения угла отклонения стрелки совпадает с изменением разности потенциалов между пластинами: при увеличении разности потенциалов увеличивается угол отклонения, при уменьшении разности потенциалов угол уменьшается.

При уменьшении расстояния d между пластинами ёмкость конденсатора увеличивается, заряд конденсатора практически не меняется, так как его ёмкость много больше ёмкости системы «корпус + стрелка электрометра», а нижняя пластина вместе со стержнем и стрелкой электрометра образуют изолированную систему заряженных тел. Поэтому разность потенциалов $U = \frac{q}{C}$ уменьшается, и угол отклонения стрелки электрометра уменьшается.

Ответ: угол отклонения стрелки электрометра уменьшается.

22. В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии телёжка:

$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$, где k – жёсткость пружины, A – амплитуда колебаний телёжка, m – масса телёжка, v – максимальная скорость телёжка.

В итоге получим: $v = A \sqrt{\frac{k}{m}} = 0,1 \sqrt{\frac{200}{2}} = 1 \text{ м/с}$.

Ответ: $v = 1 \text{ м/с}$.

23. Оптическая сила линзы равна $D = \frac{1}{F}$.

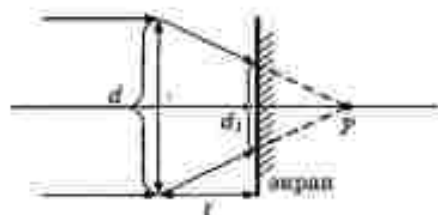
Тогда $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$.

Все лучи, параллельные главной оптической оси линзы, проходят через её фокус. Ход лучей, падающих на край линзы, указан на рисунке.

Из геометрии следует, что $\frac{d_1}{d} = \frac{F - l}{F} = \frac{20 - 10}{20} = \frac{1}{2}$.

$d_1 = \frac{d}{2} = \frac{6}{2} = 3 \text{ см}$.

Ответ: 3 см.



24. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда

$$(m_a + m_s + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$m = \frac{\rho V T_1}{RT_1}, \quad \rho = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединив (1) и (2), получим:

$$T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_a - m_s} = \frac{1,2 \cdot 2500 \cdot 280}{1,2 \cdot 2500 - 400 - 200} = 350 \text{ К}, \quad t_1 = 350 - 273 = 77 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ответ: $T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_a - m_s} = 350 \text{ К}, \quad t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{C}.$

25. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т. е. $\Delta\Phi = B l \Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{B l \Delta x}{\Delta t} = B l v$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что

$$|\mathcal{E}| = B l \sqrt{2ax} = 0,5 \cdot 1 \cdot \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 1} = 2 \text{ В}.$$

Ответ: $|\mathcal{E}| = B l \sqrt{2ax} = 2 \text{ В}.$

26. Обоснование:

Для описания соударения пули и шара использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчета, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае внешними силами являются сила тяжести $m_s g$ и сила натяжения нити \vec{T} , которые не равны нулю. Считая время соударения малым, можно сказать, что шар не сместился с места во время удара о него пули, тогда проекции этих сил на горизонтальное направление равны нулю. Значит, выполняется закон сохранения импульса по горизонтальному направлению (ось x). Проекция импульса по вертикальному направлению не сохраняется, так как во время удара сила натяжения нити во много раз превышает силу тяжести, действующую на шар.

Для описания подъема шара с застрявшей в нём пулей использован закон сохранения механической энергии системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчета, если сумма работ непотенциальных сил, приложенных к телам системы, равна нулю. Так как сопротивлением воздуха можно пренебречь, а сила натяжения нити направлена перпендикулярно направлению движения шара и, следовательно, не совершает работу, то при движении шара с пулей вверх сохраняется механическая энергия системы тел.

Решение:

1. Введём инерциальную систему отсчета, связанную с Землей, и направим ось x системы координат в направлении начальной скорости движения пули. Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось Ox : $m v_0 \cos \alpha = (M + m) u$, (1)

где u — модуль скорости шара с застрявшей в нём пулей сразу после соударения.

2. Запишем закон сохранения механической энергии для движения шара с пулей вверх:

$$\frac{(M + m) u^2}{2} = (M + m) g h, \quad (2)$$

где $h = l(1 - \cos \varphi)$ — максимальная высота подъема шара с пулей от нижней точки.

3. Выразим u из уравнения (1) и подставим в (2), получим:

$$g l (1 - \cos \varphi) = \left(\frac{m}{M + m} \right)^2 \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{2}.$$

4. Откуда

$$\cos \varphi = 1 - \left(\frac{m}{M+m} \right)^2 \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{2lg} = 1 - \left(\frac{10}{250+10} \right)^2 \frac{(15)^2 \cdot 0,75}{2 \cdot 0,25 \cdot 10} = 0,95;$$

$$\varphi \approx 18^\circ.$$

Ответ: $\varphi = 18^\circ$.

Вариант 2

21. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным. При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

$$22. Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv^2}{2} - \frac{m \left(\frac{v}{2} \right)^2}{2} = \frac{3}{4} \frac{mv^2}{2},$$

$$\frac{mv^2}{2} = E_s.$$

Получаем $Q = \frac{3}{4} E_s$.

$$E_s = \frac{4}{3} Q = \frac{4}{3} \cdot 15 = 20 \text{ Дж.}$$

Ответ: 20 Дж.

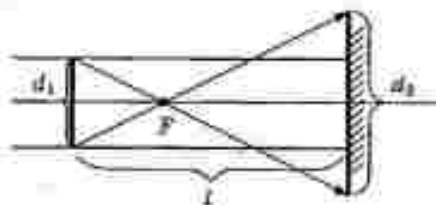
$$23. D = \frac{1}{F} = 5 \text{ дптр, тогда } F = \frac{1}{5} \text{ м} = 20 \text{ см.}$$

Все лучи, параллельные главной оптической оси линзы, проходят через её фокус. Ход лучей, падающих на край линзы, указан на рисунке.

Из геометрических соображений получаем $\frac{d_2}{d_1} = \frac{l-F}{F} = \frac{50-20}{20} = \frac{3}{2}$,

$$d_2 = \frac{3}{2} d_1 = \frac{3}{2} \cdot 6 = 9 \text{ см.}$$

Ответ: 9 см.



24. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда:

$$(m_{\text{ш}} + m_{\text{в}})g = \rho V g \quad (1)$$

где $m_{\text{в}}$ — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$m_{\text{в}} = \frac{\rho V \mu}{RT_1}, \quad \rho = \frac{\rho R T_2}{\mu} \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$m_{\text{ш}} = \rho V - m_{\text{в}} = \rho V - \frac{\rho V T}{T_1} = 1,2 \cdot 2500 - 400 - \frac{1,2 \cdot 2500 \cdot 280}{350} = 200 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{ш}} = \rho V - m_{\text{в}} - \frac{\rho V T}{T_1} = 200 \text{ кг.}$

25. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta \Phi = B \Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta \Phi = B l \Delta x$.

Следовательно, $|\delta| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\delta| = Bl\sqrt{2ax}$, отсюда

$$B = \frac{|\delta|}{l\sqrt{2ax}} = \frac{2}{1 \cdot \sqrt{2 \cdot 8 \cdot 1}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B = \frac{|\delta|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$

26. Обоснование:

Для описания соударения пули и шара использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае внешними силами являются сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити T , которые не равны нулю. Считая время соударения малым, можно сказать, что шар не сдвинулся с места во время удара о него пули, тогда проекции этих сил на горизонтальное направление равны нулю. Значит, выполняется закон сохранения импульса на горизонтальное направление (ось x). Проекция импульса на вертикальное направление не сохраняется, так как во время удара сила натяжения нити во много раз превышает силу тяжести, действующую на шар.

Для описания подъёма шара с застрявшей в нём пулей использован закон сохранения механической энергии системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма работ непотенциальных сил, приложенных к телам системы, равна нулю. Так как сопротивление воздуха можно пренебречь, а сила натяжения нити направлена перпендикулярно направлению движения шара и, следовательно, не совершает работу, то при движении шара с пулей вверх сохраняется механическая энергия системы тел.

Решение:

1. Введём инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось x системы координат в направлении начальной скорости движения пули. Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось Ox : $m_0 \cos \alpha = (M + m)u$, (1)

где u — модуль скорости шара с застрявшей в нём пулей сразу после соударения.

2. Запишем закон сохранения механической энергии для движения шара с пулей вверх:

$$\frac{(M + m)u^2}{2} = (M + m)gh, \quad (2)$$

где $h = l(1 - \cos \varphi)$ — максимальная высота подъёма шара с пулей от нижней точки.

3. Выразим u из уравнения (1) и подставим в (2), получим:

$$gl(1 - \cos \varphi) = \left(\frac{m}{M + m}\right)^2 \frac{u_0^2 \cos^2 \alpha}{2}$$

4. Откуда

$$u = \sqrt{2gl(1 - \cos \varphi)} \cdot \frac{M + m}{m \cos \alpha} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,5(1 - 0,5)} \cdot \frac{100 + 20}{20 \cdot 0,87} = 15,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $u = \sqrt{2gl(1 - \cos \varphi)} \cdot \frac{M + m}{m \cos \alpha} = 15,5 \text{ м/с.}$

Вариант 3

21. Колебющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g :

$$\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}.$$

Противоположно равномерно заряженная пластина создаёт однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнёт действовать постоянная сила, равная по величине $q\vec{E}$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сила тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться в положение равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

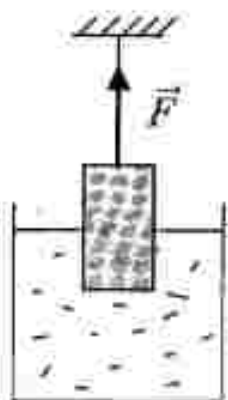
22. На цилиндр действуют сила тяжести, сила Архимеда и сила натяжения нити. Так как цилиндр находится в покое, то в соответствии со вторым законом Ньютона

$$mg = F_{\text{Арх}} + F, \text{ где масса цилиндра } m = \rho_0 V, \text{ сила Архимеда } F_{\text{Арх}} = \rho_0 g \frac{V}{2}.$$

Подставив выражения для массы и силы Архимеда во второй закон Ньютона, найдём плотность цилиндра:

$$\rho_0 = \frac{\rho_0}{2} + \frac{F}{gV} = \frac{1000}{2} + \frac{3}{10 \cdot 4 \cdot 10^{-4}} = 1250 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho_0 = 1250 \text{ кг/м}^3$.



23. $W = \frac{mv^2}{2}$

$$m \frac{v^2}{R} = qvB, \text{ откуда } v = \frac{qBR}{m}.$$

$$\text{Тогда } \frac{W_1}{W_2} = \frac{m_1}{m_2} \left(\frac{qB_1 R}{m_1} \right)^2 = \frac{2}{m_1} \left(\frac{m_2}{qB_2 R} \right)^2 = \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^2 \cdot \frac{m_1}{m_2} = 4 \cdot \frac{1}{2} = 2.$$

Ответ: 2.

24. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_m} \cdot 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде

$$\text{было равно } p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_m = 0,4 p_m, \text{ где } p_m \text{ — давление насыщенного пара.}$$

Согласно уравнению Клапейрона-Менделеева $p_i = \frac{m_i}{M} RT$, где T — температура пара, V — объём сосуда,

M — молярная масса воды, m_0 — начальная масса водяного пара в сосуде.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до m_1 :

$$p_1 = p_m = \frac{m_1}{M} RT.$$

$$\text{Получаем } \alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_2} = \frac{\frac{\varphi p_m MV}{100\% RT} - \frac{p_m MV}{RT}}{\frac{\varphi p_m MV}{100\% RT}} = \frac{0,4 - 0,2}{0,4} = 0,5.$$

Ответ: $\alpha = 0,5$.

25. Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (1)$$

(C — ёмкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсатора.)

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC} \quad (2)$$

$$\text{Длина волны выражается через период колебаний, как } \lambda = cT \quad (3)$$

(c — скорость света).

Максимальная напряжённость поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d} \quad (4)$$

$$\text{Решив систему уравнений (1)-(4), получим } I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi c L} E_{\text{max}} = \frac{500 \cdot 10^{-9}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 3 \cdot 10^{-6}} \cdot 3 = 0,27 \text{ мА.}$$

$$\text{Ответ: } I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi c L} E_{\text{max}} = 0,27 \text{ мА.}$$

26. Обоснование:

Для описания разрыва сварки использован закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В

данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является сила тяжести $m\vec{g}$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт большой внутренней силы взрыва. По сравнению с этой большой силой конечная сила тяжести пренебрежимо мала.

Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в процессе разрыва.

Решение:

1. Введём инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось x системы координат в направлении начальной скорости движения снаряда. Запишем закон сохранения импульса в проекции на ось Ox и сохранения энергии для снаряда:

$$2m \cdot v_0 = m v_1 + m v_2; \quad (1)$$

$$2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}; \quad (2)$$

где

$2m$ — масса снаряда до взрыва;

v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва;

v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперёд;

v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_2 из первого уравнения: $v_2 = v_1 - 2v_0$ и подставим во второе уравнение. Получим:

$$v_1^2 - 2v_0 v_1 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0.$$

3. Из двух корней этого уравнения $(v_1)_{1,2} = v_0 \pm \sqrt{\frac{\Delta E}{m}}$ выбираем больший, что соответствует условию задачи.

4. Отсюда следует: $v_1 = v_0 + \sqrt{\frac{\Delta E}{m}} = 200 + \sqrt{\frac{2 \cdot 10^3}{1}} \approx 647$ м/с.

Ответ: $v_1 \approx 647$ м/с.

Вариант 4

21. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, период свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g :

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Протяжённая равномерно заряженная пластина создаёт однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарикку сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнёт действовать постоянная сила, равная по величине и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарикку ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, так как $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{a}}$.

Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

- 22.

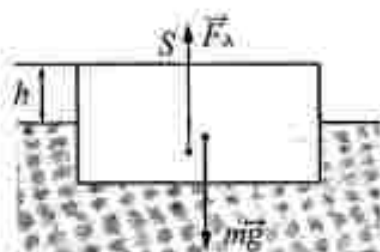
$$F_A = mg,$$

$$\rho_w g (H - h) S = \rho_{\text{л}} g H S,$$

где ρ_w — плотность воды,

$\rho_{\text{л}}$ — плотность льда,

H — толщина льдины,



$$\text{откуда } H = \frac{\rho_2 h}{\rho_2 - \rho_1};$$

$$m = \rho_2 SH = \frac{\rho_2 \rho_1 S h}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1000 \cdot 900 \cdot 2500 \cdot 10^{-4} \cdot 0,04}{1000 - 900} = 90 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = 90$ кг.

$$23. \left. \begin{aligned} \frac{mv^2}{R} &= qvB \\ T &= \frac{2\pi R}{v} \end{aligned} \right\}, \text{откуда } T = \frac{2\pi m}{qB};$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi m_2}{qB_2} \cdot \frac{qB_1}{2\pi m_1} = \frac{m_2}{m_1} \cdot \frac{B_1}{B_2} = 4 \cdot \frac{1}{2} = 2.$$

Ответ: 2.

24. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{н}}} \cdot 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде

было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{н}} = 0,8 p_{\text{н}}$, где $p_{\text{н}}$ — давление насыщенного пара. Согласно уравнению Клапейрона—

Менделеева $p_1 = \frac{m_1}{MV} RT_1$, где T_1 — температура пара, V — объём сосуда, M — молярная масса воды.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась: $p_2 = p_{\text{н}} = \frac{m_2}{M(V/3)} RT_2$.

Получаем $m_2 = 2,4 m_1 = 2,4 \cdot 10 = 24$ г.

Ответ: $m_2 = 2,4 m_1 = 24$ г.

25. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}, \quad (1)$$

где C — ёмкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$,

$$C = \frac{1}{T^2 L}. \quad (2)$$

Максимальная напряжённость поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (3)$$

Решив систему уравнений (1)–(3), получим

$$E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu C d} I_{\text{max}} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 10^7 \cdot 0,2 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-4}} \cdot 1 = 80 \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu C d} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

26. Обоснование:

Для описания разрыва снаряда используем закон сохранения импульса системы тел. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В данном случае из-за отсутствия сопротивления воздуха внешней силой является сила тяжести $m\vec{g}$, которая не равна нулю. Но этим можно пренебречь, считая время разрыва снаряда малым. За малое время разрыва импульс каждого из осколков меняется на конечную величину за счёт большой внутренней силы разрыва. По сравнению с этой большой силой конечная сила тяжести пренебрежимо мала.

Так как время разрыва снаряда считаем малым, то можно пренебречь и изменением потенциальной энергии снаряда и его осколков в процессе разрыва.

Решение:

1. Введём инерциальную систему отсчёта, связанную с Землёй, и направим ось x системы координат в направлении начальной скорости движения снаряда. Запишем закон сохранения импульса и сохранения энергии для снаряда:

$$2mv_0 = mv_1 + mv_2 \quad (1)$$

$$2m \cdot \frac{v_0^2}{2} + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}, \quad (2)$$

где:

$2m$ — масса снаряда до взрыва;

v_0 — модуль скорости снаряда до взрыва;

v_1 — модуль скорости осколка, летящего вперёд;

v_2 — модуль скорости осколка, летящего назад.

2. Выразим v_1 из первого уравнения: $v_1 = 2v_0 + v_2$ и подставим во второе уравнение. Получим:

$$v_2^2 + 2v_0v_2 + v_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0.$$

3. Из двух корней этого уравнения $(v_2)_{1,2} = -v_0 \pm \sqrt{\frac{\Delta E}{m}}$ выбираем положительный, так как v_2 — модуль скорости.

4. Отсюда следует: $v_2 = -v_0 + \sqrt{\frac{\Delta E}{m}} = -200 + \sqrt{\frac{2 \cdot 10^9}{1}} \approx 247$ м/с.

Ответ: $v_2 \approx 247$ м/с.

Вариант 5

21. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = r \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, из которой определяется напряжение; r — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличатся быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

22. Скорость тела определяется изменением его координаты с течением времени. Анализируя график зависимости координаты автомобиля от времени $x(t)$, видим, что в промежутке от 4 до 5 мин. его координата меняется линейно и быстрее всего. Следовательно, в этот промежуток времени автомобиль движется равномерно с максимальной скоростью. Определим модуль максимальной скорости автомобиля:

$$v_{\max} = \frac{|x(5) - x(4)|}{\Delta t} = \frac{|300 - 900|}{60} = 10 \text{ м/с}.$$

Таким образом, максимальная кинетическая энергия автомобиля равна

$$E_{\text{кин}} = \frac{mv_{\max}^2}{2} = \frac{1700 \cdot 10^2}{2} = 85 \cdot 10^3 \text{ Дж} = 85 \text{ кДж}.$$

Ответ: $E_{\text{кин}} = 85$ кДж.

23. Уравнение теплового баланса:

$$c_2 \cdot m_2 (t_0 - t_1) = \lambda \cdot m_1 + c_1 \cdot m_1 (t_1 - 0^\circ\text{C}).$$

Причём $m_s = N \cdot m_0$, где N — число кубиков льда.

Тогда

$$N = \frac{c_s m_s (t_0 - t_1)}{(\lambda + c_s (t_1 - 0^\circ\text{C})) m_0} = \frac{4200 \cdot 0,2 \cdot (30 - 15)}{(3,3 \cdot 10^5 + 4200(15 - 0)) \cdot 8 \cdot 10^{-2}} = 4.$$

Ответ: 4.

24. Запишем уравнения состояния газа для верхней и нижней частей:

$p_1 V_1 = \nu RT$, $p_2 V_2 = \nu RT$, где V_1 и V_2 — объёмы верхней и нижней частей.

$V_1 = S(H - h)$, $V_2 = Sh$, где S — сечение поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня $p_1 S + mg - p_2 S = 0$, где m — масса поршня.

Получим соотношение для количества молей газа:

$$\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} = \frac{11 \cdot 10}{8,31 \cdot 361 \left(\frac{1}{0,2} - \frac{1}{0,5 - 0,2} \right)} = 0,022 \text{ моль.}$$

Ответ: $\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} = 0,022 \text{ моль.}$

25. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после замыкания ключа:

$$Q = W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}. \quad (1)$$

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учётом закона Ома для полной цепи $U = IR = \mathcal{E}R/(R+r)$. (2)

Объединяя (1) и (2), находим: $Q = \frac{q\mathcal{E}R}{2(R+r)} = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 24 \cdot 25}{2(25+5)} = 20 \text{ мкДж.}$

Ответ: $Q = \frac{q\mathcal{E}R}{2(R+r)} = 20 \text{ мкДж.}$

26. Обоснование:

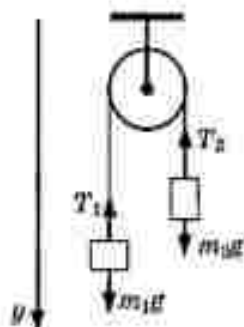
Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Тела будем считать материальными точками, так как они движутся поступательно. Трением о воздух пренебрежём.

Так как нить нерастяжима, ускорения тел равны по модулю и противоположны по направлению:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2. \quad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на тела. Так как блок гладкий и нить невесома, то силы натяжения нити, действующие на каждый из брусков, одинаковы:

$$\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}. \quad (2)$$



Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось y выбранной системы отсчёта:

$$m_2 a_2 = m_2 g - T_2 \\ -m_1 a_1 = m_1 g - T_1$$

Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1) и (2), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_2 + m_1}.$$

2. Тела окажутся на одной высоте, когда сумма расстояний, пройденных ими, будет равна h :

$$\frac{at^2}{2} + \frac{at^2}{2} = h.$$

3. Окончательно получим $t = \sqrt{\frac{h}{a}} = \sqrt{\frac{h(m_2 + m_1)}{(m_2 - m_1)g}} = \sqrt{\frac{0,4 \cdot (2+3)}{(3-2) \cdot 10}} = 0,45 \text{ с.}$

Ответ: $t = \sqrt{\frac{h(m_2 + m_1)}{(m_2 - m_1)g}} = 0,45 \text{ с.}$

Вариант 6

21. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определится соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, потому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

22. Согласно законам равноускоренного прямолинейного движения

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad (1)$$

$$3v_0 = v_0 + at, \quad (2)$$

где v_0 — начальная скорость тела, a — модуль ускорения тела, s — путь, пройденный телом.

Решая уравнения (1) и (2), получим выражение для начальной скорости тела:

$$v_0 = \frac{s}{2t} = \frac{20}{2 \cdot 2} = 5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_0 = 5 \text{ м/с.}$

23. 1) Для нагрева воды до температуры 100°C необходимо количество теплоты:

$$Q = cm_1 \Delta t, \quad (1)$$

где c — теплоёмкость воды, m_1 — масса воды, Δt — разность между начальной и конечной температурами воды.

Необходимое количество теплоты Q можно получить при конденсации пара массой m_2 :

$$Q = Lm_2, \quad (2)$$

где L — удельная теплота парообразования.

2) Приравняв соотношения (1) и (2), получим:

$$m_2 = \frac{cm_1 \Delta t}{L} = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 400 \cdot 100}{2,3 \cdot 10^6} = 84 \text{ г.}$$

Ответ: 84 г.

24. Условие равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_n + \rho g d$, где $p_n = \rho g H$ — атмосферное давление. Здесь $H = 750 \text{ мм}$, ρ — плотность ртути.

Поскольку нагрев воздуха в трубке происходит до температуры $T = T_n + \Delta T$ и объём, занимаемый воздухом, не изменился, то, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$\frac{T}{T_n} = \frac{p}{p_n} = 1 + \frac{d}{H}.$$

Окончательно получим: $T_c = \Delta T \frac{H}{d} = 60 \cdot \frac{750}{150} = 300 \text{ К}$.

Ответ: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300 \text{ К}$.

25. Пока ключ замкнут, через катушку течёт ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \mathcal{E}$.

Энергия магнитного поля катушки равна $\frac{LI^2}{2}$, энергия электрического поля конденсатора равна $\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются электромагнитные колебания и вся энергия, запасённая в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$W = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\mathcal{E}^2}{2R^2} L$$

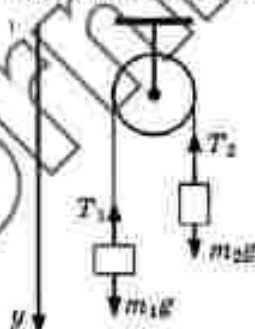
Согласно закону Джоуля-Ленца выделяемая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия W распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится:

$$Q = \frac{r}{R+r} W = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = \frac{5 \cdot 12^2(3 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-3}/3^2)}{2 \cdot (3+5)} = 0,115 \text{ Дж}$$

Ответ: $Q = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж}$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью замка. Тела будем считать материальными точками, так как они движутся поступательно. Трением о воздух пренебрежём.



Так как нить нерастяжима, ускорения тел равны по модулю и противоположны по направлению:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2. \quad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на тела. Так как блок гладкий и нити невесомы, то силы натяжения нити, действующие на каждый из брусков, одинаковы:

$$\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}. \quad (2)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось y выбранной системы отсчёта:

$$\begin{aligned} m_2 a_2 &= m_2 g - T_2 \\ -m_1 a_1 &= m_1 g - T_1 \end{aligned}$$

Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1) и (2), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{(m_2 - m_1)g}{m_2 + m_1}.$$

2. Тела окажутся на одной высоте, когда сумма расстояний, пройденных ими, будет равна h :

$$\frac{at^2}{2} + \frac{at^2}{2} = h.$$

3. Окончательно получим $h = at^2 = \frac{(m_2 - m_1)gr^2}{m_2 + m_1} = \frac{(3-2) \cdot 10 \cdot 0,25}{3+2} = 0,5 \text{ м.}$

Ответ: $h = \frac{(m_2 - m_1)gr^2}{m_2 + m_1} = 0,5 \text{ м.}$

Вариант 7

21. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

22. В случае гармонических колебаний максимальная потенциальная энергия пружины равна максимальной кинетической энергии тележки:

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mV^2}{2}, \quad \text{где } k \text{ — жёсткость пружины, } A \text{ — амплитуда колебаний тележки,}$$

m — масса тележки, V — максимальная скорость тележки.

В итоге получим: $V = A\sqrt{\frac{k}{m}} = 0,1\sqrt{\frac{200}{2}} = 1 \text{ м/с.}$

Ответ: $V = 1 \text{ м/с.}$

23. Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0°C :

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при 0°C :

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (2)$$

Количество теплоты, отданное водой при охлаждении её до 0°C :

$$Q = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (3)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad (4)$$

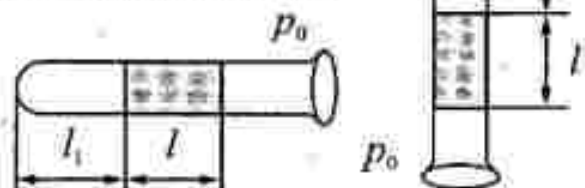
Объединяя (1)-(4), получим: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} = \frac{4 \cdot 4,2 \cdot 10^5 \cdot (20 - 0)}{3,1 \cdot 10^5 \cdot (0 + 5) + 3,3 \cdot 10^5} \approx 1 \text{ кг.}$

Ответ: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1 \text{ кг.}$

24. 1. Относительная влажность воздуха в трубке в первом случае:

$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_s}$, где p_1 — давление водяных паров в трубке, p_s — давление насыщенных водяных паров при той же температуре. Для второго случая относительная влажность воздуха в трубке $\varphi_2 = \frac{p_2}{p_s}$, где p_2 — парциальное давление водяных паров в трубке.

2. Давление влажного воздуха в первом случае равно атмосферному давлению: $p_{\text{вж}} = p_0$, а во втором случае — $p_{\text{вж}} = p_2 - \rho g l$, где ρ — плотность ртути, а l — длина стол-



бика ртути. Заметим, что $p_0 = \rho g h$, где $H = 760$ мм.

3. Объем влажного воздуха при изменении положения трубки изменился так, как изменились длины столбиков воздуха, запечатых ртутью. Считаем влажный воздух идеальным газом. Поэтому по закону Бойля –

$$\text{Мариотта можем записать } \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_0 V_0}{T_0},$$

4. Из уравнения Клапейрона–Менделеева следует, что $p = \frac{\nu RT}{V}$, $p_{\text{вж}} = \frac{(\nu + \nu_{\text{в}})RT}{V}$, где p – парциальное давление водного пара, $p_{\text{вж}}$ – давление влажного воздуха, ν – количество моль водного пара в трубке, $\nu_{\text{в}}$ – количество моль сухого воздуха в трубке.

$$\text{Отсюда следует, что } \frac{p}{p_{\text{вж}}} = \frac{\nu}{\nu + \nu_{\text{в}}} = \text{const}$$

Поэтому $\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_{\text{вж}1}}{p_{\text{вж}2}}$, и для изотермического процесса для парциальных давлений водного пара имеем:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{p_0}{p_0 - \rho g l}$$

5. После объединения записанных выше уравнений получим выражение для относительной влажности воздуха во втором случае:

$$\varphi_2 = \varphi_1 \frac{p_0 - \rho g l}{p_0} = \varphi_1 \frac{\rho g H - \rho g l}{\rho g H} = \varphi_1 \frac{H - l}{H} = 80 \cdot \frac{760 - 76}{760} = 72\%$$

Ответ: $\varphi_2 = 72\%$.

25. Как следует из рис. 1, при силе тока $I = 0,15$ А напряжение на светодиоде $U_{\text{св}} = 3$ В.

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, для которого течёт этот ток (последовательное включение), $U = IR$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E} = U + U_{\text{св}}$.

Решение системы даёт: $U = IR = \mathcal{E} - U_{\text{св}}$.

$$\text{Сопротивление резистора } R = \frac{\mathcal{E} - U_{\text{св}}}{I} = \frac{6 - 3}{0,15} = 20 \text{ Ом}$$

Ответ: $R = 20$ Ом.

26. Обоснование:

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, в горизонтальном направлении внешние силы на эту систему тел не действуют, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox инерциальной системы отсчёта, связанной со столом, сохраняется.

Так как трение в системе отсутствует и работа всех непотенциальных сил равна нулю, то к этой системе тел можно применить закон сохранения механической энергии.

Решение:

1. Из закона сохранения импульса:

$$Mu - mv = 0, \tag{1}$$

где m – масса шайбы, M – масса горки, u – скорость горки в тот момент, когда скорость шайбы равна v .

2. Из закона сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mgh = \frac{5}{2} mgh. \tag{2}$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

Вариант 8

21. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

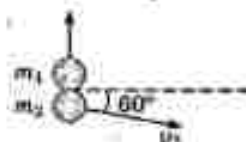
Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

22.

До удара



После удара



По закону сохранения импульса:

$$mv = m_1 v_1 + m_2 v_2 \cos 60^\circ.$$

$$\text{Откуда } m_1 = \frac{mv}{v_2 \cos 60^\circ} = \frac{2 \cdot 100}{400 \cdot \frac{1}{2}} = 1 \text{ кг.}$$

Ответ: 1 кг.

23. ЭДС индукции в рамке:

$$\mathcal{E}_i = vBl.$$

$$\text{Тогда } I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} = \frac{vBl}{R}.$$

$$\text{Откуда } v = \frac{IR}{Bl} = \frac{10^{-4} \cdot 10}{0,1 \cdot 0,1} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1 м/с.

24. Работа внешних сил над газом при переходе из состояния 2 в состояние 3 определяется как площадь фигуры в pV -координатах.

$$A_{\text{внеш}} = 0,5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0V_0.$$

Количество теплоты, переданное за цикл холодильнику, согласно первому закону термодинамики равно:

$$|Q_2| = |Q_{\text{вн}}| = (U_2 - U_3) + A_{\text{вн}} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0V_0.$$

$$\text{Согласно уравнению Менделеева - Клапейрона } \nu RT_2 = p_2V_2 = 2p_0 \cdot 3V_0, \quad \nu RT_3 = p_3V_3 = p_0V_0.$$

$$\text{Тогда } |Q_2| = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2}p_0V_0 = \frac{7}{2}A_{\text{внеш}}.$$

$$A_{\text{внеш}} = \frac{2}{7}|Q_2| = \frac{2}{7} \cdot 1 = 2,8 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A_{\text{внеш}} \approx 2,8 \text{ Дж.}$

25. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течёт этот ток (последовательное включение), $U_1 = I_1R$.

$$\text{По закону Ома для полной (замкнутой) цепи } \mathcal{E}_1 = U_1 + U_0.$$

$$\text{Решение системы даёт: } U_1 = I_1R = \mathcal{E}_1 - U_0, \text{ сопротивление резистора } R = \frac{\mathcal{E}_1 - U_0}{I_1} = 30 \text{ Ом.}$$

Напряжение на диоде не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} < I < 0,2 \text{ А}$, поэтому $U_2 = \mathcal{E}_2 - U_0$ для любой силы тока из этого интервала, следовательно, сила тока в цепи при изменении ЭДС источника

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{\mathcal{E}_2 - U_0}{R} = I_1 \cdot \frac{\mathcal{E}_2 - U_0}{\mathcal{E}_1 - U_0} = 0,1 \cdot \frac{1,5}{3} = 0,05 \text{ А.}$$

Полученное значение укладывается в интервал применимости выбранной модели, когда сила тока не зависит от приложенного напряжения.

Ответ: $I_0 = 0,05$ А.

20. Обоснование:

На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (сила тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, в горизонтальном направлении внешние силы на эту систему тел не действуют, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox инерциальной системы отсчёта, связанной со столом, сохраняется.

Так как трение в системе отсутствует и работа всех непотенциальных сил равна нулю, то к этой системе тел можно применить закон сохранения механической энергии.

Решение:

1. Из закона сохранения импульса: $Mu - mv = 0$, (1)

где m — масса шайбы, $M = 12m$ — масса горки, v — скорость шайбы на левой вершине горки.

2. Согласно закону сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mv^2}{2} + mgh = 3mgh. \quad (2)$$

3. Объединяя (1) и (2), получим $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

Ответ: $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

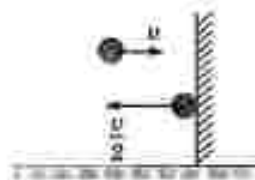
Вариант 9

21. Для описания изобарного расширения идеального газа используем уравнение Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu RT$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых давлении и объёме $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$,

Как следует из рисунка, $T_1 > T_2$ (при одинаковых давлении и объёме). Поэтому $\nu_1 < \nu_2$.

Ответ: количество вещества в первой порции газа меньше, чем во второй.

22.

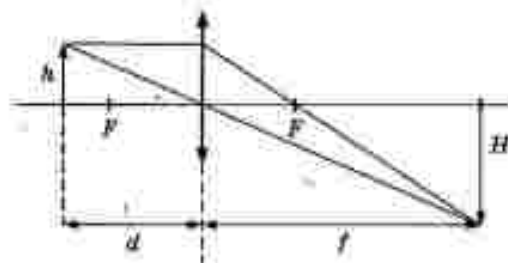


$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{m\left(\frac{v}{2}\right)^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \left(1 - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4} \cdot \frac{mv^2}{2} = \frac{3}{4} \cdot E_k = \frac{3}{4} \cdot 20 = 15 \text{ Дж.}$$

Где m — масса мяча, v — его скорость перед ударом о стенку.

Ответ: 15 Дж.

23.



$$\frac{H}{h} = \frac{l}{d} = 4,$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{4d},$$

$$d = \frac{5F}{4} = 2,5 \text{ м.}$$

Ответ: 2,5 м.

24. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре: $U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ определяем конечную

температуру: $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии равно $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right)$.

В соответствии с первым началом термодинамики:

$$|Q| = |\Delta U + A| = \left| \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - A \right| = \left| \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 \left(\sqrt{\frac{10}{4 \cdot 10^5}} - 1 \right) + 2493 \right| = 1247 \text{ Дж.}$$

Ответ: $|Q| = \left| \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - A \right| = 1247 \text{ Дж.}$

25. При ускорении в электрическом поле электрон приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд электрона.

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца $F_L = qvB$, сообщающая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона: $qvB = m \cdot \frac{v^2}{R}$.

Решая систему уравнений, находим: $B = \frac{1}{R} \sqrt{2mU} = \frac{1}{0,2} \sqrt{2 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^{-17}} = 0,5 \text{ Тл.}$

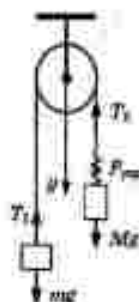
Ответ: $B = \frac{1}{R} \sqrt{2mU} = 0,5 \text{ Тл.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с блоком. Так как тела движутся поступательно, будем считать их материальными точками. Трением о воздух пренебрежем.

На рисунке показаны силы, действующие на гиру и груз. Так как ускорение тел постоянно, значит, силы, действующие на них, постоянны, а длина пружины не меняется в процессе движения.

Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения гири и груза равны по модулю и противоположны по направлению:



$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_2 = -\vec{a}_1. \quad (1)$$

Так как блок и шнур невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения шнур, действующие на гири и пружину, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \quad (2)$$

Так как пружина лёгкая, то сила упругости равна силе натяжения шнур

$$T = F_{\text{уп}}. \quad (3)$$

Решение:

1. Напишем второй закон Ньютона в проекции на ось Oy выбранной системы координат:

$$Ma_2 = Mg - F_{\text{уп}}$$

$$-ma_1 = mg - T_1$$

Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1), (2) и (3), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{(M - m)g}{M + m}.$$

2. Тогда $F_{\text{уп}} = T = \frac{2Mmg}{M + m}$.

3. По закону Гюа $F_{\text{уп}} = k(L - l)$, тогда

$$L = l + \frac{2Mmg}{k(M + m)} = 0,1 + \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,1 \cdot 10}{50 \cdot (0,3 + 0,1)} = 0,13 \text{ м}$$

Ответ: $L = l + \frac{2Mmg}{k(M + m)} = 0,13 \text{ м}$.

Вариант 10

21. Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p = \nu RT/V, \text{ где } \nu - \text{число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых давлении и объёме } \frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}.$$

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объёме). Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

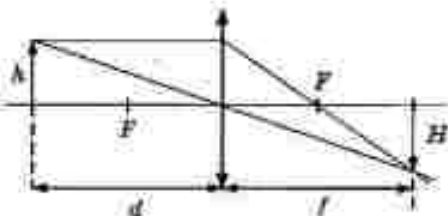
Ответ: количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

22. По закону сохранения механической энергии $\frac{Mv^2}{2} = \frac{Mv^2}{2}$.

Тогда $\Delta x = v \sqrt{\frac{M}{k}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{0,1}{1000}} = 0,01 \text{ м} = 1 \text{ см}$.

Ответ: 1 см.

23.



$$\frac{h}{H} = 4 = \frac{d}{l}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{4}{d} = \frac{5}{d}$$

$$d = 5F = 5 \text{ м}$$

Ответ: 5 м.

24. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1, \quad U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$$

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$ определяем конечную температуру: $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии равно $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right)$.

В соответствии с первым началом термодинамики: $-Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A$.

откуда получим: $A = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = -\frac{3}{2} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 600 \cdot \left(\sqrt{\frac{10^4}{9 \cdot 10^4}} - 1 \right) - 1500 = 3486 \text{ Дж}$.

Ответ: $A = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = 3486 \text{ Дж}$.

25. При ускорении в электрическом поле электрон приобретает кинетическую энергию $\frac{mv^2}{2} = qU$, где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд электрона.

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца $F_L = qvB$, сообщаящая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона:

$$qvB = m \frac{v^2}{R}.$$

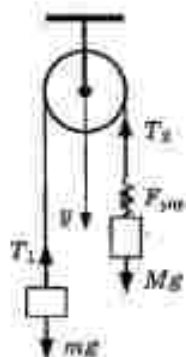
Решая систему уравнений, находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 25 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}.$$

Ответ: $\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл}$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с блоком. Так как тела движутся поступательно, будем считать их материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.



На рисунке показаны силы, действующие на гири и груз. Так как ускорение тел постоянно, значит, силы, действующие на них, постоянны, а длина пружины не меняется в процессе движения.

Так как нить нерастяжима и длина пружины постоянна, ускорения гирь и груза равны по модулю и противоположны по направлению:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2. \quad (1)$$

Так как блок и нить невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующие на гирю и пружину, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T. \quad (2)$$

Так как пружина лёгкая, то сила упругости равна силе натяжения нити

$$T = F_{\text{уп}} \quad (3)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось Oy выбранной системы координат:

$$Ma_2 = Mg - F_{\text{уп}}$$

$$-ma_1 = mg - T_1$$

Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1), (2) и (3), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{(M - m)g}{M + m}.$$

2. Тогда $F_{\text{уп}} = T = \frac{2Mmg}{M + m}$.

3. По закону Гука $F_{\text{уп}} = k(L - l)$, тогда

$$k = \frac{2Mmg}{(L - l)(M + m)} = \frac{2 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 10}{(0,13 - 0,1) \cdot (0,3 + 0,2)} = 80 \text{ Н/м.}$$

Ответ: $k = \frac{2Mmg}{(L - l)(M + m)} = 80 \text{ Н/м.}$

Вариант 11

21. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции опоры \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории левее направления силы \vec{N} (см. рисунок).



В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_c \neq 0$, направленное в центр окружности, по которой движется шайба.

Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_t \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_t$, направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

22. $p_1 V_1 = \nu_1 RT_1 = \frac{N_1}{N_A} RT_1,$

$$p_2 V_2 = \nu_2 RT_2 = \frac{N_2}{N_A} R \cdot 2T_1.$$

Получим: $\frac{N_2}{N_1} = \frac{p_2 V_2}{2p_1 V_1} = \frac{4 \cdot 0,6}{2 \cdot 2 \cdot 0,2} = 3.$

Ответ: 3.

$$23. Q = I^2 R t = \frac{e^2}{R} t,$$

$$|e| = \frac{\Delta B}{\Delta t} \cdot S \cos(90^\circ - \alpha),$$

$$t = \frac{QR}{e^2} = \frac{QR}{\left(\frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos 60^\circ\right)^2} = \frac{32 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-3}}{\left(0,08 \cdot 10 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{1}{2}\right)^2} = 20 \text{ с.}$$

Ответ: 20 с.

24. Так как процесс 1-2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

$$\text{откуда } A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2).$$

$$\text{Учитывая, что } T_2 = T_1, \text{ получим } T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}.$$

$$\text{Работа газа в процессе 2-3 равна } A_{23} = p (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}.$$

$$\text{Работа газа } A_{123} \text{ за весь процесс равна } A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3} A_{12} = \frac{5}{3} \cdot 8 = 5 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } A_{123} = \frac{5}{3} A_{12} = 5 \text{ кДж.}$$

25. Модуль напряжённости поля точечного заряда равен $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2}$, где r — расстояние от заряда до

рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{q}{r_1^2}$, $E_2 = k \frac{q}{r_2^2}$. (1)

$$\text{Из (1) получим: } E_2 = E_1 \frac{r_1^2}{r_2^2}.$$

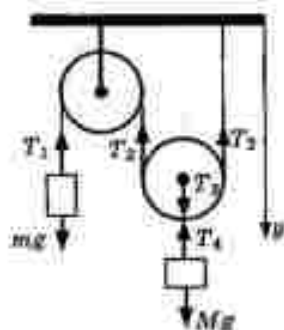
$$\text{Из рисунка получим, что } \frac{r_1^2}{r_2^2} = \frac{5}{13}, \text{ тогда } E_2 = \frac{5}{13} E_1 = \frac{5}{13} \cdot 65 = 25 \text{ В/м.}$$

$$\text{Ответ: } E_2 = \frac{5}{13} E_1 = 25 \text{ В/м.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с потолком. Так как тела движутся поступательно, будем считать их материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы и подвижный блок.



Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующие на груз m и подвижный блок, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_3| = T. \quad (1)$$

Так как подвижный блок невесом, то по второму закону Ньютона $0 = T_3 - 2T_2$, или

$$T_3 = 2T_2, \text{ а так как нити невесомы, то } T_3 = T_4. \text{ Тогда}$$

$$T_4 = 2T_2. \quad (2)$$

Так как нити нерастяжимы, то при перемещении груза m вверх на расстояние x груз M опустится вниз на расстояние $x/2$, значит

$$|\dot{a}_1| = 2|\dot{a}_2|, \quad \dot{a}_1 = -2\dot{a}_2. \quad (3)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось Oy выбранной системы координат:

$$Ma_1 = Mg - T_1,$$

$$-ma_1 = mg - T_1,$$

2. С учётом (1), (2) и (3) получим:

$$Ma_2 = Mg - 2T_1,$$

$$-2ma_2 = mg - T_1,$$

Тогда искомое ускорение равно

$$a_2 = \frac{(M-2m)g}{M+4m} = \frac{(2-1) \cdot 10}{2+2} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $a_2 = \frac{(M-2m)g}{M+4m} = 2,5 \text{ м/с}^2.$

Вариант 12

21. К шарiku приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} (см. рисунок).



В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_c \neq 0$, направленное к центру искривленности, по которой движется шарик.

Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_t \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_t$, направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

22. Поскольку $\rho = \frac{N}{V} \lambda T$, при $V = \text{const}$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\rho_1 T_1}{\rho_2 T_2} = \frac{6 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3 \cdot 2} = 1,5.$$

Ответ: $\frac{N_1}{N_2} = 1,5.$

23. Напряжения, которые показывает вольтметр, в обоих случаях равны:

$$\begin{cases} U_1 = \mathcal{E} - I_1 r, \\ U_2 = \mathcal{E} - I_2 r. \end{cases}$$

где I_1 и I_2 — электрический ток, который показывает амперметр, \mathcal{E} и r — ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

Решая систему уравнений, получим:

$$\mathcal{E} = \frac{I_1 U_1 - I_2 U_2}{I_1 - I_2} = \frac{8 \cdot 2 - 6 \cdot 1}{2 - 1} = 10 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 10 \text{ В.}$

24. Так как процесс 1-2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

$$\text{откуда } A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2),$$

$$\text{Учитывая, что } T_1 = T_1, \text{ получим } T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}.$$

$$\text{Работа газа в процессе 2-3 равна } A_{23} = p(V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}.$$

Работа газа A_{123} на весь процесс равна $A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3} A_{12}$, откуда получим

$$A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = \frac{3}{5} \cdot 3 = 1,8 \text{ кДж.}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 1,8 \text{ кДж.}$

25. Модуль напряжённости поля точечного заряда равен $E = k \frac{|q|}{r^2}$, где r — расстояние от заряда q до

рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{|q_1|}{(2L)^2}$, $E_2 = k \frac{|q_2|}{L^2}$, $E_3 = k \frac{|q_3|}{L^2}$.

Выберем ось X , направленную от A к D . Учитывая направления векторов напряжённости в точке C ,

$$\text{получим: } E_{12} = k \frac{|q_1|}{(2L)^2} - k \frac{|q_2|}{L^2}.$$

Чтобы напряжённость поля в точке C равнялась нулю, нужно, чтобы напряжённость поля третьего заряда была равна по модулю E_{12} и направлена в противоположную сторону.

$$\text{Тогда } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = \left(\frac{8 \cdot 10^{-12}}{4} - 5 \cdot 10^{-12} \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

$$\text{Ответ: } q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12} \text{ Кл.}$$

26. Обоснование:

Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землей, и будем считать её инерциальной (ИСО).

Поскольку стержень однородный, сила тяжести Mg , действующая на него, приложена к середине стержня.

Нить лёгкая, поэтому величина силы натяжения нити в любой её точке одна и та же. Следовательно, $T_1 = T_2$.

Условие равновесия твёрдого тела — равенство нулю всех действующих на него сил и равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси вращения. В данном случае в качестве оси вращения удобно взять ось, проходящую через центр стержня (точка O) перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок). Поэтому условие равновесия стержня — равенство нулю суммы моментов сил упругости и силы натяжения нити относительно оси, проходящей через точку O .

Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси Oy , лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применим второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия — сумма приложенных к грузу сил равна нулю.

Решение:

1. По закону Гука модуль силы упругости равен $F = k\Delta L$. Так как растяжения пружин одинаковы, то $\frac{F_1}{k_1} = \frac{F_2}{k_2} = \Delta L$, где F_1 , F_2 — модули сил упругости левой и правой пружин соответственно.

2. Условия равновесия стержня с грузом имеют вид

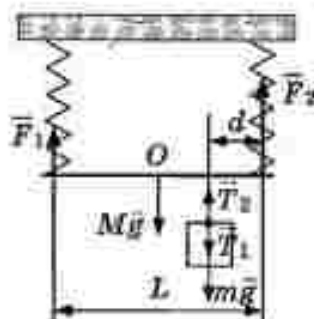
$$F_1 + F_2 = Mg + T_2;$$

$$F_1 \left(\frac{L}{2} \right) + T_2 \left(\frac{L}{2} - d \right) = F_2 \left(\frac{L}{3} \right) \quad \text{— уравнение моментов сила относительно оси } O, \text{ проходящей через центр масс}$$

стержня перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок).

Условия равновесия груза:

$$T_1 = mg$$



3. Объединяя пункты 1 и 2 с учётом равенства $T_1 = T_2$, получаем систему уравнений:

$$4F_1 = Mg + mg,$$

$$mg \left(\frac{L}{2} - d \right) = F_1 L.$$

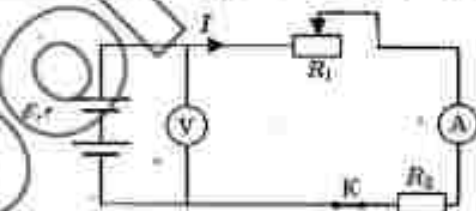
4. Из системы уравнений пункта 3 получаем $m = \frac{ML}{L - 4d} = \frac{2 \cdot 0,4}{0,4 - 0,2} = 4 \text{ кг}$.

Ответ: $m = 4 \text{ кг}$.

Вариант 13

21. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не учёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи: $I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}$.

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром:

$$U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir.$$

При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растёт.

22. Модуль ускорения поезда на всём пути является постоянной величиной и равен

$$a = \frac{v^2}{2s}, \quad (1)$$

где v — скорость поезда в начале последнего километра пути, а $s = 1 \text{ км}$ — длина этого участка пути.

Модуль изменения скорости на этом участке пути равен

$$\Delta v = v = at, \quad (2)$$

Решая уравнения (1) и (3), получим выражение для времени прохождения поездом последнего километра пути:

$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 1000}{10} = 200 \text{ с.}$$

Ответ: $t = 200 \text{ с.}$

23. Из таблицы плотность насыщенного пара воды при 18°C равна

$$\rho_{\text{н.п.}} = 1,54 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3.$$

Тогда относительная влажность воздуха равна

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% = \frac{0,924 \cdot 10^{-2}}{1,54 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% = 60\%.$$

Ответ: 60%.

24. В первом опыте процесс происходит при постоянном объеме, поэтому работа газа равна нулю.

Согласно первому началу термодинамики $Q_2 = \Delta U$.

(1)

$$Q_2 = \Delta U + A.$$

(2)

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$.

(3)

(ΔV — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона-Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры

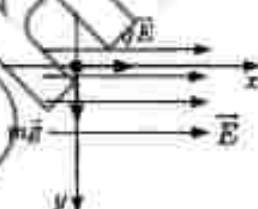
$$\text{газа: } p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T.$$

(4)

Решая систему уравнений (1) – (4), будем иметь: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} = \frac{28 \cdot 10^{-2} (1039 - 742)}{1 \cdot 8,31} = 1 \text{ К.}$

$$\text{Ответ: } \Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} = 1 \text{ К.}$$

25. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении на свободном падении тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\text{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_x}{F_y} = \frac{qE}{mg} = 1$.

$$\text{Отсюда } E = \frac{mg}{q}.$$

Ответ: $E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м.}$

26. Обоснование:

Систему отсчета, связанную с Землей, будем считать инерциальной. Тела можно считать материальными точками, так как их размеры пренебрежимо малы в условиях задачи.

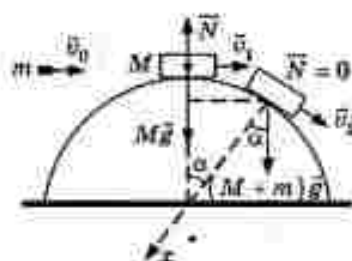
При соударении для системы «нуль — тело» в ИСО выполняется закон сохранения импульса в проекциях на горизонтальную ось, так как внешние силы (сила тяжести и сила реакции опоры) вертикальны.

При движении составного тела от вершины полушеры выполняется закон сохранения механической энергии, так как полушера гладкая, и работы силы реакции опоры равны нулю (эта сила перпендикулярна скорости тела).

В момент отрыва обращается в нуль сила реакции опоры \vec{N} .

Второй закон Ньютона выполняется в ИСО для модели материальной точки.

Решение:



1. Закон сохранения импульса связывает скорость нуля перед ударом со скоростью составного тела массой $m + M$ сразу после удара:

$$mv_0 = (m + M)v_1.$$

Закон сохранения механической энергии связывает скорость составного тела сразу после удара с его скоростью в момент отрыва от полушеры:

$$\frac{(m + M)v_1^2}{2} + (m + M)gR = \frac{(m + M)v_2^2}{2} + (m + M)gR \cos \alpha,$$

где v_2 — скорость составного тела в момент отрыва, $h = R \cos \alpha$ — высота точки отрыва (см. рисунок).

2. Второй закон Ньютона в проекциях на ось x (направленную в центр полушеры) в момент отрыва тела принимает вид:

$$(m + M)g \cos \alpha = \frac{(m + M)v_2^2}{R}.$$

3. Объединяя уравнения, получим:

$$\frac{v_1^2}{2} + gR = \frac{3}{2}gh.$$

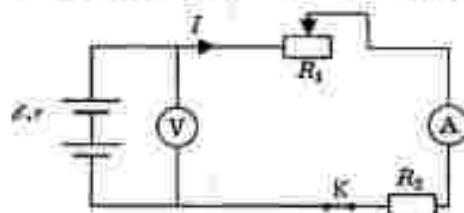
$$\text{Отсюда } h = \frac{1}{3g} \cdot \left(\frac{mv_0}{M + m} \right)^2 + \frac{2}{3}R = \frac{1}{3 \cdot 10} \cdot \left(\frac{0,01 \cdot 200}{0,99 + 0,01} \right)^2 + \frac{2}{3} \cdot 1 = 0,8 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 0,8$ м.

Вариант 14

21. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батарей, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Так через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\epsilon}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \epsilon - Ir$.

При перемещении движка реостата влево его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом возрастает, а напряжение на батарее уменьшается.

22. Направим ось X вдоль горизонтальной плоскости вправо, ось Y — вертикально вниз. Тогда уравнения движения бруска и груза имеют вид:

$$m\alpha = mg - T,$$

$$M\alpha = T.$$

Здесь M и m — массы груза и бруска соответственно, T — сила натяжения нити, α — ускорение груза и бруска.

$$\alpha = \frac{mg}{M+m} = \frac{0,4 \cdot 10}{0,4+1,6} = 2 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $\alpha = 2 \text{ м/с}^2$.

23. Из таблицы плотности насыщенного пара воды при 22°C равна

$$\rho_{\text{н.п.}} = 1,94 \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3.$$

Тогда относительная влажность воздуха равна

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{н.п.}}} \cdot 100\% = \frac{0,776 \cdot 10^{-2}}{1,94 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% = 40\%.$$

Ответ: 40%.

24. В первом опыте процесс происходит при постоянном объеме, поэтому работа газа равна нулю.

Согласно первому началу термодинамики

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$,

$$\Delta V — изменение объема газа. \quad (3)$$

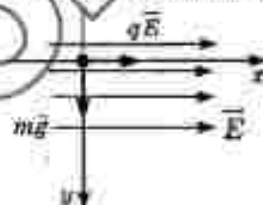
С помощью уравнения Клапейрона-Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$,

$$(4)$$

Решая систему уравнений (1)-(4), будем иметь: $m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T} = \frac{28 \cdot 10^{-3} (1039 - 742)}{8,31 \cdot 1} = 1 \text{ кг}$.

$$\text{Ответ: } m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T} = 1 \text{ кг}.$$

25. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\tan \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$.

$$\text{Отсюда } q = \frac{mg}{E}.$$

$$\text{Отсюда } q = \frac{mg}{E}.$$

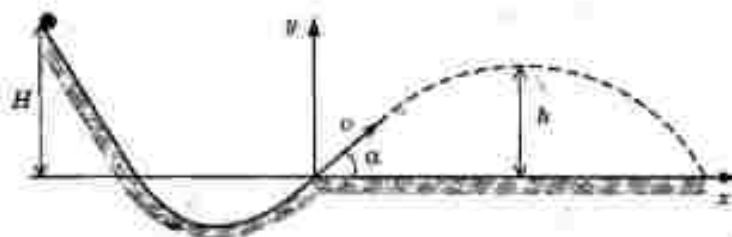
Ответ: $q = 8 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} = 8 \text{ нКл}$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с поверхностью земли (см. рисунок). Говорить будем рассматривать как материальную точку. Трением о воздух пренебрежём. Поэтому падёт можно считать свободным падением с начальной скоростью \vec{v}_0 , направленной под углом α к горизонту.

При движении гонщика по трамплину на него действуют сила тяжести и сила нормальной реакции опоры, которая не совершает работы, так как всё время перпендикулярна направлению движения гонщика.

Поэтому для описания движения гонщика по трамплину можно использовать закон сохранения механической энергии.



Решение:

1. Запишем зависимость координат гонщика от времени: $x = v(\cos \alpha) \cdot t$, $y = v(\sin \alpha) \cdot t - g \frac{t^2}{2}$.

В точке приземления $y = 0$. Тогда время полёта равно $t_0 = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полёта $L = x(t_0) = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$.

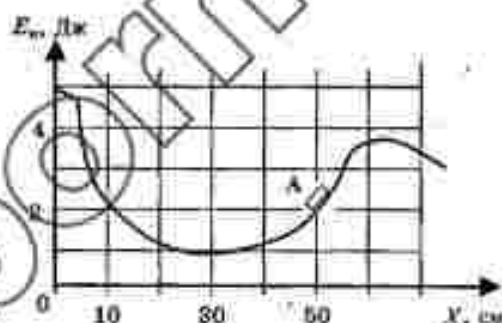
2. Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{g} = 2H$.

3. Объединяя 1 и 2, получаем $L = 2H \sin 2\alpha = 2 \cdot 4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 6,9$ м.

Ответ: $L = 2H \sin 2\alpha = 6,9$ м.

Вариант 16

21.



Лыжник сможет выскочить из ямы через её правый край.

Трение при движении лыжника нет, поэтому её механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии лыжника в точке А позволит ей подняться до уступа, где её потенциальная энергия немного больше 4 Дж. Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого край лыжника не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на вершине этого края потенциальная энергия лыжника меньше 4 Дж. Поэтому лыжник выскочит из ямы через правый край.

22. Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = M(t - t_1)c + m(t - t_2)c_0 = 0;$$

где M — масса тела, m — масса воды, t — конечная температура воды в калориметре, t_1 — начальная температура тела, t_2 — начальная температура воды, c — удельная теплоёмкость вещества, из которого сделано тело, c_0 — удельная теплоёмкость воды.

$$c = \frac{m(t - t_2)c_0}{(t_1 - t)M} = \frac{200 \cdot 10^{-3} \cdot (30 - 23) \cdot 4,2 \cdot 10^3}{(100 - 30) \cdot 450 \cdot 10^{-3}} = 187 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}.$$

Ответ: $187 \frac{\text{Дж}}{(\text{кг} \cdot \text{К})}$.

23. Заряд на конденсаторе равен
 $q = CU = C_0 \sin(bt)$.
 Зависимость силы тока от времени: $I = q' = C_0 b \cos(bt)$.
 Амплитуда силы тока равна
 $I_0 = C_0 b = 50 \cdot 10^{-6} \cdot 60 \cdot 500 = 1,5 \text{ А}$.
 Ответ: $I_0 = 1,5 \text{ А}$.

24. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_r g - m_n g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_r — масса гелия, а $F = m_n g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_n - m_r$.
 Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, $pV = \frac{m_r}{\mu_r} RT = \frac{m_n}{\mu_n} RT$, где μ_r — молярная масса гелия, μ_n — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара.

Отсюда $m_n = m_r \frac{\mu_n}{\mu_r}$; $m_n - m_r = m_r \left(\frac{\mu_n}{\mu_r} - 1 \right) = m_r \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_r$; $M + m = 6,25 m_r$.

Следовательно, $m_r = \frac{M + m}{6,25} = \frac{400 + 225}{6,25} = 100 \text{ (кг)}$.

Ответ: 100 кг.

25. Количество теплоты согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm \Delta T, \quad (2)$$

где масса проводника $m = \rho l S$. (3)

(S — площадь поперечного сечения проводника).
 Сопротивление проводника: $R = (\rho_{\text{эл}} l)/S$. (4)

Из (1)–(4) получаем: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) = 100 \cdot 15 / (380 \cdot 8900 \cdot 40^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}) \approx 16 \text{ К}$.

Ответ: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) = 16 \text{ К}$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Так как бруски движутся поступательно, будем рассматривать их как материальные точки. Трением о воздух пренебрежём.

При движении первого бруска по наклонной плоскости на него действуют только сила тяжести и сила нормальной реакции опоры, которая не совершает работы, так как всё время перпендикулярна направлению движения бруска. Поэтому для описания движения бруска по наклонной плоскости можно использовать закон сохранения механической энергии.

При столкновении брусков в горизонтальном направлении на них не действуют внешние силы, поэтому суммарный импульс брусков при столкновении сохраняется.

Решение:

1. Из закона сохранения механической энергии $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h$.

2. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E_k = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара.

По закону сохранения импульса: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v$.

3. Исключая из системы уравнений 1 и 2 скорость v , получим:

$$E_k = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

что даёт выражение $E_z = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 g h$.

$$\text{Следовательно, } h = \frac{E_z (m_1 + m_2)}{g m_1^2} = \frac{2,5 \cdot (500 \cdot 10^{-3} + 300 \cdot 10^{-3})}{10 \cdot (500 \cdot 10^{-3})^2} = 0,8 \text{ м.}$$

Ответ: $h = 0,8 \text{ м.}$

Вариант 16

21. Лыжня сможет выскользнуть из ямы через её правый край.

Трение при движении лыжни нет, поэтому её механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии лыжни в точке А позволяет ей подняться до уровня, где её потенциальная энергия немного больше 4 Дж. Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого край лыжника не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на вершине этого края потенциальная энергия лыжника меньше 4 Дж. Поэтому лыжня выскользнет из ямы через правый край.

22. Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = M(t - t_1)c + m(t - t_2)c_w = 0;$$

где M — масса тела, m — масса воды, t — конечная температура воды в калориметре, t_1 — начальная температура тела, t_2 — начальная температура воды, c — удельная теплоёмкость вещества, из которого сделано тело, c_w — удельная теплоёмкость воды.

$$M = \frac{m(t - t_2)c_w}{(t_1 - t)c} = \frac{200 \cdot (30 - 27) \cdot 4,2 \cdot 10^3}{(160 - 30) \cdot 187} = 449 \text{ г.}$$

Ответ: 449 г.

23. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{выт}} + \frac{1}{3} \frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} + \frac{1}{3} \frac{hc}{\lambda},$$

$$\lambda = \frac{3}{2} \lambda_{\text{кр}} = \frac{3}{2} \cdot 600 = 400 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda = 400 \text{ нм.}$

24. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_r g - m_n g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_r — масса гелия, а $F = m_n g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_n - m_r$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева, $pV = \frac{m_r}{\mu_r} RT = \frac{m_n}{\mu_n} RT$, где μ_r — молярная масса гелия, μ_n — средняя молярная масса воздуха, V — объём шара.

$$\text{Отсюда: } m_n = m_r \frac{\mu_n}{\mu_r}; m_n - m_r = m_r \left(\frac{\mu_n}{\mu_r} - 1 \right) = m_r \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_r; M + m = 6,25 m_r.$$

Следовательно, $m = 6,25 m_r - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225 \text{ кг.}$

Ответ: 225 кг.

25. Количество теплоты согласно закону Джоуль-Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm \Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S. \quad (3)$$

(S — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопротивление проводника: } R = \frac{\rho l}{S}. \quad (4)$$

Из (1)-(4) получаем: $U = \sqrt{\frac{c \rho_{\text{эл}} l^2 \Delta T}{t}} = \sqrt{\frac{380 \cdot 8900 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 40^2 \cdot 16}{15}} = 10 \text{ В.}$

Ответ: $U = \sqrt{\frac{c \rho_{\text{эл}} l^2 \Delta T}{t}} = 10 \text{ В.}$

26. Обоснование:

Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать её инерциальной (ИСО).

Стержень — твёрдое тело с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку А. Условие равновесия твёрдого тела относительно вращения на оси — равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси.

Нити нерастяжимы, поэтому если покоится груз, то покоится и все остальные тела системы.

Нить невесома, поэтому величина силы натяжения каждой нити в любой её точке одна и та же. В том числе: $T_1 = T_3$, $T_2 = T_4$ (см. рисунок в решении).

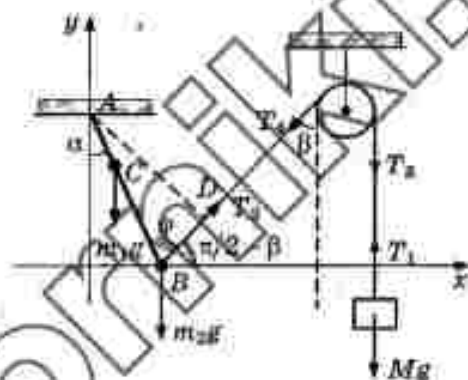
Блок идеальный (трения в осях нет, масса блока пренебрежимо мала). Поэтому условие равновесия блока — равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей относительно оси блока. Следовательно, $T_3 = T_4$.

Груз может двигаться только поступательно вдоль вертикальной оси Oy , лежащей в плоскости рисунка. Поэтому для груза используем модель материальной точки и применяем второй закон Ньютона. Вследствие этого условие равновесия — сумма приложенных к грузу сил равна нулю:

Решение:

1. Поскольку груз находится в равновесии, согласно второму закону Ньютона

$$T_1 - Mg = 0. \quad (1)$$



2. На стержень с грузами m_1 и m_2 действуют силы $m_1 \vec{g}$ и $m_2 \vec{g}$, а также сила натяжения нити \vec{T}_2 . Кроме того, на стержень действует сила \vec{F} со стороны шарнира. Запишем с учётом равенства $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = |\vec{T}_3| = |\vec{T}_4| = T$ уравнение моментов сил относительно оси вращения, проходящей через точку А перпендикулярно плоскости рисунка, — точку шарнирного закрепления стержня:

$$m_1 g \cdot l \sin \alpha + m_2 g \cdot l \sin \beta - T \cdot AD = 0. \quad (2)$$

3. Решая систему уравнений (1) и (2), с учётом

$$AD = l \sin \psi = l \sin(\alpha + \beta)$$

получим:

$$l = \frac{m_2 \cdot l \sin \alpha}{M \sin(\alpha + \beta) - m_2 \sin \alpha} = \frac{200 \cdot 23 \frac{1}{2}}{100 \frac{\sqrt{2}}{2} - 100 \frac{1}{2}} = 68,3 \text{ см.}$$

Ответ: $l = 68,3 \text{ см.}$

Вариант 17

21. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от нулевой прямой влево.

На протон действуют магнитное поле силой $\vec{F}_M = qv\vec{B}$ и электрическое поле силой $\vec{F}_E = q\vec{E}$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_E сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_E .

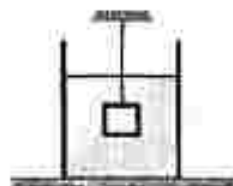
Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение \vec{F}_m , а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона влево.

22. Запишем второй закон Ньютона для груза в проекциях на вертикальную ось: $0 = T + F_A - mg$, где T и $F_A = \rho g V$ — соответственно сила натяжения нити и сила Архимеда, действующие на груз.

В итоге получим: $T = mg - \rho g V = 2 \cdot 10 - 700 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 13 \text{ Н}$.

Ответ: $T = 13 \text{ Н}$.



23. Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 = m_1 \cdot \lambda + m_2 (t - t_1) \cdot c_2 = 0$$

где m_1 — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, m_2 — исходная масса воды, t_1 и t — начальная и конечная температуры воды, c_2 — удельная теплоемкость воды.

$$m_2 = \frac{m_1 \lambda}{c_2 (t_1 - t)} = \frac{270 \cdot 3,3 \cdot 10^5}{4,2 \cdot 10^3 (30 - 0)} = 550 \text{ г}$$

Ответ: 550 г.

24. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_2 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_1 S - F_{\text{пр}} - p_0 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{пр}} = (p_1 - p_0) S$$

Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$\frac{p_2 H S}{T_2} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - p_0 S - F_{\text{пр}} = 0$,

$$\text{откуда } p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{пр}}}{S} = p_0 + p_1 - p_0 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$$

Приравняв друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство $\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$.

$$\text{Отсюда: } T_1 = T_0 \cdot \frac{h}{L} \cdot \left(2 - \frac{L}{H} \right) = 300 \cdot \frac{40}{50} \cdot \left(2 - \frac{50}{46} \right) = 219 \text{ К}$$

$$\text{Ответ: } T_1 = T_0 \cdot \frac{h}{L} \cdot \left(2 - \frac{L}{H} \right) = 219 \text{ К}$$

25. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключён параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе

$$U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}.$$

Определим энергию электрического поля конденсатора:

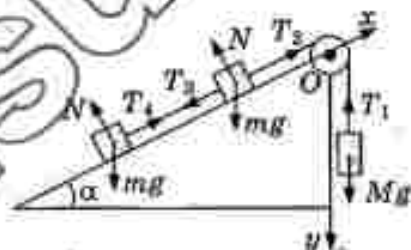
$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдём ёмкость конденсатора } C:$$

$$C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{\mathcal{E} R_1 R_2} \right)^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10 + 24}{24 \cdot 10} \right)^2 = 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф.}$$

$$\text{Ответ: } C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{\mathcal{E} R_1 R_2} \right)^2 = 1,6 \text{ мкФ.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с наклонной плоскостью. При нахождении ускорения тел будем считать их материальными точками, так как они движутся поступательно. Трением о воздух пренебрежём.



На рисунке показаны силы, действующие на брусок и груз. Так как нити нерастяжимы, ускорения обоих брусков и груза равны по модулю:

$$|\ddot{a}_1| = |\ddot{a}_2| = |\ddot{a}_3| = a. \quad (1)$$

Так как блок и нити невесомы, а трения отсутствуют, то модули сил натяжения нити, действующие на груз и верхний брусок, одинаковы:

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T_0. \quad (2)$$

Так как нить, соединяющая бруски, невесомая, то

$$|\vec{T}_3| = |\vec{T}_4| = T. \quad (3)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на оси Ox и Oy выбранной системы координат:

$$M a_1 = Mg - T_1$$

$$m a_2 = T_2 - T_3 - mg \sin \alpha$$

$$m a_3 = T_4 - mg \sin \alpha$$

2. Суммируя все три уравнения, с учётом (1), (2) и (3), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{Mg - 2mg \sin \alpha}{M + 2m}.$$

3. На третьего уравнения получим

$$T = m(a + g \sin \alpha) = \frac{mMg(1 + \sin \alpha)}{M + 2m} = \frac{0,25 \cdot 2 \cdot 10 \cdot (1 + 0,5)}{2 + 2 \cdot 0,25} = 3 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{mMg(1 + \sin \alpha)}{M + 2m} = 3 \text{ Н.}$$

Вариант 18

21. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_E = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_E сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_E .

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

Сила действия электрического поля увеличивается при увеличении модуля напряжённости поля, а сила действия магнитного поля не меняется. Поскольку приращение \vec{F}_E , а также вызываемое им ускорение направлены вправо, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона вправо.

22. Тело движется с постоянным ускорением, скорость тела в любой момент времени определяется по формуле $v = v_0 + at$.

В конце заданного участка пути скорость достигнет значения

$$v_2 = v_1 + at_2, \text{ где по условию задачи } v_2 = 3v_1. \text{ Для ускорения отсюда получим выражение } a = \frac{2v_1}{t_2}.$$

На предыдущем участке пути тело двигалось из состояния покоя. Следовательно, $v_1 = at_1$ и ускорение оп-

ределяется по формуле $a = \frac{v_1}{t_1}$.

Так как $\frac{2v_1}{t_2} = \frac{v_1}{t_1}$, то для искомого промежутка времени получим $t_2 = \frac{t_1}{2} = 1 \text{ с}$.

Ответ: $t_1 = 1 \text{ с}$.

23. Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 = m_2 \cdot \lambda + m_3 (t - t_1) \cdot c_3 = 0,$$

где m_2 — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, m_3 — искомая масса воды, t_1 и t — начальная и конечная температуры воды, c_3 — удельная теплоёмкость воды.

$$m_2 = \frac{m_3 \lambda}{c_3 (t_1 - t)} = \frac{210 \cdot 3,3 \cdot 10^4}{4,2 \cdot 10^3 \cdot (15 - 0)} = 1100 \text{ г}.$$

Ответ: 1100 г.

24. Пусть p_0 — давление газа в резервуаре;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры газа в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона-Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{нат}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{нат}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры газа в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из

уравнения Клапейрона-Менделеева: $\frac{p_2 H S}{T_2} = \frac{p_0 L S}{T_0}$, откуда $p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}$.

Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - p_0 S - F_{\text{нат}} = 0$.

$$\text{откуда } P_2 = P_3 + \frac{F_{\text{эл}}}{S} = P_3 + P_4 - P_1 = 2P_0 - P_2 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$$

Приравняв друг к другу два выражения для P_2 , получаем равенство $\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$.

$$\text{Отсюда } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} = \frac{50 \cdot \frac{240}{300}}{2 - \frac{50}{45}} = 43,8 \text{ см.}$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} = 43,8 \text{ см.}$$

25. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течёт ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключён параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе

$$U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$$

Определим энергию электрического поля конденсатора: $W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2$.

$$\text{откуда найдём ЭДС источника: } \mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 12 + 20}{5 \cdot 10^{-9} \cdot 20}} = 2,48 \text{ В.}$$

$$\text{Ответ: } \mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2}} = 2,48 \text{ В.}$$

26. Обоснование:

Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать её инерциальной (ИСО).

Сила тяжести, действующая на стержень, приложена к его центру тяжести, выталкивающая сила — к середине стержня.

Условие равновесия твёрдого тела — равенство нулю всех действующих на него сил и равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси вращения. В данном случае в качестве оси вращения удобно взять ось, проходящую через точку O , точку закрепления правой нити перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок). Поэтому условие равновесия стержня — равенство нулю суммы моментов сил натяжения нитей, силы тяжести, выталкивающей силы относительно оси, проходящей через точку O .

Решение:

1. На стержень действуют силы натяжения нитей T_1 и T_2 , сила тяжести mg , где m — масса стержня. Запишем условие равенства нулю моментов этих сил относительно оси вращения, проходящей через точку O — точку закрепления правой нити:

$$T_1 \cdot l - mg \cdot (l - a) = 0. \quad (1)$$

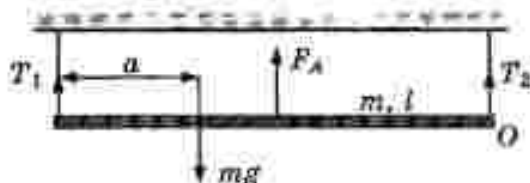
2. После погружения стержня в жидкость силы натяжения нитей изменятся и станут равными T_1' и T_2' .

дополнительно появится выталкивающая сила F_A , приложенная к центру объёма вытесненной жидкости.

Выталкивающая сила равна:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} g V \quad (2)$$

Объём стержня можно определить как $V = \frac{m}{\rho}$, где ρ — плотность вещества, из которого сделан стержень.



Запишем условие равенства нулю моментов сил, действующих на стержень, относительно оси вращения, проходящей через точку O :

$$T_1' \cdot l - mg \cdot (l-a) + F_A \cdot \frac{l}{2} = 0. \quad (3)$$

3. Из уравнений (1) и (3) найдём:

$$T_1 = \frac{mg \cdot (l-a)}{l}, \quad T_1' = \frac{mg \cdot (l-a) - F_A \cdot \frac{l}{2}}{l}.$$

Учитывая (2), определим отношение сил натяжений левой нити:

$$\frac{T_1}{T_1'} = \frac{mg \cdot (l-a)}{mg \cdot (l-a) - F_A \cdot \frac{l}{2}} = \frac{l-a}{(l-a) - \frac{\rho_m l}{2\rho}} = \frac{0,5 - 0,1}{(0,5 - 0,1) - \frac{1000 \cdot 0,5}{2 \cdot 2700}} = 1,3.$$

Ответ: $\frac{T_1}{T_1'} = \frac{l-a}{(l-a) - \frac{\rho_m l}{2\rho}} = 1,3.$

Вариант 19

21. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передаёт пластинке импульс $p_k = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка получает импульс, равный сумме импульсов поглощённых фотонов:

$$p_z = N p_k = N \frac{h\nu}{c}.$$

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_z в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчёта скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_1 = \frac{p_z}{t} = \frac{N}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластинки отражённый квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны $p'_k = -p_k$, поэтому отражённая волна имеет импульс $p'_z = -N' p_k = -N' \frac{h\nu}{c}$. В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился.

Это изменение

$$\Delta p_z = (-p'_z) - p_z = -(N + N') p_k.$$

Импульс системы «световая волна + зеркальная пластинка» сохраняется:

$$\Delta(p_z + p_{\text{пл}}) = 0, \text{ поэтому } \Delta p_{\text{пл}} = -\Delta p_z.$$

Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчёта происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой

$$F_2 = \frac{p_{\text{пл}}}{t} = \frac{N + N'}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

Для хорошего зеркала $N = N'$, поэтому $F_2 = 2F_1$.

Сравнивая выражения для силы F_1 , действующей на пластинку, покрытую сажей, и силы F_2 , действующей на зеркало, приходим к выводу, что $F_1 < F_2$.

22. Пусть M — масса линейки, m — масса груза. При максимальной массе груза, который неподвижен относительно линейки, сила реакции стола действует на линейку только по краю стола.

Запишем уравнения моментов для первого случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mg \left(\frac{l}{4} \right) = m_1 g \left(\frac{l}{4} \right). \quad (1)$$

Уравнения моментов для второго случая относительно оси вращения, проходящей через край стола перпендикулярно плоскости рисунка:

$$Mg\left(\left(\frac{l}{2}\right) - x\right) = m_2 g x,$$

(2)

где x — расстояние, на которое выдвинута линейка за край стола.

Решая уравнения (1) и (2), получим:

$$x = \frac{m_1 l}{2(m_1 + m_2)} = \frac{0,25 \cdot 0,6}{2(0,25 + 0,125)} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 20$ см.

23. Уравнение движения частицы массой m , зарядом q в однородном электрическом поле напряженностью E имеет вид:

$$ma = Eq.$$

За время t частица переместилась на расстояние $s = \frac{at^2}{2} = \frac{Eq t^2}{m 2}$.

$$\text{Отсюда } q = \frac{2ms}{E \cdot t^2} = \frac{2 \cdot 10^{-17} \cdot 0,45}{5 \cdot 10^3 \cdot 9} = 2 \cdot 10^{-11} \text{ Кл.}$$

Ответ: $2 \cdot 10^{-11}$ Кл.

24. При изобарном расширении на участке 1-2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3-4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику: $A = Q_{12} - Q_{34}$.

По определению КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$, что позволяет найти теплоту, полученную от нагревателя: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta}$, если известно Q_{34} . Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении

на участке 3-4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}|$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, а для 1 моля одноатомного газа $U = \frac{3}{2} RT$.

В итоге получим: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta} = \frac{\frac{3}{2} R(t_{3\text{max}} - t_{3\text{min}})}{1 - \eta}$.

Подставляя значения физических величин, получим: $Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,31 \cdot 265}{0,85} = 3886 \text{ Дж.}$

Ответ: $Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{R(t_{3\text{max}} - t_{3\text{min}})}{1 - \eta} = 3886 \text{ Дж.}$

25. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменится, что создаст в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_z}{\Delta t} S.$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_z}{\Delta t} \frac{S}{R}.$$

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдет в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока: $\Delta\Phi = S\Delta B_z$, получим работу ЭДС индукции:

$$A = \frac{S^2 (\Delta B_z)^2}{R \Delta t} = \frac{l^4 (\Delta B_z)^2}{R \Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 2$ с на первом участке $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 0,6$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 8$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = -1,0$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты:

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{l^4}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right].$$

Отсюда находим сопротивление рамки: $R = \frac{l^2}{Q} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right]$.

Подставляя значения физических величин, получим:

$$R = \frac{(0,1)^2}{10^{-4}} \left[\frac{0,36}{2} + \frac{1}{8} \right] = 0,18 + 0,125 = 0,3 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R = \frac{l^2}{Q} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right] = 0,3 \text{ Ом.}$

36. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Тела будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём. Поскольку пластмассовые шарики сплюслись после удара, удар будем считать абсолютно неупругим. Так как по условию задачи временем взаимодействия шариков можно пренебречь, импульсом внешних сил (сил тяжести) при малом времени взаимодействия также можно пренебречь. Следовательно, для решения задачи можно использовать закон сохранения импульса.

Решение:

1. В рамках выбранной модели для системы из двух шариков выполняется закон сохранения импульса (ЗСИ).
2. Взаимодействие шаров можно изобразить так, как показано на рисунке.



3. С учётом того, что $|v_1| = |v_2| = v$, а совместная скорость после соударения равна v , запишем ЗСИ в проекциях на ось Ox :

$$3mv - mv = 4mv,$$

$$v = 2u = 2 \cdot 0,5 = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = 1 \text{ м/с.}$

Вариант 20

21. Увеличивается.

Сист. падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_\gamma = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Известно, что длина волны зелёного света меньше длины волны красного света; следовательно, частота зелёного света больше, чем красного. Так как энергия фотона $E = h\nu$, то энергия фотона зелёного света больше, чем красного.

Мощность светового излучения, падающего на площадку, $P = E_\gamma \frac{\Delta N}{\Delta t}$, где Δt — интервал времени измерения (например, $\Delta t = 1 \text{ с}$); ΔN — число фотонов, упавших на площадку за это время. В данном случае $P_1 = P_2$, $E_{\gamma 1} > E_{\gamma 2}$.

откуда $\frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{E_{\gamma 1}}{E_{\gamma 2}} > 1$.

Следовательно, число фотонов увеличится.

22. Внутренняя энергия одноатомного газа равна

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV.$$

Отсюда $p = \frac{2U}{3V} = \frac{2}{3} \frac{9 \cdot 10^3}{1} = 6 \cdot 10^3 \text{ Па} = 6 \text{ кПа.}$

Ответ: 6 кПа.

23. Уравнение движения частицы массой m , зарядом q в однородном электрическом поле напряжённостью E имеет вид:

$$ma = Eq.$$

За время t частица переместилась на расстояние

$$\varepsilon = \frac{at^2}{2} = \frac{Eq t^2}{m \cdot 2}$$

$$\text{Отсюда } m = \frac{qEt^2}{2\varepsilon} = \frac{2 \cdot 10^{-12} \cdot 5000 \cdot 4}{2 \cdot 0,4} = 5 \cdot 10^{-11} \text{ кг} = 0,5 \text{ мкг.}$$

$$\text{Ответ: } m = \frac{qEt^2}{2\varepsilon} = 0,5 \text{ мкг.}$$

24. При изобарном расширении на участке 1-2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3-4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$.

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1-2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$.

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моля одноатомного газа $U = \frac{3}{2}RT$, а её изменение $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\Delta T_{12}$.

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выразим её через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона-Менделеева $pV = RT$, получим: $A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}$.

$$\text{Отсюда } Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2}R\Delta T_{12}$$

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3-4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}R|\Delta T_{34}|$.

$$\text{В итоге получим } \eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}$$

$$\text{Отсюда находим: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

$$\text{Ответ: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

25. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью S изменяется, что создаёт в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_x S}{\Delta t}$$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_x S}{\Delta t R}$$

За время Δt по рамке пройдёт заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдёт в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока $\Delta\Phi = S\Delta B_x$, получим работу ЭДС индукции:

$$A = \frac{S^2 (\Delta B_x)^2}{R \Delta t}$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на участке графика ab изменение $\Delta B_x = B_1 - B_0 = 1,2$ Тл. На участке bc индукционный ток не возникает. На третьем участке cd — $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = \Delta t_2 = 4$ с и $\Delta B_x = B_2 - B_1 = -1,4$ Тл, поэтому суммарное количество теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{S^2}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right]$$

$$\text{Отсюда } S = \sqrt{\frac{QRAt_1}{(\Delta B_1)^2 + (\Delta B_2)^2}}$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$S = \sqrt{\frac{4,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,2 \cdot 4}{1,2^2 + 1,4^2}} = \sqrt{\frac{32,8}{3,4}} \cdot 10^{-3} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

$$\text{Ответ: } S = \sqrt{\frac{QRAt_1}{(\Delta B_1)^2 + (\Delta B_2)^2}} = 3,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

20. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Шарик будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежем. Поскольку пластинчатые шарики скатываются после удара, удар будем считать абсолютно неупругим. Будем считать, что время взаимодействия шариков при столкновении мало, поэтому импульсом внешних сил (сил тяжести) также можно пренебречь. Следовательно, для решения задачи можно использовать закон сохранения импульса.

Решение:

1. Первый шарик начинает движение из начала координат, а второй — из точки А. До и после столкновения (в точке В) шарики свободно падают. Поэтому до столкновения для первого шарика

$$v_{1x} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{1y} = v_0 \sin \alpha - gt$$

а для второго шарика $v_{2x}(t) = 0$, $v_{2y}(t) = -gt$.



2. Шарики сталкиваются в момент t_1 , при этом импульс системы двух шариков сохраняется: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_*$, а скорость \vec{v}_* шариков после удара согласно условию горизонтальна. Поэтому

$$v_{1x}(t_1) + v_{2x}(t_1) = 0, \text{ или } (v_0 \cos \alpha - gt_1) + (-gt_1) = 0, \text{ откуда } t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}.$$

3. Столкновение шариков происходит на высоте

$$h = y_1(t_1) = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{8g} = \frac{3}{8} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}.$$

4. Скорость \vec{v}_* шариков после удара горизонтальна, поэтому интервал времени t_2 от столкновения шариков до их падения на землю находится из условия $h = \frac{gt_2^2}{2}$, откуда $t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{3} \frac{v_0 \sin \alpha}{2g}$. Кроме того,

$$u_x = \frac{v_* \cos \alpha}{2}, \text{ поэтому } d = u_x t_2 = \sqrt{3} \cdot \frac{v_*^2 \sin 2\alpha}{8g}.$$

$$\text{Ответ: } d = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{8g} \sqrt{3}.$$

Вариант 21

21. До замыкания ключа ток в цепи не течёт, поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС источника.

Замыкание ключа вызывает появление тока в цепи, поэтому показания вольтметра уменьшатся на величину напряжения на внутреннем сопротивлении источника. По закону Ома для полной цепи $U = \mathcal{E} - Ir$.

Показания амперметра станут отличными от нуля, а показания вольтметра уменьшатся.

22. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул идеона равна:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT_0, \text{ где } T_0 \text{ — начальная температура.}$$

$$\frac{3}{2}k(T_c - \Delta T) = \frac{3}{2} \frac{kT_c}{4}$$

$$T_c = \frac{4}{3} \Delta T = \frac{4}{3} \cdot 600 = 800 \text{ K.}$$

Ответ: 800 К.

23. Увеличение Γ , даваемое линзой, равно: $\Gamma = \frac{12}{6} = 2$.

Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, где a и b — расстояния от предмета и его изображения до линзы.

$$\text{Так как } \Gamma = \frac{b}{a}, \quad F = \frac{2a}{3} = \frac{2 \cdot 30}{3} = 20 \text{ см.}$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{2a}{3} = 20 \text{ см.}$$

24. Из анализа графика цикла работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, переданное газом за цикл холодильнику, согласно первому началу термодинамики:

$$|Q_c| = |Q_{12}| = (U_1 - U_2) + A_{12} = \frac{3}{2}(vRT_1 - vRT_2) + 3p_0V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{9}{2}p_0V_0 = \frac{21}{8}A_{12}.$$

Ответ: $|Q_c| = 13 \text{ кДж.}$

25.

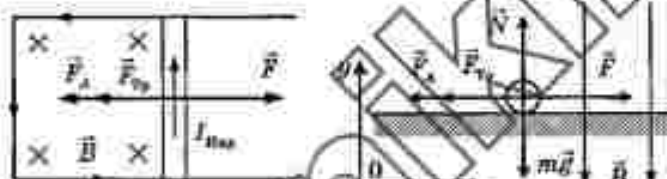


Рис. 1

Рис. 2

При движении перемычки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля, v и l — соответственно скорость и длина перемычки.

Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$,

где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовал увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против скорости \vec{v} (см. рисунок 1). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}}l = \frac{B^2v^2l}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок 2). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю. Проекция второго закона Ньютона имеют вид:

$$0x: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A; \quad 0y: 0 = N - mg.$$

Сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$.

$$\text{В итоге получаем: } v = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с неподвижной выемкой. Шарик будем считать материальным точкой, стержень нерастяжимым. Трением о воздух пренебрежём. Включим в систему тел шарик и Землю. Поскольку выемка гладкая и работа сил нормальной реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю, полная механическая энергия системы сохраняется.

Решение:

1. Поскольку полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const.}$$

2. В начальный момент и момент подъёма на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому её потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова: $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{кон}}.$

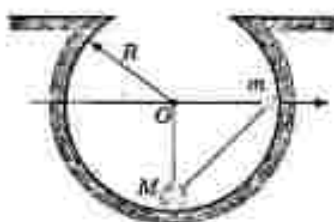


Рис. 1

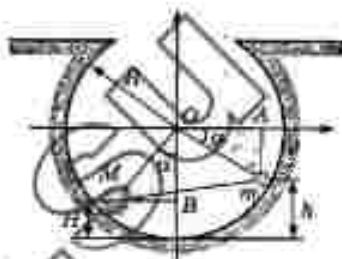


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$, а её конечная потенциальная энергия $E_{\text{пот}}^{\text{кон}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого следует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

3. При движении гнтели по поверхности выемки высота подъёма большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OMA и OMB

$$MB = mA = R - h, \quad OA = OB = R - H, \quad OM = Om = R,$$

и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

4. Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m} H$, полученное из закона сохранения энергии, и получим:

$$R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right).$$

Подставляя сюда известные физические величины, получим: $R = \frac{12}{2} \left(1 + \frac{60^2}{30^2} \right) = 30$ см.

Ответ: $R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right) = 30$ см.

Вариант 22

21. Определим температуру T_2 конечного состояния газа. Запишем уравнение Клапейрона—Менделеева для газа в состоянии 1 и 2: $\begin{cases} p_1 V_1 = \nu RT_1 \\ 2p_2 \cdot 2V_2 = \nu RT_2 \end{cases}$, откуда $T_2 = 4T_1$.

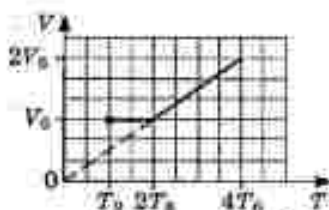
Покажем силы, приложенные к поршню, когда он уже не опирается на выступы на стенках цилиндра. Сила тяжести $m\vec{g}$ и сила давления на поршень со стороны атмосферы $\vec{F}_{\text{атм}}$ постоянны. Поскольку поршень перемещается медленно, сумму приложенных к нему сил считаем равной нулю. Отсюда следует, что сила давления на поршень со стороны газа $\vec{F}_{\text{газ}}$ тоже постоянна. Значит, её модуль $F_{\text{газ}} = pS = \text{const}$ (S — площадь

горизонтального сечения поршня) при любом положении поршня выше первоначального. Таким образом, $p = 2p_0 = \text{const}$ при $V_0 < V \leq 2V_0$, процесс нагревания газа изобарный ($\frac{V}{T} = \text{const}$).



Определим температуру начала этого процесса T_H : $\begin{cases} p_0 V_0 = \nu RT_H \\ 2p_0 \cdot V_0 = \nu RT_H \end{cases}$, откуда $T_H = 2T_0$.

На отрезке температур $T_0 \leq T \leq 2T_0$ процесс нагревания газа изохорный ($V = V_0$), давление газа с ростом его температуры при нагревании увеличивается от p_0 до $2p_0$.



Ответ: а) при $T_0 \leq T \leq 2T_0$, $V = V_0 = \text{const}$;

б) при $2T_0 \leq T \leq 4T_0$ объем газа меняется от V_0 до $2V_0$ по закону $\frac{V}{T} = \text{const}$.

График представляет собой ломаную линию.

22. Направим ось X горизонтально вправо, ось Y — вертикально вниз. Тогда уравнения движения имеют вид:

$$\begin{cases} Ma = Mg - T \\ Ma = T - F_{тр} \\ 0 = mg - N \end{cases}$$

где M и m — массы первого и второго грузов, T — сила натяжения нити, $F_{тр}$ — сила трения, N — сила нормальной реакции.

Сила трения равна $F_{тр} = \mu N$, где μ — коэффициент трения скольжения.

$$(M + m)a = mg - F - \mu Mg,$$

$$a = \frac{mg - F - (M + m)a}{Mg} = \frac{0,25 \cdot 10 - 1 - (1 + 0,25) \cdot 0,4}{1 \cdot 10} = 0,1.$$

Ответ: $\mu = \frac{mg - F - (M + m)a}{Mg} = 0,1$.

23. $d \sin \varphi = m\lambda$, где d — период решетки, λ — длина волны, m — порядок дифракционного максимума. Максимальный порядок, доступный для наблюдения, равен

$$m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} = \frac{d}{\lambda} = \frac{1 \cdot 10^{-2}}{400 \cdot 470 \cdot 10^{-9}} \approx 5.$$

Ответ: $m = \frac{d \sin \varphi}{\lambda} = 5$.

24. Пусть m — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, c — удельная теплоемкость воды.

$$Q = \lambda m + cm(t_2 - t_1).$$

$$\text{Тогда } \begin{cases} Q = \lambda(hm). \end{cases}$$

Выразим Q из второго уравнения и подставим этот результат в первое уравнение, получим: $(2h - 1)\lambda = c(t_2 - t_1)$,

$$\text{откуда } h = \frac{1}{2} \left[\frac{c}{\lambda} (t_2 - t_1) + 1 \right] = \frac{1}{2} \left[\frac{4,2 \cdot 10^3}{3,3 \cdot 10^6} (20 - 0) + 1 \right] \approx 0,63.$$

Ответ: $h = \frac{1}{2} \left[\frac{c}{\lambda} (t_2 - t_1) + 1 \right] \approx 0,63$.

25. При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера $F = IBl = 0,1$ Н, направленная горизонтально.

В соответствии со вторым законом Ньютона сила вызовет горизонтальное ускорение стержня, которое в начальный момент равно $a = \frac{F}{m} = \frac{IBl}{m} = 10$ м/с².

За время действия силы Ампера $t = 0,1$ с стержень переместится на малое расстояние. Горизонтальная составляющая суммы сил натяжения нитей T при этом не влияет на движение стержня в горизонтальном направлении, и это движение можно считать равноускоренным. Следовательно, скорость стержня в момент выключения тока можно вычислить по формуле $v = at = \frac{IBl}{m} t = \frac{10 \cdot 0,1 \cdot 0,1}{0,01} = 0,1 = 1$ м/с.

Ответ: $v = \frac{IBl}{m} t = 1$ м/с.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Шарик будем считать материальным точкой. Выберем систему тел «шарик - Земля». Поскольку трение о воздух пренебрегаем, а сила натяжения нити перпендикулярна перемещению шарика, а значит, её работа равна нулю, для определения скорости первого шарика перед ударом можно использовать закон сохранения механической энергии. Поскольку пластиковые шарик не деформируются после удара, удар считаем абсолютно упругим. Кроме того, время взаимодействия шариков при столкновении мало, поэтому импульсом внешних сил (сила тяжести) также можно пренебречь. Следовательно, для определения скорости шариков сразу после удара можно использовать закон сохранения импульса. Поскольку удар шариков является абсолютно упругим, для определения выделенного количества теплоты необходимо воспользоваться законом изменения механической энергии.

Решение:

1. Закон сохранения механической энергии до удара:

$$mgl = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

2. Закон сохранения импульса при ударе:

$$mv = (m + M)u \quad (2)$$

3. Количество теплоты, выделившееся при ударе:

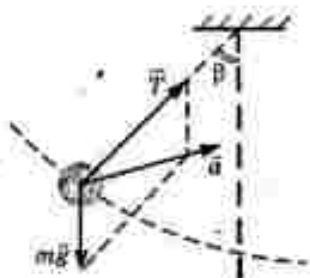
$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(m + M)u^2}{2} \quad (3)$$

4. Решая систему уравнений 1-3, получаем: $Q = \frac{mMgl}{m + M} = 1$ Дж.

Ответ: $Q = \frac{mMgl}{m + M} = 1$ Дж.

Вариант 23

21. К шарiku приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направленной силы \vec{T} (см. рисунок).



В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} = 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_{ц} = 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_{\tau} = 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_{ц} + \vec{a}_{\tau}$, направлено внутрь траектории против направления силы \vec{T} .

22. Уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = m_2 \lambda + m_2 c_w (t - t_2) + m_0 c_w (t - t_1) = 0,$$

где m_0 — масса льда, m_2 — масса воды, λ — удельная теплота плавления льда, t_1 и t — начальная и конечная температуры воды, t_2 — начальная температура льда.

$$m_0 = \frac{m_2 c_w (t_1 - t)}{\lambda + c_w (t - t_2)} = \frac{150 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot (55 - 5)}{3,3 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot (5 - 0)} = 90 \text{ г.}$$

Ответ: $m_0 = \frac{m_2 c_w (t_1 - t)}{\lambda + c_w (t - t_2)} = 90 \text{ г.}$

23. Сила тока в цепи равна:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, \text{ где } R \text{ — сопротивление резистора, } r \text{ — внутреннее сопротивление источника, } \mathcal{E} \text{ — ЭДС источника.}$$

Напряжение на резисторе:

$$U = IR = \mathcal{E} - Ir = 24 - 2 \cdot 1 = 22 \text{ В.}$$

Ответ: $U = \mathcal{E} - Ir = 22 \text{ В.}$

24. Относительная влажность определяется парциальным давлением водяного пара p и давлением $p_{\text{нас}}$ насыщенного пара при той же температуре: $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}}$.

За время t работы увлажнителя с производительностью Q испаряется масса воды $m = \rho I t$ количеством μ .

В результате исходная влажность в комнате $\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{\text{нас}}}$ возрастает до значения

$$\varphi_2 = \frac{p_1 + \Delta p}{p_{\text{нас}} + \Delta p} = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{\text{нас}}}.$$

Водяной пар в комнате объёмом V является разреженным газом, который подчиняется уравнению Менделеева-Клапейрона: $pV = \frac{M}{\mu} RT$,

где M — масса водяного пара, p — парциальное давление, μ — его молярная масса. Увеличение массы пара в комнате на m (от m_1 до $m_2 = m_1 + m$) приводит к увеличению парциального давления на величину, пропорциональную испарившейся массе:

$$\Delta p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{V} = \frac{\rho I t}{\mu} \frac{RT}{V}.$$

Отсюда: $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\Delta p}{p_{\text{нас}}} = \varphi_1 + \frac{\rho I t}{\mu} \frac{RT}{p_{\text{нас}} V}$. Подставляя значения физических величин, получим:

$$\varphi_2 = 0,3 + \frac{10^3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{8,31 \cdot 283}{1,23 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3} = 0,83 = 83\%.$$

Ответ: $\varphi_2 = \varphi_1 + \frac{\rho I t}{\mu} \frac{RT}{p_{\text{нас}} V} = 83\%.$

25. В батарее конденсаторы C_1 и C_3 , C_2 и C_4 соединены в пары параллельно, а образованные пары — последовательно. Значит, общая ёмкость системы равна

$$C_{\text{ит}} = \frac{C_{13} \cdot C_{24}}{C_{13} + C_{24}} = \frac{(C_1 + C_3) \cdot (C_2 + C_4)}{C_1 + C_3 + C_2 + C_4} = \frac{(2C + 4C) \cdot (C + 2C)}{2C + 4C + C + 2C} = 2C.$$

Поскольку ток в цепи не течёт, напряжение на батарее равно ЭДС ($U = \mathcal{E}$), и энергии, запасённая в батарее,

$$\text{равна } W_1 = \frac{C_{\text{ит}} \mathcal{E}^2}{2} = C \mathcal{E}^2.$$

После удаления конденсатора C_2 конденсатор C_1 будет подключён последовательно к конденсаторам C_3 и C_4 , соединённым параллельно.

Общая ёмкость системы в этом случае равна: $C_{\text{ит}} = \frac{6}{5} C$.

Поскольку ток в цепи не течёт, напряжение на батарее равно ЭДС ($U = \mathcal{E}$), и энергия, запасённая в батарее, равна $W_1 = \frac{C_{\text{ит}} \mathcal{E}^2}{2} = \frac{3}{5} C \mathcal{E}^2$.

Таким образом, энергия батареи уменьшилась на $\Delta W = \frac{3}{5} C \mathcal{E}^2$.

Ответ: $\Delta W = \frac{3}{5} C \mathcal{E}^2$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с неподвижной наклонной плоскостью. Грузы будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы. Так как блок и нити невесомы, а трение в оси блока и о воздух отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующие на каждый из грузов, одинаковы:

$$T_1 = T_2 = T.$$

Если масса m достаточно мала, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вверх вдоль наклонной плоскости (см. рисунок).

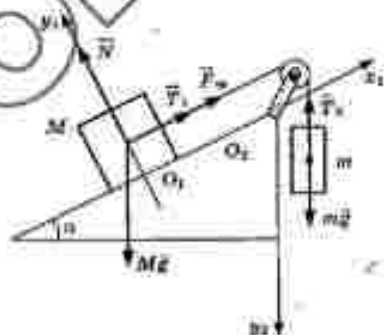
Решение:

1. В инерциальной системе отсчёта, связанной с наклонной плоскостью, запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введённой системы координат:

$$\left. \begin{aligned} O_1 x_1: T_1 - Mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} &= 0, \\ O_1 y_1: N - Mg \cos \alpha &= 0, \\ O_2 y_2: mg - T_2 &= 0. \end{aligned} \right\}$$

2. Учтём, что:

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N \text{ (сила трения покоя)}.$$



3. Тогда

$$T = mg.$$

$$F_{\text{тр}} = Mg \sin \alpha - mg,$$

$$N = Mg \cos \alpha;$$

приходим к неравенству

$$Mg \sin \alpha - mg \leq \mu Mg \cos \alpha$$

с решением

$$m \geq M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

4. Таким образом,

$$m_{\min} = M(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 1 \left(0,5 - 0,3 \cdot \frac{\sqrt{8}}{2} \right) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\min} \approx 0,24 \text{ кг.}$

Вариант 24

21. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, потому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

22. Поскольку $\rho = \frac{N}{V} kT$,

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{\rho_2}{\rho_1} \cdot \frac{V_1}{V_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{4 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} \cdot \frac{0,6}{0,2} \cdot \frac{1}{2} = 3.$$

Ответ: 3.

23. Уравнение движения частицы с зарядом q и массой m в однородном поле с напряжённостью E имеет вид:

$$qE = ma, \quad \text{За время } t \text{ частица переместилась на } s = \frac{at^2}{2} = \frac{qEt^2}{2m}. \quad \text{Тогда } m = \frac{qEt^2}{2s} = \frac{2 \cdot 10^{-11} \cdot 5000 \cdot 2^2}{2 \cdot 0,4} = 0,5 \text{ мкг.}$$

Ответ: $m = \frac{qEt^2}{2s} = 0,5 \text{ мкг.}$

24. В данном цикле рабочее тело на участке 1-2 получает положительное количество теплоты от нагревателя:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}.$$

На участке 2-3 (изохора) рабочее тело отдаёт холодильнику количество теплоты

$$|Q_{\text{хол}}| = U_2 - U_3.$$

Наконец, на участке 3-1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу

$$|A_{31}| = U_1 - U_3.$$

Поэтому количество теплоты $|Q_{\text{хол}}|$, отданное газом за цикл холодильнику, можно представить в виде:

$$|Q_{\text{хол}}| = (U_2 - U_3) + (U_1 - U_3) = (U_2 - U_1) + |A_{31}|.$$

Модель одноатомного идеального газа: $\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$

Судя по рисунку в условии, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_1}{V_2}$, откуда $p_2 = p_1 \frac{V_1}{V_2} = 2p_1$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_1 \cdot 2V_0 - p_1 V_0) = \frac{9}{2} p_1 V_0,$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (2p_1 \cdot 2V_0 - p_1 V_0) = \frac{3}{2} p_1 V_0.$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

В результате

$$|Q_{\text{ист}}| = (U_2 - U_1) \cdot |A_{21}| = 3A_{12} \cdot |A_{21}| = 3 \cdot 1000 + 370 = 3370 \text{ Дж.}$$

Ответ: $|Q_{\text{ист}}| = 3A_{12} + |A_{21}| = 3370 \text{ Дж.}$

25. При последовательном включении ламп напряжение источника равно сумме напряжений на всех лампах:

$$U = 2U_L$$

Напряжение на одной лампе $U_L = 110 \text{ В}$ определяется по графику при силе тока в цепи $I = 0,35 \text{ А}$.

Отсюда: напряжение источника $U = 2U_L = 2 \cdot 110 = 220 \text{ В}$.

Ответ: $U = 220 \text{ В}$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью стола. Шарик будем считать материальной точкой. Для решения задачи будем использовать закон сохранения импульса. Он выполняется в инерциальной системе отсчёта, если сумма внешних сил, приложенных к телам системы, равна нулю. В нашем случае сумма внешних сил — сила тяжести и сила нормальной реакции для тел механической системы — равна нулю, трением о воздух пренебрегаем, поэтому импульс системы сохраняется. Поскольку удар абсолютно неупругий, шарики после столкновения будут двигаться с одинаковой скоростью.

Решение:

1. В соответствии с законом сохранения импульса

$$M\vec{v} = (m + M)\vec{V}. \quad (1)$$

2. По законам кинематики $h = \frac{gt^2}{2}$. Тогда время полета тела массой $(m + M)$, падающего с высоты h :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

За это время тело массой $(m + M)$ сместится по горизонтали на расстояние:

$$L = Vt. \quad (3)$$

3. Решая систему уравнений (1)–(3), будем иметь: $M = \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)}$,

откуда получаем искомый результат: $M > \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)} = \frac{0,1}{\left(\frac{0,9}{0,3} \sqrt{\frac{2 \cdot 1,25}{10}} - 1\right)} = 200 \text{ г.}$

Ответ: $M > \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)} = 200 \text{ г.}$

Вариант 25

21. Конденсатор, подключённый к источнику постоянного напряжения, будет заряжаться. В результате этого он накапливает энергию $W = \frac{CU^2}{2}$.

Ёмкость плоского воздушного конденсатора определяется формулой $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$. У конденсатора на рисунке б площадь пластин S больше, чем у конденсатора на рисунке а, следовательно, его ёмкость больше: $C_2 > C_1$, а значит, и энергия, накопленная в нём, будет больше: $W_2 > W_1$.

При переводе ключей из положения 1 в положение 2 конденсаторы отключают от источников и соединяют с лампами, в результате чего через лампы кратковременно будет протекать электрический ток. Энергия одес-

трического поля, накопленная конденсатором, выделится в лампе в виде световой энергии, что приведёт к кратковременной вспышке лампы. Энергия, накопленная конденсатором C_2 , больше, следовательно, при переключении ключа лампа в схеме на рисунке б вспыхнет ярче.

Ответ: лампа в схеме на рисунке б вспыхнет ярче.

22. 1. Рассмотрим силы, действующие на рычаг (см. рисунок).

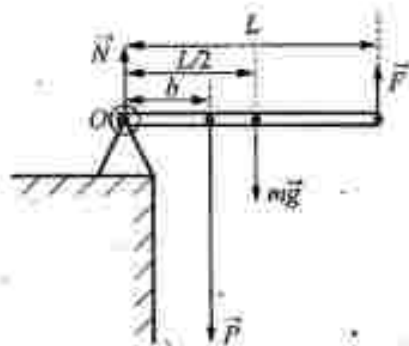
Считая, что рычаг поднимает груз медленно и равномерно, примем, исходя из третьего и второго законов Ньютона, что $|\vec{F}| = |M\vec{g}|$.

2. Рассмотрим равновесие рычага относительно оси вращения — шарнира O , указав плечи сил на рисунке.

$$O: Mg \cdot b + \frac{1}{2} mgL - FL = 0.$$

$$\text{Отсюда } F = Mg \cdot \frac{b}{L} + \frac{1}{2} mg = 75 \cdot 10 \cdot \frac{1,6}{4} + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10 = 350 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = 350 \text{ Н.}$



23. Поскольку $q_n = \frac{I_n}{\omega} = \frac{I_n T}{2\pi}$,

$$\frac{q_{01}}{q_{02}} = \frac{I_{01}}{I_{02}} \cdot \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2}$$

$$q_{01} = \frac{q_{02}}{6} = \frac{6}{6} = 1 \text{ мкКл.}$$

Ответ: $q_{01} = \frac{q_{02}}{6} = 1 \text{ мкКл.}$

24. При изобарном расширении на участке 1-2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3-4 отдаёт холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. Работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$.

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1-2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$.

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2} RT$, а её изменение $\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R\Delta T_{12}$.

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая её через изменение температуры с помощью уравнения Клайперона—Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}$$

$$\text{Отсюда: } Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2} R\Delta T_{12}.$$

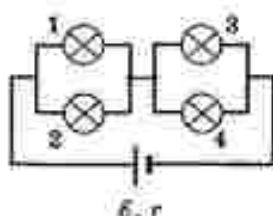
Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3-4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2} R|\Delta T_{34}|$.

$$\text{В итоге получим: } \eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}.$$

$$\text{Отсюда находим: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

Ответ: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$

25. Сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_2}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_2 + R_2}{2}$.



По закону Ома для полной цепи ток, текущий через коточкик в цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{вн}} + r} = \frac{2\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

Так как сопротивления ламп 3 и 4 равны, то сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля—Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = 62,5 \text{ Вт}.$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с неподвижной наклонной плоскостью. Грузы будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы. Поскольку груз M движется вниз по наклонной плоскости, действующая на него сила трения скольжения направлена вверх вдоль наклонной плоскости (см. рисунок). Так как блок и нить невесомы, а трение о ось блока и о воздух отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующие на каждый из грузов, одинаковы:

$$T_1 = T_2 = T.$$

Поскольку нить нерастяжима, ускорения брусков равны по модулю:

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a.$$

Решение:

1. В инерциальной системе отсчёта, связанной с наклонной плоскостью, запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введённой системы координат:

$$O_1 x_1: T_1 - Mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = -Ma;$$

$$O_1 y_1: N - Mg \cos \alpha = 0;$$

$$O_2 y_2: mg - T_2 = -ma.$$

2. Учтём, что: $F_{\text{тр}} = \mu N$.

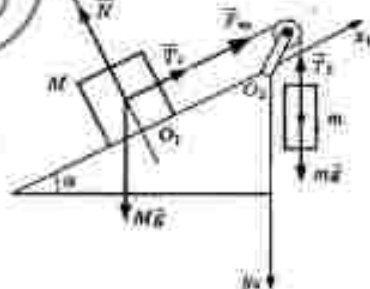
3. Решая систему уравнений, получим:

$$-a = \frac{mg - Mg \sin \alpha + \mu Mg \cos \alpha}{M + m} = \frac{1 \cdot 10 - 5 \cdot 10 \cdot 0,5 + 0,25 \cdot 5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{5 + 1} \approx -0,7 \text{ м/с}^2.$$

Модуль ускорения равен:

$$|a| = \left| \frac{mg - Mg \sin \alpha + \mu Mg \cos \alpha}{M + m} \right| \approx 0,7 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $|a| = 0,7 \text{ м/с}^2.$



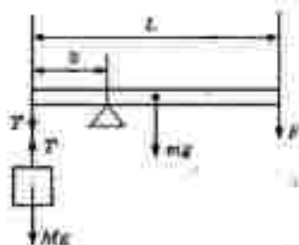
21. Уровень ртути в закрытом колене трубки повышается, а в открытом понижается.

Сначала давление атмосферного воздуха над поверхностями ртути в трубке одинаково, поэтому уровни жидкости в коленах одинаковы (следствие условия равновесия).

Изначально под пробкой находится воздух при атмосферном давлении. При увеличении температуры в комнате воздух в закрытом колене начнет прогреваться, его температура увеличится, и его давление также увеличится. При этом давление атмосферного воздуха в комнате практически не изменится.

Увеличение давления на жидкость в закрытом колене приведёт к тому, что уровень ртути в нём по сравнению с первоначальным положением понизится на Δh . В свою очередь, уровень ртути в открытом колене повысится на величину Δh . Давление воздуха в закрытом колене станет равным сумме атмосферного давления и давления столба ртути: $p = p_{\text{атм}} + \rho g 2\Delta h$; в сосуде установится новое положение равновесия столба ртути.

22.



Условие равновесия груза:

$$Mg = T.$$

Уравнение моментов для стержня относительно оси шарнира: $T \cdot b = F \cdot (L - b) + mg \left(\frac{L}{2} - b \right)$.

$$L = \frac{b(Mg + mg + F)}{F + \frac{mg}{2}} = \frac{1200 + 300 + 900}{300 + 150} = 4 \text{ м.}$$

Ответ: $L = \frac{b(Mg + mg + F)}{F + \frac{mg}{2}} = 4 \text{ м.}$

23. По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$, где a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от изображения до линзы, D — оптическая сила линзы.

$$b = \frac{1}{D - \frac{1}{a}} = \frac{1}{\frac{10}{100} - \frac{1}{30}} = \frac{1}{\frac{1}{10} - \frac{1}{30}} = 15 \text{ см.}$$

Ответ: $b = \frac{1}{D - \frac{1}{a}} = 15 \text{ см.}$

24. По условию задачи при установлении термодинамического равновесия газ в сосуде не обменивается теплом с внешним миром и не совершает работы. Поэтому внутренняя энергия газа сохраняется, вследствие чего температура газа в конечном состоянии такая же, как и в начальном.

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду, температура газов не изменится.

В результате количество газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, окажется $\nu_1 = \frac{\nu}{2} = 0,5$ моль гелия и $\nu_2 = \nu = 1$ моль неона.

Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству молей вещества.

Следовательно, внутренняя энергия смеси газов равна: $U = \frac{3}{2} \nu RT$, где $\nu = \nu_1 + \nu_2$.

Окончательно получим: $U = \frac{3}{2} \left(\frac{\nu}{2} + \nu \right) RT = \frac{9}{4} \nu RT = \frac{9}{4} \cdot 1 \cdot 3,31 \cdot 400 = 7450 \text{ Дж.}$

Ответ: $U = \frac{9}{4} \nu RT = 7450 \text{ Дж.}$

25. Пусть R_A — сопротивление амперметра, R_V — сопротивление вольтметра, \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 ток через амперметр определяется с помощью закона Ома для замкнутой цепи: $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1}$, где

$$R_1 = \frac{RR_V}{R + R_V} = 0,9R \text{ — сопротивление участка цепи, содержащего вольтметр.}$$

$$\text{Отсюда } I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1} = \frac{\mathcal{E}}{0,01R + 0,9R} = \frac{100 \mathcal{E}}{91 R}.$$

В схеме 2 ток через амперметр не зависит от сопротивления вольтметра, так как внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R} = \frac{\mathcal{E}}{1,01R} = \frac{100 \mathcal{E}}{101 R}.$$

$$\text{Отношение мощностей } \frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2^2 R}{I_1^2 R} = \left(\frac{100}{101}\right)^2 / \left(\frac{100}{91}\right)^2 \approx 0,81.$$

$$\text{Ответ: } \frac{P_2}{P_1} = 0,81.$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_1 .

Все тела будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

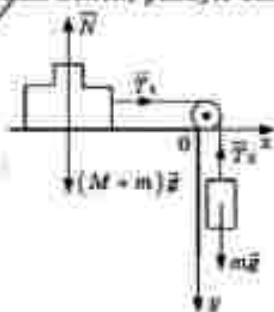
Так как нить нерастяжима, ускорения брусков равны по модулю

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a.$$

На рисунке показаны силы, действующие на грузы. Так как блок и нить невесомы, а трение отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующие на каждый из грузов, одинаковы:

$$T_1 = T_2 = T.$$

Движение грузов M и m_1 как единое целое возможно до тех пор, пока сила трения, действующая на груз m_1 , не превысит максимальную силу трения покоя, равную силе трения скольжения.



Решение:

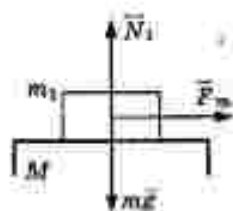
1. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введённой системы координат:

$$\left. \begin{array}{l} 0x: (M+m)a_1 = T_1 \\ 0y: ma_2 = mg - T_2 \end{array} \right\}$$

2. Сложим уравнения:

$$(M+2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M+2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 сверху. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтём, что груз m_1 покоится относительно груза M :



$$\left. \begin{aligned} 0x: m_1 a &= F_m \\ 0y: m_1 g - N_1 &= 0 \\ F_m &\leq \mu N_1 \end{aligned} \right\}$$

Получим: $m_1 a \leq \mu N_1 = \mu m_1 g$, откуда $a = g \frac{m}{M+2m} \leq \mu g$.

Решая неравенство $\frac{m}{M+2m} \leq \mu$ относительно m , получим: $m \leq \frac{\mu M}{1-2\mu} = \frac{0,3 \cdot 2,4}{1-2 \cdot 0,3} = 1,8$ кг.

Ответ: $m \leq m \leq \frac{\mu M}{1-2\mu} = 1,8$ кг.

Вариант 27

21. Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов на шарике, и его левая сторона будет иметь отрицательный заряд, а правая сторона — положительный. Сила взаимодействия заряженных тел конечных размеров уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому при приближении к левой (ближайшей) пластине будет больше притяжения к правой пластине, и шарик будет двигаться к левой пластине, пока не коснется её.

В момент касания пластины шарик приобретёт заряд того же знака, какой имеется у пластины, оттолкнётся от неё и будет двигаться к противоположной пластине. Коснувшись её, шарик поменяет знак заряда, вернётся к первой пластине, и такое движение будет периодически повторяться.

22. Для адиабатического процесса:

$$Q = A + \Delta U = 0$$

Изменение внутренней энергии идеального одноатомного газа равно:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T,$$

$$\Delta T = -\frac{2A}{3\nu R},$$

$$T_{\text{кон}} = T_0 + \Delta T = T - \frac{2A}{3\nu R} = 1200 - \frac{2 \cdot 2493}{3 \cdot 0,25 \cdot 8,31} = 400 \text{ К.}$$

Ответ: $T_{\text{кон}} = T - \frac{2A}{3\nu R} = 400$ К.

23. Увеличение, даваемое линзой, равно $\Gamma = \frac{b}{a}$, где a — расстояние от предмета до линзы, b — от изображения до линзы.

Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$ получим

$$b = \frac{\Gamma+1}{D} = \frac{(2+1)}{5} \cdot 100 = 60 \text{ см.}$$

Ответ: $b = \frac{\Gamma+1}{D} = 60$ см.

24. Из анализа графика цикла работы внешних сил над газом при переходе 2-3:

$$A_{23} = 0,5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0 V_0.$$

Работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2: $A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0 V_0.$

Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя, согласно первому началу термодинамики:

$$Q_{\text{в}} = Q_{12} + Q_{21} = (U_1 - U_2) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_1 - \nu RT_2) + 4p_0 V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0.$$

$$Q_{\text{в}} = \frac{23}{6} A_{21} = \frac{23}{6} \cdot 5 = 19 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q_{\text{в}} = \frac{23}{6} A_{21} \approx 19 \text{ кДж.}$

25. Пользуемся общей формулой для ЭДС индукции в движущемся проводнике:

$$|\mathcal{E}| = \nu SL \sin(90^\circ - \alpha) = \nu BL \cos \alpha, \quad (1)$$

где α — угол между направлением вектора индукции и нормалью к поверхности наклонной плоскости.

Скорость проводника в конечном положении находится из закона сохранения энергии:

$$mv^2/2 = mgh = mgl \sin \alpha,$$

$$\text{откуда } v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl \sin \alpha}.$$

(2)

$$\text{Из (1) и (2) находим } |\mathcal{E}| = BL \cos \alpha \sqrt{2gl \sin \alpha} = 0,1 \cdot 0,5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,6 \cdot 0,5} \approx 0,17 \text{ В.}$$

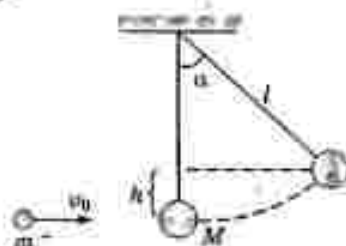
Ответ: $|\mathcal{E}| = BL \cos \alpha \sqrt{2gl \sin \alpha} \approx 0,17 \text{ В.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчета, связанной с неподвижным креплением нити с шариком. Шарик и пулю будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрегаем. Поскольку пуля после удара слилась с пластмассовым шариком, удар считаем абсолютно неупругим. Кроме того, время взаимодействия шарика и пули при столкновении мало, поэтому импульсом внешних сил (сила тяжести) также можно пренебречь. Следовательно, для определения скорости шарика с пулей сразу после удара можно использовать закон сохранения импульса.

Для определения высоты, на которую поднялись шарик с пулей, воспользуемся законом сохранения механической энергии. Выберем систему тел «шарик + пуля + Земля». Механическая энергия сохраняется, если работа внешних сил и внутренних неконсервативных сил системы равна нулю. В нашем случае сила натяжения нити перпендикулярна перемещению шарика, а значит, её работа равна нулю, кроме того, силой влажного трения пренебрегаем.

Решение:



1. Закон сохранения импульса $mv_0 = (m+M)u$, где u — скорость груза с прилипшей пулей сразу после абсолютно неупругого удара.

2. Закон сохранения механической энергии:

$$(m+M) \frac{u^2}{2} = (m+M)gh = (m+M)(1 - \cos \alpha)gl.$$

3. Тогда: $u = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = \frac{9+81}{9} \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,4 \left(1 - \frac{1}{2}\right)} = 20 \text{ м/с.}$

Ответ: $u = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gl(1 - \cos \alpha)} = 20 \text{ м/с.}$

Вариант 28

21. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передает пластинке импульс $p_{\phi} = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка получает импульс, равный сумме импульсов поглощенных фотонов:

$$p_z = N p_{\phi} = N \frac{h\nu}{c}.$$

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_z в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчета скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_z = \frac{p_z}{t} = \frac{N h\nu}{t c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластинки отраженный квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны: $p'_{\phi} = -p_{\phi}$, поэтому отраженная волна имеет импульс $p'_z = -N' p_{\phi} = -N' \frac{h\nu}{c}$. В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился.

Это изменение $\Delta p_z = (-p'_z) - p_z = -(N + N') p_{\phi}$.

Импульс системы «световая волна + зеркальная пластинка» сохраняется: $\Delta(p_z + p_{пл}) = 0$, поэтому $\Delta p_{пл} = -\Delta p_z$. Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчета происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой

$$F_z = \frac{p_z}{t} = \frac{N + N'}{t} \frac{h\nu}{c}.$$

22. Наименьшему объёму, который занимает газ в этом процессе, соответствует точка на графике, для которой отношение $\frac{T}{p}$ является минимальным. Эта точка с координатами: $p = 200$ кПа, $T = 300$ К.

Поскольку $pV = \nu RT$,

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 6 \cdot 10^{-4}}{8,31 \cdot 300} \approx 0,48 \text{ моль}.$$

Ответ: $\nu = \frac{pV}{RT} = 0,48$ моль.

23. Уравнение движения частицы в магнитном поле имеет вид:

$$\frac{mv^2}{R} = qvB.$$

Следовательно, $m = \frac{qBR}{v}$.

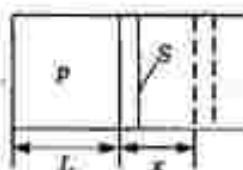
Поскольку $T = \frac{2\pi R}{v}$, то $m = \frac{qBT}{2\pi}$.

Тогда $\frac{m_1}{m_2} = \frac{q_1}{q_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 2 \cdot 0,5 = 1$.

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = \frac{q_1}{q_2} \cdot \frac{T_1}{T_2} = 1$.

24. Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр}}$.

откуда $p_2 = \frac{F_{\text{тр}}}{S} = 12 \cdot 10^4 \text{ Па} > p_1$.



Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .

В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты: $Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 Sx = (U_3 - U_1) + F_{\text{тп}} x$. (1)

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} p_1 S L \text{ в начальном состоянии.} \quad (2)$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu RT_3 = \frac{3}{2} p_2 S (L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{тп}} (L + x) \text{ в конечном состоянии.}$$

На (1), (2) получаем $L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тп}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тп}} - p_1 S)} = \frac{1,65 \cdot 10^4 - \frac{5}{2} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,1}{\frac{3}{2} (3 \cdot 10^3 - 4 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-4})} = 0,3 \text{ м.}$

Ответ: $L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тп}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тп}} - p_1 S)} = 0,3 \text{ м.}$

25. Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI^2(t)}{2} + \frac{q^2(t)}{2C}, \text{ где } I(t) \text{ и } q(t) \text{ — соответственно, сила тока в контуре и заряд конденсатора в момент}$$

времени t , I_{max} — амплитуда силы тока в контуре.

Отсюда: $q^2(t) = LC(I_{\text{max}}^2 - I^2(t))$. (1)

Согласно формуле Томсона период колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получим: $q(t) = \frac{T}{2\pi} \sqrt{I_{\text{max}}^2 - I^2(t)}$.

Из графика находим период колебаний $T = 8 \text{ мкс}$, амплитуду силы тока в контуре $I_{\text{max}} = 0,6 \text{ А}$ и силу тока в момент времени $t = 3 \text{ мкс}$ $I = 0,4 \text{ А}$.

Вычисляем искомый заряд: $q = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} \sqrt{0,36 - 0,16} = 0,6 \text{ мкКл.}$

Ответ: $q = 0,6 \text{ мкКл.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Шайбу будем считать материальной точкой. Трением о воздух пренебрегаем.

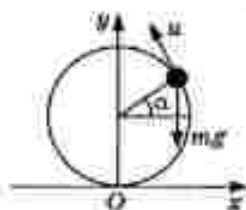
Для определения скорости шайбы в момент отрыва воспользуемся законом сохранения механической энергии. Выберем механическую систему тел «шайба + Земля». Во время движения на шайбу действуют сила нормальной реакции опоры и сила тяжести. Сила нормальной реакции опоры работу не совершает, поскольку всегда направлена перпендикулярно перемещению шайбы. Поэтому работа внешних сил равна нулю. Поэтому механическая энергия системы сохраняется.

Шайба отрывается от кольца в тот момент, когда сила нормальной реакции опоры становится равной нулю.

Решение:

1. В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh$.

2. При этой скорости её центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{v^2}{R}$ в инерциальной системе отсчёта Oxy , связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца: $ma_{\text{цс}} = mg \sin \alpha$.



3. Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{\text{цс}}$ и ω :

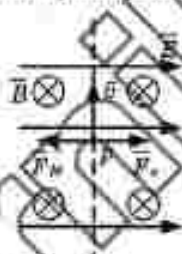
$$v^2 = g(h-R) + 2gh.$$

$$\text{Отсюда } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} = \frac{0,14}{3} + \frac{2^2}{3 \cdot 10} = 0,18 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} = 0,18 \text{ м.}$$

Вариант 29

21. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево. На протон действуют магнитное поле силой $F_m = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_m направлена противоположно силе \vec{F}_e .



Поскольку первоначально протон движется прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение \vec{F}_m , а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

22. Уравнение движения спутника по круговой орбите радиусом R со скоростью v имеет вид:

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}, \text{ где } m - \text{масса спутника, } M - \text{масса планеты, } G - \text{гравитационная постоянная.}$$

Ускорение свободного падения на поверхности планеты равно:

$$g = \frac{GM}{R_{\text{пл}}^2}, \text{ где}$$

$R_{\text{пл}}$ — радиус планеты.

$$R_{\text{пл}} = v \sqrt{\frac{R}{g}} = 3,4 \cdot 10^3 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^7 \cdot 10^2}{4}} = 3,4 \cdot 10^3 \text{ м} = 3400 \text{ км.}$$

$$\text{Ответ: } R_{\text{пл}} = v \sqrt{\frac{R}{g}} = 3400 \text{ км.}$$

23. В начальном состоянии пар в сосуде насыщенный, давление насыщенного пара при $t = 100^\circ\text{C}$ равно атмосферному:

$$p_{\text{пл}} = p_0$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона для начального состояния:

$$p_0 V = \frac{m}{\mu} RT.$$

Максимальное давление пара, возможное в сосуде, равно p_0 .

$$p_0 \cdot 3V = \frac{m_{\max}}{\mu} RT, \text{ где}$$

m_{\max} — максимальная масса пара в сосуде.

$$m_{\max} = 3m.$$

При увеличении объёма сосуда может испариться вся вода $m = 2$ г, и масса пара в сосуде будет равна 4 г.

Ответ: 4 г.

24. Аргон является одноатомным газом, подчиняющимся уравнению Клапейрона-Менделеева: $pV = \nu RT$, внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT, \text{ так что } U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2.$$

С помощью уравнения Клапейрона-Менделеева и условия расширения $V_1 T_1 = V_2 T_2$ определим конечную тем-

$$\text{пературу } T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}} \text{ и внутреннюю энергию } U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}.$$

Уменьшение внутренней энергии при расширении

$$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(1 - \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}\right) = 3740 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } \Delta U = \frac{3}{2} \nu RT_1 \left(1 - \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}\right) \approx 3740 \text{ Дж.}$$

25. При пересечении рамной границы области поля со скоростью v движущийся магнитный поток создаёт ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = v B b$.

$$\mathcal{E}_{\text{инд}} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = v B b.$$

$$\text{Сила тока в это время } I = \frac{\mathcal{E}_{\text{инд}}}{R} = \frac{v B b}{R}.$$

При этом в проволоке выделяется количество теплоты $Q = I^2 R t$, где t — время протекания тока.

Ток течёт в рамке только во время прохождения магнитного потока — при входе в пространство между полюсами и при выходе. Это время $t = \frac{2b}{v}$.

$$\text{Подставляя значения тока и времени, получим: } v = \frac{QR}{2B^2 b^2} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{2 \cdot 1 \cdot 125 \cdot 10^{-4}} = 1 \text{ м/с.}$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{QR}{2B^2 b^2} = 1 \text{ м/с.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Шайбу будем считать материальной точкой. Трением о воздух пренебрегаем.

Для определения скорости шайбы в момент отрыва воспользуемся законом сохранения механической энергии. Выберем механическую систему тел «шайба + Земля». Во время движения на шайбу действуют сила нормальной реакции опоры и сила тяжести. Сила нормальной реакции опоры работу не совершает, поскольку всегда направлена перпендикулярно перемещению шайбы. Поэтому работа внешних сил равна нулю. Поэтому механическая энергия системы сохраняется.

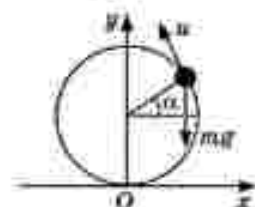
Шайба отрывается от кольца в тот момент, когда сила нормальной реакции опоры становится равной нулю.

Решение:

1. В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения механической энергии:

$$E_{\text{мех}} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh.$$

2. При этой скорости её центростремительное ускорение в инерциальной системе отсчёта Oxy , связанной с Землёй, $a_{цс} = \frac{v^2}{R}$.



3. В момент отрыва шайбы сила нормальной реакции опоры равна нулю. Поэтому в соответствии со вторым законом Ньютона центростремительное ускорение обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу в направлении к центру кольца:

$$ma_{цс} = mg \sin \alpha.$$

4. Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{цс}$ и v :

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mR}{2} (\frac{h-R}{R}) + mgh.$$

$$\text{Отсюда: } E_{кин} = \frac{mv^2}{2} = \frac{mg(3h-R)}{2}.$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$E_{кин} = \frac{10^{-2} \cdot 10 \cdot (3 \cdot 0,18 - 0,14)}{2} = 0,02 \text{ Дж.}$$

Ответ: $E_{кин} = 0,02$ Дж.

Вариант 30

21. Объём газа на участке 1-2 увеличивался, на участке 2-3 не изменялся, на участке 3-4 увеличивался. На участке 1-2 процесс изотермический. По закону Бойля-Мариотта ($pV = \text{const}$) при уменьшении давления объём увеличивается. На участке 2-3 процесс изохорный, значит, объём остаётся неизменным. На участке 3-4 процесс изобарный. По закону Гей-Люссака при увеличении температуры объём увеличивается.

22. Условие равновесия груза:

$$T - F_{\text{выт}} - mg = 0,$$

$$F_{\text{выт}} = \rho g V,$$

$$V = \frac{mg - T}{\rho g} = \frac{2 \cdot 10^{-3} - 13}{1 \cdot 10^3 \cdot 10} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 0,7 \text{ л.}$$

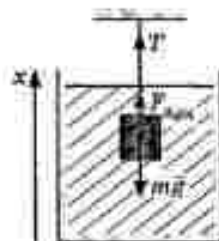
Ответ: $V = \frac{mg - T}{\rho g} = 0,7 \text{ л.}$

23. ЭДС индукции, возникающая в рамке, равна $\mathcal{E}_{\text{инд}} = vBl$, где l — длина стороны рамки.

$$\text{Индукционный ток равен } I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{vBl}{R}.$$

$$\text{Следовательно, } v = \frac{IR}{Bl} = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{0,2 \cdot 0,1} = 2 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = \frac{IR}{Bl} = 2 \text{ м/с.}$



24. Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со сторонами сосуда уравновесит друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр}}$,

$$\text{откуда } p_2 = \frac{F_{\text{тр}}}{S} = 12 \cdot 10^5 \text{ Па} > p_1 \text{ (} p_1 = p \text{)}.$$

Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет двигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .

В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты: $Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 S x = (U_3 - U_1) + F_{\text{сп}} x$. (1)

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа: $U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} p_1 S L$ — в начальном состоянии,

$U_3 = \frac{3}{2} \nu RT_3 = \frac{3}{2} p_1 S (L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{сп}} (L + x)$ — в конечном состоянии. (2)

Из (1), (2) получаем $L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{сп}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{сп}} - p_1 S)} = \frac{1,65 \cdot 10^3 - \frac{5}{2} F_{\text{сп}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{сп}} - p_1 S)} = \frac{1,65 \cdot 10^3 - \frac{5}{2} \cdot 3 \cdot 10^1 \cdot 0,1}{\frac{3}{2} (3 \cdot 10^2 - 4 \cdot 10^1 - 28 \cdot 10^{-1})} = 0,3 \text{ м.}$

Ответ: $L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{сп}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{сп}} - p_1 S)} = 0,3 \text{ м.}$

25. Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля:

$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{S \Delta B_z}{\Delta t}$, где S — площадь фигуры; $\Delta B_z = B_{2z} - B_{1z}$.

Закон Ома: $\mathcal{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля.

Выражение для заряда, протекающего по цепи:

$\Delta q = I \Delta t = \frac{S}{R} (B_{2z} - B_{1z})$.

$B_{1z} = B_{2z} - \frac{R \Delta q}{S} = 4,7 - \frac{5 \cdot 0,08}{0,1} = 0,7 \text{ Тл.}$

Ответ: $B_{1z} = B_{2z} - \frac{R \Delta q}{S} = 0,7 \text{ Тл.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с Землей. Силой трения о воздух пренебрежим. На доску действуют две силы: внешняя сила F и сила трения со стороны стержня. Так как доска движется поступательно с постоянной скоростью, сумма проекций на ось Ox всех сил, приложенных к доске, равна нулю (рис. а) $F_{\text{нат}} - F = 0$.

На рис. б показаны все силы, приложенные к стержню. Силы реакции шарнира и доски представлены горизонтальными и вертикальными составляющими: $\vec{T} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$ и $\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{нат}}$ соответственно.

По третьему закону Ньютона $\vec{F}_{\text{нат}} = -\vec{F}_{\text{нат}}$, поэтому

$F_{\text{нат}} - F_{\text{нат}} = F$. (1)

По условию задачи стержень покоится, поэтому сумма моментов сил относительно оси шарнира A равна нулю.

Решение:

1. Обозначим длину стержня через L , запишем правило моментов относительно оси шарнира A :

$m g \frac{L}{2} \cos \alpha - F_{\text{нат}} L \sin \alpha - N L \cos \alpha = 0$. (2)

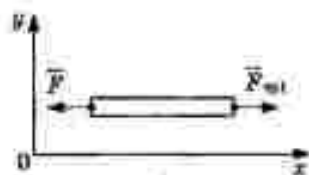


Рис. а

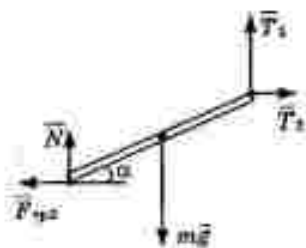


Рис. б

2. Доска движется относительно стержня, поэтому сила трения является силой трения скольжения $F_{\text{от}} = \mu N$.

(3)

3. Подставив (3) в (2), получим уравнение

$$mg \cos \alpha - 2\mu N \sin \alpha - 2N \cos \alpha = 0,$$

позволяющее найти нормальную составляющую силы реакции доски:

$$N = \frac{mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)}.$$

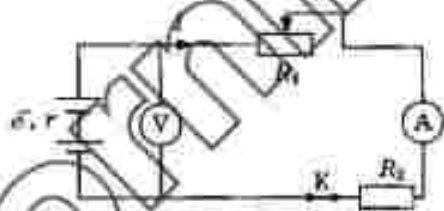
Отсюда:

$$F = F_{\text{от}} = \mu N = \frac{\mu mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)} = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{2 \left(1 + 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \right)} \approx 0,9 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = \frac{\mu mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)} \approx 0,9 \text{ Н.}$

Вариант 31

21. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.



Ток через вольтметр практически не течёт, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.

Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}$.

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром, $U = I(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - Ir$.

При перемещении движка реостата влево его сопротивление R_1 возрастает, что приводит к уменьшению силы тока в цепи I . При этом напряжение на батарее U возрастает согласно формуле $U = \mathcal{E} - Ir$.

Ответ: сила тока в цепи убывает, напряжение на батарее возрастает.

22. $Q = c \cdot m(t_{\text{ок}} - t_{\text{н}}) + \lambda m_1$

$$m_1 = \frac{Q - cm(t_{\text{ок}} - t_{\text{н}})}{\lambda} = \frac{47\,700 - 130 \cdot 1 \cdot 290}{25\,000} = 0,4 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_1 = \frac{Q - cm(t_{\text{ок}} - t_{\text{н}})}{\lambda} = 0,4 \text{ кг.}$

23. $p = \frac{N \cdot h\nu}{t} = \frac{N \cdot hc}{t \cdot \lambda}$, где c — скорость света.

Тогда $\lambda = \frac{N \cdot hc}{t \cdot p} = \frac{135 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 1,98 \cdot 10^{-17}} = 450 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 450 \text{ нм.}$

Ответ: $\lambda = \frac{N \cdot hc}{t \cdot p} = 450 \text{ нм.}$

24. Условие механического равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где p — давление воздуха в трубке, ρ — плотность ртути, d — длина столбика ртути, $p_0 = \rho g H$ — давление атмосферы. Здесь $H = 750$ мм.

Поскольку нагревание воздуха в трубке происходит до температуры T и конечный объем равен первоначальному, то по уравнению Клапейрона-Менделеева: $\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}$, где T_0 — температура воздуха в лаборатории, T — температура нагретого воздуха в трубке.

$$\text{Отсюда: } d = H \frac{T - T_0}{T_0} = H \frac{\Delta T}{T_0} = 750 \cdot \frac{60}{300} = 150 \text{ мм.}$$

$$\text{Ответ: } d = H \frac{\Delta T}{T_0} = 0,15 \text{ м.}$$

25. При движении перемычки в ней возникает ЭДС

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B_0 \Delta l}{\Delta t} = B_0 v.$$

Закон Ома для замкнутой цепи $acdb$: $I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{B_0 v}{4R}$, где R — сопротивление перемычки ab . Следовательно,

$$U = \mathcal{E} - IR = \frac{3}{4} B_0 v.$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{4U}{3B_0}.$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчета, связанной с Землей. Шайбу будем считать материальной точкой. Трением о воздух пренебрегаем.

Шайба отрывается от опоры в тот момент, когда сила нормальной реакции опоры становится равной нулю. Для определения скорости шайбы в момент отрыва воспользуемся законом изменения механической энергии. Выберем систему тел «шайба + Земля». Во время движения по наклонной плоскости на шайбу действуют сила нормальной реакции опоры, сила трения скольжения и сила тяжести. Сила нормальной реакции опоры работу не совершает, поскольку всегда направлена перпендикулярно перемещению шайбы. Поэтому работа внешних сил равна работе силы трения.

Решение:

1. Закон изменения механической энергии шайбы: $E_B - E_A = A_{\text{тр}}$, где $A_{\text{тр}} = -\mu mgL \cos \alpha$ — работа силы трения в случае, когда в точке A $v = v_0$, приводит к уравнению

$$\frac{mv_B^2}{2} + mgh - \frac{mv_0^2}{2} = -\mu mgL \cos \alpha. \quad (1)$$

2. Центробежное ускорение шайбы в точке отрыва равно нормальной составляющей ускорения свободного падения. Радиус траектории шайбы в точке B равен радиусу трубы R . Поэтому

$$a_n = \frac{v_B^2}{R} = g \cos \alpha \Rightarrow v_B^2 = gR \cos \alpha. \quad (2)$$

3. Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h}{L}$ и $\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{h^2}{L^2}}$, находим из (1) и (2) коэффициент трения:

$$\mu = \frac{v_B^2}{2g\sqrt{L^2 - h^2}} - \frac{R}{2L} \frac{h}{\sqrt{L^2 - h^2}} = \frac{16}{2 \cdot 10 \sqrt{1 - 0,36}} - \frac{0,4}{2} \frac{0,6}{\sqrt{1 - 0,36}} = 0,05.$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{v_B^2}{2g\sqrt{L^2 - h^2}} - \frac{R}{2L} \frac{h}{\sqrt{L^2 - h^2}} = 0,05.$$

Вариант 32

21. Согласно первому закону термодинамики количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A : $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объём. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

Поскольку на участке 1-2 концентрация газа не изменяется, его объём постояен (изохорный процесс), следовательно, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растёт. Согласно закону Шарля температура газа также растёт, а значит, его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Следовательно, $Q > 0$ и газ получает тепло.

На участке 2-3 концентрация газа уменьшается, значит, его объём увеличивается и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

22. Анализируя данные, приведённые в таблице, можно сделать вывод, что тело совершает свободные гармонические колебания. Следовательно, для груза на пружине можно записать закон сохранения механической энергии:

$E_{\text{полн}} = E_p(t) + E_k(t)$, где $E_p(t)$ — потенциальная энергия деформированной пружины и $E_k(t)$ — кинетическая энергия груза в момент времени t , $E_{p\text{max}}$ — максимальная потенциальная энергия деформированной пружины.

Используя формулу для потенциальной энергии деформированной пружины, получим

$$\frac{kx_{\text{max}}^2}{2} = \frac{k(x(t))^2}{2} + E_k(t).$$

Таким образом, кинетическая энергия тела в момент времени $0,6$ с равна

$$E_k(0,6) = \frac{k[x_{\text{max}}^2 - x(0,6)^2]}{2} = \frac{200 [0,2^2 - 0,142^2]}{2} \approx 2 \text{ Дж.}$$

Ответ: $E_k(0,6) = 2$ Дж.

23. $d \sin \varphi = m\lambda$, где d — период решётки, φ — угол дифракции, m — порядок максимума, λ — длина волны света.

Максимальный угол дифракции $\approx 90^\circ$, тогда

$$m_{\text{max}} = \frac{d}{\lambda} = \frac{1 \text{ мкм}}{N\lambda} = \frac{10^{-6}}{100 \cdot 650 \cdot 10^{-9}} \approx 15,38.$$

Так как m — целое число, то $m_{\text{max}} = 15$.

Ответ: 15.

24. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на горизонтальную ось x получаем:

$$F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0,$$

где F_0 — сила давления атмосферы на поршень, F_1 — сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{\text{упр}}$ — упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины.

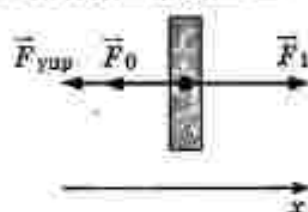


Рис. 1

Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина недеформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину x модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$.

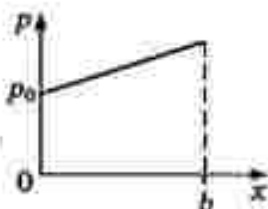


Рис. 2

Тогда $F_2 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0S + kx$,

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину x определяется по формуле $p(x) = p_0 + \frac{kx}{S}$ (рис. 2).

Используем модель одноатомного идеального газа
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_1 = \frac{3}{2} p_0SL$, а в конечном состоянии

$$U_2 = \frac{3}{2} p(b) \cdot S(L+b) = \frac{3}{2} \left(p_0 + \frac{kb}{S} \right) S(L+b).$$

Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

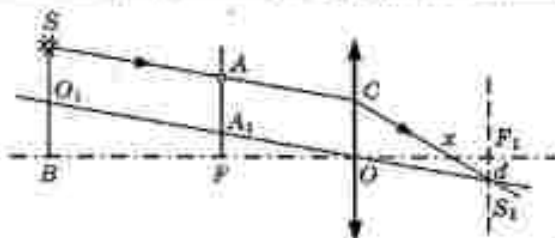
Работа газа A_{12} при сдвиге поршня из начального состояния в конечное равна произведению величины S и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. 2: $A_{12} = \frac{1}{2} [p(0) + p(b)] Sb = \left(p_0S + \frac{kb}{2} \right) b$. Подставляя в выражение для Q значения U_1 , U_2 и A_{12} , получим:

$$Q = \frac{3}{2} \left(p_0S + kb \right) (L+b) - \frac{3}{2} p_0SL + \left(p_0S + \frac{kb}{2} \right) b = \frac{3}{2} kbL + \frac{3}{2} p_0Sb + 3kb^2.$$

Решая это уравнение относительно S , получим:
$$S = \frac{Q - \frac{3}{2} kbL - 2kb^2}{\frac{3}{2} p_0b}.$$

Ответ:
$$S = \frac{Q - \frac{3}{2} kbL - 2kb^2}{\frac{3}{2} p_0b}.$$

25. Построим ход луча SA_1S_1 , прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч O_1OS_1 , прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.



Луч SAC , принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1 , после преломления пересечёт луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO .

Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

Луч CS_1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется на подобии треугольников $\triangle OCx$ и $\triangle F_1S_1$.

Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F\left(1 - \frac{d}{h}\right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников ΔO_1BO и ΔA_1FO и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F} F$.

После подстановки получаем:

$$H = \frac{h}{F^2} [Fb - x(b-F)] = \frac{4}{400} \cdot [20 \cdot 60 - 16 \cdot 40] = 5,6 \text{ см.}$$

Ответ: $H = 5,6$ см.

26. Обоснование:

Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать её инерциальной (НСО).

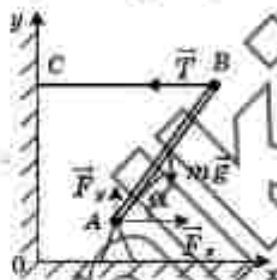
Поскольку стержень однородный, сила тяжести, действующая на него, приложена в середине стержня.

Стержень — твёрдое тело с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A .

Условие равновесия твёрдого тела относительно вращения на оси — равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси, а также равенство нулю векторной суммы всех сил, действующих на стержень.

Решение:

1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy .



Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

2. В положении равновесия равны нулю суммы моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T \cdot l \sin \alpha = 0, \quad (1)$$

где l — длина стержня.

$$F_x - T = 0, \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0. \quad (3)$$

Модуль силы реакции шарнира $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$.

3. Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha$. Окончательно получим

$$F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} = 1 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = 11,2 \text{ Н.}$$

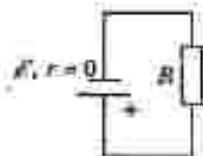
Ответ: $F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} = 11,2 \text{ Н.}$

Вариант 33

21. Показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим. (Иными словами, идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.) Поэтому ток через реостат при любом положении его движ-

на равен нулю; и, следовательно, напряжение на выводах реостата $U_{\text{реостат}} = I_{\text{реостат}} \cdot R_{\text{реостат}} = 0$. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R . Эквивалентная схема для расчёта напряжения на резисторе R представлена ниже. Здесь учтено, что идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.

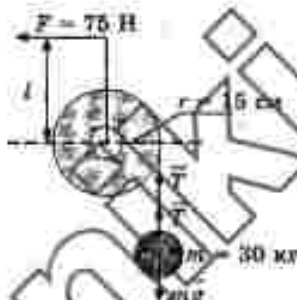


Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

22. Силы, действующие на груз и зорот, показаны на рисунке.

$$\begin{cases} mg - T = 0; \\ F \cdot l = T \cdot r. \end{cases}$$



Тогда $l = \frac{mgr}{F} = \frac{30 \cdot 10^{-3} \cdot 0,15}{75} = 0,6 \text{ м}$

Ответ: 0,6 м.

23. По закону Ампера

$$F = IB \sin \alpha = 3 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot \sin 30^\circ = 0,6 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,6 Н.

24. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли. Запишем второй закон Ньютона в проекции на горизонтальную ось для столбика ртути в выбранной системе отсчёта в первом случае:

$$ma_{\text{ц1}} = F_1 - F_0,$$

где m — масса столбика ртути, $a_{\text{ц1}}$ — центростремительное ускорение центра масс столбика ртути, F_1 — сила давления газа, закрытого столбиком ртути, F_0 — сила атмосферного давления на столбик ртути.

Аналогично запишем второй закон Ньютона для столбика ртути во втором случае:

$$ma_{\text{ц2}} = F_2 - F_0,$$

где $a_{\text{ц2}}$ — центростремительное ускорение центра масс столбика ртути после увеличения угловой скорости вращения, F_2 — сила давления газа, закрытого столбиком ртути, во втором случае.

Учитывая, что $a_{\text{ц1}} = \omega_1^2 r$, $a_{\text{ц2}} = \omega_2^2 r$, $F_1 = p_1 S$, $F_2 = p_2 S$, $F_0 = p_0 S$, получим:

$$m\omega_1^2 r = p_1 S - p_0 S,$$

$$m\omega_2^2 r = p_2 S - p_0 S,$$

где ω_1 , ω_2 — угловые скорости вращения в двух случаях, S — площадь поперечного сечения пробирки, p_1 , p_2 — давление газа в пробирке в двух случаях.

Масса столбика ртути равна $m = \rho V = \rho S h$, где ρ — плотность ртути, а V — объём столбика ртути. Тогда предыдущие уравнения запишем в виде:

$$p_1 = p_0 + \rho h \omega_1^2 r,$$

$$p_2 = p_0 + \rho h \omega_2^2 r.$$

Запишем уравнение Клапейрона – Менделеева для двух случаев:

$$p_1 V_0 = \nu RT_1, \quad p_2 V_0 = \nu RT_2,$$

где V_0 — объём газа в пробирке, ν — количество газа, закрытого столбиком ртути.

После объединения полученных выше формул получим следующее уравнение:

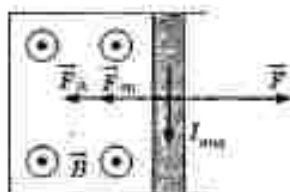
$$\frac{p_0 + \rho h \omega_2^2 r}{p_0 + \rho h \omega_1^2 r} = \frac{T_2}{T_1},$$

откуда следует:

$$T_2 = T_1 \frac{p_0 + \rho h \omega_2^2 r}{p_0 + \rho h \omega_1^2 r} = 273 \frac{10^5 + 13600 \cdot 10^{-2} \cdot 40^2 \cdot 0,2}{10^5 + 13600 \cdot 10^{-2} \cdot 10^2 \cdot 0,2} = 381,4 \text{ К.}$$

Ответ: $T_2 = 381,4 \text{ К.}$

25. При движении переключки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; v и l — соответственно скорость и длина переключки.



Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$,

где R — сопротивление переключки. Поскольку скорости переключки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении переключки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на переключку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}}l = \frac{B^2 l^2 v}{R}$.

На переключку действуют пять сил: сила тяжести mg , сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к переключке (см. рисунок). Переключка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю. Второй закон Ньютона в проекциях на оси декартовой системы координат имеет вид:

$$0x: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A; \quad 0y: 0 = N - mg.$$

Сила трения скольжения равна $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$.

В итоге получаем:

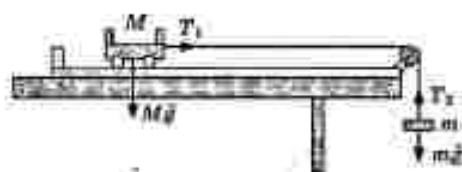
$$v = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,1 \cdot 1,5)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Тележку и груз будем считать материальными точками. На рисунке показаны силы, действующие на грузы. Так как блок и нить невесома, а трение в оси блока и о воздух отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на каждый из грузов, одинаковы:

$$T_1 = T_2 = T.$$



Поскольку нить нерастяжима, ускорения тележки и груза равны по модулю:

$$|a_1| = |a_2| = a.$$

Решение:

1. При равномерном движении тележки сила сопротивления равна по модулю силе тяжести груза: $F_{\text{сопр}} = mg$.

2. Согласно второму закону Ньютона ускорение груза и тележки после толчка влево соответственно:

$$a_T = \frac{mg - T}{m}, \quad a_T = \frac{T + F_{\text{сопр}}}{M}, \quad \text{где } T \text{ — сила натяжения нити.}$$

3. Так как $a_T = a_T$ и $\frac{T + F_{\text{сопр}}}{M} = \frac{mg - T}{m}$, следовательно, $T = \frac{mMg - mF_{\text{сопр}}}{m + M}$.

4. Учитывая, что $F_{\text{сопр}} = mg$, получаем: $T = \frac{M - m}{m + M} \cdot mg = 0,8mg$.

Тогда $a_T = \frac{2mg}{m + M} = \frac{2mg}{10m} = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $a_T = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

Вариант 64

21. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

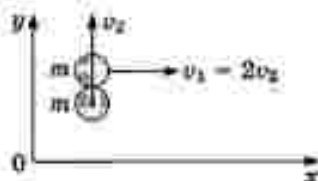
Сила тока I , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции \mathcal{E} : $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

22. По закону сохранения импульса

$$0x: mv_1 = 2mv_2,$$

$$0y: mv_2 = 2mv_1,$$



откуда $v_x = \frac{v_1}{2} = v_2$,

$$v_y = \frac{v_2}{2}$$

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 = v_2^2 + \frac{v_2^2}{4} = \frac{5}{4} v_2^2,$$

$$v_1 = 2v_2 = 2 \cdot v \sqrt{\frac{4}{5}} = \frac{4v}{\sqrt{5}} = \frac{4 \cdot 1,5}{\sqrt{5}} \approx 2,7 \text{ м/с.}$$

Ответ: 2,7 м/с.

$$23. I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{5}{3+2} = 1 \text{ A.}$$

Ответ: 1 А.

24. Определим конечное состояние смеси лёд—вода, для чего сравним количество теплоты Q_1 , необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2 , которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42\,000 \text{ Дж.}$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж.}$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0°C и начнёт кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лёд, воде при 0°C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 0,2 = 66\,000 \text{ Дж}$.

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 \text{ Дж} < 8400 \text{ Дж} + 66\,000 \text{ Дж} = 74\,400 \text{ Дж}$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лёд и в сосуде установится конечная температура $t_2 = 0^\circ\text{C}$.

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0.$$

Таким образом, масса кристаллизованной воды:

$$m_3 = \frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = \frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0,2 \cdot 10}{330\,000} = 0,1 \text{ кг.}$$

В итоге получаем, что после установлении теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_2 = 1 + 0,1 = 1,1 \text{ кг}$ льда.

Ответ: $M = m_1 + m_2 = 1,1 \text{ кг}$.

25. Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи равно $R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление источника равно нулю, поэтому показание амперметра

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Показание вольтметра:

$$U_1 = I_1 \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}.$$

В схеме 2 напряжение на вольтметре равно \mathcal{E} , так как внутреннее сопротивление источника равно нулю.

$$\text{Поэтому } U_2 = \mathcal{E} \text{ и } \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Отсюда:

$$U_1 = U_2 \cdot \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = U_2 \cdot \frac{\frac{9}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{9}{10}} = \frac{9}{10} U_2.$$

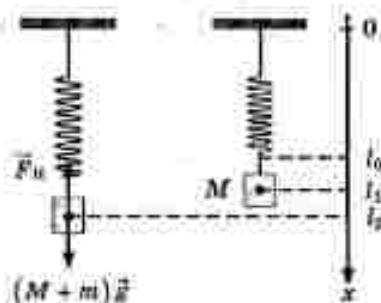
Ответ: $U_1 = 0,9 \cdot U_2$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Груз будем считать материальной точкой. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжо-

сти выберем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.

Решение:



1. В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии $\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1)$, где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъема оставшейся части груза.

2. В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

3. С учётом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_2 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим

$$m = \frac{k h}{2g} = \frac{0,03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{hk}{2g} = 0,6 \text{ кг.}$

Вариант 35

21. При изменении света с жёлтого на зелёный его длина волны уменьшится, частота увеличится ($\nu_1 > \nu_2$). Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$ — увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов $E_{\text{кин}}$. Так как $E_{\text{кин}} = e|U_{\text{ст}}|$, то увеличится и модуль запирающего напряжения $U_{\text{ст}}$. Мощность поглощённого света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_{\text{ф}} E_{\text{ф}} = N_{\text{ф}} h\nu$, где $N_{\text{ф}}$ — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_{\text{ф}} = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотона $E_{\text{ф}}$ увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с. Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов $N_{\text{э}}$, которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.

22. $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu \rho V$
 Откуда $\Delta \rho = \frac{2 \Delta U}{3 \nu} = \frac{2 \cdot 18 \cdot 10^3}{3 \cdot 0,6} = 20 \cdot 10^3 \text{ Па.}$

Ответ: 20 кПа.

23.
$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{\mathcal{E}_1}{R} \\ \mathcal{E}_1 &= B \omega l \end{aligned} \right\} I = \frac{B \omega l}{R} = \frac{0,1 \cdot 2 \cdot 0,1}{2} = 0,01 \text{ А.}$$

Ответ: 0,01 А.

24. Шар поднимет груз при условии равенства силы тяжести и силы Архимеда: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho V g$, где M и m — соответственно масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ — масса нагретого воздуха в шаре, ρ — плотность окружающего воздуха.

Откуда получим:

$$M + m = m_{\text{ш}} - m_{\text{об}}$$

(1)

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объём V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева:

$$pV = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_0}{\mu} RT_0, \text{ где } \mu \text{ — молярная масса воздуха, } T_{\text{ш}} \text{ и } T_0 \text{ — температуры воздуха соответственно внутри и вне шара, } m_0 = \rho V \text{ — начальная масса воздуха в шаре. Отсюда: } m_{\text{ш}} = \rho V \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}.$$

Подставляя полученные выражения в (1): $M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right).$

Следовательно, $\left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right) = \frac{M + m}{\rho V}.$

Окончательно получим: $T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 350 \cdot 0,8 = 280 \text{ К} = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$

Ответ: $T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$

25. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.

В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединёнными параллельно.

Тогда их общая ёмкость $C_0 = C_1 + C_2$.

По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $q = C_1 U$.

По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}.$$

Отсюда получим: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж}.$

Ответ: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = 30 \text{ мДж}.$

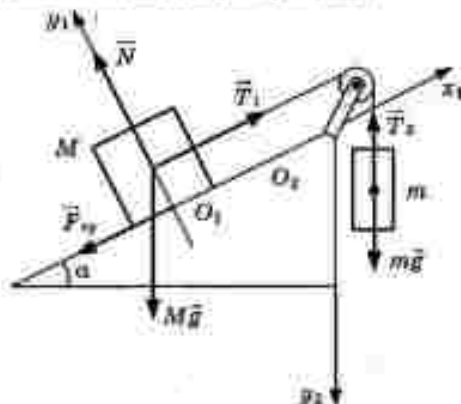
26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с неподвижной наклонной плоскостью. Грузы будем считать материальными точками. Трение о воздух пренебрежём.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы. Так как блок и нити невесомы, а трение в оси блока и о воздух отсутствует, то модули сил натяжения нити, действующих на каждый из грузов, одинаковы

$$T_1 = T_2 = T.$$

Если масса m достаточно велика, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости (см. рисунок).



Решение:

1. В инерциальной системе отсчёта, связанной с наклонной плоскостью, запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введённой системы координат.

На первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} T_1 - Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0, \\ N - Mg \cos \alpha = 0. \end{cases}$$

На второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$m_2 g - T_2 = 0.$$

2. Учтём, что $T_1 = T_2 = T$ и

$$F_{\text{тр}} < \mu N \text{ (сила трения покоя).}$$

3. Получим: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 1 \cdot \left(\frac{1}{2} + 0,3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 0,76 \text{ кг.}$

Ответ: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = 0,76 \text{ кг.}$

Вариант 36

21. Заряд Q , сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине.

На заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.

Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{Q}{C}$.

Внесение пластины из диэлектрика увеличивает ёмкость конденсатора, так как $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}$.

Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменится, так как эта система тел электронеизолирована. При этом заряд пластины остаётся практически равным Q . Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается: $U = \frac{Q}{C}$, что приведёт к уменьшению угла отклонения стрелки.

Ответ: угол отклонения стрелки уменьшается.

22. $Q = \Delta U + A;$

$$A = p \Delta V;$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} A;$$

$$Q = \Delta U + \frac{2}{3} \Delta U = \frac{5}{3} \Delta U,$$

$$\Delta U = \frac{3}{5} Q = \frac{3}{5} \cdot 100 = 60 \text{ Дж.}$$

Ответ: 60 Дж.

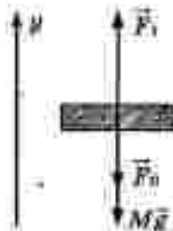
23. $F_A = B \cdot I \sin \alpha;$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}.$$

$$\text{Тогда } F_A = \frac{BUS}{\rho} \sin 90^\circ = \frac{1 \cdot 2,4 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{0,12} = 0,4 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,4 Н.

24. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъёма поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем: $F_1 - F_0 - Mg = 0$, или $p_1 S - p_0 S - Mg = 0$.



Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.

Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h$, а в конечном состоянии

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 S H = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H.$$

Процесс движения поршня идёт при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S (H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$Q = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H - \frac{3}{2} p_0 S h + (p_0 S + Mg) (H - h) = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) (H - h).$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2} Mgh + \frac{5}{2} (Mg + p_0 S) (H - h).$

25. Количество теплоты согласно закону Джоуля-Ленца:

$$Q = I^2 R t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затрачивается на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \quad (2)$$

c — удельная теплоёмкость алюминия; S — площадь поперечного сечения; l — длина проводника; m — масса проводника, равная

$$m = \rho l S. \quad (3)$$

Сопротивление проводника $R = \frac{\rho l}{S}. \quad (4)$

Из (1)–(4) получаем: $I = \sqrt{\frac{\Delta T c \rho S^2}{\rho \nu l}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 900 \cdot 2700 \cdot 4 \cdot 10^{-12}}{2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 15}} \approx 16 \text{ А}.$

Ответ: $I = \sqrt{\frac{\Delta T c \rho S^2}{\rho \nu l}} \approx 16 \text{ А}.$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Грузик будем считать материальной точкой. Трением о воздух пренебрегаем.

На грузик действуют сила тяжести и сила натяжения нити. Силы направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение грузика.

Для решения задачи воспользуемся законом сохранения механической энергии. Выберем систему тел «грузик» Земля». Механическая энергия сохраняется, если работа внешних сил и внутренних неконсервативных сил системы равна нулю. В нашем случае сила натяжения нити перпендикулярна перемещению грузика, а значит, её работа равна нулю, кроме того, силой вязкого трения пренебрегаем.

Решение:

1. Запишем уравнение движения шарика в верхней точке траектории в проекции на ось декартовой системы координат, направленную вертикально вверх:

$$\frac{mv_1^2}{l} = mg + T_1.$$

Здесь l — длина нити, v_1 — скорость шарика, T_1 — сила натяжения нити.

Уравнение движения шарика в нижней точке его траектории в проекции на ось, направленную вертикально вниз, имеет вид:

$$\frac{mv_2^2}{l} = mg + T_2,$$

где v_2 — скорость шарика в нижней точке, T_2 — сила натяжения нити.

2. В соответствии с законом сохранения механической энергии можно записать:

$$\frac{mv_1^2}{2} + 2mgl = \frac{mv_2^2}{2}.$$

3. Решая полученную систему уравнений, получаем искомое значение массы шарика:

$$m = \frac{T_2 - T_1}{6g} = \frac{30}{6 \cdot 10} = 0,5 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{T_2 - T_1}{6g} = 0,5 \text{ кг.}$

Вариант 37

21. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

22. $E_{II} = \frac{kx^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где k — жесткость пружины, A — амплитуда.

$$E_{II \max} = \frac{kA^2}{2}.$$

Согласно условию $\frac{kA^2}{4} = \frac{kA^2}{2} \sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t_1\right)$.

Откуда $\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t_1\right) = \frac{1}{2}$.

$$\frac{2\pi}{T}t_1 = \frac{\pi}{4} \Rightarrow t_1 = \frac{T}{8} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ с.}$$

Ответ: 0,125 с.

23. $h\nu_1 = h\frac{c}{\lambda} = A_{\max} + E_{\text{кин макс}} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} \left(1 - \frac{1}{2}\right) = E_{\text{кин макс}} - E_{\text{кин макс}};$

$$h\nu_2 = h\frac{c}{2\lambda} = A_{\max} + E_{\text{кин макс}};$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 2A_{\max} + E_{\text{кин макс}} = 7 \text{ эВ.}$$

$$A_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - E_{\text{кин макс}} = 7 \text{ эВ} - 4,5 \text{ эВ} = 2,5 \text{ эВ.}$$

Ответ: 2,5 эВ.

24. Запишем уравнение Клапейрона-Менделеева для водорода и гелия в смеси:

$$P_{H_2} V = \frac{m_{H_2}}{\mu_{H_2}} RT_1 \quad (1)$$

$$P_{He} V = \frac{m_{He}}{\mu_{He}} RT_1 \quad (2)$$

Согласно закону Дальтона давление смеси:

$$P = P_{H_2} + P_{He} \quad (3)$$

Кроме того, масса смеси

$$m = m_{\text{H}_2} + m_{\text{H}_2\text{O}}$$

Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

$$\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\frac{\rho V}{RT} - \frac{m}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}}{\frac{m}{\rho_{\text{H}_2}} - \frac{\rho V}{RT}} = \frac{\frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300} - \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}}}{\frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} - \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300}} \approx 1,5.$$

Ответ: $\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{H}_2\text{O}}} \approx 1,5.$

25. Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля: $F_{\text{эл}} = Eq.$

Второй закон Ньютона: $F_{\text{эл}} = ma$, или $Eq = ma.$

Проекция ускорения тела на вертикальную ось Oy : $a = \frac{2d}{t^2} = \frac{d}{t^2}$, где d — расстояние между пластинами, t — время пролёта частицы через конденсатор.

Проекция скорости частицы на горизонтальную ось Ox : $v = \frac{l}{t}$, где l — длина пластин конденсатора.

$$\text{Отсюда } d = \frac{Eq^2}{mv^2} = \frac{5200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3,5^2 \cdot 10^{10}} \approx 0,01 \text{ м.}$$

Ответ: $d \approx 0,01 \text{ м.}$

26. Обоснование:

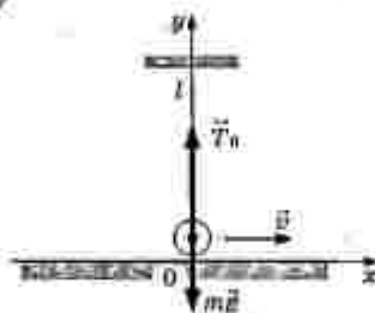
Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Шарик и брусок будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём. Поскольку удар является абсолютно неупругим, шарик и брусок после удара будут двигаться с одинаковой скоростью. Будем считать, что время взаимодействия тел мало, импульсом внешних сил (сила тяжести) при малом времени взаимодействия можно пренебречь. Следовательно, при столкновении сохранится импульс системы «шарик + брусок».

Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью v . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика.

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчёта Oxy , связанной с

Землёй (см. рисунок): $\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg$, откуда $v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}$.



2. Из закона сохранения импульса системы «шарик + брусок» в проекциях на ось Ox получим:

$mv = (M + m)u$, где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось.

$$3. \text{Отсюда: } u = \frac{m}{M + m} v = \frac{m}{M + m} \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l} = \frac{0,3}{1,5 + 0,3} \sqrt{\left(\frac{6}{0,3} - 10\right) \cdot 0,9} = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $u = 0,5 \text{ м/с.}$

Вариант 38

21. Вследствие электризации шарик приобретёт тот же заряд, что и пластина, на которой он лежит, — отрицательный.

Отрицательно заряженный шарик будет отталкиваться от нижней и притягиваться к верхней пластине. Согласно второму закону Ньютона шарик приобретёт ускорение, направленное вверх. Он поднимется к положительно заряженной пластине и, коснувшись её, поменяет знак заряда.

В результате он начнёт отталкиваться от верхней пластины и притягиваться к нижней; шарик вернётся к первой пластине и вновь поменяет знак своего заряда на отрицательный. Такое движение вверх-вниз будет повторяться.

Ответ: шарик начнёт двигаться вверх, а затем он будет колебаться между верхней и нижней пластинами.

22. Так как лёд и вода находится в равновесии, значит, $t_0 = 0^\circ\text{C}$.

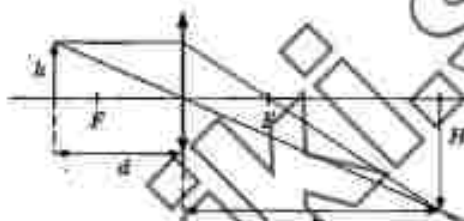
Уравнение теплового баланса:

$\lambda \cdot m_{\text{л}} = c \cdot m_{\text{в}}(t - t_0)$, где λ — удельная теплота плавления льда;

$$m_{\text{в}} = \frac{\lambda \cdot m_{\text{л}}}{c(t - t_0)} = \frac{3,3 \cdot 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{500 \cdot (339 - 273)} = 0,05 \text{ кг} = 50 \text{ г}.$$

Ответ: 50 г.

- 23.



$\frac{H}{h} = \frac{l}{d} = \Gamma$ — увеличение предмета.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{l},$$

$$l = \frac{Fd}{d - F},$$

тогда $\Gamma = \frac{F}{d - F} = \frac{4}{5 - 4} = 4$.

Ответ: 4.

24. Коэффициент полезного действия тепловой машины $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{Q^*} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^*}$, где $A_{\text{п}}$ — работа, совершённая за цикл; Q^* — количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; $|Q^-|$ — количество теплоты, отданное на цикл холодильнику.

В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдаёт в изохорном.

В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа: $Q^* = A$.

Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом, равно изменению его внутренней энергии: $|Q^-| = \frac{3}{2} \nu R |\Delta T|$.

Подставив второе и третье соотношения в первое, получаем искомую работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

Ответ: $A = \frac{3\nu R |\Delta T|}{2(1 - \eta)}$.

25. Резисторы R_1 и R_3 , R_2 и R_4 соединены друг с другом последовательно, а пары соединены между собой параллельно. В связи с этим общее сопротивление внешней цепи

$$R_0 = \frac{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(4+6)(6+9)}{4+5+6+9} = 6 \text{ Ом.}$$

Согласно закону Ома для полной цепи общий ток, протекающий во внешней цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{20}{6+2} = 2,5 \text{ А.}$$

Напряжение на внешней цепи $U = IR_0 = 2,5 \cdot 6 = 15 \text{ В.}$

Токи в ветвях рассчитываются по закону Ома для участка цепи, в частности:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{15}{4+6} = 1,5 \text{ А.}$$

Мощность, выделяемая на резисторе R_2 , $N_2 = I_1^2 R_2 = 1,5^2 \cdot 6 = 13,5 \text{ Вт.}$

Ответ: $N_2 = 13,5 \text{ Вт.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в лабораторной инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй. Кубик будем считать материальной точкой. Трением о воздух пренебрегаем.

Для определения скорости кубика в момент, когда он находится на высоте h , воспользуемся законом сохранения механической энергии. Выберем механическую систему тел «кубик + Земля». Во время движения на кубик действуют сила нормальной реакции опоры и сила тяжести. Сила нормальной реакции опоры работу не совершает, поскольку всегда направлена перпендикулярно перемещению кубика. Поэтому работа внешних сил равна нулю. Поэтому механическая энергия системы сохраняется.

Решение:

1. Пусть скорость кубика на высоте h равна v , а в нижней точке поля потенциальная энергия кубика равна нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии $mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh$, откуда $v^2 = 2g(H-h)$. (1)

2. Когда кубик находится на высоте h , на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры \vec{N} . Запишем второй закон Ньютона в проекции на радиальное направление (Ox на рисунке):

$$mg \cos \alpha + N = \frac{mv^2}{R}, \quad (2)$$

где $\frac{v^2}{R} = a_n$ — центростремительное ускорение кубика в этой точке.

3. По третьему закону Ньютона $N = F$.

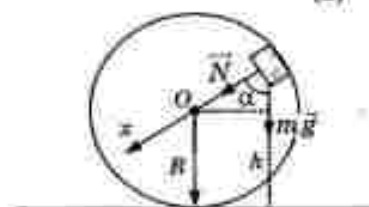
4. Из рисунка видно, что $\cos \alpha = \frac{h-R}{R}$.

Из выражений (2) получим: $R = \frac{m(gh - v^2)}{mg - F}$.

Подставив полученное значение v^2 из (1), найдём:

$$R = \frac{mg(3h - 2H)}{mg - F} = \frac{1 \cdot 10 \cdot (3 \cdot 2,5 - 2 \cdot 3)}{1 \cdot 10 - 3,5} = 2,0 \text{ м.}$$

Ответ: $R = 2,0 \text{ м.}$



Вариант 39

21. Поршень сдвинется вверх. Температура газа в сосуде понизится.

Пусть масса поршня M , а площадь его основания S . Атмосферное давление над поршнем равно $p_{\text{атм}}$, первоначальное давление газа в сосуде равно p_1 . Поскольку поршень первоначально находится в равновесии,

$$p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}.$$

При движении лифта с ускорением a , направленным вниз, поршень сдвинется и займёт относительно сосуда

новое положение равновесия, в котором давление газа в сосуде станет равным $p_2 = p_{\text{атм}} + \frac{M(g-a)}{S} < p_1$.

Поскольку сосуд теплоизолирован и изменения числа частиц нет, уменьшение давления возможно только за счёт расширения газа. При этом газ совершает работу $A > 0$.

Поскольку сосуд теплоизолированный, газ, находящийся под поршнем, участвует в адиабатическом процессе. В этом случае, по первому закону термодинамики, газ совершает работу за счёт уменьшения внутренней энергии.

Уменьшение внутренней энергии газа повлечёт за собой понижение его температуры ($\Delta U = \frac{5}{2} \nu R \Delta T$).

22. В момент отрыва $N = 0$, тогда $F_{\text{упр}} - mg = 0$,
 $F_{\text{упр}} = k \Delta x$.

$$\text{Отсюда } k = \frac{mg}{\Delta x}.$$

$$\text{Тогда } E_{\text{п}} = \frac{k \Delta x^2}{2} = \frac{mg \Delta x}{2} = \frac{0,4 \cdot 10 \cdot 0,02}{2} = 0,04 \text{ Дж.}$$

Ответ: 0,04 Дж.

23. $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$,

$$b_j = vBl.$$

$$\text{Тогда } v = \frac{IR}{Bl} = \frac{40 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{0,4 \cdot 0,2} = 1 \text{ м/с.}$$

Ответ: 1 м/с.

24. При $t = 100^\circ\text{C}$ давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5 \text{ Па}$.

При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $k < k_0$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счёт конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1\text{сух}}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.

Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_1 = p_{1\text{сух}} + \varphi p_0 \\ p_2 = \eta p_1 = k p_{1\text{сух}} + p_0 \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1\text{сух}}$, получим уравнение $p_2 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0$.

$$\text{откуда: } \varphi = \frac{(k - \eta)p_1 - p_0}{k p_0} = \frac{(4 - 3) \cdot 1,8 \cdot 10^5 + 10^5}{4 \cdot 10^5} = \frac{2,8}{4} = 0,7.$$

Ответ: $\varphi = 70\%$.

25. Мощность, выделяемая на резисторе, $P = IU = I(\mathcal{E} - Ir)$.

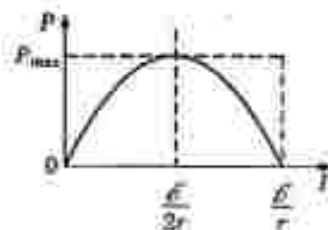
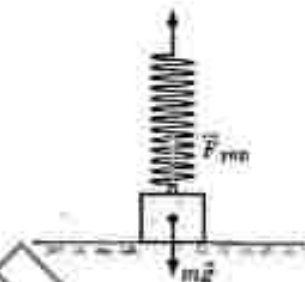
График $P(I)$ — парабола ветвями вниз. Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$:

$$I_1 = 0; \quad I_2 = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$ и равен

$$P_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r} = 4,5 \text{ Вт. Отсюда: } r = \frac{\mathcal{E}^2}{4P_{\text{max}}} = 2 \text{ Ом.}$$

Ответ: $r = 2 \text{ Ом}$.



26. Обоснование:

Будем считать систему отсчёта, связанную с Землёй, инерциальной. Трением о воздух пренебрежём. Грузы будем считать материальными точками.

Поскольку нить лёгкая и трения нет, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.

Модули скоростей грузов в один и тот же момент времени одинаковы, поскольку нить нерастяжима.

На рисунке показаны силы, действующие на грузы, когда груз m ещё скользит по сфере. Из числа сил, действующих на грузы, силы тяжести $m\vec{g}$ и $M\vec{g}$ потенциальны, а силы натяжения нити \vec{T}_1 и \vec{T}_2 , а также сила реакции опоры \vec{N} — непотенциальны. Сила \vec{T}_1 направлена по скорости \vec{v}_1 груза m , а сила \vec{T}_2 — противоположно скорости \vec{v}_2 груза M . По этим причинам суммарная работа сил \vec{T}_1 и \vec{T}_2 при переходе в данное состояние из начального равна нулю. Работа силы \vec{N} также равна нулю, так как из-за отсутствия трения $\vec{N} \perp \vec{v}_1$.

Таким образом, сумма работ всех непотенциальных сил, действующих на грузы m и M , равна нулю. Поэтому в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, механическая энергия системы этих грузов сохраняется.

Решение:

1. Найдём модуль скорости груза m в точке его отрыва от поверхности сферы. Для этого приравняем друг к другу значения механической энергии системы грузов в начальном состоянии и в состоянии, когда груз m находится в точке отрыва (потенциальную энергию грузов в поле тяжести отсчитываем от уровня центра сферы, а начальном состоянии груз M находится ниже центра сферы на величину h_0):

$$mgR - Mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha + \frac{Mv^2}{2} + Mg(-h), \text{ где } R \text{ — радиус трубы.}$$

$$2. \quad h - h_0 = R \frac{\pi}{6}.$$

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{\frac{2gR \left[\pi(1 - \cos \alpha) - M \frac{\pi}{6} \right]}{m + M}}.$$



3. Груз m в точке отрыва ещё движется по окружности радиусом R , но уже не давит на сферу. Поэтому его поперечное ускорение вызвано только силой тяжести, так как сила \vec{T}_2 направлена по касательной к сфере (см. рисунок): $m \frac{v^2}{R} = mg \cos \alpha$.

$$\text{Подставляя сюда значение } v, \text{ получим } \frac{2}{m + M} \left[m(1 - \cos \alpha) + M \frac{\pi}{6} \right] = \cos \alpha.$$

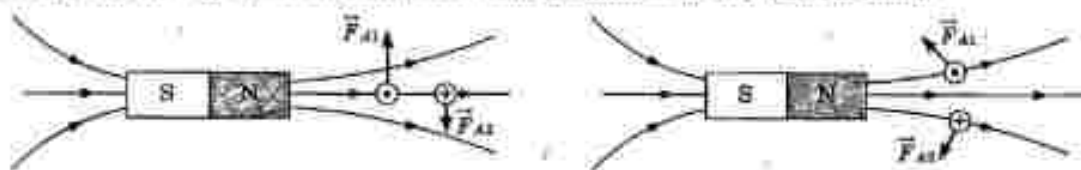
$$\text{Отсюда } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} = 100 \text{ г} \cdot \frac{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 2}{\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}} = 330 \text{ г}.$$

$$\text{Ответ: } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} \approx 330 \text{ г}.$$

Вариант 40

21. Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом — от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направленная вверх, а на правое звено — сила Ампера \vec{F}_{A2} , направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок).

Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера \vec{F}_{A1} и \vec{F}_{A2} обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).



Ответ: рамка повернется по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.

22. Так как $0,1 \text{ м}$ — амплитуда колебаний шарика, то путь, равный $0,2 \text{ м}$, он пройдет за время, равное половине периода колебаний:

$$t = \frac{T}{2}, \text{ где } T = \frac{1}{\nu}.$$

$$\text{Откуда } \nu = \frac{1}{2t} = \frac{1}{2 \cdot 0,25} = 2 \text{ Гц}.$$

Ответ: 2 Гц.

23. $m \frac{v^2}{R} = qvB$, тогда $R = \frac{mv}{qB}$,
 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{m_1 v_1}{q_1 B} \cdot \frac{q_2 B}{m_2 v_2} = \frac{m_1}{m_2} \cdot \frac{v_1}{v_2} \cdot \frac{q_2}{q_1} = 2 \cdot 2 \cdot 4 = 16$.

Ответ: 16.

24. Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа, совершённая газом в ходе изобарного расширения, равна

$$A = p \Delta V, \quad (3)$$

где ΔV — изменение объёма газа.

Выразив эту работу с помощью уравнения Клапейрона-Менделеева через приращение температуры газа, получим:

$$p \Delta V = \frac{m}{\mu} R \Delta T. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (1)–(4), определим искомое изменение температуры: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mB} = 1 \text{ К}$.

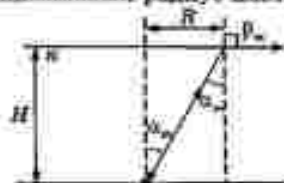
$$\text{Ответ: } \Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mB} = 1 \text{ К}.$$

25. Свет переходит из воды в воздух, поэтому угол преломления β больше угла падения света на поверхность воды α . Радиус светлого пятна на поверхности бассейна определяется по максимально возможному углу падения α_m ; ему соответствует угол преломления $\beta_m = \frac{\pi}{2}$ (при больших углах падения не существует преломлённого луча — наблюдается полное внутреннее отражение, α_m — предельный угол полного внутреннего отражения).

Радиус светлого пятна связан с глубиной бассейна (см. рисунок):

$$R = H \operatorname{tg} \alpha_m = H \frac{\sin \alpha_m}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_m}}.$$

Чтобы светлого пятна не было видно, минимальный радиус плота должен быть равен радиусу светлого пятна.



По закону преломления $\sin \alpha_m = \frac{1}{n}$.

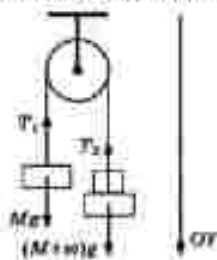
Окончательно получим:

$$H = R\sqrt{n^2 - 1} = 2,4\sqrt{\frac{16}{9} - 1} = 0,8 \cdot \sqrt{7} = 2,1 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 2,1 \text{ м.}$

20. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Бруски и груз будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём. Будем считать, что в процессе движения груза не отрываемся от бруска и их можно считать одним телом.



Так как нить нерастянжима, ускорения брусков равны по модулю и противоположны по направлению

$$|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a, \quad \vec{a}_1 = -\vec{a}_2. \quad (1)$$

На рисунке показаны силы, действующие на бруски и груз. Так как блок и нити невесомы, а трение отсутствует, то силы натяжения нити, действующие на каждый из брусков, одинаковы:

$$\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}. \quad (2)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на ось OY выбранной системы отсчёта:

$$(M + m)a_2 = (M + m)g - T_2 \quad \text{— брусок с грузом можно считать одним телом}$$

$$-Ma_1 = Mg - T_1 \quad \text{— брусок без груза.}$$

2. Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1) и (2), найдём ускорение тел:

$$a = \frac{mg}{2M + m}.$$

3. Так как движение равноускоренное, то

$$L = \frac{at^2}{2} = \frac{mgt^2}{2(2M + m)}. \quad \text{Откуда выражаем массу бруска:}$$

$$M = \frac{m(gt^2 - 2L)}{4L} = \frac{0,05 \cdot (10 \cdot 4 - 3,3)}{4 \cdot 1,6} = 0,2875 \text{ кг} = 287,5 \text{ г.}$$

$$\text{Ответ: } M = \frac{m(gt^2 - 2L)}{4L} = 287,5 \text{ г.}$$

Вариант 41

21. При отодвигании магнита от витка будет уменьшаться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут сонаправлены с линиями индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен против часовой стрелки, а в цепи лампы — от А к Б. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 1, она и будет гореть.

Силы, действующие на брусок и груз, показаны на рисунке.

$$Ox: T - F_{тр} = Ma,$$

$$Oy: mg - T = ma,$$

$$N = Mg,$$

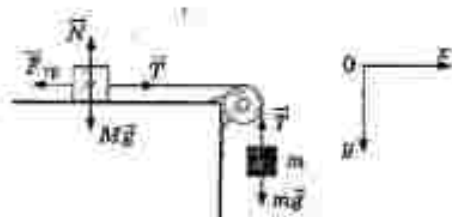
$$F_{тр} = \mu N.$$

Объединяя уравнения, получаем:

$$(M + m)a = mg - \mu Mg;$$

$$\text{откуда } \mu = \frac{mg - (M + m)a}{Mg} = \frac{0,2 \cdot 10 - (0,8 + 0,2) \cdot 1,2}{0,8 \cdot 10} = 0,1.$$

Ответ: 0,1.



$$23. F_A = |B| \sin \alpha, \quad \alpha = 90^\circ,$$

$$I = \frac{F_A}{Bl} = \frac{0,2}{0,4 \cdot 0,1} = 5 \text{ А.}$$

Ответ: 5 А.

24. Так как процесс 1-2 — изохорный ($\frac{T}{P} = \text{const}$), то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0.$$

Так как процесс 2-3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} = 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} = 0,5.$$

25. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

$$\text{По закону Ома для полной цепи } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (2)$$

$$\text{Напряжённость поля в плоском конденсаторе равна } E = \frac{U_C}{d}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

$$\text{Ответ: } \mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Тогда будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

Так как время столкновения тем мало, то можно считать, что изменением их импульса при столкновении можно пренебречь. Тогда импульс системы тел «пластинка + брусок» сохраняется в процессе соударения.

При движении сближаемых тел на них действуют сила трения, сила тяжести и сила нормальной реакции опоры. Сила тяжести и сила нормальной реакции опоры работу при горизонтальном движении тел не совершают, так как перпендикулярны их скорости. Поэтому уменьшение механической энергии тел связано только с работой силы трения.

Решение:

1. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью бруска. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$4mu_{\text{бр}} - mu_{\text{пл}} = 5mu, \quad (1)$$

где m — масса пластинки, u — скорость сближаемых тел после соударения.

2. По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{5mu^2}{2} - \frac{5m(0,7u)^2}{2} = \mu \cdot 5mgL. \quad (2)$$

3. Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,51u^2}{2\mu g} = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4u_{\text{бр}} - u_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

Ответ: $L = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4u_{\text{бр}} - u_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$

Вариант 42

21. При приближении магнита к витку будет увеличиваться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут направлены противоположно линиям индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи лампы — от Б к А. Ток такого направления пропускает только лампа на участке цепи лампы З, она и будет гореть.

22. Силы, действующие на брусок и груз, показаны на рисунке.

$$Ox: T - F_{\text{тр}} = Ma;$$

$$Oy: mg - T = ma;$$

$$N = Mg;$$

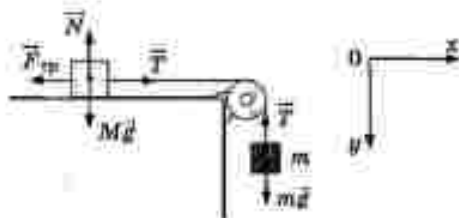
$$F_{\text{тр}} = \mu N.$$

Объединяя уравнения, получаем:

$$(M + m)a = mg - \mu Mg;$$

$$\text{откуда } a = \frac{mg - \mu Mg}{M + m} = \frac{(0,3 - 0,2 \cdot 0,7) \cdot 10}{0,3 + 0,7} = 1,6 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: $1,6 \text{ м/с}^2.$



23. $U_1 = \mathcal{E} - I_1 r$

$$U_2 = \mathcal{E} - I_2 r$$

$$\text{Получим: } r = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_1} = \frac{6 - 4}{2 - 1} = 2 \text{ Ом.}$$

Ответ: 2 Ом.

24. Так как процесс 1-2 — изохорный, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0$.

Так как процесс 2-3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} = 0,5$.

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} = 0,5$.

25. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$. (2)

Напряжённость поля в плоском конденсаторе равна $E = \frac{U_C}{d}$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R+r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

Ответ: $E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R+r)} = 4 \text{ кВ/м.}$

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью земли. Тела будем считать материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.

Так как время столкновения тел мало, то можно считать, что изменением их импульса при столкновении можно пренебречь. Тогда импульс системы тел «пуля + брусок» сохранится в процессе соударения.

При движении бруска на него действуют сила трения, сила тяжести и сила нормальной реакции опоры. Сила тяжести и сила нормальной реакции опоры работу при горизонтальном движении тела не совершают, так как перпендикулярны его скорости. Поэтому уменьшение механической энергии бруска связано только с работой силы трения.

Решение:

1. Выберем ось X , совпадающую со скоростью пули. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$mv_0 = m \frac{v}{2} + 10mv, \quad (1)$$

где m — масса пули, v — скорость бруска после соударения с пулей.

2. По закону изменения механической энергии при торможении бруска:

$$\frac{10mv^2}{2} - \frac{10m(0,8v)^2}{2} = \mu \cdot 10mgL. \quad (2)$$

3. Объединяя (1) и (2), получим: $L = \frac{0,36v^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20}\right)^2 = 4,5 \text{ м.}$

Ответ: $L = \frac{0,36v^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20}\right)^2 = 4,5 \text{ м.}$

Вариант 43

21. Все лучи от любой точки предмета после прохождения данной линзы, давая действительное изображение, пересекаются на линзе в одной точке.

Пока картоном не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

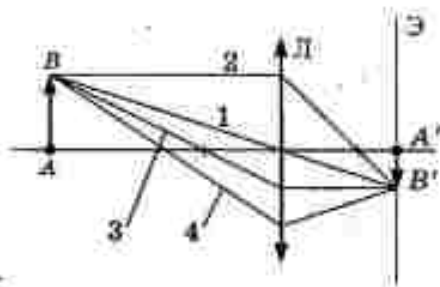


Рис. 1

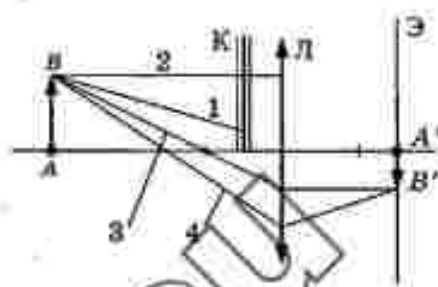


Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

22. Согласно закону сохранения механической энергии

$$E_2 - E_1 = A_{тр},$$

где E_1 и E_2 — начальная и конечная механическая энергия мальчика с санями.

$A_{тр}$ — работа силы трения на горизонтальном участке.

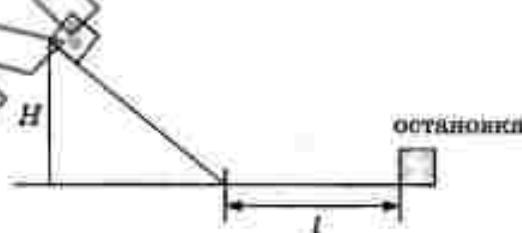
$$E_1 = mgH, E_2 = 0;$$

$$A_{тр} = -F_{тр}l.$$

$$\text{Тогда } mgH = F_{тр}l.$$

$$m = \frac{F_{тр} \cdot l}{gH} = \frac{80 \cdot 50}{10 \cdot 10} = 40 \text{ кг.}$$

Ответ: 40 кг.



23. $F_A = BIl \sin \alpha$, где B — индукция магнитного поля, I — сила тока в проводнике, l — длина проводника, α — угол между проводником и вектором \vec{B} .

По закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}, \text{ где } R = \rho \frac{l}{S} \text{ — сопротивление проводника.}$$

$$F_A = \frac{US}{\rho l} \cdot B \sin 90^\circ = \frac{USB}{\rho} = \frac{3,5 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 1}{0,12} = 0,6 \text{ Н.}$$

Ответ: 0,6 Н.

24. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_1 :

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{21} = (U_2 - U_1) + A_{12} = \frac{3}{2}(\sqrt{RT_2} - \sqrt{RT_1}) + 3p_0 2V_0 - \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \quad (1)$$

Работа газа за цикл равна $A_{\text{га}} = \frac{P_0}{2} \cdot 2V_0 = P_0 V_0$.

(2)

Объединив (1) и (2), получим: $Q_{\text{га}} = \frac{23}{2} A_{\text{га}} = 57,5 \text{ кДж}$.

Ответ: $Q_{\text{га}} = \frac{23}{2} A_{\text{га}} = 57,5 \text{ кДж}$.

25. Когда правый проводник поконлся, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = \frac{2}{3} v_{\text{отн}}$.

Ответ: $v = \frac{2}{3} v_{\text{отн}}$.

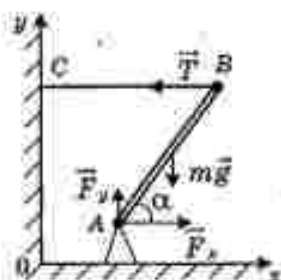
26. Обоснование:

Выберем систему отсчёта, неподвижно связанную с Землёй, и будем считать её инерциальной (ИСО).

Поскольку стержень однородный, сила тяжести, действующая на него, приложена к середине стержня.

Стержень — твёрдое тело с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A .

Условие равновесия твёрдого тела относительно вращения на оси — равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно этой оси, а также равенство нулю векторной суммы всех сил, действующих на стержень.



Решение:

1. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy . Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

2. В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T l \sin \alpha = 0, \text{ где } l \text{ — длина стержня.} \quad (1)$$

$$F_x - T = 0 \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0 \quad (3)$$

3. Модуль силы реакции шарнира равен $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + mg^2}$.

4. Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha \approx F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2}$.

Откуда масса стержня равна $m = \frac{F}{g \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2}} \approx 1,34 \text{ кг}$.

Ответ: $m = \frac{F}{g \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2}} \approx 1,34 \text{ кг}$.

Вариант 44

21. Все лучи от любой точки предмета после прохождения данной линзы, давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета AB , используя лучи, исходящие из точки B (рис. 1).

Кусок картона K перекрывает нижние лучи, но никак не влияет на ход верхних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвует в построении изображения.

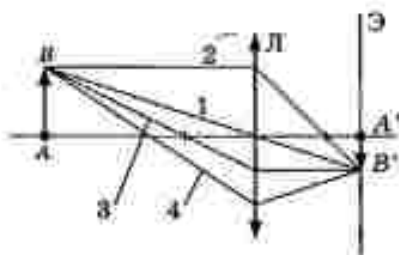


Рис. 1

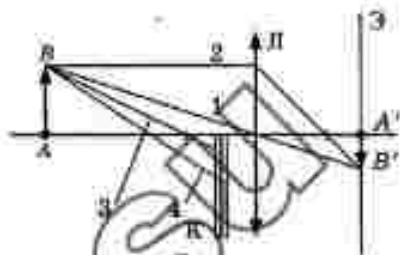
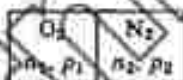


Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

22.



$$p_1 = n_1 k T_1,$$

$$p_2 = n_2 k T_2,$$

T_1 и T_2 — абсолютные температуры газов.

Так как средняя кинетическая энергия молекул пропорциональна абсолютной температуре газа, то

$$\frac{\overline{E_{k1}}}{\overline{E_{k2}}} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{p_1 n_2}{n_1 p_2} = \frac{2 p_1 n_2}{2 n_1 p_2} = 1.$$

Ответ: 1.

23. $F_A = BIl \sin \alpha$, где B — индукция магнитного поля, I — сила тока в проводнике, l — длина проводника, α — угол между проводником и вектором \vec{B} .

По закону Ома для участка цепи

$$I = \frac{U}{R} = \frac{US}{\rho l}, \text{ где } R = \rho \frac{l}{S} \text{ — сопротивление проводника.}$$

$$F_A = \frac{US}{\rho l} \cdot B l \cdot \sin 90^\circ = \frac{USB}{\rho}.$$

$$\text{Откуда } B = \frac{F_A \cdot \rho}{US} = \frac{0,6 \cdot 0,12}{2,4 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} = 1 \text{ Тл.}$$

Ответ: 1 Тл.

24. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_1 :

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_1) + A_{12} - \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_1) + 2p_0 2V_0 - \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 - \frac{23}{2} p_0 V_0. \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{12} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $A_{12} = \frac{2}{23} Q_1 = 200 \text{ Дж}$.

Ответ: $A_{12} = \frac{2}{23} Q_1 = 200 \text{ Дж}$.

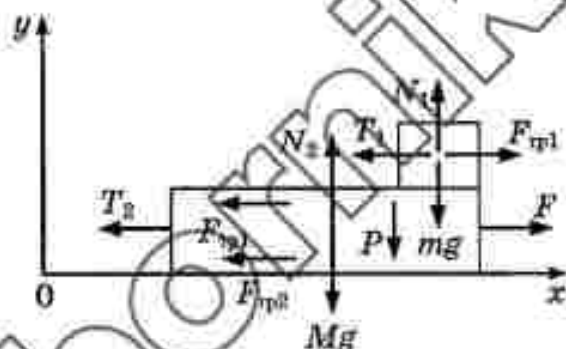
25. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников. Поскольку силу Ампера надо увеличить в два раза, ЭДС индукции в контуре надо тоже увеличить в два раза. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = 3V$.

Ответ: $v = 3V$.

26. Обоснование:

Задачу будем решать в инерциальной системе отсчета, связанной с поверхностью стола. Будем считать тела материальными точками. Трением о воздух пренебрежём.



Силы, действующие на тела, постоянны, движение бруска и доски будет равноускоренным. На рисунке показаны силы, действующие на брусок и действующие на доску. Так как нить нерастянима, ускорения бруска и доски направлены горизонтально, равны по модулю и противоположны по направлению

$$|\ddot{a}_1| = |\ddot{a}_2| = a, \quad \ddot{a}_1 = -\ddot{a}_2. \quad (1)$$

Так как блок и нити невесомы и блок гладкий, то силы натяжения нити, действующие на доску и брусок, одинаковы:

$$\vec{T}_1 = \vec{T}_2 = \vec{T}. \quad (2)$$

Силы трения, действующие на брусок и доску, равны друг другу и противоположны по направлению по третьему закону Ньютона. Модули сил реакции доски N_1 и давления бруска на доску F также равны друг другу по третьему закону Ньютона:

$$N_1 = F. \quad (3)$$

Решение:

1. Запишем второй закон Ньютона в проекции на оси Ox и Oy выбранной системы координат:

$$Ma_2 = F - F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2} - T_2$$

$$-ma_1 = F_{\text{тр}1} - T_1$$

$$N_1 = mg$$

$$N_2 = Mg + F$$

2. Вычитая второе уравнение из первого, с учётом (1) и (2), найдём силу, действующую на доску:

$$F = (M + m)a + 2F_{\text{тр}1} - F_{\text{тр}2}$$

3. $F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1 = 2\mu mg$. Учитывая (3) $F_{\text{тр}2} = \mu N_2 = \mu(M + m)g$, тогда

$$F = (M + m)(a + \mu g) + 4\mu mg$$

Окончательно получим:

$$M = \frac{F - 4\mu mg}{a + \mu g} - m = \frac{2,6 - 4 \cdot 0,2 \cdot 0,1 \cdot 10}{1 + 0,2 \cdot 10} - 0,1 = 0,5 \text{ кг.}$$

Ответ: $M = \frac{F - 4\mu mg}{a + \mu g} - m = 0,5 \text{ кг.}$

Sborniki.SU