

К **НОВОЙ** ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

ЕДИНЬЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ



ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ФИПИ

ФИЗИКА

ЕГЭ

2016

**ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ
ЗАДАНИЯ**

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

10 вариантов заданий

Ответы и решения

Бланки ответов

***Издательство
«ЭКЗАМЕН»***

**МОСКВА
2016**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2016. Физика. Типовые тестовые задания / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2016. — 126, [2] с. (Серия «ЕГЭ. ОФЦ. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-09812-6

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2016 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2016 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 задач во всех 10 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

В состав авторского коллектива входят специалисты, имеющие большой опыт работы в школе и вузе и принимающие участие в разработке тестовых заданий для ЕГЭ.

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

Приказом № 729 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Формат 60×90/8.

Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 5,64. Усл. печ. л. 16. Тираж 13 000 экз. Заказ № 2109/15.

ISBN 978-5-377-09812-6

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2016
© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ.....	4
Бланки	7
ВАРИАНТ 1	9
Часть 1.....	9
Часть 2.....	16
ВАРИАНТ 2	19
Часть 1.....	19
Часть 2.....	26
ВАРИАНТ 3	29
Часть 1.....	29
Часть 2.....	36
ВАРИАНТ 4	39
Часть 1.....	39
Часть 2.....	46
ВАРИАНТ 5	49
Часть 1.....	49
Часть 2.....	56
ВАРИАНТ 6	58
Часть 1	58
Часть 2	65
ВАРИАНТ 7	68
Часть 1.....	68
Часть 2.....	75
ВАРИАНТ 8	77
Часть 1.....	77
Часть 2.....	84
ВАРИАНТ 9	86
Часть 1.....	86
Часть 2.....	93
ВАРИАНТ 10	96
Часть 1.....	96
Часть 2.....	103
ОТВЕТЫ. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ	106

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	$g = 10 \text{ м/с}^2$
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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

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 теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · 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	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Единый государственный экзамен

Бланк ответов № 1



Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

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

Region Code subject Name

С правилами экзамена ознакомлен и согласен
Совпадение номеров вариантов в задании
и бланке регистрации подтверждаю
Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка

Number variant

ВНИМАНИЕ! Данный бланк использовать только совместно с двумя другими бланками из данного пакета

Результаты выполнения заданий с ответом в краткой форме

Grid for answers 1-40

Grid for answers 41-44

Grid for answers 45-48

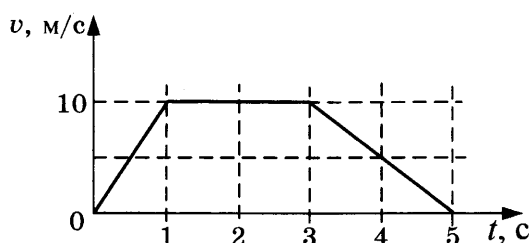
ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. 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 модуля скорости v автомобиля от времени t . На каком отрезке времени движение автомобиля было равноускоренным?

- 1) 0–1 с
2) 1–3 с
3) 1–5 с
4) 0–3 с



Ответ:

2. Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покати́лся назад, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) скорость поезда увеличилась
2) скорость поезда уменьшилась
3) поезд повернул вправо
4) поезд повернул влево

Ответ:

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

Ответ: _____ Н/м.

4. Отец везет 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.

 1 2 3 4

8. Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Какой модели соответствует это утверждение?

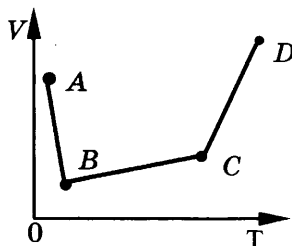
8

- 1) только газа
- 2) только жидкости
- 3) только твердого тела
- 4) газа, жидкости и твердого тела

Ответ:

9. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. На рисунке изображена зависимость объема газа от температуры. Как меняется давление газа при переходе из A в B?

9



- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) по данной зависимости нельзя определить изменение давления газа

Ответ:

10. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем изотермически увеличить в 2 раза?

10

Ответ: _____ %.

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль второго газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и давление смеси газов в сосуде, если температура газов поддерживалась неизменной?

11

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

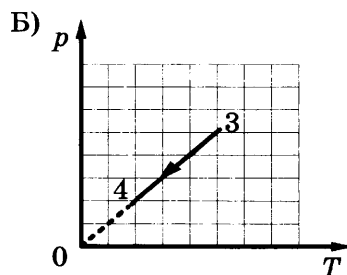
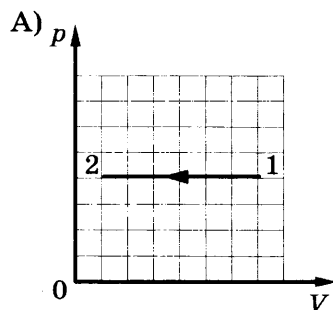
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов в сосуде
<input type="text"/>	<input type="text"/>

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и p – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

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

ГРАФИКИ



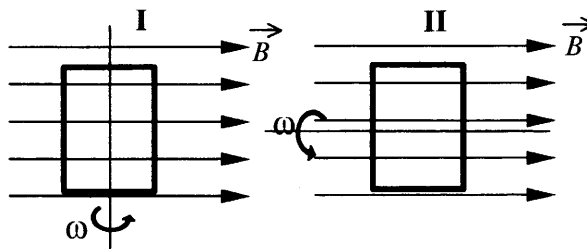
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ совершает работу.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работу.
- 4) Газ отдает теплоту, но не совершает работу.

Ответ:

А	Б

13. На рисунке показаны два способа вращения проводящей рамки в однородном магнитном поле. В каком случае в рамке будет течь ток?

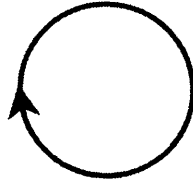


- 1) в обоих случаях
- 2) ни в одном из случаев
- 3) только в первом случае
- 4) только во втором случае

Ответ:

14. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен вектор индукции магнитного поля тока в центре витка?

14

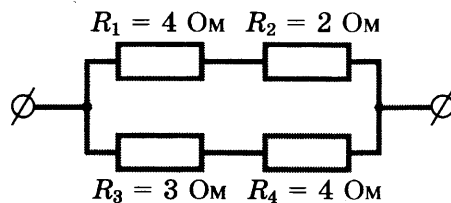


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 3) влево \leftarrow
- 4) вправо \rightarrow

Ответ:

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

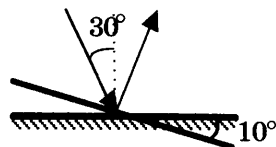
15



Ответ: _____.

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

16



Ответ: _____.

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с периодом обращения и радиусом орбиты частицы при уменьшении скорости ее движения?

17

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.

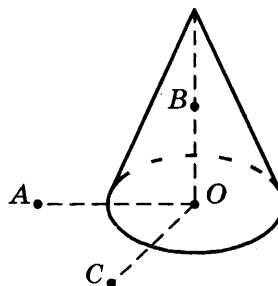
Период обращения	Радиус орбиты

18

18. Заряд металлического уединенного конуса высотой H и радиусом основания $R = \frac{H}{2}$ равен q . Точка O — центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C .

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

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|---|------------|
| А) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке A | 1) 0 |
| Б) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке B | 2) E_C |
| | 3) $2 E_C$ |
| | 4) $4 E_C$ |

Ответ:

А	Б

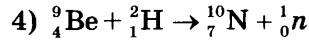
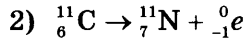
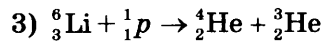
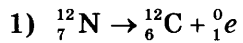
19

19. Один ученый проверяет законы преломления света в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если установки одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
- 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
- 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
- 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

Ответ:

20. Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда в ядерных реакциях?



Ответ:

20

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

Ответ: _____ дней.

21

22. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частотой $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$ и максимальная кинетическая энергия электронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить частоту падающего света, не меняя его интенсивности? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

3) не изменится

2) уменьшится

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_{max}

22

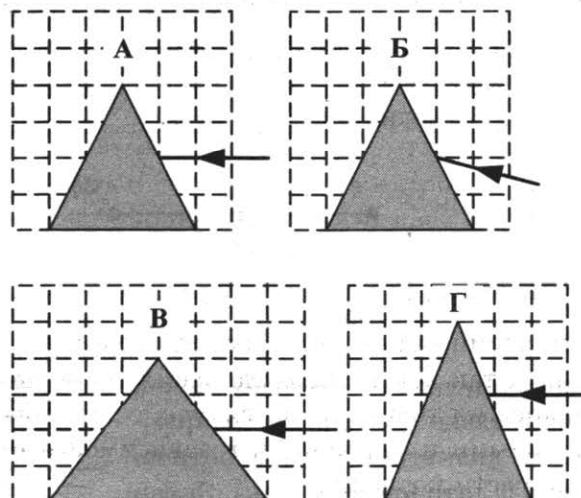
23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?

1) А и Б

2) Б и В

3) Б и Г

4) В и Г



Ответ:

23

24

24. 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 два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре:

- 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:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

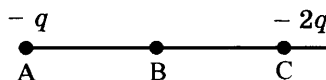
25

25. 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.

Ответ: _____ Дж.

26

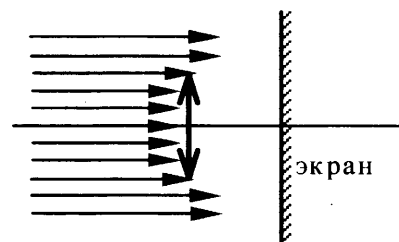
26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 2 \text{ нКл}$) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 4 раза?



Ответ: _____ нКл.

27

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещен неравномерно. Выделяется более освещенная часть экрана (в форме



кольца). Рассчитайте внутренний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

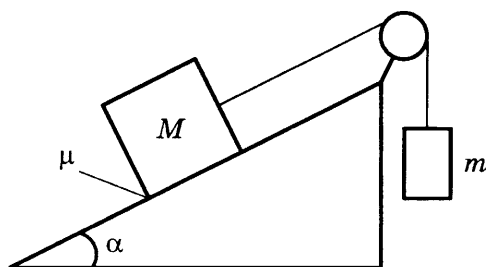
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

28

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рис.). Груз массой M находится на 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 еще не выходит из первоначального состояния покоя?

29



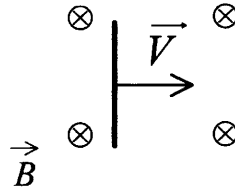
30. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза m_r , который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры $t_1 = 77$ °С? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.

30

31. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле. Скорость проводника направлена горизонтально и перпендикулярно провод-

31

нику (см. рис.). 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 ?



32

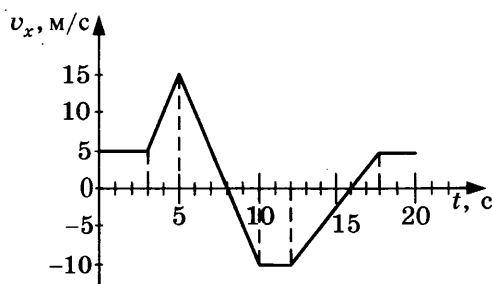
32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Если облучать катод светом с длиной волны λ , то фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 2

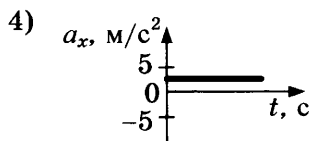
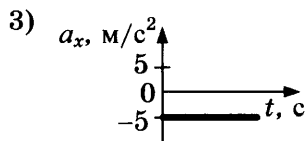
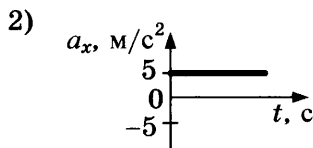
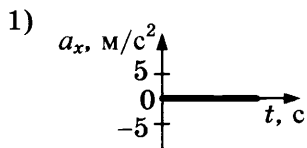
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось OX от времени.

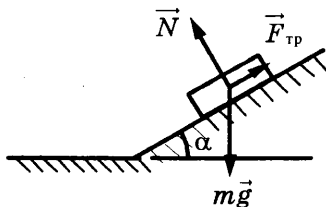
 1


На каком из графиков представлена проекция ускорения тела на ось OX в интервале времени от 5 с до 10 с?



Ответ:

2. Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Если брусок покоится, то модуль суммы сил \vec{N} и $\vec{F}_{\text{тр}}$ равен

 2


1) $N + F_{\text{тр}}$

3) $(N + mg) \cos \alpha$

2) mg

4) $F_{\text{тр}} \sin \alpha$

Ответ:

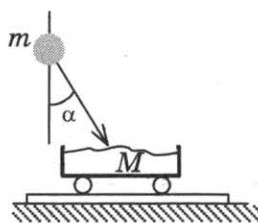
3

3. Камень массой 100 г брошен под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v = 10$ м/с. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

Ответ: _____ Н.

4

4. Камень падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью $v = 10$ м/с в тележку с песком общей массой $M = 18$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки с камнем после падения в нее камня равна 0,5 м/с. Определите массу камня.



Ответ: _____ кг.

5

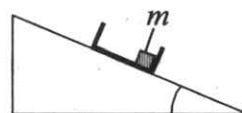
5. Математический маятник совершает гармонические колебания с периодом 2 с. В момент времени $t = 0$ груз маятника проходит положение равновесия. Сколько раз потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 4$ с?

Ответ: _____ .

6

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рис.). Как изменятся ускорение коробочки и модуль работы силы трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$? 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	Модуль работы силы трения

7. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

7

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- А) плотность вещества
Б) момент силы

- 1) $1 \text{ Н}\cdot\text{м}$
2) $1 \text{ м}^3/\text{кг}$
3) $1 \text{ Н}/\text{м}$
4) $1 \text{ кг}/\text{м}^3$

Ответ:

А	Б

8. Чем объясняется явление диффузии в жидкостях?

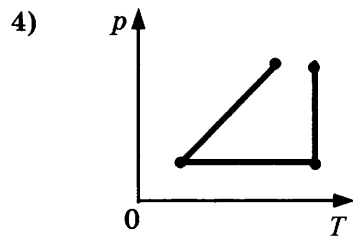
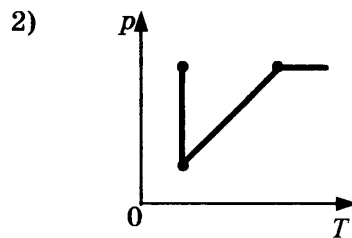
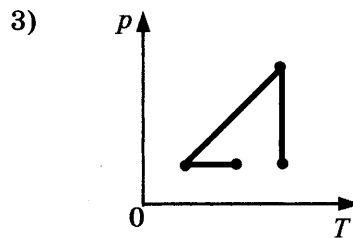
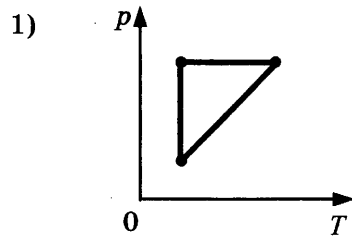
8

- 1) молекулы жидкости отталкиваются друг от друга
2) молекулы жидкости колеблются около своих положений равновесия
3) молекулы жидкости притягиваются друг к другу
4) молекулы жидкости могут хаотично перемещаться по объему

Ответ:

9. Один моль идеального газа сначала охлаждается при постоянном давлении, затем нагревается при постоянном объеме и, наконец, расширяется при постоянной температуре. Какой из графиков в координатах p — T соответствует этим процессам?

9



Ответ:

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

10

Ответ: _____ %.

11

11. В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0°C . Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоемкость воды и масса льда?

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 воды	Масса льда

12

12. 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

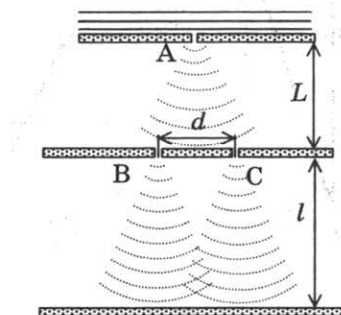
- 1) $\frac{3}{2}kT$
- 2) $\frac{3}{2}nkT$
- 3) nkT
- 4) $\frac{kT}{n}$

Ответ:

А	Б

13

13. В классическом опыте Юнга по дифракции пучок света, прошедший через узкую щель А, освещает узкие щели В и С, за которыми на экране возникает интерференционная картина (см. рис.). Точка А равноудалена от точек В и С. Как изменится интерференционная картина, если увеличить d вдвое?



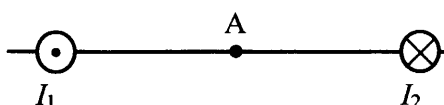
- 1) интерференционная картина останется на месте, сохранив свой вид
- 2) расстояние между интерференционными полосами увеличится
- 3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- 4) интерференционная картина сместится по экрану, сохранив свой вид

Ответ:

14. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлены векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 в точке А?

14

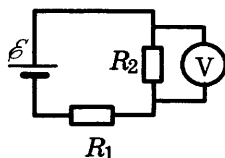
- 1) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вниз
- 2) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вверх
- 3) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вверх
- 4) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вниз



Ответ:

15. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

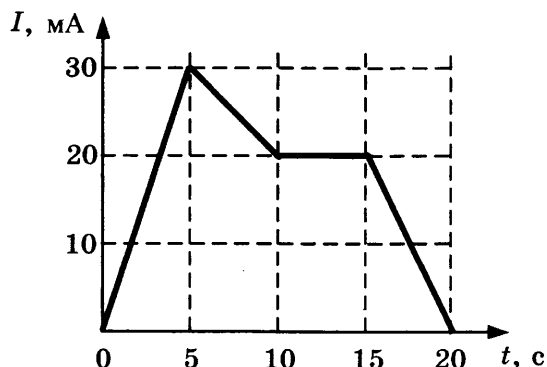
15



Ответ: _____ В.

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

16



Ответ: _____ мВ.

17

17. 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

18

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние a от линзы до спирали равно $1,5F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

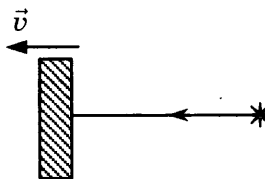
- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19

19. Свет от неподвижного источника падает перпендикулярно поверхности зеркала, которое удаляется от источника со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?



- 1) $c - v$
- 2) $c + v$
- 3) c
- 4) $c \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

Ответ:

20. Определите, в ядро какого элемента превращается радиоактивный изотоп натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ в результате β -распада.

20

- 1) неона ${}_{10}^{20}\text{Ne}$
- 2) алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$
- 3) магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$
- 4) кислорода ${}_{8}^{20}\text{O}$

Ответ:

21. В образце имеется $4 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет распадется $3 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

21

Ответ: _____ лет.

22. 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 зеленый.

22

Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

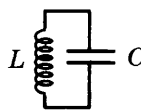
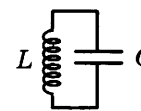
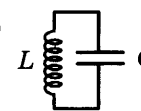
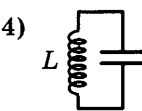
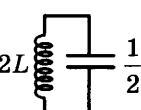
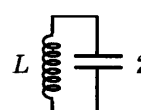
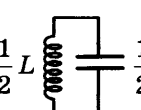
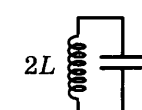
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
<input type="text"/>	<input type="text"/>

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

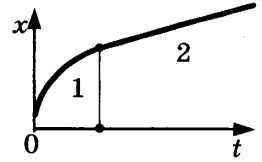
23

- 1) 
- 2) 
- 3) 
- 4) 
- 5) 
- 6) 
- 7) 
- 8) 

Ответ:

24

24. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.



- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остается 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 — остается неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

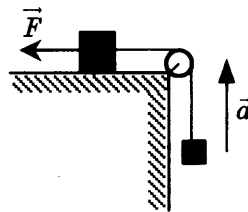
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25

25. Груз, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой $0,25$ кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F , равная 9 Н (см. рис.). Второй груз движется с ускорением 2 м/с², направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?



Ответ: _____ кг.

26

26. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0$ °С заливают $m = 1$ кг воды с температурой $t_2 = 44$ °С. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

Ответ: _____ г.

27. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

27

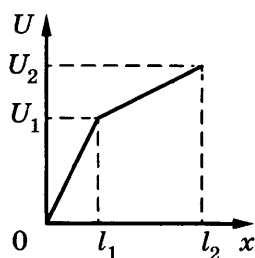
Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все 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.

28



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 45° . На какое расстояние по вертикали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 2 м/с.
30. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещен 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

29

30

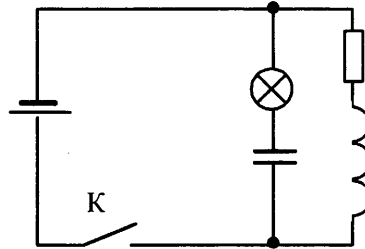
этом объем, занимаемый воздухом, не изменился. Атмосферное давление $p_0 = 750$ мм рт.ст. Определите температуру воздуха T_0 в лаборатории.

31

31. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените диаметр входного отверстия объектива D , если при фокусном расстоянии $F = 80$ мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 4$ м от объектива. Предельный размер пятна равен $\delta = 0,2$ мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

32

32. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 12$ В; емкость 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 K замкнут. Какое количество теплоты Q выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, катушки и проводов пренебречь.



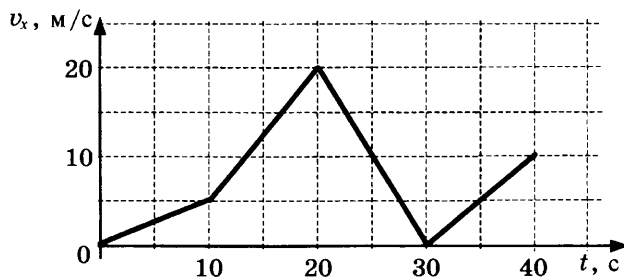
ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. 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. В каком интервале времени модуль ускорения автомобиля равен 2 м/с^2 ?

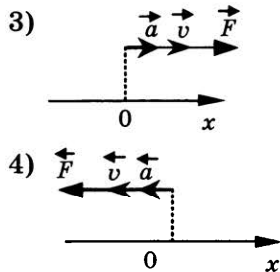
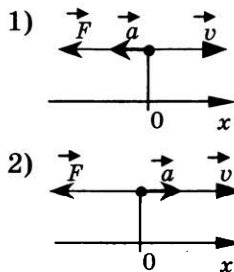
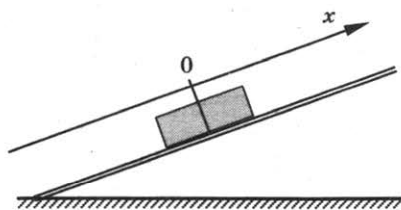
- 1) от 0 с до 10 с
- 2) от 10 с до 20 с
- 3) от 20 с до 30 с
- 4) от 30 с до 40 с



Ответ:

1

2. После толчка брусок скользит вверх по наклонной плоскости. В инерциальной системе отсчета, связанной с плоскостью, направление оси Ox показано на рисунке. В каком из вариантов ответов правильно показаны направления векторов скорости \vec{v} бруска, его ускорения \vec{a} и суммы действующих на него сил \vec{F} ?



Ответ:

2

3

3. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 1,5 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение второй пружины равно 30 см. Чему равно удлинение первой пружины?

Ответ: _____ см.

4

4. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,04 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна 0,2 м/с?

Ответ: _____ кг.

5

5. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см.

Ответ: _____ Н.

6

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период его колебаний и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины? 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.

Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7

7. Шайба съезжает из состояния покоя с горки высотой H . 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

ФОРМУЛА

А) масса шайбы

Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$

2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$

3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$

4) $\frac{E_k}{gH}$

Ответ:

А	Б

8. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

8

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

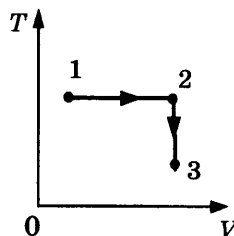
В каком состоянии находилось вещество в стакане через 7 мин после начала измерений?

- 1) и в жидком, и в твердом состояниях
- 2) только в твердом состоянии
- 3) только в жидком состоянии
- 4) и в жидком, и в газообразном состояниях

Ответ:

9. Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке. Где достигается наименьшее давление газа в указанном процессе?

9

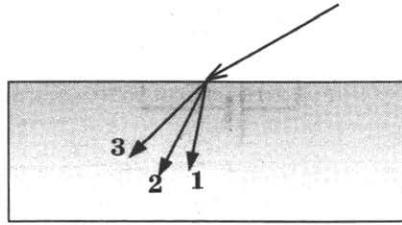


- 1) в точке 1
- 2) на всем отрезке 1-2
- 3) в точке 3
- 4) на всем отрезке 2-3

Ответ:

13. В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух—стекло уменьшается при уменьшении длины волны излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке. Цифрам соответствуют цвета:

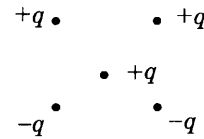
13



- 1) 1 – красный 2) 1 – синий 3) 1 – красный 4) 1 – синий
 2 – зеленый 2 – красный 2 – синий 2 – зеленый
 3 – синий 3 – зеленый 3 – зеленый 3 – красный

Ответ:

14. Как направлена сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рис.)?



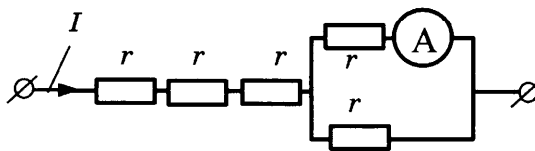
14

- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

Ответ:

15. Через участок цепи (см. рис.) течет постоянный ток $I = 4$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебечь.

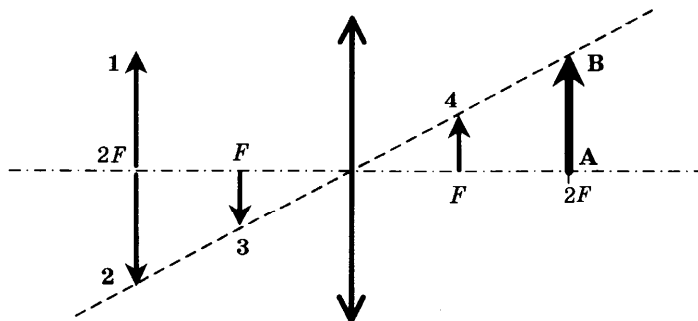
15



Ответ: _____ А.

16. Какому из предметов 1–4 соответствует изображение АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?

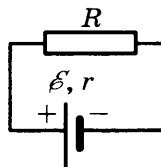
16



Ответ: _____ .

17

17. 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

18

18. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

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 волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

Ответ:

А	Б

19

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро изотопа кремния ${}_{14}^{28}\text{Si}$?

- 1) 14 протонов и 28 нейтронов
- 2) 28 протонов и 14 нейтронов

- 3) 14 протонов и 14 нейтронов
 4) 14 протонов и 42 нейтрона

Ответ:

20. Что такое гамма-излучение?

- 1) поток ядер гелия
 2) поток протонов
 3) поток электронов
 4) электромагнитные волны

Ответ:

20

21. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

21

22. 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 повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра
<input type="text"/>	<input type="text"/>

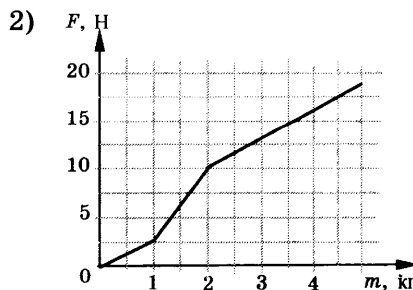
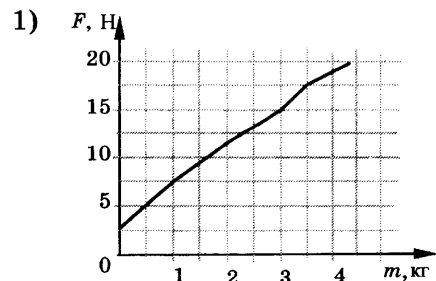
22

23. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в таблице.

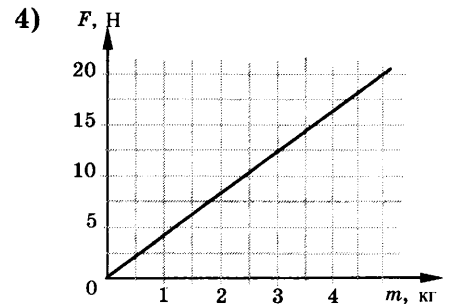
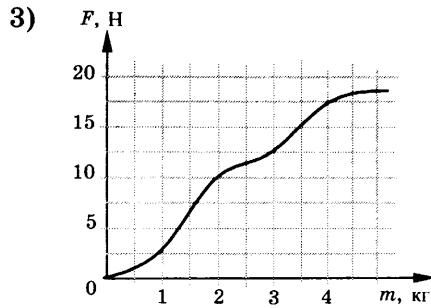
m , кг	1	2,5	3	3,5	4	4,5
F , Н	2,5	10	12,5	15	17,5	18,5

23

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н. Какой из графиков построен правильно, с учетом всех результатов измерений и их погрешностей?

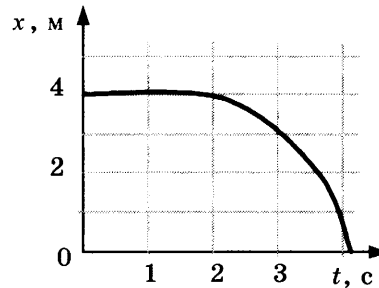


24



Ответ:

24. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.
- 2) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25

25. 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?

Ответ: _____ кг.

26. В баллоне объемом 2 л находится гелий. Внутренняя энергия гелия равна 300 Дж. Определите давление в сосуде. Ответ выразите в килопаскалях.

Ответ: _____ кПа.

26

27. На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-5}$ м, падает нормально параллельный пучок фиолетового света с длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м. На расстоянии 2 м от решетки параллельно ей расположен экран. Каково расстояние между нулевым и первым дифракционными максимумами на экране? (Считать $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$).

Ответ: _____ см.

27

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

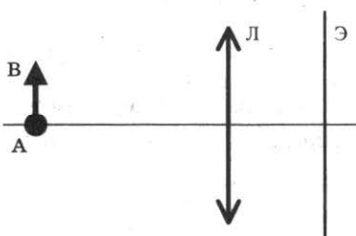


Рис. 1

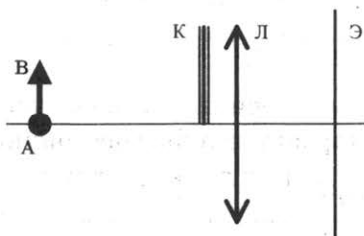
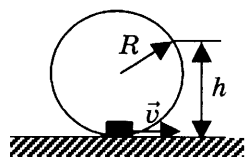


Рис. 2

28

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

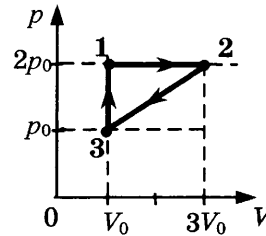
29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



29

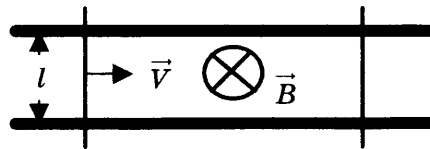
30

30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{ц}} = 5 \text{ кДж}$. Какое количество теплоты $Q_{\text{н}}$ газ получает за цикл от нагревателя?



31

31. 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{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



32

32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \text{ эВ}$, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?

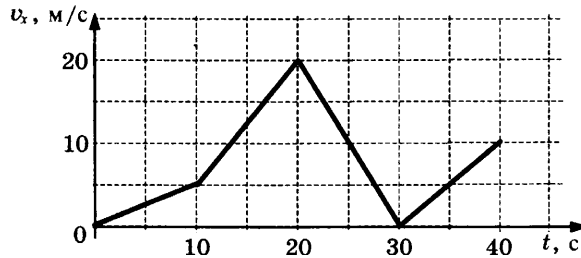
ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. 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. В каком интервале времени модуль ускорения автомобиля равен $0,5 \text{ м/с}^2$?

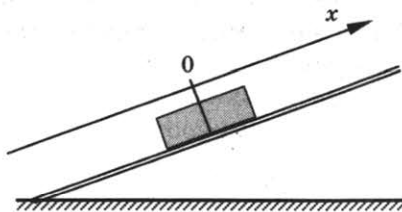
- 1) от 0 с до 10 с
- 2) от 10 с до 20 с
- 3) от 20 с до 30 с
- 4) от 30 с до 40 с



Ответ:

1

2. Брусок скользит вниз по наклонной плоскости. В инерциальной системе отсчета, связанной с плоскостью, направление оси Ox показано на рисунке. В каком варианте ответа правильно показаны направления векторов скорости \vec{v} бруска, его ускорения \vec{a} и суммы действующих на него сил \vec{F} ?



- 1)

3)

2)

4)

Ответ:

2

3

3. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 1,5 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение первой пружины равно 20 см. Чему равно удлинение второй пружины?

Ответ: _____ см.

4

4. Охотник массой 60 кг, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с. Какова скорость охотника после выстрела?

Ответ: _____ м/с.

5

5. 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 Н?

Ответ: _____ см.

6

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях жесткости пружины маятника. Как изменятся период его колебаний и период изменения его кинетической энергии, если увеличить жесткость пружины, не изменяя массу маятника? 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.

Период колебаний	Период изменения кинетической энергии

7

7. 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

ФОРМУЛА

А) высота горки

Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

1) $E_k \sqrt{\frac{2m}{g}}$

2) $\sqrt{2mE_k}$

3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gm}}$

4) $\frac{E_k}{gm}$

Ответ:

А	Б

8. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

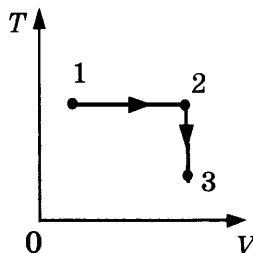
Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

В каком состоянии находилось вещество в стакане через 13 мин после начала измерений?

- 1) и в жидком, и в твердом состояниях
- 2) только в твердом состоянии
- 3) только в жидком состоянии
- 4) и в жидком, и в газообразном состояниях

Ответ:

9. Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на рисунке. Где достигается наибольшее давление газа в указанном процессе?



- 1) в точке 1
- 2) на всем отрезке 1–2
- 3) в точке 3
- 4) на всем отрезке 2–3

Ответ:

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

Ответ: _____ Дж.

11. 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:

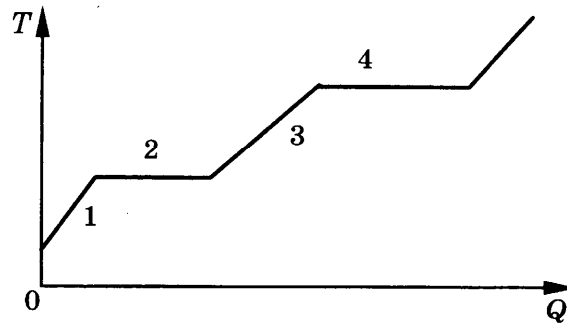
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

12

12. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q .



Установите соответствие между тепловым процессом и участком графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

УЧАСТОК ГРАФИКА

А) плавление вещества

1) 1

Б) нагревание жидкости

2) 2

3) 3

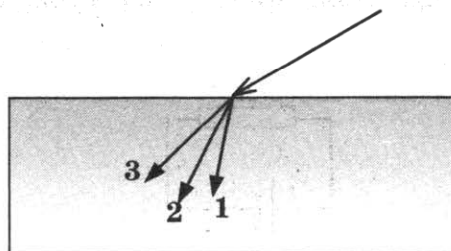
4) 4

Ответ:

А	Б

13

13. В некотором спектральном диапазоне угол преломления лучей на границе воздух—вода уменьшается при увеличении частоты излучения. Ход лучей для трех основных цветов при падении белого света из воздуха на границу раздела показан на рисунке. Цифрам соответствуют цвета:



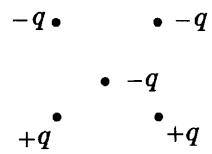
- 1) 1 — красный 2) 1 — синий 3) 1 — красный 4) 1 — синий
 2 — зеленый 2 — красный 2 — синий 2 — зеленый
 3 — синий 3 — зеленый 3 — зеленый 3 — красный

Ответ:

14. Как направлена кулоновская сила, действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рис.)?

14

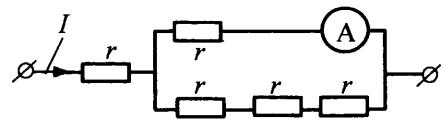
- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow



Ответ:

15. Через участок цепи (см. рис.) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

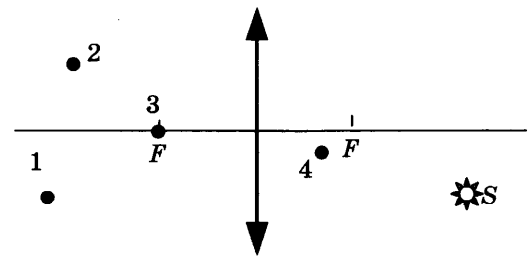
15



Ответ: точка _____ .

16. Какая из точек (1, 2, 3 или 4) на рисунке является изображением точки S в тонкой собирающей линзе с фокусным расстоянием F ?

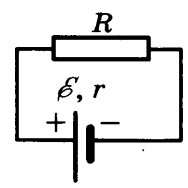
16



Ответ: точка _____ .

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

17



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

18

18. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и вторым дифракционным максимумом

Ответ:

А	Б

19

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро аргона ${}_{18}^{40}\text{Ar}$?

- 1) 18 протонов и 40 нейтронов
- 2) 18 протонов и 22 нейтрона
- 3) 40 протонов и 22 нейтрона
- 4) 40 протонов и 18 нейтронов

Ответ:

20

20. Что такое бета-излучение?

- 1) поток ядер гелия
- 2) поток протонов
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

Ответ:

21. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 года?

21

Ответ: _____ г.

22. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

22

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.

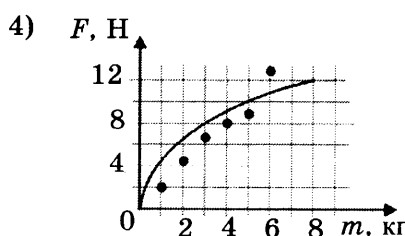
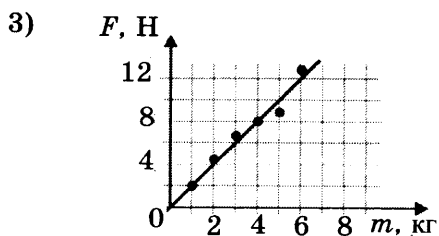
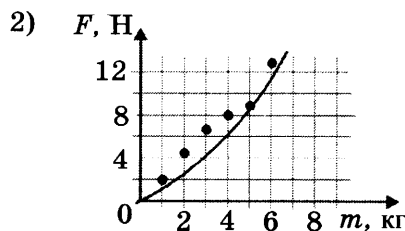
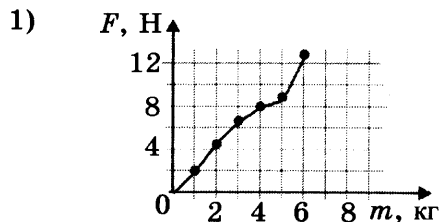
Массовое число ядра	Заряд ядра

23. Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в таблице.

23

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н. Какой из графиков построен правильно, с учетом всех результатов измерений и их погрешностей?

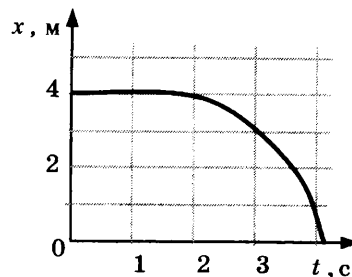
m , кг	1	2	3	4	5	6
F , Н	2,0	4,2	6,5	8	9	13



Ответ:

24. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении шарика.

24



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все 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:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25

25. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки, а затем проехал до остановки по горизонтальной поверхности 30 м. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Чему равна высота горки? Масса мальчика вместе с санями равна 50 кг.

Ответ: _____ м.

26

26. В баллоне находится гелий, внутренняя энергия которого равна 600 Дж. Определите объем сосуда, если давление гелия в сосуде равно 20 кПа.

Ответ: _____ м³.

27

27. На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-5}$ м, падает нормально параллельный пучок зеленого света с длиной волны $5 \cdot 10^{-7}$ м. На расстоянии 2 м от решетки параллельно ей расположен экран. Каково расстояние между первым и вторым дифракционными максимумами на экране? (Считать $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$.)

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

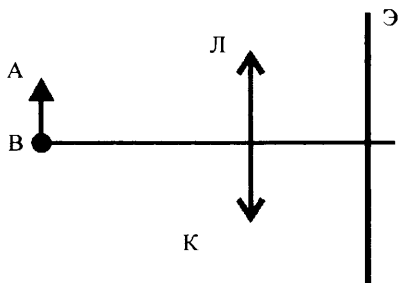


Рис. 1

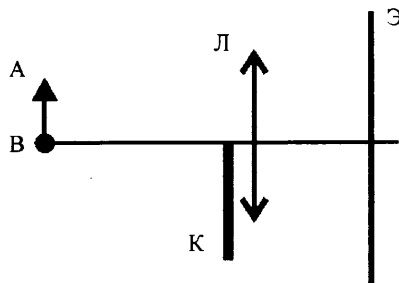


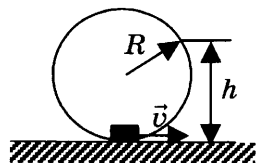
Рис. 2

28

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

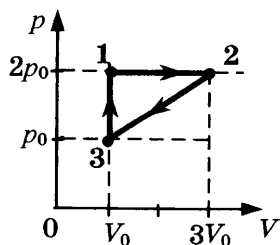
29. Небольшая шайба массой $m = 0,2$ кг после толчка приобретает скорость $v = 3$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. С какой силой F шайба давит на поверхность кольца в тот момент, когда она находится на высоте $h = 0,2$ м от нижней точки кольца?

29



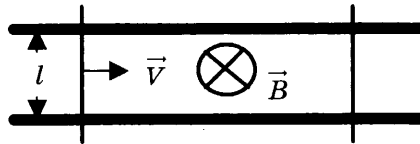
30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}} = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?

30



31

31. 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 модуль силы Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



32

32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_3 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

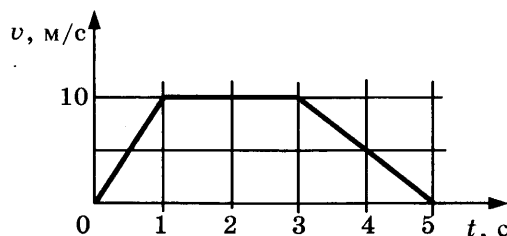
ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. 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 модуля скорости v автомобиля от времени t . На каком отрезке времени движение автомобиля было равнозамедленным?

- 1) 0–1 с
- 2) 1–3 с
- 3) 1–5 с
- 4) 3–5 с



Ответ:

2. Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покотился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) скорость поезда увеличилась
- 2) скорость поезда уменьшилась
- 3) поезд повернул вправо
- 4) поезд повернул влево

Ответ:

3. Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 1000$ Н. Определите растяжение пружины.

Ответ: _____ см.

4. Отец везет сына на санках по горизонтальной заснеженной дороге с постоянной скоростью. Отец совершил механическую работу, равную 2000 Дж, проделав путь 50 м. Определите модуль силы трения, действовавшей на санки во время движения.

Ответ: _____ Н.

 1 2 3 4

8. Для каких состояний вещества характерна наименьшая упорядоченность в расположении частиц?

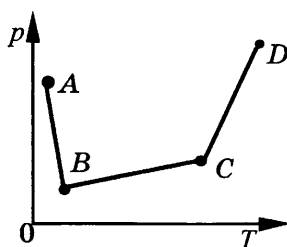
- 1) газов
- 2) жидкостей
- 3) кристаллических тел
- 4) аморфных тел

Ответ:

8

9. В сосуде, закрытом поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана зависимость давления газа от температуры при изменении его состояния. Как меняется объем газа при переходе из B в C ?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется
- 4) по данной зависимости нельзя определить изменение объема газа



Ответ:

9

10. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 25%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем изотермически уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

10

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление первого газа и давление смеси газов в сосуде, если температура газов поддерживалась неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

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

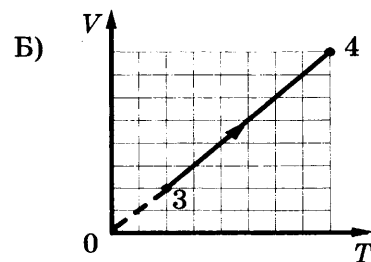
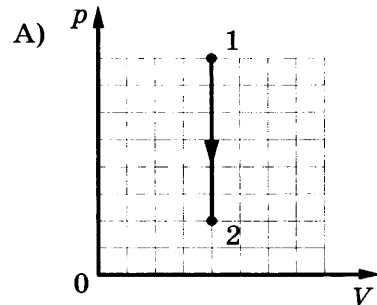
Парциальное давление первого газа	Давление смеси газов в сосуде

11

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1-2 и 3-4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p - V и V - T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

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

ГРАФИКИ



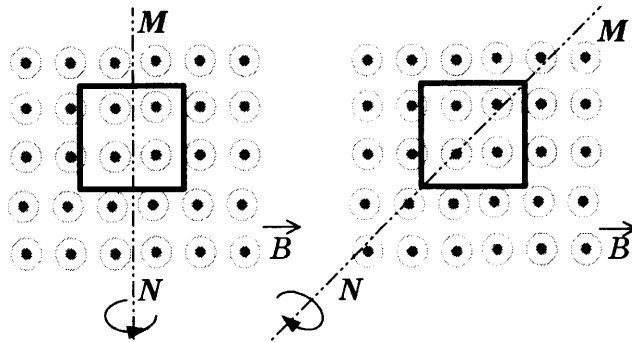
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

	А	Б

13. На рисунке показаны два способа вращения 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 каком случае в рамке будет течь ток?

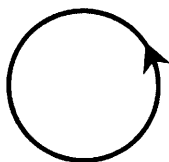


- 1) в обоих случаях
- 2) ни в одном из случаев
- 3) только в первом случае
- 4) только во втором случае

Ответ:

14. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен вектор индукции магнитного поля тока в центре витка?

14

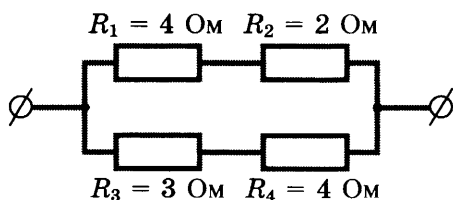


- 1) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
- 2) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
- 3) вправо \rightarrow
- 4) влево \leftarrow

Ответ:

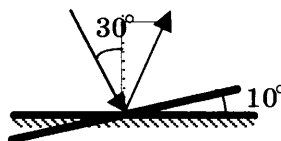
15. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_1 и R_2 за одно и то же время?

15



Ответ: _____ .

16. 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?



16

Ответ: _____ $^\circ$.

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и кинетической энергией частицы при увеличении скорости ее движения?

17

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

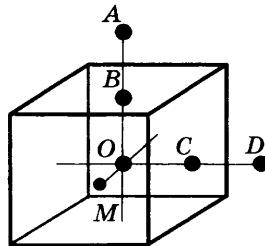
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Радиус орбиты	Кинетическая энергия частицы

18

18. Заряд неподвижного металлического уединенного кубика равен q . Точка O — центр кубика, точки B и C — центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряженности 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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

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

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

Ответ:

А	Б

19

19. Один ученый проверяет закономерности свободных колебаний пружинного маятника в лаборатории на Земле, а другой ученый — в лаборатории на космическом корабле, летящем вдали от звезд и планет с выключенным двигателем. Если маятники одинаковые, то в обеих лабораториях эти закономерности будут:

- 1) одинаковыми при любой скорости корабля
 2) разными, так как на корабле время течет медленнее
 3) одинаковыми только в том случае, если скорость корабля мала
 4) одинаковыми или разными в зависимости от модуля и направления скорости корабля

Ответ:

20

20. Какое уравнение противоречит закону сохранения массового числа в ядерных реакциях?

- 1) ${}^{12}_7\text{N} \longrightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^0_1e$
 2) ${}^6_3\text{Li} + {}^1_1p \longrightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$
 3) ${}^{11}_6\text{C} \longrightarrow {}^{10}_7\text{N} + {}^0_{-1}e$
 4) ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \longrightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0n$

Ответ:

- 4) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

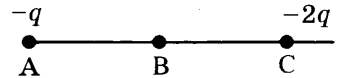
25

25. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 20 Дж?

Ответ: _____ Дж.

26

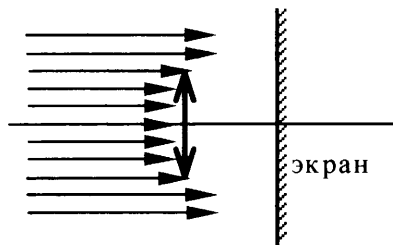
26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 1$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рис.). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы модуль напряженности электрического поля в точке В увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ нКл.

27

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рис.). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте внешний диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

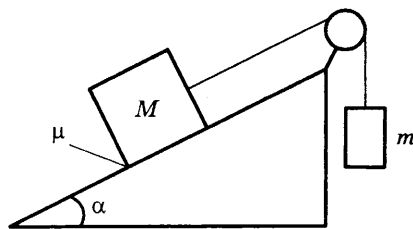
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

28

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рис.). 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 еще не выходит из первоначального состояния покоя?

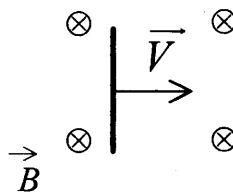


29

30. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой $m_r = 200$ кг? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.

30

31. 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. рис.). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с². Какова ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м?



31

32. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое запирающее напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

32

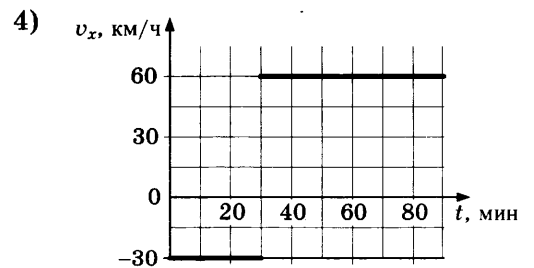
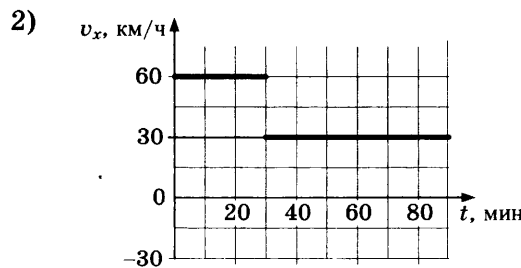
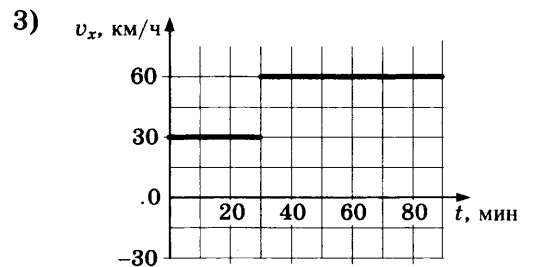
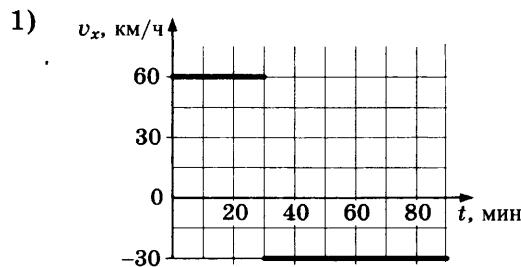
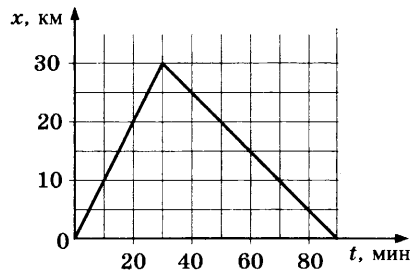
ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Какой из графиков соответствует зависимости проекции скорости автобуса v_x на ось X от времени t ?



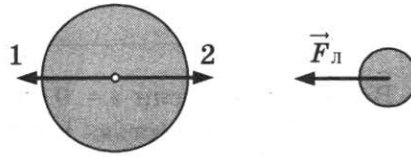
Ответ:

2

2. На рисунке приведены условные изображения Земли и Луны, а также вектор \vec{F}_L силы, с которой Земля притягивает к себе Луну. Известно, что масса Земли примерно в 81 раз больше массы Луны. По

какой стрелке (1 или 2) направлена и чему равна по модулю сила, действующая на Землю со стороны Луны?

- 1) по 1, равна F_L
- 2) по 2, равна F_L
- 3) по 1, равна $81 F_L$
- 4) по 2, равна $\frac{F_L}{81}$



Ответ:

3. Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 20 Н, сила трения 5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

3

Ответ: _____ .

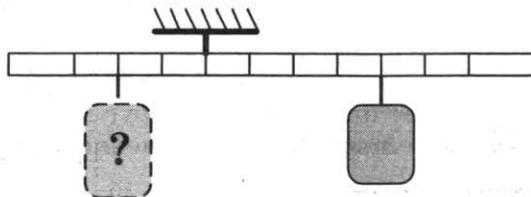
4. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое меньше?

4

Ответ: _____ .

5. Тело массой 0,2 кг подвесили к четвертому делению правого плеча невесомого рычага (см. рис.). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?

5



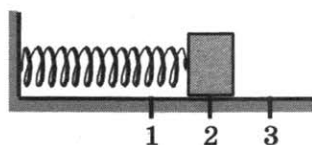
Ответ: _____ кг.

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и модуль ускорения груза при движении груза маятника от точки 2 к точке 1?

6

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.

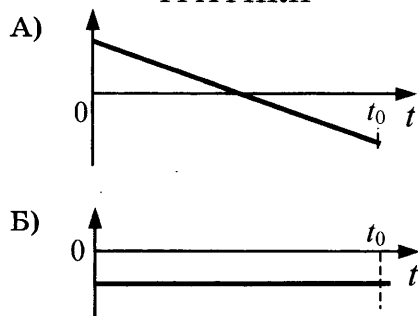
Кинетическая энергия груза маятника	Модуль ускорения груза

7

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рис.). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). 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_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8

8. Что происходит в процессе перехода вещества из жидкого состояния в кристаллическое?
- 1) существенно увеличивается расстояние между его молекулами
 - 2) молекулы начинают притягиваться друг к другу
 - 3) существенно увеличивается упорядоченность в расположении его молекул
 - 4) существенно уменьшается расстояние между его молекулами

Ответ:

9

9. При постоянной температуре объем данной массы идеального газа возрос в 4 раза. Как изменилось при этом давление газа?
- 1) увеличилось в 2 раза
 - 2) увеличилось в 4 раза
 - 3) уменьшилось в 2 раза
 - 4) уменьшилось в 4 раза

Ответ:

10

10. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

Ответ: _____ Дж.

11. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Как изменятся объем газа и его внутренняя энергия, если газ нагревать при постоянном давлении?

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.

Объем газа	Внутренняя энергия газа

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (ν — количество газа, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изобарный процесс при $\nu = \text{const}$
 Б) Изотермический процесс при $\nu = \text{const}$

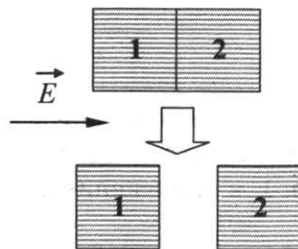
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$
- 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

13. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?



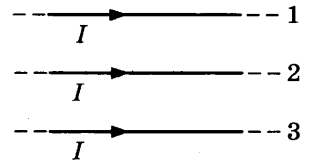
- 1) заряды первого и второго кубиков положительны
- 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 3) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 4) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго — положителен

Ответ:

14

14. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I . Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (см. рис.)? Расстояния между соседними проводниками одинаковы.

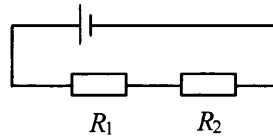
- 1) к нам \odot
 2) от нас \otimes
 3) вверх \uparrow
 4) вниз \downarrow



Ответ:

15

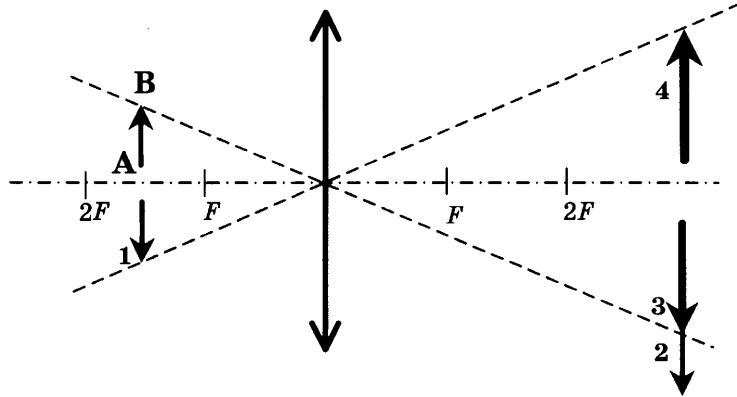
15. В электрической цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом. Чему равно отношение выделяющихся на резисторах мощностей $\frac{P_2}{P_1}$?



Ответ: _____.

16

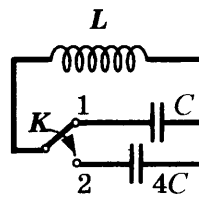
16. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

17

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальная сила тока в катушке колебательного контура (см. рис.), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора равен 0?



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 собственных колебаний	Максимальная сила тока в катушке

18. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

18

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- | | |
|---|----------|
| А) Сила тока | 1) 1 Тл |
| Б) Напряженность электростатического поля | 2) 1 В |
| | 3) 1 В/м |
| | 4) 1 А |

Ответ:

А	Б

19. Какое из перечисленных ниже ядер содержит 6 нейтронов?

19

- 1) ${}^7_3\text{Li}$
- 2) ${}^{11}_5\text{B}$
- 3) ${}^4_2\text{He}$
- 4) ${}^{24}_{11}\text{Na}$

Ответ:

20. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α - и β -распадов он испытывает при этом?

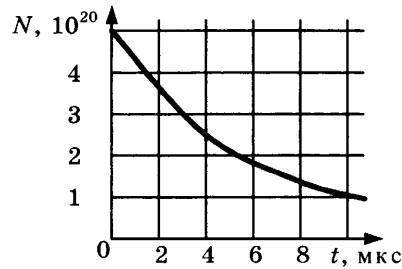
20

- 1) 8 α и 6 β
- 2) 6 α и 8 β
- 3) 10 α и 5 β
- 4) 5 α и 10 β

Ответ:

21

21. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ мкс.

22

22. 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 $A_{\text{вых}}$

23

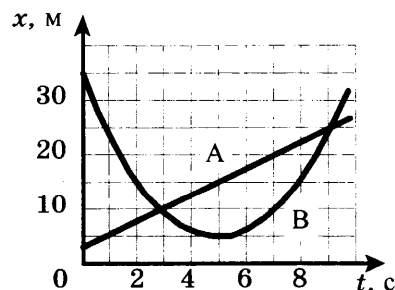
23. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Какая запись для периода колебаний маятника правильная?

- 1) 0,9 с
- 2) $(0,90 \pm 0,01)$ с
- 3) $(0,90 \pm 0,02)$ с
- 4) $(0,9 \pm 0,2)$ с

Ответ:

24

24. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось X. Выберите два верных утверждения о движении тел.



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.

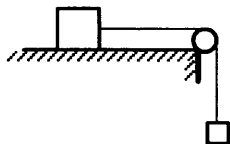
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,8 кг, соединенный с грузом массой 0,2 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рис.). Груз движется с ускорением 1,2 м/с². Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



Ответ: _____ .

26. В баллоне объемом 16,62 м³ находятся 14 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа? Ответ выразите в килопаскалях.

Ответ: _____ кПа.

27. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1$ м, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ 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 Н?

Ответ: _____ А.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

	25
--	-----------

	26
--	-----------

	27
--	-----------

28

28. К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой ν . Индуктивность L катушки колебательного контура можно плавно менять от максимального значения L_{\max} до минимального L_{\min} , а емкость его конденсатора постоянна. Ученик постепенно уменьшал индуктивность катушки от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре все время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

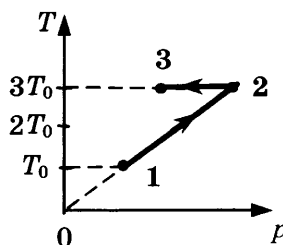
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

29. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно друг другу и равны $v_{\text{пл}} = 15$ м/с и $v_{\text{бр}} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

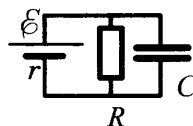
30

30. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1–2–3 (см. рис., где $T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят $Q_{23} = 2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .



31

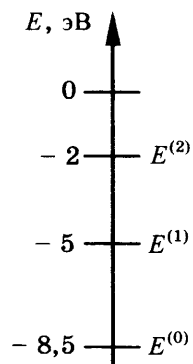
31. Какой должна быть ЭДС \mathcal{E} источника тока, чтобы напряженность электрического поля в плоском конденсаторе была равна $E = 2$ кВ/м, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ мм (см. рис.)?



32

32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы нахо-

дятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $p_1 = 1,2 \cdot 10^{-24}$ кг · м/с. Определите кинетическую энергию E_0 электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



ВАРИАНТ 7

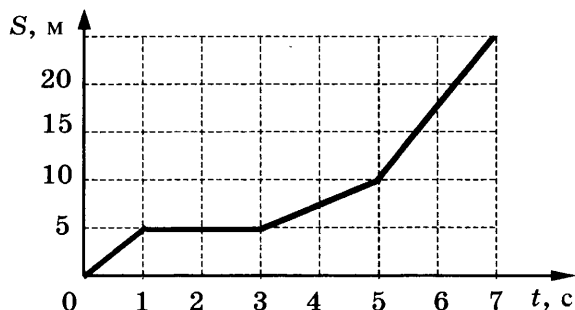
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите интервал времени, когда велосипедист двигался со скоростью 5 м/с.

- 1) от 5 с до 7 с
- 2) от 3 с до 5 с
- 3) от 1 с до 3 с
- 4) от 0 до 1 с



Ответ:

2

2. Парашютист спускается по вертикали с постоянной скоростью 2 м/с. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. Что можно сказать о силах, действующих на парашютиста?

- 1) на него не действуют никакие силы
- 2) сила тяжести, действующая на парашютиста, равна нулю
- 3) сумма сил, приложенных к парашютисту, равна нулю
- 4) сумма всех сил, действующих на парашютиста, постоянна и не равна нулю

Ответ:

3

3. 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: _____ .

4

4. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Како-

ва масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ кг.

5. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

	5
--	---

Ответ: _____ Гц.

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 одинаковые.

	6
--	---

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда 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 повторяться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

	7
--	---

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
- Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

Ответ:

А	Б

8

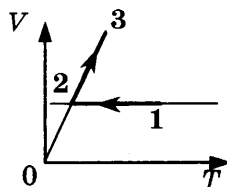
8. Чем объясняется броуновское движение частиц пылицы в воде?

- 1) хаотичностью химических реакций на поверхности частиц
- 2) непрерывностью и хаотичностью теплового движения молекул воды
- 3) существованием сил притяжения и отталкивания между атомами в молекулах
- 4) наличием питательных веществ в воде

Ответ:

9

9. На V T -диаграмме представлена зависимость объема постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется давление в процессе 1–2–3?

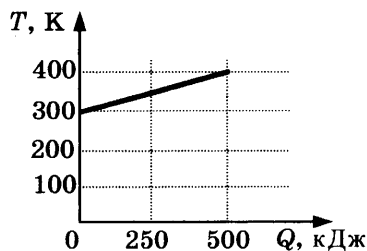


- 1) на участках 1–2 и 2–3 увеличивается
- 2) на участках 1–2 и 2–3 уменьшается
- 3) на участке 1–2 уменьшается, на участке 2–3 остается неизменным
- 4) на участке 1–2 не изменяется, на участке 2–3 увеличивается

Ответ:

10

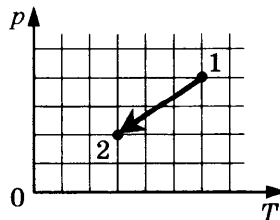
10. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11

11. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Масса газа не меняется. Как изменяются объем 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.

Объем газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

12. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

12

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

А) количество теплоты

1) 1 м^{-1}

Б) концентрация

2) 1 м^{-3}

3) 1 Па

4) 1 Дж

Ответ:

А	Б

13. К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. Как будет вести себя при этом стрелка?

13



- 1) повернется на 180°
- 2) повернется на 90° по часовой стрелке
- 3) повернется на 90° против часовой стрелки
- 4) останется в прежнем положении

Ответ:

14. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Какая из стрелок соответствует направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А?

14



- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

Ответ:

15

15. Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

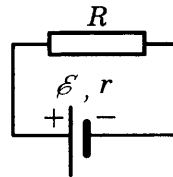
16

16. 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.

17

17. 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

18

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — 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	ФОРМУЛЫ
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) скорость света в воде	2) $\frac{\lambda}{\nu}$
	3) $\lambda \cdot \nu \cdot n$
	4) $\frac{\lambda}{\nu} \cdot n$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ	3	Be БЕРИЛИЙ	4	5	B БОР
		$7_{93} \quad 6_{7,4}$		9_{100}		$11_{80} \quad 10_{20}$	
3	III	Na НАТРИЙ	11	Mg МАГНИЙ	12	13	Al АЛЮМИНИЙ
		23_{100}		$24_{79} \quad 26_{11} \quad 25_{10}$		27_{100}	
4	IV	K КАЛИЙ	19	Ca КАЛЬЦИЙ	20	21	Sc СКАНДИЙ
		$39_{93} \quad 41_{8,7}$		$40_{97} \quad 44_{2,1}$		45_{100}	
	V	29	Cu МЕДЬ	30	Zn ЦИНК	31	Ga ГАЛЛИЙ
		$63_{69} \quad 65_{31}$		$64_{40} \quad 66_{28} \quad 68_{19}$		$69_{60} \quad 71_{40}$	

Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа меди.

- 1) 36 протонов, 29 нейтронов
- 2) 29 протонов, 63 нейтрона
- 3) 29 протонов, 34 нейтрона
- 4) 31 протон, 33 нейтрона

Ответ:

20. Какая частица X образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

- 1) электрон
- 2) нейтрон
- 3) α -частица
- 4) протон

Ответ:

21. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение частоты света в первом пучке к частоте света во втором пучке?

Ответ: _____ .

22. 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 $\lambda_{кр}$
 Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

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

Ответ:

А	Б

23

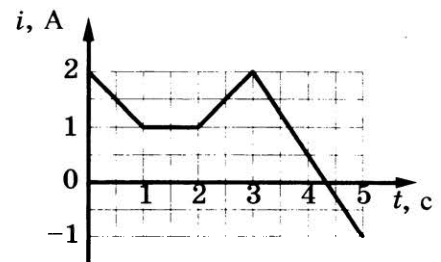
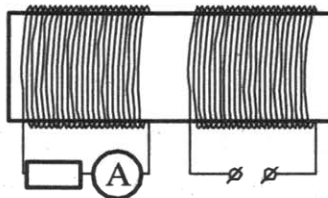
23. При определении плотности вещества ρ ученик измерил массу образца на очень точных электронных весах: $m = 60,00$ г. Объем был измерен с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5)$ см³. Какой вывод о величине плотности образца можно сделать на основании этих измерений?

- 1) $\rho < 3,8$ г/см³
 2) $3,8$ г/см³ $\leq \rho \leq 4,2$ г/см³
 3) $\rho > 4,2$ г/см³
 4) $\rho = 4,0$ г/см³

Ответ:

24

24. 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 два верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



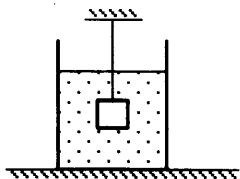
- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
 4) Все время измерений сила тока через амперметр была отлична от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

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

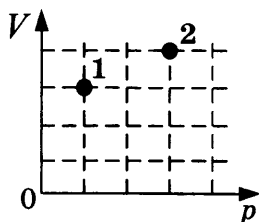
25. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рис.). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



Ответ: _____ л.

 25

26. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. В состоянии 1 температура газа равна 100 К. Определите температуру газа в состоянии 2 (см. рис.).



Ответ: _____ К.

 26

27. 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 радиус их траекторий одинаков, отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____ .

 27

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

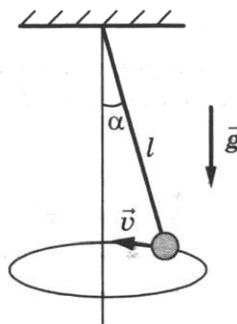
28

28. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен 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 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?



30

30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?

31

31. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?

32

32. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$) массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

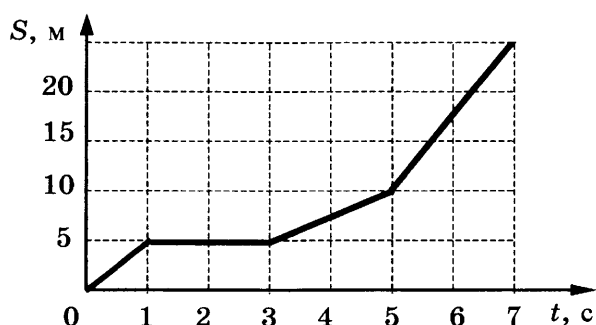
ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . В каком интервале времени велосипедист не двигался?

- 1) от 0 до 1 с
- 2) от 1 с до 3 с
- 3) от 3 с до 5 с
- 4) от 5 с и далее



Ответ:

2. Самолет летит по прямой с постоянной скоростью на высоте 9000 м. Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. Что можно сказать о силах, действующих на самолет?

- 1) на самолет не действует сила тяжести
- 2) сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю
- 3) на самолет не действуют никакие силы
- 4) сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на самолет

Ответ:

3. 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: _____ .

4. 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.

 1 2 3 4

5

5. Какова длина звуковой волны в среде, если скорость звука в этой среде $v = 600$ м/с, а частота колебаний $\nu = 200$ Гц?

Ответ: _____ м.

6

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 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 повторяться.

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . 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

- А) модуль силы нормального давления бруска на плоскость
- Б) модуль ускорения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$
- 2) $\frac{mg}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\frac{g}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 4) $\frac{\mu mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$

Ответ:

А	Б

8

8. Под микроскопом наблюдают хаотическое движение мельчайших частиц мела в капле растительного масла. Как называется это явление?

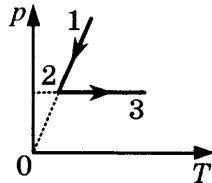
- 1) конвекцией в жидкости
- 2) диффузией жидкостей

- 3) испарением жидкости
- 4) броуновским движением

Ответ:

9. На pT -диаграмме представлена зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры. Как изменяется объем в процессе 1-2-3?

9

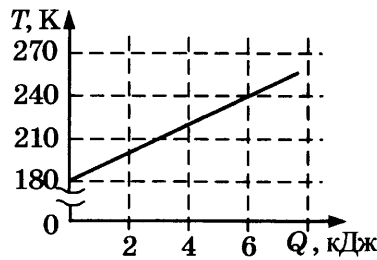


- 1) на участках 1-2 и 2-3 увеличивается
- 2) на участках 1-2 и 2-3 уменьшается
- 3) на участке 1-2 не изменяется, на участке 2-3 увеличивается
- 4) на участке 1-2 уменьшается, на участке 2-3 остается неизменным

Ответ:

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоемкость вещества в этом процессе?

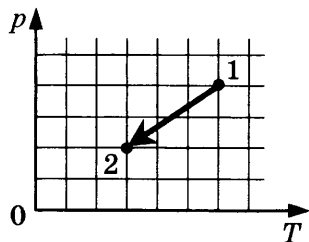
10



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. 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?

11



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

12

12. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ**

- | | |
|-------------------|---------------------------|
| А) молярная масса | 1) 1 кг |
| Б) объем | 2) 1 м ³ |
| | 3) 1 м ³ /моль |
| | 4) 1 кг/моль |

Ответ:

А	Б

13

13. К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. Как будет вести себя при этом стрелка?

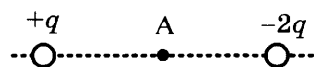


- 1) повернется на 180°
- 2) повернется на 90° по часовой стрелке
- 3) повернется на 90° против часовой стрелки
- 4) останется в прежнем положении

Ответ:

14

14. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Какая из стрелок соответствует направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А?



- 1) →
- 2) ←
- 3) ↑
- 4) ↓

Ответ:

19

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

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

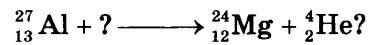
Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа кальция.

- 1) 20 протонов, 24 нейтрона
- 2) 20 протонов, 20 нейтронов
- 3) 24 протона, 20 нейтронов
- 4) 20 протонов, 40 нейтронов

Ответ:

20

20. Какая частица вызывает следующую ядерную реакцию:



- 1) ${}_2^4\text{He}$
- 2) ${}_0^1n$
- 3) ${}_1^1\text{H}$
- 4) γ

Ответ:

21

21. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение периода колебаний электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке?

Ответ: _____ .

22

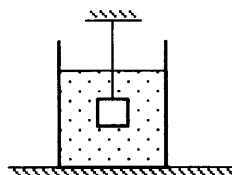
22. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, 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.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

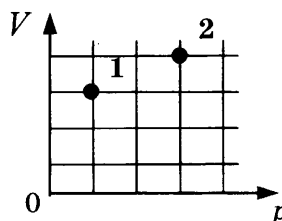
25. Груз объемом $V = 1$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рис.). Модуль силы натяжения нити $T = 15$ Н. Найдите массу груза.



Ответ: _____ кг.

26

26. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. В состоянии 2 температура газа равна 600 К. Определите температуру газа в состоянии 1 (см. рис.).



Ответ: _____ К.

27

27. 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 времен $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиус их траекторий одинаков, а отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

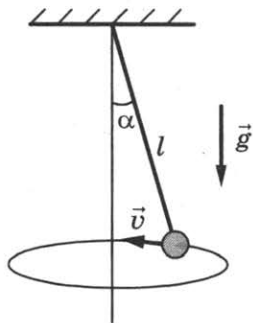
28. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых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

28

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 20$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Определите период τ вращения груза.

29



30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?

30

31. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту $\nu = 10^7$ Гц. Емкость плоского воздушного конденсатора контура $C = 0,2$ мкФ, расстояние между его пластинами $d = 1$ мм. Какова максимальная напряженность электрического поля конденсатора E_{\max} в ходе колебаний, если максимальный ток в катушке индуктивности равен $I_{\max} = 1$ А?

31

32. Коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходуемой уран-235 (${}^{235}_{92}\text{U}$), равен $\eta = 25\%$, а ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ. Какая масса урана-235 необходима для работы электростанции в течение недели?

32

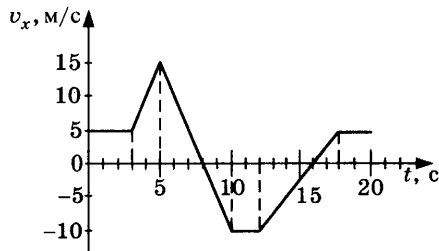
ВАРИАНТ 9

Часть 1

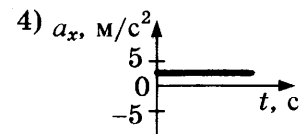
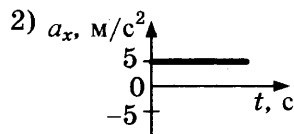
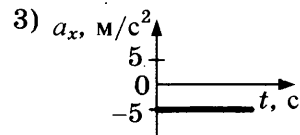
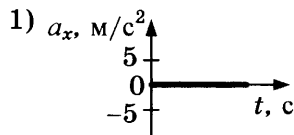
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени.



На каком из графиков представлена проекция ускорения тела на ось Ox в интервале времени от 12 с до 16 с?

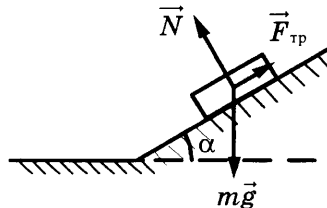


Ответ:

2

2. Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рис.). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Если брусок покоится, то модуль суммы сил \vec{N} и $m\vec{g}$ равен

- 1) $N + mg$
- 2) $N \sin \alpha$
- 3) $(N + mg) \cos \alpha$
- 4) $F_{\text{тр}}$



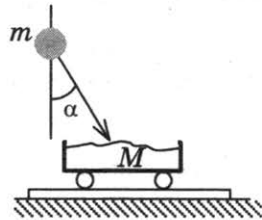
Ответ:

3. Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска.

 3

Ответ: _____ Н.

4. 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 нее камня.

 4


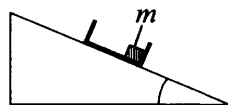
Ответ: _____ м/с.

5. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом 0,5 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 2$ с?

 5

Ответ: _____.

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рис.). 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:

 6


- 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. Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.

 7

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

А) потенциальная энергия

1) 1 Н·м

Б) плечо силы

2) 1 м

3) 1 Н/м

4) 1 Дж

Ответ:

А	Б

8

8. Ниже приведены три утверждения о процессе диффузии.

А. Диффузия наблюдается только в газах и жидкостях.

Б. Диффузия наблюдается только в твердых телах.

В. Диффузия наблюдается в газах, жидкостях и твердых телах.

Какие из них являются правильными?

1) только А

2) только Б

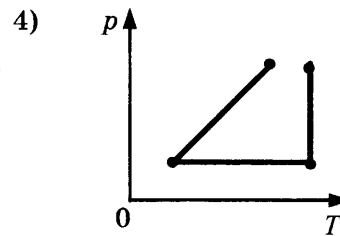
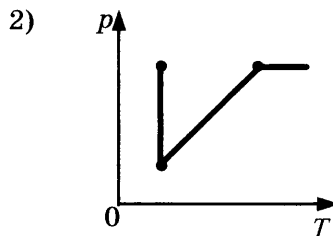
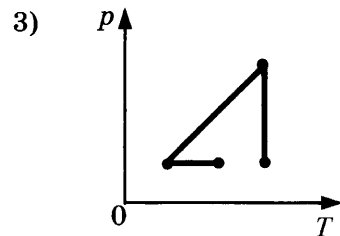
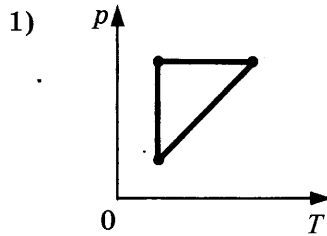
3) только В

4) ни А, ни Б, ни В

Ответ:

9

9. Один моль идеального газа сначала сжимается при постоянной температуре, затем нагревается при постоянном давлении и, наконец, охлаждается при постоянном объеме до первоначальной температуры. Какой из графиков в координатах $p-T$ соответствует этим изменениям?



Ответ:

10

10. 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?

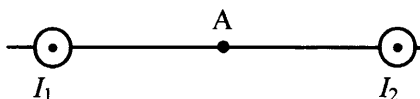
Ответ: _____ %.

- 1) интерференционная картина останется на месте, сохранив свой вид
- 2) расстояние между интерференционными полосами увеличится
- 3) расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- 4) интерференционная картина сместится по экрану, сохранив свой вид

Ответ:

14

14. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлены векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 в точке А?

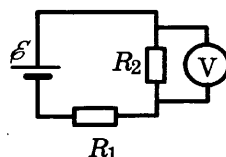


- 1) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вниз
- 2) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вверх
- 3) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вверх
- 4) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вниз

Ответ:

15

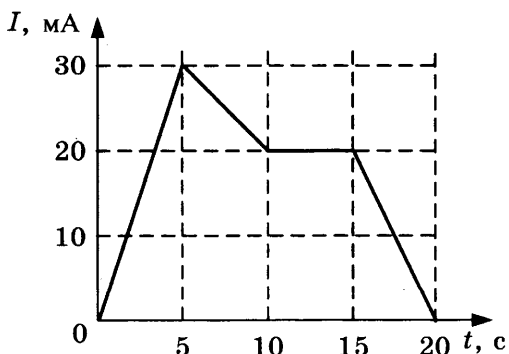
15. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

16

16. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ В.

17. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся 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

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние a от линзы до спирали равно $2F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

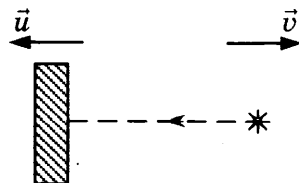
- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c . Источник света движется в этой системе со скоростью v , а зеркало — со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется в этой системе отсчета свет, отраженный от зеркала?

- 1) $c - v$
- 2) $c + v + u$
- 3) $c + v$
- 4) c



Ответ:

20

20. Определите, в какой изотоп превратился радиоактивный полоний ${}_{84}^{218}\text{Po}$, испытав один α -распад и два электронных β -распада.

- 1) свинца ${}_{82}^{214}\text{Pb}$
- 2) полония ${}_{84}^{214}\text{Po}$
- 3) висмута ${}_{83}^{214}\text{Bi}$
- 4) радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$

Ответ:

21

21. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: _____ лет.

22

22. 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 желтый.

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

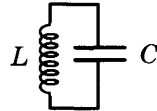
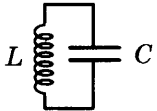
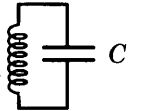
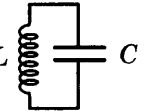
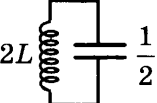
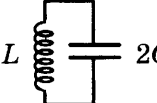
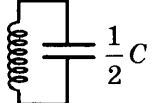
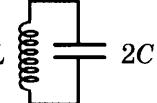
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

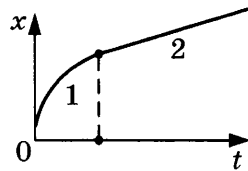
23

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

- 1) 
- 2) 
- 3) $\frac{1}{2}L$ 
- 4) 
-  $\frac{1}{2}C$
-  $2C$
- $\frac{1}{2}L$  $\frac{1}{2}C$
-  $2C$

Ответ:

24. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.



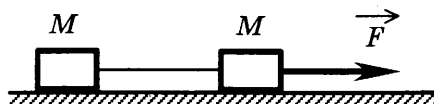
- 1) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.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

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25. Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рис.). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения обрывается нить?



Ответ: _____ Н.

26. Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при $0\text{ }^\circ\text{C}$. Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада $30\text{ }^\circ\text{C}$. Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура $15\text{ }^\circ\text{C}$? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

Ответ: _____ .

27

27. 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?

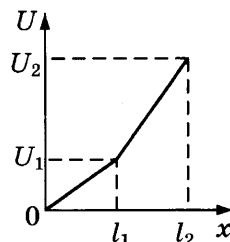
Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28

28. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все 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.



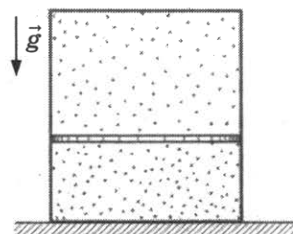
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

29. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с.

30

30. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен 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 цилинд-



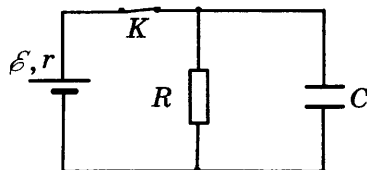
дра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

31. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива $F = 50$ мм и диаметре входного отверстия $D = 5$ мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 5$ м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

31

32. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2$ мкКл, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, ее 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.

32



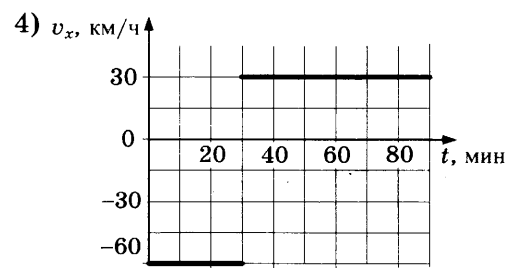
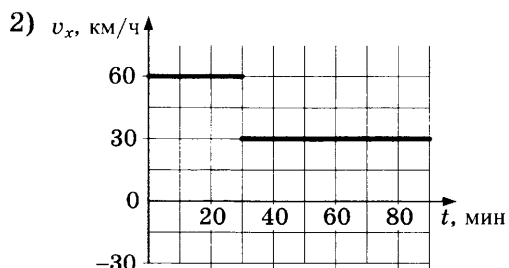
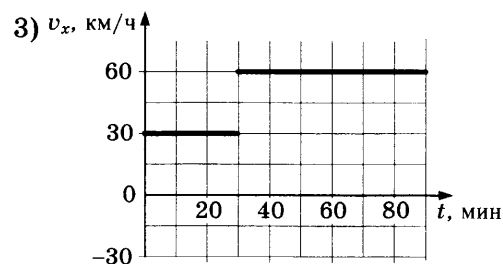
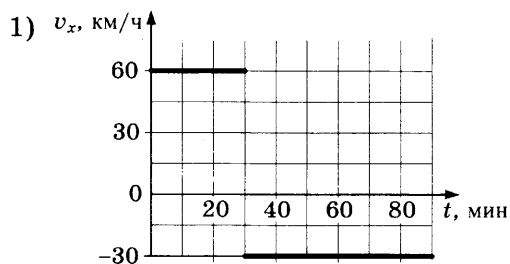
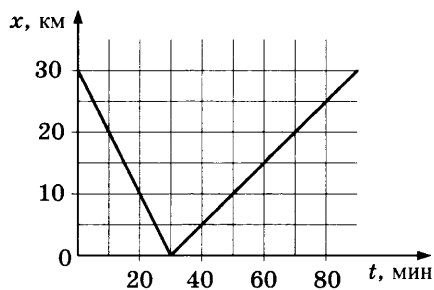
ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

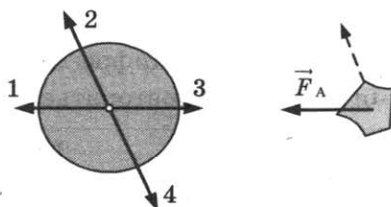
1

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Какой из графиков соответствует зависимости проекции скорости автобуса v_x на ось X от времени t ?



Ответ:

2. Мимо Земли летит астероид в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F}_A показывает силу притяжения астероида Землей. По какой стрелке (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Землю со стороны астероида?



- 1) по стрелке 1
2) по стрелке 2
3) по стрелке 3
4) по стрелке 4

Ответ:

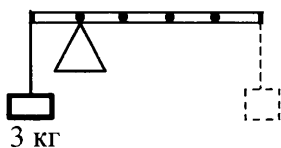
3. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2?

Ответ: _____ Н.

4. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз увеличится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет в три раза больше?

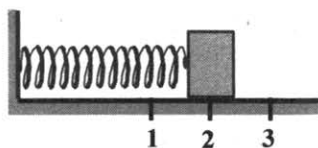
Ответ: в _____ раз.

5. К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рис.). Стержень расположили на опоре, отстоящей от груза на 0,2 длины. Груз какой массы надо подвесить к правому концу, чтобы стержень находился в равновесии?



Ответ: _____ кг.

6. Груз изображенного 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.

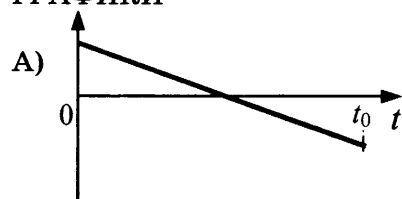
Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

7

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

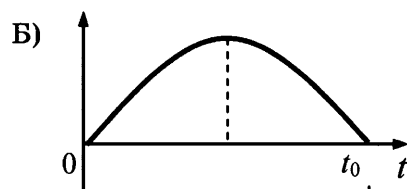


ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) проекция F_y силы тяжести, действующей на шарик



Ответ:

А	Б

8

8. Что происходит в процессе перехода вещества из кристаллического состояния в жидкое?

- 1) существенно уменьшается расстояние между его молекулами
- 2) молекулы перестают притягиваться друг к другу

- 3) существенно уменьшается упорядоченность в расположении его молекул
 4) существенно увеличивается расстояние между его молекулами

Ответ:

9. При постоянной температуре объем данной массы идеального газа уменьшился в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?

9

- 1) увеличилось в 2 раза
 2) увеличилось в 4 раза
 3) уменьшилось в 2 раза
 4) уменьшилось в 4 раза

Ответ:

10. Какое количество теплоты отдает чугунная деталь массой 10 кг при понижении ее температуры на 20 К?

10

Ответ: _____ кДж.

11. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Как изменятся давление газа и его внутренняя энергия, если газ нагревать при постоянном объеме?

11

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.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (ν — количество газа, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теплоты). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

12

ПРОЦЕССЫ

- А) Изохорный процесс при $\nu = \text{const}$
 Б) Адиабатический процесс при $\nu = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

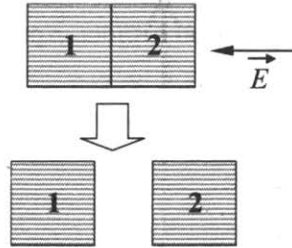
- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
 3) $pV = \text{const}$
 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

13

13. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?

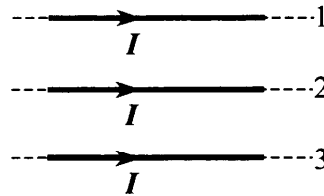


- 1) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 2) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 3) заряды первого и второго кубиков положительны
- 4) заряд первого кубика положителен, заряд второго — отрицателен

Ответ:

14

14. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I . Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 1 со стороны двух других (см. рис.)? Расстояния между соседними проводниками одинаковы.

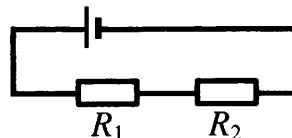


- 1) к нам \odot
- 2) от нас \otimes
- 3) вверх \uparrow
- 4) вниз \downarrow

Ответ:

15

15. В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1 = 20$ Ом, равна 2 кВт. Чему равна мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2 = 30$ Ом?



Ответ: _____ кВт.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- | | |
|-------------------------|---------|
| А) Электродвижущая сила | 1) 1 Ф |
| Б) Индуктивность | 2) 1 В |
| | 3) 1 Гн |
| | 4) 1 Тл |

Ответ:

А	Б

19

19. Какое из перечисленных ниже ядер содержит 4 нейтрона?

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1) ${}^7_3\text{Li}$ | 3) ${}^4_2\text{He}$ |
| 2) ${}^{11}_5\text{B}$ | 4) ${}^{24}_{11}\text{Na}$ |

Ответ:

20

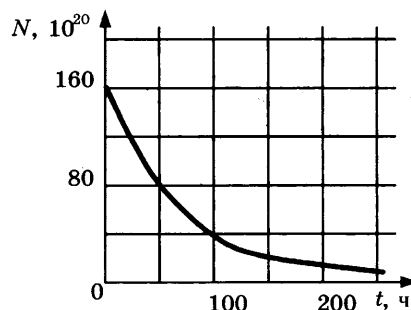
20. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превращается в радий ${}^{224}_{88}\text{Ra}$. Какое количество α - и β -распадов он испытывает при этом?

- | | |
|---------------------------|---------------------------|
| 1) 1 α и 2 β | 3) 2 α и 2 β |
| 2) 1 α и 1 β | 4) 2 α и 1 β |

Ответ:

21

21. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: _____ ч.

22

22. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов E_ϕ 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 $A_{\text{вых}}$

23. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Какая запись для периода колебаний маятника правильная?

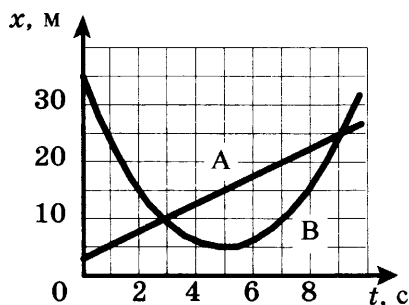
- 1) 0,5 с
- 2) $(0,5 \pm 0,2)$ с
- 3) $(0,50 \pm 0,02)$ с
- 4) $(0,50 \pm 0,01)$ с

Ответ:

23

24. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось X. Выберите два верных утверждения о движении тел.

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:

24

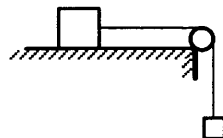
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.

25. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,7 кг, соединенный с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, переки-

25

нутой через гладкий невесомый блок (см. рис.). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Определите ускорение бруска.



Ответ: _____ м/с².

26

26. В баллоне находятся 28 кг азота при температуре 300 К и давлении 300 кПа. Определите объем баллона.

Ответ: _____ м³.

27

27. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

28. К колебательному контуру подсоединили источник тока, на клеммах которого напряжение гармонически меняется с частотой ν .

Емкость C конденсатора колебательного контура можно плавно менять от максимального значения C_{\max} до минимального C_{\min} , а индуктивность его катушки постоянна.

Ученик постепенно уменьшал емкость конденсатора от максимального значения до минимального и обнаружил, что амплитуда силы тока в контуре все время возрастала. Опираясь на свои знания по электродинамике, объясните наблюдения ученика.

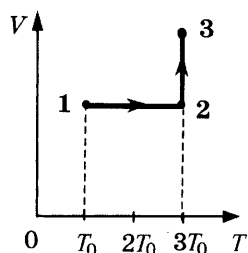
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с числовым ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

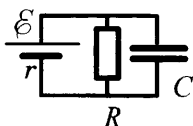
29. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{2}$. Масса бруска в

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%?

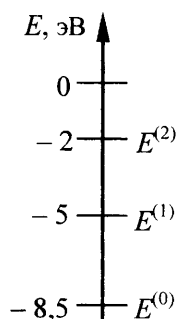
30. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят количество теплоты $Q_{23} = 2,5$ кДж. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



31. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля E между пластинами конденсатора?



32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией $E_0 = 1,5$ эВ, в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Определите импульс p_1 электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.



ОТВЕТЫ

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

Задания с выбором ответа

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10
1	1	3	3	1	4	1	4	2	4	4
2	1	2	1	3	3	2	3	2	4	3
3	500	1	20	30	10	0,25	22,5	2	1	45
4	100	2	60	0,15	40	4	3000	44	1	9
5	4	4	0,9	40	0,25	0,4	250	3	8	0,75
6	21	32	11	22	12	21	11	12	31	21
7	41	41	41	42	13	23	43	13	42	21
8	1	4	1	2	1	3	2	4	3	3
9	1	3	3	1	1	4	3	3	1	1
10	30	50	800	700	75	260	2500	500	40	100
11	21	32	21	22	13	11	32	32	31	11
12	24	13	14	23	14	23	42	42	12	14
13	3	3	4	4	1	3	4	3	1	2
14	1	3	4	4	1	3	2	1	1	4
15	0,75	4	2	7,5	2	1,5	60	20	3	3
16	40	2	2	2	20	3	24	14	0	2
17	32	13	21	12	11	23	21	12	12	13
18	21	23	32	22	21	43	31	24	21	23
19	1	3	3	2	1	2	3	2	4	1
20	4	3	4	3	3	1	2	3	2	3
21	19	52	52	26	38	4	2	0,5	78	50
22	31	11	32	31	33	13	14	43	12	23
23	4	4	4	3	1	2	2	4	2	4
24	25 или 52	14 или 41	14 или 41	34 или 43	13 или 31	15 или 51	15 или 51	12 или 21	45 или 54	24 или 42
25	20	3	40	6	15	0,1	0,7	2,5	6	1,6
26	6	560	100	0,02	1	75	400	150	4	8,31
27	9	400	4	5	3	5	2	2	400	0

Решения заданий с развернутым ответом

ВАРИАНТ 1

28. 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.

29. Если масса m достаточно мала, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вверх вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат.

На первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вниз вдоль наклонной плоскости);}$$

$$N - Mg \cos \alpha = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости).}$$

На второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим:

$$m_{\text{min}} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{min}} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда

$$(m_{\text{об}} + m_{\text{г}} + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{pV\mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$m_r = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_r = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$

31. 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

$$|\mathcal{E}| = B l \sqrt{2ax}, \text{ отсюда } B = \frac{|E|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B = \frac{|E|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$, где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}.$$

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим:

$$\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

ВАРИАНТ 2

28. 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 проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

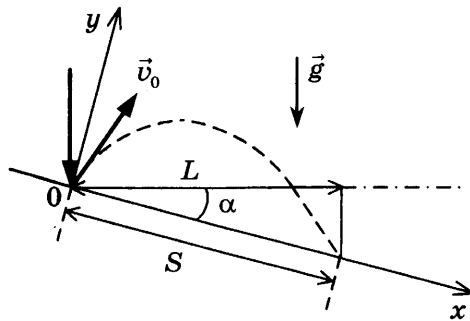
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

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, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

29. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \quad y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью

$x = S, y = 0$, следовательно,

$$\left\{ \begin{array}{l} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \end{array} \right. \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. \end{array} \right. \quad (2)$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $H = S \sin \alpha = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

Ответ: $H = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

30. Условие равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где $p_0 = \rho g H$ — атмосферное давление. Здесь $H = 750$ мм, ρ — плотность ртути.

Поскольку нагрев воздуха в трубке происходит до температуры $T = T_0 + \Delta T$ и объем, занимаемый воздухом, не изменился, то, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева:

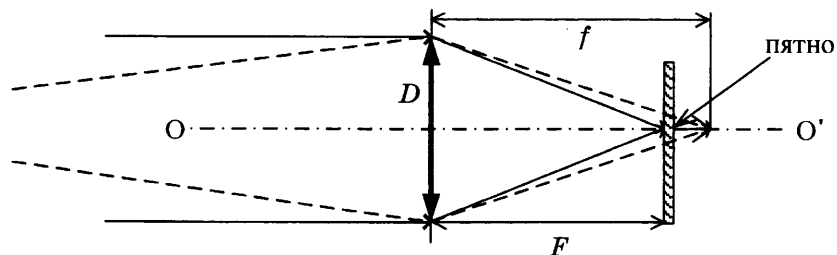
$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}.$$

Окончательно получим: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300 \text{ К.}$

Ответ: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300 \text{ К.}$

31. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f - F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $D = \frac{\delta d}{F} = 1 \text{ см.}$

Ответ: $D = \frac{\delta d}{F} = 1 \text{ см.}$

32. Пока ключ замкнут, через катушку течет 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, запасенная в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$E = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\mathcal{E}^2}{2R^2} L.$$

Согласно закону Джоуля–Ленца, выделяемая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия E распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится

$$Q = \frac{r}{R+r} E = \frac{r \epsilon^2 (C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$$

Ответ: $Q = \frac{r \epsilon^2 (C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$

ВАРИАНТ 3

28. 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 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.

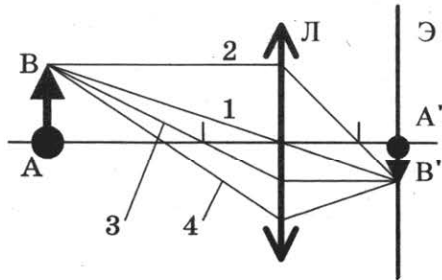


Рис. 1

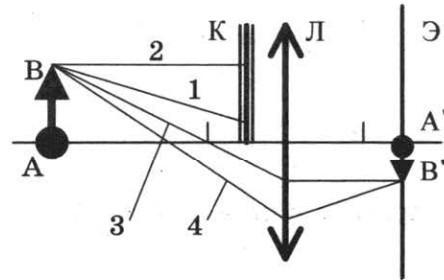


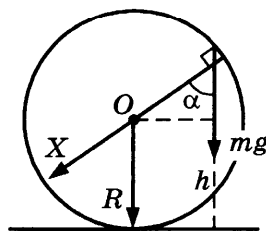
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент отрыва от кольца на высоте h .



В точке отрыва сила нормальной реакции опоры равна 0: $N = 0$. Центробежное ускорение шайбы $a_{\text{ц}} = \frac{u^2}{R}$ найдём из второго закона Ньютона (см. рис.):

$$ma_{\text{ц}} = mg \cos \alpha. \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_H :

$$\begin{aligned} Q_H &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(vRT_2 - vRT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0 \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$$

$$\text{Ответ: } Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$$

31. 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 уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна

$$v = \frac{2}{3} V.$$

$$\text{Ответ: } v = \frac{2}{3} V.$$

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_2 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где учтено, что $A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_{\max} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$

ВАРИАНТ 4

28. 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 АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К 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 участвуют в построении изображения.

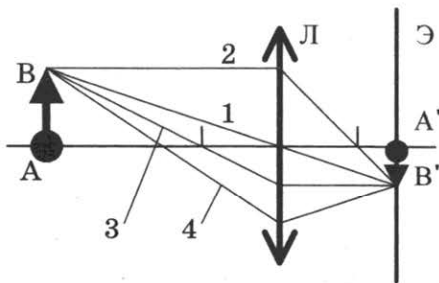


Рис. 1

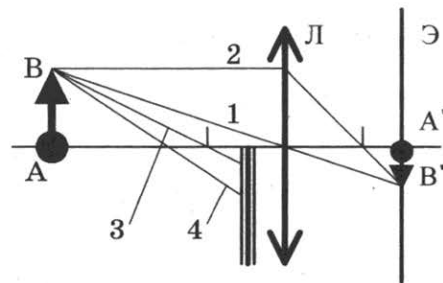


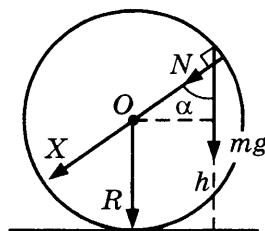
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент, когда она находится на высоте h от нижней точки кольца.



Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{ц}} = \frac{u^2}{R}$ найдём из второго закона Ньютона (см. рис.):

$$ma_{\text{ис}} = mg \cos \alpha + N, \quad (2)$$

где N — модуль силы нормальной реакции опоры. По третьему закону Ньютона $N = F$.

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$$

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н}} &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж.}$$

31. 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 $v = 3V$.

$$\text{Ответ: } v = 3V.$$

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_3 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \text{ где учтено, что } A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Учитывая, что максимальный импульс фотоэлектрона равен $p = m_e v_{\text{max}}$ и, объединяя (1) и (2), получим:

$$p = \sqrt{2m_e ((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\text{Ответ: } p = \sqrt{2m_e ((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

ВАРИАНТ 5

28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

29. Если масса m достаточно велика, но грузы ещё покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:

на первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$T_1 - Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости);}$$

$$N - Mg \cos \alpha = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости);}$$

на второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим:

$$m_{\text{max}} = M (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{max}} = M (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда

$$(m_{\text{об}} + m_r + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{pV\mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$T_1 = \frac{\rho VT}{\rho V - m_{o6} - m_r} = 350 \text{ К}, t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{С}.$$

$$\text{Ответ: } T_1 = \frac{\rho VT}{\rho V - m_{o6} - m_r} = 350 \text{ К}.$$

31. 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. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}$.

$$\text{Ответ: } |\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}.$$

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\max}^2}{2}$, где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\max}^2}{2}.$$

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим:

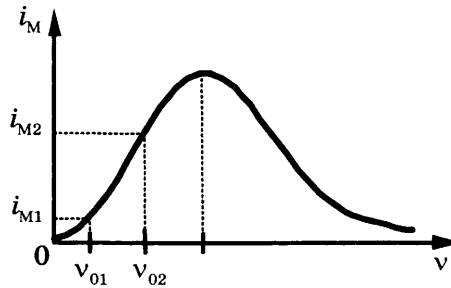
$$U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}.$$

$$\text{Ответ: } U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}.$$

ВАРИАНТ 6

28. В описанном опыте колебания в контуре являются вынужденными, они совершаются с частотой ν , задаваемой источником тока. Амплитуда вынужденных колебаний тока зависит от частоты колебаний (резонансная кривая), достигая максимального значения при $\nu = \nu_0$, где ν_0 — частота собственных колебаний в контуре (явление резонанса). Собственная частота колебаний контура зависит от индуктивности катушки (так как емкость конденсатора постоянна) и, согласно формуле Томсона,

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$



Таким образом, ученик, уменьшая индуктивность катушки от L_{\max} до L_{\min} , увеличивал собственную частоту колебаний контура от ν_{01} до ν_{02} , что привело к возрастанию амплитуды тока от i_{M1} до i_{M2} в соответствии с резонансной кривой.

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью бруска. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$4m\nu_{\text{бр}} - m\nu_{\text{пл}} = 5mu, \quad (1)$$

где m — масса пластины, u — скорость слипшихся тел после соударения.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{5mu^2}{2} - \frac{5m(0,7u)^2}{2} = \mu \cdot 5mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,51u^2}{2\mu g} = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4\nu_{\text{бр}} - \nu_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4\nu_{\text{бр}} - \nu_{\text{пл}}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

30. Так как процесс 1-2 — изохорный $\left(\frac{T}{P} = \text{const} \right)$, 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:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, (1)$$

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:

$$\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R + r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

$$\text{Ответ: } \mathcal{E} = Ed \left(\frac{R + r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

$$32. \quad \text{Импульс электрона после столкновения } p_1 = \sqrt{2m_e E_1}, \quad (1)$$

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретённая при столкновении.

$$\text{Согласно постулатам Бора } \Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

ВАРИАНТ 7

28. Колеблющийся 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 $\left(\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \right)$.

Протяжённая 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 $|q| \cdot E$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил 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 к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

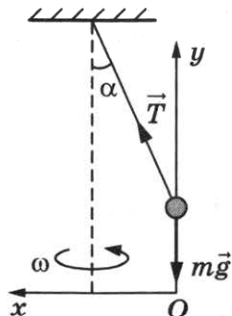
Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке.

В инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона:

$$ma_x = T \sin \alpha,$$

$$0 = T \cos \alpha - mg.$$



Здесь $a_x = \frac{v^2}{l \sin \alpha}$ — центростремительное ускорение.

Решая полученную систему, получим:

$$v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,4 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, 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 :

$$p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/5)} RT.$$

Получаем $\alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_0} = 0,5$.

Ответ: $\alpha = 0,5$.

31. 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 конденсаторе).

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Длина волны выражается через период колебаний, как $\lambda = cT$ (3)

(c — скорость света).

Максимальная напряжённость поля конденсатора равна:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d}. \quad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим $I_{\max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\max} \approx 0,27$ мА.

Ответ: $I_{\max} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\max} \approx 0,27$ мА.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, (1)

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt, \quad (2)$$

где P — мощность электростанции, t — время её работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$.

$$N = \frac{m}{\mu} N_A. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получаем:

$$\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%.$$

Ответ: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = 20\%$.

ВАРИАНТ 8

28. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от дли-

ны нити l и ускорения свободного падения g $\left(\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \right)$.

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.

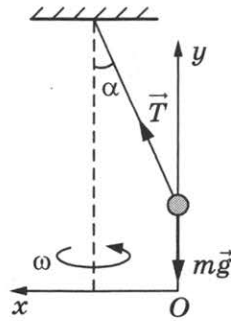
В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарикку ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона:

$$ma_x = T \sin \alpha,$$

$$0 = T \cos \alpha - mg.$$



Здесь $a_x = \omega^2 l \sin \alpha$ — центростремительное ускорение, где $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ — угловая скорость груза.

Решая полученную систему, получим:

$$\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83 \text{ с.}$$

Ответ: $\tau = 2\pi \sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83 \text{ с.}$

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было — равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,8 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объём сосуда, M — молярная масса воды.

Поле сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась $p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/3)} RT$.

Получаем $m_0 = 2,4m_1 = 24$ г.

Ответ: $m_0 = 2,4m_1 = 24$ г.

31. 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 $T = 2\pi\sqrt{LC}$. $v = \frac{1}{T}$. (2)

Максимальная напряжённость поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (3)$$

Решив систему уравнений (1)–(3), получим $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

Ответ: $E_{\text{max}} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\text{max}} \approx 80$ В/м.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt,$$

где P — мощность электростанции, t — время её работы, а $E_2 = NE_0$,

где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$.

Объединяя вышеизложенное, получаем:

$$m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1$ кг.

ВАРИАНТ 9

28. 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.

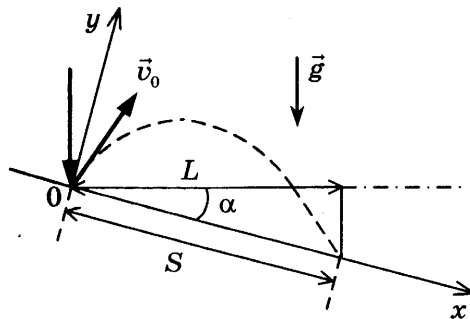
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

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, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

29. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \quad y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью

$x = S, y = 0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & (1) \\ 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $L = S \cos \alpha = \frac{2v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \approx 0,173$ м.

Ответ: $L \approx 0,173$ м.

30. 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 — объемы 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.

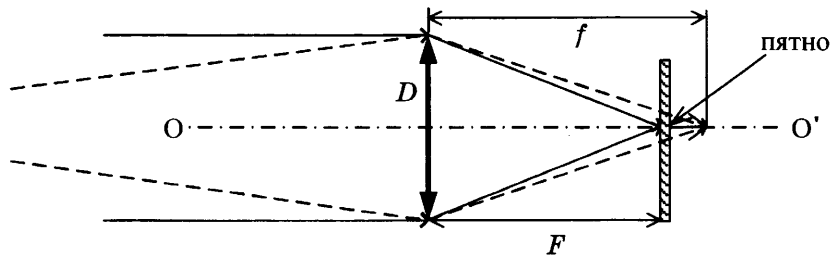
Получим соотношение для количества молей газа:

$$\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} \approx 0,022 \text{ моль.}$$

Ответ: $\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} \approx 0,022 \text{ моль.}$

31. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f - F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05 \text{ мм.}$

Ответ: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05 \text{ мм.}$

32. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}. (1)$$

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учётом закона Ома для полной цепи $U = IR = \varepsilon R / (r + R)$. (2)

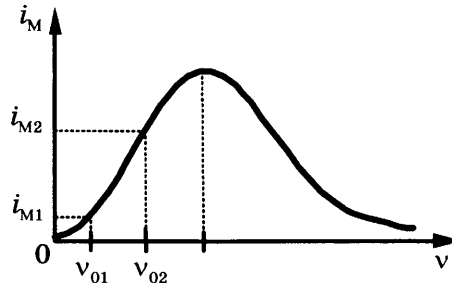
Объединяя (1) и (2), находим: $Q = \frac{q\mathcal{E}R}{2(R+r)} = 20$ мкДж.

Ответ: $Q = \frac{q\mathcal{E}R}{2(R+r)} = 20$ мкДж.

ВАРИАНТ 10

28. В описанном опыте колебания в контуре являются вынужденными, они совершаются с частотой ν , задаваемой источником тока. Амплитуда вынужденных колебаний тока зависит от частоты колебаний (резонансная кривая), достигая максимального значения при $\nu = \nu_0$, где ν_0 — частота собственных колебаний в контуре (явление резонанса). Собственная частота колебаний контура зависит от ёмкости конденсатора (так как индуктивность катушки постоянна) индуктивности катушки, и согласно формуле Томсона,

$$\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$



Таким образом, ученик, уменьшая ёмкость конденсатора от C_{\max} до C_{\min} , увеличивал собственную частоту колебаний контура от ν_{01} до ν_{02} , что привело к возрастанию амплитуды тока от i_{M1} до i_{M2} в соответствии с резонансной кривой.

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью пули. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$m\nu_0 = m\frac{\nu_0}{2} + 10mu, \quad (1)$$

где m — масса пули, u — скорость бруска после соударения с пулей.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{10mu^2}{2} - \frac{10m(0,8u)^2}{2} = \mu \cdot 10mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{\nu_0}{20}\right)^2 = 4,5 \text{ м.}$$

Ответ: $L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{\nu_0}{20}\right)^2 = 4,5 \text{ м.}$

30. 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:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы: $U_C = U_R = IR$, (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: $E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R + r)} = 4 \text{ кВ/м.}$

32. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретённая при столкновении.

Согласно постулатам Бора $\Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получим:

$$p_1 = \sqrt{2m_e (E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Ответ: $p_1 = \sqrt{2m_e (E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Справочное издание

**Лукашева Екатерина Викентьевна
Чистякова Наталия Игоревна**

ЕГЭ ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU. АЕ51. Н 16678 от 20.05.2015 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *В. В. Кожуткина, Е. Ю. Салтыкова*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *О. Н. Савина*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.

www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;

по вопросам реализации: sale@examen.biz

тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, www.pareto-print.ru

По вопросам реализации обращаться по тел.: 8(495)641-00-30 (многокана