

# Диагностическая работа

Апробация банка заданий

по ФИЗИКЕ

16 ноября 2011 года

11 класс

Вариант 1

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание, что записи в черновике не будут учитываться при оценке работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

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

### Константы

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

### Соотношения между различными единицами

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

### Массы частиц

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

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>

### Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

### Удельная теплота

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

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура  $0^\circ\text{C}$

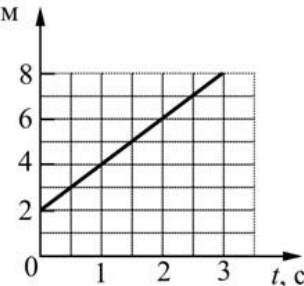
**Молярная масса**

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

**Часть 1**

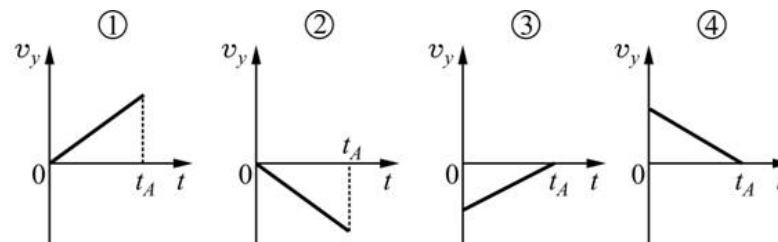
*При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1** На рисунке приведен график зависимости координаты  $x$  материальной точки от  $x$ , М времени  $t$ . Какая из зависимостей  $x(t)$  соответствует этому графику?



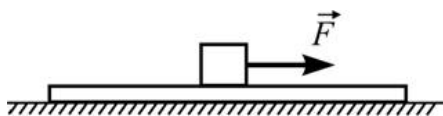
- 1)  $x(t) = 2t$     2)  $x(t) = 2 + 2t$     3)  $x(t) = 2 - 2t$     4)  $x(t) = -2 + 2t$

**A2** Камень брошен вертикально вверх и достигает наивысшей точки траектории в момент времени  $t_A$ . На каком из приведенных графиков правильно показана зависимость проекции скорости камня на ось  $OY$ , направленную вертикально вверх, с момента броска до момента времени  $t_A$ ?



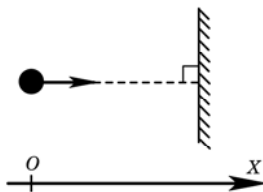
- 1) 1    2) 2    3) 3    4) 4

**A3** На гладком горизонтальном столе лежит доска, а на ней – кубик. К кубику прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , в результате чего вся система начинает двигаться по столу. Куда направлена сила трения, действующая со стороны кубика на доску?



- 1) влево ( $\leftarrow$ )
- 2) вправо ( $\rightarrow$ )
- 3) может быть направлена и влево ( $\leftarrow$ ), и вправо ( $\rightarrow$ ).
- 4) сила трения, действующая со стороны кубика на доску, равна нулю.

**A4** Мячик массой 1 кг движется вдоль оси  $Ox$  со скоростью 5 м/с перпендикулярно закрепленной стенке. После абсолютно упругого удара о стенку мячик отскакивает в противоположном направлении. Изменение проекции импульса мячика на ось  $Ox$  в результате такого соударения равно

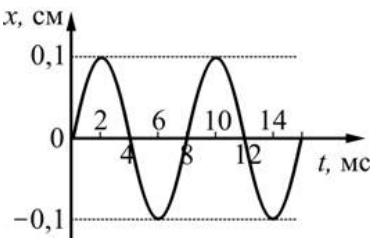


- 1)  $-5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2)  $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3)  $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4)  $-10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

**A5** Покоившееся тело массой 1 кг подняли на высоту 2 м над землей, совершив при этом работу 30 Дж. Какую кинетическую энергию приобрело в результате это тело?

- 1) 50 Дж
- 2) 10 Дж
- 3) 30 Дж
- 4) 20 Дж

**A6** На рисунке изображен график зависимости координаты  $x$  тела, совершающего гармонические колебания, от времени  $t$ . Определите частоту этих колебаний

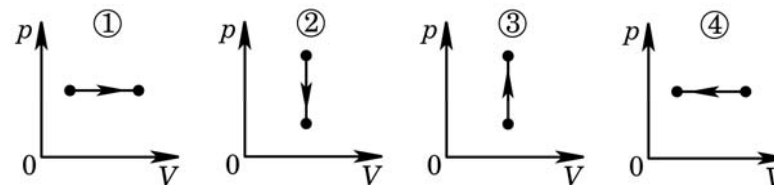


- 1) 0,2 Гц
- 2) 0,1 Гц
- 3) 250 Гц
- 4) 125 Гц

**A7** При неизменной концентрации молекул давление идеального газа уменьшилось в 3 раза. В результате температура этого газа, измеренная в градусах Кельвина

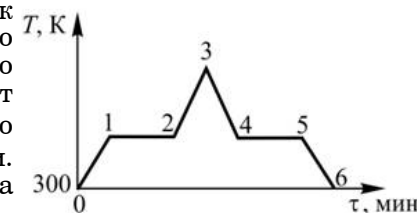
- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) уменьшилась в 3 раза
- 3) уменьшилась в 9 раз
- 4) не изменилась

**A8** На рисунке изображены графики процессов, производимых над идеальным газом. Какие из них соответствуют увеличению внутренней энергии газа?



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

**A9** На рисунке изображен график изменения температуры некоторого вещества от времени при его нагревании или охлаждении. В момент времени  $\tau = 0$  данное вещество находилось в жидком состоянии. Процессу кипения этого вещества на графике соответствует участок

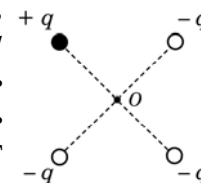


- 1) 1-2
- 2) 2-3-4
- 3) 1-2 и 4-5
- 4) 5-6

**A10** Построить тепловой двигатель с КПД, равным 100%, невозможно, так как это

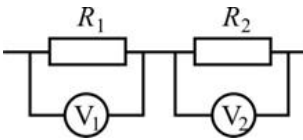
- 1) запрещено первым законом термодинамики.
- 2) запрещено вторым законом термодинамики.
- 3) технически очень сложно.
- 4) требует очень больших затрат материальных ресурсов.

**A11** В вершинах квадрата расположены точечные заряды, равные по модулю, но различные по знаку. Заряд  $+q$  создает в точке  $O$  электрическое поле, модуль напряженности которого равен  $E_0$ . Модуль напряженности электрического поля, которое создают в точке  $O$  все четыре заряда, равен



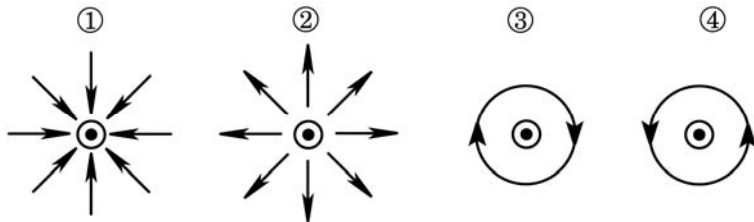
- 1)  $4E_0$
- 2)  $2E_0$
- 3)  $2\sqrt{2} \cdot E_0$
- 4) 0

**A12** В электрической цепи, схема участка которой изображена на рисунке,  $R_1 = 2R_2$ , вольтметры идеальные, а сопротивлением проводов можно пренебречь. При протекании через резисторы постоянного электрического тока показание вольтметра  $V_2$



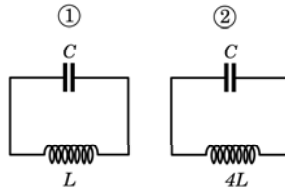
- 1) в 2 раза больше, чем показание вольтметра  $V_1$ .
- 2) в 2 раза меньше, чем показание вольтметра  $V_1$ .
- 3) равно показанию вольтметра  $V_1$ .
- 4) можно сопоставить с показанием вольтметра  $V_1$  только в том случае, когда известна сила тока, протекающего через резисторы.

**A13** На каком из рисунков правильно изображены линии магнитной индукции для тонкого очень длинного прямого провода, по которому течет постоянный ток, направленный перпендикулярно плоскости рисунка «на нас» ( $\odot$ )?



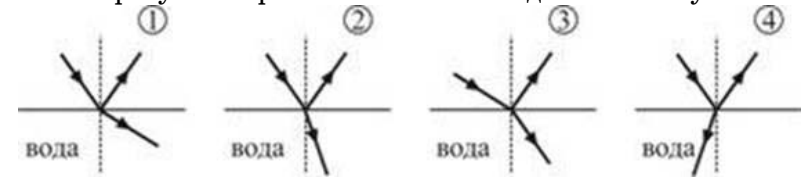
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A14** На рисунке изображены схемы двух электрических колебательных контуров. Отношение частот собственных колебаний в первом контуре к частоте собственных колебаний во втором контуре равно



- 1)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$
- 2)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 4$
- 3)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{2}$
- 4)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{4}$

**A15** Луч света падает из воздуха на поверхность воды. При этом часть света отражается от границы воздух – вода, а часть проходит в воду. На каком из рисунков правильно показан ход световых лучей?

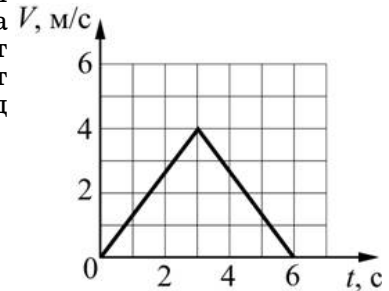


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A16** Луч света распространяется в воде и падает на границу раздела вода-воздух. Показатель преломления воды равен  $n$ . При каких углах падения  $\alpha$  будет наблюдаться полное внутреннее отражение света?

- 1)  $\alpha \geq \frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{1}{n}$
- 2)  $\alpha > \arcsin \frac{1}{n}$
- 3)  $\alpha \geq \frac{\pi}{2} - \arcsin n$
- 4)  $\alpha > \arcsin n$

**A17** Материальная точка движется прямолинейно. На рисунке показана зависимость модуля ее скорости  $V$  от времени  $t$ . Какой путь проходит материальная точка за первые 6 секунд движения?



- 1) 12 м
- 2) 24 м
- 3) 0 м
- 4) 6 м

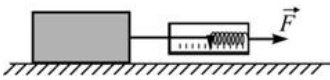
**A18** В результате некоторого атмосферного процесса плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, уменьшается при постоянной температуре. При этом парциальное давление водяных паров

- 1) не изменяется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) может как увеличиваться, так и уменьшаться

**A19** | Постоянный ток силой  $I$  протекает через проводник. За время  $t$  в нем выделяется количество теплоты  $Q$ . Чему равно сопротивление этого проводника?

- 1)  $R = \sqrt{\frac{Qt}{I}}$     2)  $R = \sqrt{\frac{Q}{It}}$     3)  $R = \frac{Q}{I^2 t}$     4)  $R = \frac{Qt}{I^2}$

**A20** | Для экспериментального изучения силы сухого трения ученик использовал брусок и динамометр. Положив брусок на шероховатую горизонтальную поверхность стола и прикрепив к нему с помощью крепкой нити пружину динамометра, он следил за изменением показания динамометра и за состоянием бруска. Обнаружилось, что при увеличении от 0 Н до 4 Н силы  $\vec{F}$ , горизонтально прикладываемой учеником к динамометру, брусок все время находился в состоянии покоя.



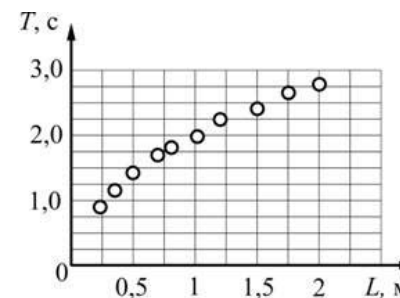
Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам эксперимента?

**А.** Так как брусок все время был неподвижен, то сила трения между поверхностью бруска и поверхностью стола не возникала.

**Б.** Брусок находится в покое по причине того, что сила натяжения нити все время равна силе трения между поверхностью бруска и поверхностью стола.

- 1) только А    2) только Б  
3) и А, и Б    4) ни А, ни Б

**A21** | Для экспериментального определения зависимости периода колебаний  $T$  математического маятника от его длины  $L$  ученик измерял время, за которое маятник совершал 10 колебаний. Результаты десяти таких измерений он занес в таблицу. Вычислив период колебаний для каждого случая, он построил график зависимости  $T(L)$  (см. рисунок).



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам эксперимента?

**А.** С уменьшением длины математического маятника период его колебаний уменьшается.

**Б.** Период колебаний  $T$  маятника прямо пропорционален его длине  $L$ .

- 1) только А    2) только Б  
3) и А, и Б    4) ни А, ни Б

**Часть 2**

*Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**В1** Плоский воздушный конденсатор образован двумя пластинами, несущими заряды  $+q$  и  $-q$  и находящимися на расстоянии  $d$  друг от друга. Не изменяя заряда на пластинах конденсатора и площади его пластин, расстояние между пластинами уменьшают в 2 раза. Как изменяются при этом следующие физические величины: емкость конденсатора, модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора, модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

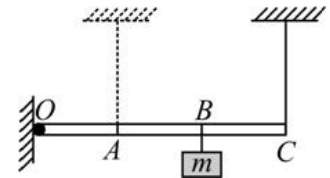
- |   |                  |
|---|------------------|
| А) емкость конденсатора   | 1) увеличивается |
| Б) модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора    | 2) уменьшается   |
| В) модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

**В2**

Легкая рейка прикреплена к вертикальной стене на шарнире в точке  $O$  (см. рисунок). Длины отрезков  $OA$ ,  $AB$  и  $BC$  одинаковы. В точке  $B$  к рейке прикреплен груз массой  $m$ . В точке  $C$  к рейке прикреплена легкая вертикальная нерастяжимая нить, второй конец которой привязан к потолку. Система находится в равновесии.



Нить перемещают так, что она, сохраняя вертикальное положение, оказывается прикрепленной к рейке в точке  $A$ . Как изменяются при этом следующие физические величины: сила натяжения нити; момент действующей на груз силы тяжести относительно точки  $O$ ; момент силы натяжения нити относительно точки  $O$ ?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |   |                  |
|---|------------------|
| А) сила натяжения нити  | 1) увеличивается |
| Б) момент действующей на груз силы тяжести относительно точки $O$ | 2) уменьшается   |
| В) момент силы натяжения нити относительно точки $O$              | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

**В3** Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд конденсатора равен  $q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) энергия, запасенная в колебательном контуре
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

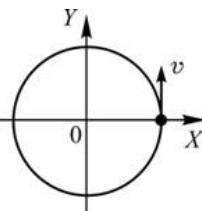
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 2)  $\frac{q^2}{2C}$
- 3)  $\frac{Cq^2}{2}$
- 4)  $\frac{q}{\sqrt{LC}}$

Ответ:

А	Б

**В4** Материальная точка равномерно движется по окружности. В момент времени  $t = 0$  точка была расположена и двигалась так, как показано на рисунке. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



**ГРАФИКИ**

- А)
- Б)

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) проекция скорости на ось  $Ox$
- 2) проекция скорости на ось  $Oy$
- 3) проекция ускорения на ось  $Ox$
- 4) проекция ускорения на ось  $Oy$

Ответ:

А	Б

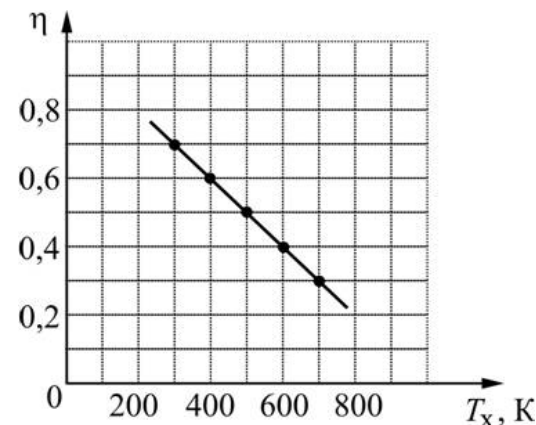
**Часть 3**

*Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов №1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A22** Брусок массой 1,8 кг движется со скоростью 2 м/с вдоль гладкой горизонтальной плоскости. Навстречу бруску летит пуля массой 9 г со скоростью 900 м/с. Пуля мгновенно пробивает брусок насквозь, при этом брусок останавливается. Скорость, с которой пуля вылетает из бруска, равна

- 1) 900 м/с
- 2) 500 м/с
- 3) 400 м/с
- 4) 200 м/с

**A23** На графике приведена зависимость КПД  $\eta$  идеальной тепловой машины от температуры  $T_x$  ее холодильника. Чему равна температура нагревателя этой тепловой машины?

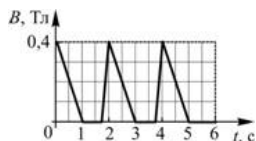


- 1) 500 К
- 2) 700 К
- 3) 1000 К
- 4) 1200 К



**A24**

Из тонкой проволоки сделана рамка площадью  $100 \text{ см}^2$  и сопротивлением  $0,2 \text{ Ом}$ . Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течет в рамке в момент времени  $t = 2,7 \text{ с}$ ?



- 1)  $0 \text{ мА}$       2)  $5 \text{ мА}$       3)  $10 \text{ мА}$       4)  $20 \text{ мА}$

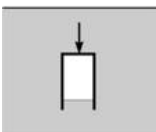
**A25**

Во сколько раз масса ядра  ${}^{26}_{12}\text{Mg}$  больше массы ядра  ${}^{10}_5\text{B}$ ?

- 1) в  $0,38$  раза      2) в  $0,42$  раза  
3) в  $2,4$  раза      4) в  $2,6$  раза

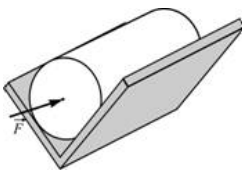
**C1**

Пустой тонкостенный цилиндрический стакан переворачивают вверх дном и медленно погружают в глубокий водоем, удерживая ось стакана в вертикальном положении. Над поверхностью водоема находится воздух, температура которого равна температуре воды. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, как при погружении стакана от поверхности воды вглубь водоема будет изменяться модуль выталкивающей силы, действующей на стакан.



**C2**

Из двух равных досок сделан желоб, представляющий собой двугранный угол с раствором  $2\alpha = 90^\circ$ . Желоб закреплен так, что его ребро горизонтально, а доски симметричны относительно вертикали. В желобе на боковой поверхности лежит цилиндр массой  $m = 1 \text{ кг}$ . Коэффициент трения между досками и цилиндром равен  $\mu = 0,2$ . К торцу цилиндра приложена горизонтально направленная сила  $F = 3 \text{ Н}$ . Найдите модуль ускорения цилиндра.

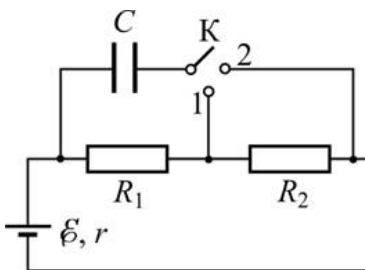


**C3**

Среднеквадратичная скорость молекул идеального одноатомного газа, заполняющего закрытый сосуд, равна  $\bar{v} = 450 \text{ м/с}$ . Как и на сколько изменится среднеквадратичная скорость молекул этого газа, если давление в сосуде вследствие охлаждения газа уменьшить на  $19\%$ ?

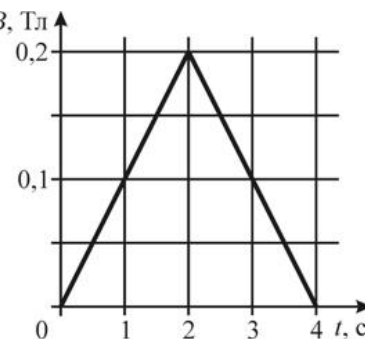
**C4**

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, конденсатор  $C$  изначально не заряжен. Ключ  $K$  переводят в положение 1. Затем, спустя очень большое время, переключают его в положение 2, и снова ждут в течение достаточно большого промежутка времени. В результате перевода ключа в положение 2 энергия конденсатора увеличивается в  $n = 9$  раз. Найдите сопротивление резистора  $R_2$ , если  $R_1 = 10 \text{ Ом}$ .



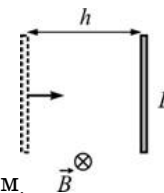
**C5**

Намотанная на каркас проволочная катушка сопротивлением  $R = 2 \text{ Ом}$ , выводы которой соединены друг с другом, помещена в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости витков катушки. Модуль вектора магнитной индукции  $B$  поля изменяется с течением времени  $t$  так, как показано на графике. К моменту времени  $\tau = 1 \text{ с}$  через катушку протек электрический заряд  $q = 5 \text{ мКл}$ . Сколько витков содержит катушка, если все витки одинаковые и имеют площадь  $S = 100 \text{ см}^2$ ?



**C6**

Тонкий стержень длиной  $L = 50 \text{ см}$  начинает двигаться из состояния покоя с постоянным ускорением. Движение происходит в однородном магнитном поле индукцией  $B = 2 \text{ Тл}$ , линии которого перпендикулярны стержню и направлению его скорости. К моменту, когда стержень сместился от исходного положения на расстояние  $h = 20 \text{ м}$ , разность потенциалов между концами стержня была равна  $U = 0,5 \text{ В}$ . Найдите ускорение стержня.



# Диагностическая работа

Апробация банка заданий

по ФИЗИКЕ

16 ноября 2011 года

11 класс

Вариант 2

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

## Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание, что записи в черновике не будут учитываться при оценке работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удастся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

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

### Константы

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

### Соотношения между различными единицами

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

### Массы частиц

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

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>

### Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

### Удельная теплота

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

**Нормальные условия:** давление  $10^5$  Па, температура  $0^\circ\text{C}$

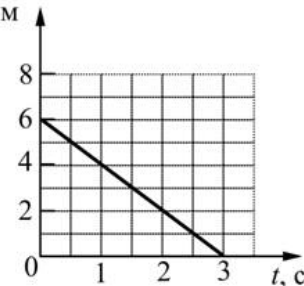
**Молярная масса**

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

**Часть 1**

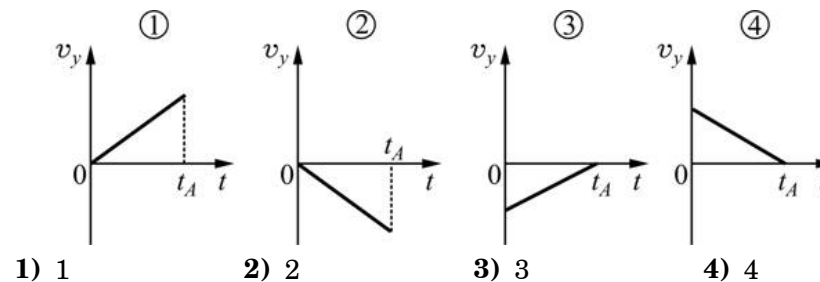
*При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.*

**A1** На рисунке приведен график зависимости координаты  $x$  материальной точки от  $x$ , м времени  $t$ . Какая из зависимостей  $x(t)$  соответствует этому графику?



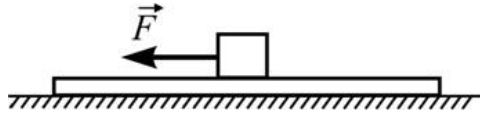
- 1)  $x(t) = 6 - 3t$     2)  $x(t) = 3 - 6t$     3)  $x(t) = 6 - 2t$     4)  $x(t) = 6 + 2t$

**A2** С некоторой высоты начинает свободно падать камень. Он достигает поверхности Земли в момент времени  $t_A$ . На каком из приведенных графиков правильно показана зависимость проекции скорости камня на ось  $OY$ , направленную вертикально вверх, с момента начала его движения до момента времени  $t_A$ ?



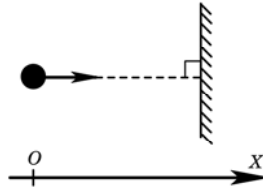
- 1) 1    2) 2    3) 3    4) 4

**A3** На гладком горизонтальном столе лежит доска, а на ней – кубик. К кубику прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ , в результате чего вся система начинает двигаться по столу. Куда направлена сила трения, действующая со стороны доски на кубик?



- 1) влево ( $\leftarrow$ )
- 2) вправо ( $\rightarrow$ )
- 3) может быть направлена и влево ( $\leftarrow$ ), и вправо ( $\rightarrow$ ).
- 4) сила трения, действующая со стороны кубика на доску, равна нулю.

**A4** Мячик массой 1 кг движется вдоль оси  $Ox$  со скоростью 5 м/с перпендикулярно закрепленной стенке. После абсолютно упругого удара о стенку мячик отскакивает в противоположном направлении. В результате такого соударения мячик передает стенке импульс, модуль которого равен

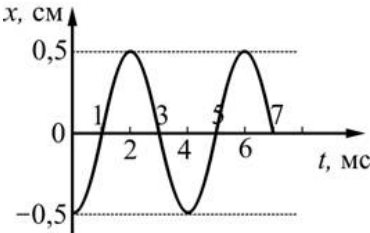


- 1)  $-5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 2)  $5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 3)  $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$
- 4)  $-10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$

**A5** Покоившееся тело массой 2 кг подняли при помощи троса на высоту 1,5 м над землей, и при этом тело приобрело кинетическую энергию 10 Дж. Какая работа была совершена силой натяжения троса при подъеме?

- 1) 30 Дж
- 2) 10 Дж
- 3) 40 Дж
- 4) 20 Дж

**A6** На рисунке изображен график зависимости координаты  $x$  тела, совершающего гармонические колебания, от времени  $t$ . Определите частоту этих колебаний.

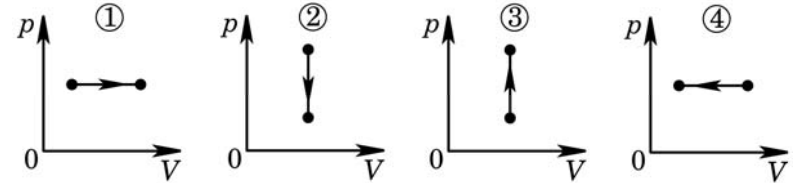


- 1) 250 Гц
- 2) 50 Гц
- 3) 0,5 Гц
- 4) 1 Гц

**A7** При неизменной концентрации молекул идеального газа его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. В результате давление этого газа

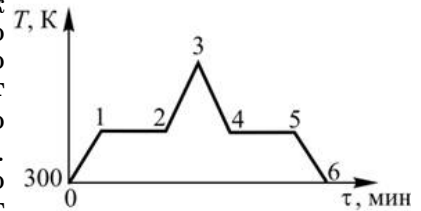
- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) уменьшилось в 4 раза
- 4) не изменилось

**A8** На рисунке изображены графики процессов, производимых над идеальным газом. В каких процессах газ совершал положительную работу?



- 1) 1 и 3
- 2) 1 и 4
- 3) только 1
- 4) только 4

**A9** На рисунке изображен график изменения температуры некоторого вещества от времени при его нагревании или охлаждении. В момент времени  $\tau = 0$  данное вещество находилось в твердом состоянии. Процессу кристаллизации этого вещества на графике соответствует участок



- 1) 1-2 и 4-5
- 2) 2-3-4
- 3) 1-2
- 4) 4-5

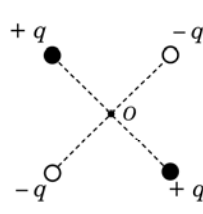
**A10** Какой из перечисленных ниже циклических процессов не может быть осуществлен вследствие второго закона термодинамики?

**A.** Вся полученная от окружающих тел теплота без остатка превращается в механическую работу.

**Б.** Вся совершенная механическая работа без остатка превращается в теплоту, передающуюся окружающим телам.

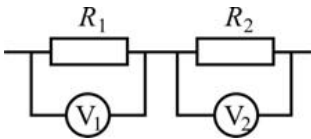
- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) оба процесса могут быть осуществлены

**A11** В вершинах квадрата расположены точечные заряды, равные по модулю, но различные по знаку. Заряд  $+q$  создает в точке  $O$  электрическое поле, модуль напряженности которого равен  $E_0$ . Модуль напряженности электрического поля, которое создают в точке  $O$  все четыре заряда, равен



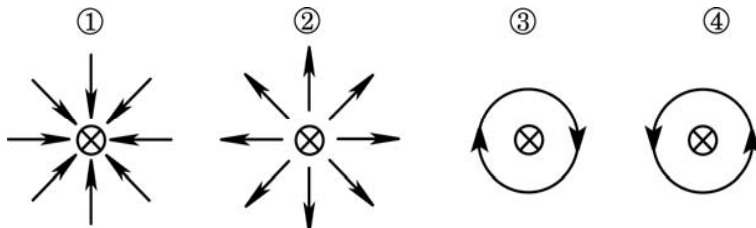
- 1)  $4E_0$       2)  $2E_0$       3)  $2\sqrt{2} \cdot E_0$       4) 0

**A12** В электрической цепи, схема участка которой изображена на рисунке,  $R_2 = 2R_1$ , вольтметры идеальные, а сопротивлением проводов можно пренебречь. При протекании через резисторы постоянного электрического тока показание вольтметра  $V_2$



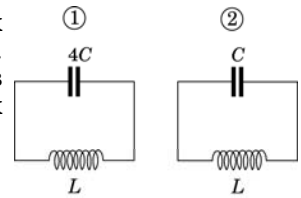
- 1) в 2 раза больше, чем показание вольтметра  $V_1$ .  
 2) в 2 раза меньше, чем показание вольтметра  $V_1$ .  
 3) равно показанию вольтметра  $V_1$ .  
 4) можно сопоставить с показанием вольтметра  $V_1$  только в том случае, когда известна сила тока, протекающего через резисторы.

**A13** На каком из рисунков правильно изображены линии магнитной индукции для тонкого очень длинного прямого провода, по которому течет постоянный ток, направленный перпендикулярно плоскости рисунка «от нас» ( $\otimes$ )?



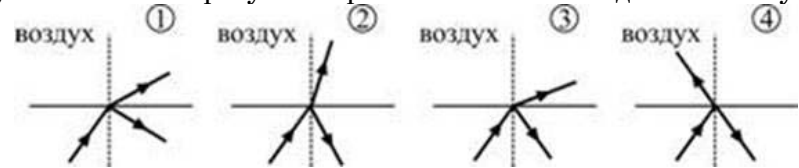
- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A14** На рисунке изображены схемы двух электрических колебательных контуров. Отношение частот собственных колебаний в первом контуре к частоте собственных колебаний во втором контуре равно



- 1)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 2$       2)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = 4$       3)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{2}$       4)  $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{4}$

**A15** Луч света идет в воде и падает на границу раздела воды и воздуха. При этом часть света отражается от этой границы, а часть выходит в воздух. На каком из рисунков правильно показан ход световых лучей?

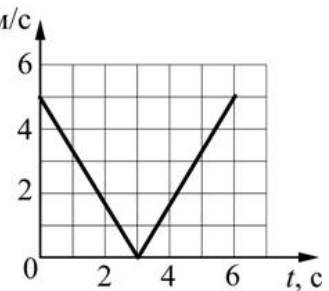


- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A16** Луч света распространяется в воде и падает на границу раздела вода-воздух. Угол падения увеличивают. При угле падения  $\alpha$  начинается наблюдаться полное внутреннее отражение света. Чему равен показатель преломления  $n$  воды?

- 1)  $n = \frac{1}{\sin \alpha}$       2)  $n = \sin \alpha$       3)  $n = \frac{1}{\cos \alpha}$       4)  $n = \cos \alpha$

**A17** Материальная точка движется  $V$ , м/с прямолинейно. На рисунке показана зависимость модуля ее скорости  $V$  от времени  $t$ . Какой путь проходит материальная точка за первые 6 секунд движения?



- 1) 7,5 м      2) 30 м      3) 0 м      4) 15 м

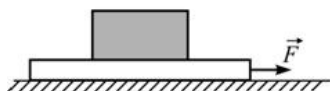
**A18** В результате некоторого атмосферного процесса плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, увеличивается при постоянной температуре. При этом относительная влажность воздуха

- 1) не изменяется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается
- 4) может как увеличиться, так и уменьшиться

**A19** Мощность электронагревательной батареи, питаемой постоянным током, равна  $N$ , а напряжение на ее клеммах  $U$ . Чему равно сопротивление этой батареи?

- 1)  $R = \frac{U^2}{N}$
- 2)  $R = \frac{U}{N^2}$
- 3)  $R = \sqrt{\frac{N}{U}}$
- 4)  $R = \frac{\sqrt{N}}{U}$

**A20** Для экспериментального изучения сил сухого трения ученик использовал брусок и доску. Положив брусок на шероховатую горизонтальную поверхность доски, а доску на гладкую поверхность горизонтального стола, он следил за изменением состояния бруска. Обнаружилось, что при приложении к доске в горизонтальном направлении небольшой по модулю силы  $\vec{F}$  доска ускоренно движется по поверхности стола, а брусок все время покоится относительно доски. Какое заключение мог сделать школьник на основании этого эксперимента?

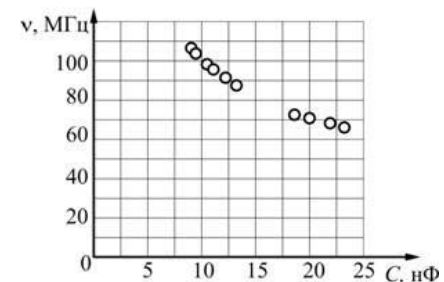


**А.** Сила трения между бруском и доской в этом эксперименте не возникает.

**Б.** Сила трения, возникающая между поверхностью бруска и поверхностью доски, обеспечивает движение бруска с ускорением относительно стола.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) ни А, ни Б
- 4) и А, и Б

**A21** Для экспериментального изучения электромагнитных колебаний школьник собирал колебательный контур из единственной имеющейся у него катушки индуктивности, подсоединяя к ней конденсаторы таких емкостей, чтобы колебательный контур оказывался настроенным на частоты его любимых радиостанций. В результате у школьника получилась следующая зависимость частоты электромагнитных колебаний в контуре от значения емкости конденсатора:



Какое(-ие) вывод(-ы) мог сделать школьник на основании этого графика?

**А.** Увеличение емкости конденсатора приводит к уменьшению частоты и увеличению периода электромагнитных колебаний в контуре.

**Б.** Частота электромагнитных колебаний в контуре линейно зависит от емкости конденсатора.

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

**Часть 2**

*Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов №1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**В1** Плоский воздушный конденсатор образован двумя пластинами, несущими заряды  $+q$  и  $-q$  и находящимися на расстоянии  $d$  друг от друга. Не изменяя заряда на пластинах конденсатора и расстояния между пластинами, площадь его обкладок увеличивают в 2 раза.

Как изменяются при этом следующие физические величины: емкость конденсатора, модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора, модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) емкость конденсатора
- Б) модуль разности потенциалов между пластинами конденсатора
- В) модуль напряженности электрического поля внутри конденсатора

**ИХ  
ИЗМЕНЕНИЕ**

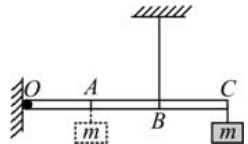
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Ответ:

А	Б	В

**В2**

Легкая рейка прикреплена к вертикальной стене на шарнире в точке  $O$  (см. рисунок). Длины отрезков  $OA$ ,  $AB$  и  $BC$  одинаковы. В точке  $C$  к рейке прикреплен груз массой  $m$ . В точке  $B$  к рейке прикреплена легкая вертикальная нерастяжимая нить, второй конец которой привязан к потолку. Система находится в равновесии.



Груз перевешивают, прикрепив его к рейке в точке  $A$ . Как изменяются при этом следующие физические величины: сила натяжения нити; момент действующей на груз силы тяжести относительно точки  $O$ ; момент силы натяжения нити относительно точки  $O$ ?

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) сила натяжения нити
- Б) момент действующей на груз силы тяжести относительно точки  $O$
- В) момент силы натяжения нити относительно точки  $O$

**ИХ  
ИЗМЕНЕНИЕ**

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

Ответ:

А	Б	В



**В3** | Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальное напряжение на конденсаторе равно  $U$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) энергия, запасенная в колебательном контуре
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

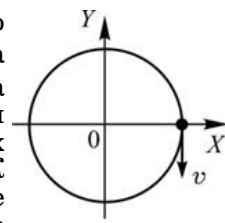
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $\frac{CU^2}{2}$
- 2)  $\frac{U^2}{2L}$
- 3)  $\frac{UL}{C}$
- 4)  $U\sqrt{\frac{C}{L}}$

Ответ: 

А	Б

**В4** | Материальная точка равномерно движется по окружности. В момент времени  $t = 0$  точка была расположена и двигалась так, как показано на рисунке. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



**ГРАФИКИ**

- А)
- Б)

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) проекция скорости на ось  $OX$
- 2) проекция скорости на ось  $OY$
- 3) проекция ускорения на ось  $OX$
- 4) проекция ускорения на ось  $OY$

Ответ: 

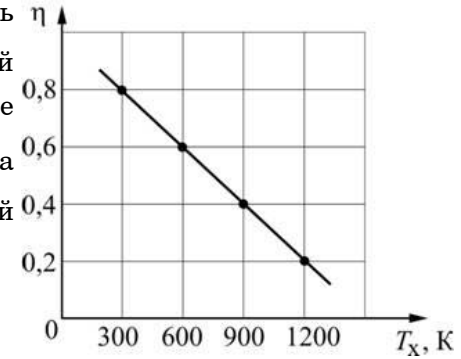
А	Б

**Часть 3**

**Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов №1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

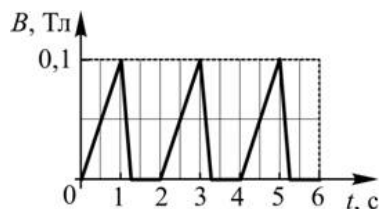
**A22** | Брусок массой 1,8 кг движется со скоростью 2 м/с вдоль гладкой горизонтальной плоскости. Навстречу бруску летит пуля массой 9 г. Пуля мгновенно пробивает брусок насквозь и вылетает из него со скоростью 500 м/с. При этом брусок останавливается. Чему равна начальная скорость пули?  
 1) 500 м/с      2) 600 м/с      3) 750 м/с      4) 900 м/с

**A23** | На графике приведена зависимость КПД  $\eta$  идеальной тепловой машины от температуры  $T_x$  ее холодильника. Чему равна температура нагревателя этой тепловой машины?  
 1) 900 К      2) 1200 К      3) 1500 К      4) 2000 К



**A24**

Из тонкой проволоки сделана рамка площадью  $400 \text{ см}^2$  и сопротивлением  $0,1 \text{ Ом}$ . Рамку помещают в однородное магнитное поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости рамки. Модуль индукции магнитного поля изменяется так, как показано на графике. Чему равна сила тока, который течет в рамке в момент времени  $t = 4,3 \text{ с}$ ?



- 1) 0 мА      2) 20 мА      3) 40 мА      4) 80 мА

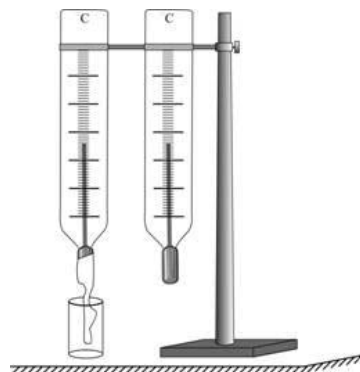
**A25**

Во сколько раз масса ядра  $^{15}_8\text{O}$  больше массы ядра  $^{12}_6\text{C}$ ?

- 1) в 1,33 раза      2) в 1,25 раза  
3) в 0,8 раза      4) в 0,75 раза

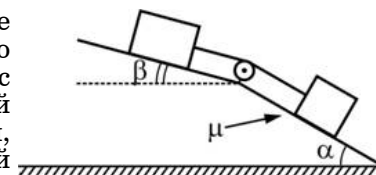
**C1**

Два одинаковых спиртовых термометра, закрепленных в штативе, находятся в комнате. Нижняя часть одного из них обмотана марлевым жгутом, свободный конец которого помещен в пустой стаканчик. В стаканчик наливают воду комнатной температуры, смочив всю марлю. Опишите, как и почему после этого будут изменяться показания термометров.



**C2**

В изображенной на рисунке системе нижний брусок может двигаться по наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ , а верхний брусок – вдоль наклонной плоскости, составляющей с горизонтом некоторый угол  $\beta$ . Коэффициент трения между нижним бруском и наклонной плоскостью равен  $\mu = 0,2$ , трение между верхним бруском и наклонной плоскостью отсутствует. Считая соединяющую бруски нить очень легкой и нерастяжимой, и пренебрегая массой блока и трением в его оси, найдите, при каких значениях угла  $\beta$  нить будет натянута.

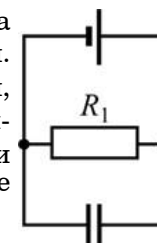


**C3**

Один моль идеального одноатомного газа переводят из состояния 1 с температурой  $T_1 = 300 \text{ К}$  в состояние 2 таким образом, что в течение всего процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объему. В ходе этого процесса газ получает количество теплоты  $Q = 14958 \text{ Дж}$ . Во сколько раз  $n$  уменьшается в результате этого процесса плотность газа?

**C4**

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление резистора равно  $R_1 = 4 \text{ Ом}$ . После того, как этот резистор заменили на другой, имеющий сопротивление  $R_2 = 1 \text{ Ом}$ , модуль напряженности электрического поля между пластинами плоского конденсатора уменьшился в  $n = 2$  раза. Найдите внутреннее сопротивление батареи.



**C5**

Электрическая цепь состоит из источника тока и подключенной к нему внешней нагрузки. Выделяющаяся на внешней нагрузке мощность составляет  $\eta = 20\%$  от мощности, выделяющейся во всей электрической цепи (то есть КПД цепи равен  $\eta = 20\%$ ). Определите отношение внутреннего сопротивления источника к сопротивлению внешней нагрузки. Сопротивлением соединительных проводов можно пренебречь.

**C6**

Прямой стержень длиной  $L = 50 \text{ см}$  и массой  $m = 100 \text{ г}$  висит в горизонтальном положении на двух вертикальных нитях. Вокруг стержня создано внешнее однородное горизонтальное магнитное поле с индукцией  $B = 1 \text{ Тл}$ , линии которого направлены перпендикулярно стержню. По стержню протекает ток силой  $I = 2 \text{ А}$  так, как показано на рисунке (вид с торца стержня). Силу тока в стержне медленно изменяют. Какому значению должна стать равной сила тока и как он должен быть направлен для того, чтобы сила натяжения каждой из нитей, на которых висит стержень, уменьшилась в  $n = 4$  раза?

