

**Тренировочная работа № 4****по ФИЗИКЕ****30 апреля 2013 года****11 класс****Вариант ФИ1601****Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс.****Фамилия****Имя****Отчество.****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

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

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор. Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

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

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся 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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### 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

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

### Удельная теплоёмкость

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

### Удельная теплота

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

### Нормальные условия

давление:  $10^5 \text{ Па}$ , температура:  $0 \text{ }^\circ\text{С}$

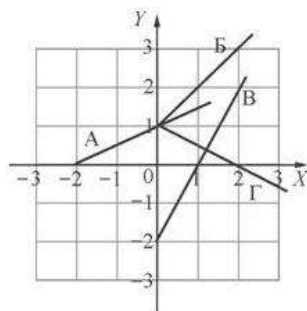
### Молярная масса

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

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** По плоскости  $XU$  движутся четыре точечных тела – А, Б, В и Г, траектории которых изображены на рисунке. Зависимости координат одного из этих тел от времени имеют вид  $x = 1 + t$  и  $y = 2t$ . Это тело обозначено буквой

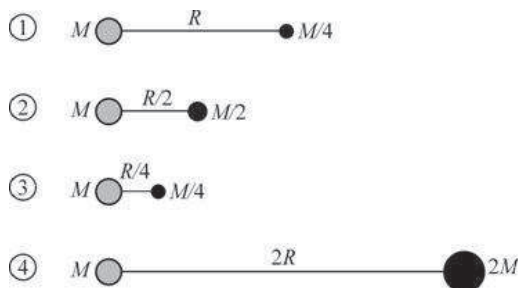


- 1) А                      2) Б                      3) В                      4) Г

**A2** Модуль скорости равномерного вращения спутника вокруг планеты по орбите радиусом  $r$

- 1) прямо пропорционален массе спутника
- 2) обратно пропорционален массе спутника
- 3) прямо пропорционален квадрату массы спутника
- 4) не зависит от массы спутника

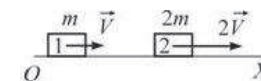
**A3** На рисунке изображены четыре пары сферически симметричных точечных тел, расположенных относительно друг друга на разных расстояниях между центрами этих тел.



Считая, что сила взаимодействия двух тел одинаковых масс  $M$ , находящихся на расстоянии  $R$  друг от друга, равна  $F_0$ , определите, для какой пары тел сила гравитационного взаимодействия равна  $4F_0$ .

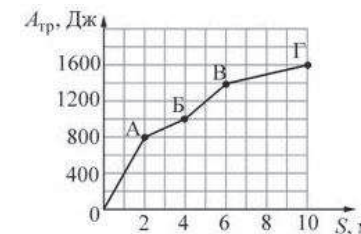
- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A4** Два бруска массой  $m$  и  $2m$  равномерно движутся вдоль прямой  $OX$  (см. рисунок). В системе отсчёта, связанной с бруском 1, модуль импульса второго бруска равен



- 1)  $6mV$                       2)  $4mV$                       3)  $3mV$                       4)  $2mV$

**A5** Сани равномерно перемещают по горизонтальной плоскости с переменным коэффициентом трения. На рисунке изображён график зависимости модуля работы силы трения  $A_{тр}$  от пройденного пути  $S$ . Отношение максимального коэффициента трения к минимальному на пройденном пути равно



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

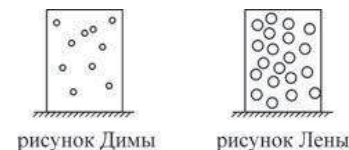
**A6** Однородная сплошная балка массой  $M$  уравновешена на остroконечной опоре. Опору передвигают вправо на  $\frac{1}{4}$  длины балки (см. рисунок).



Какую силу  $F$  требуется приложить к концу  $B$  балки для сохранения равновесия?

- 1)  $Mg$                       2)  $\frac{Mg}{2}$                       3)  $\frac{Mg}{3}$                       4)  $\frac{Mg}{4}$

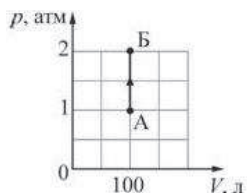
**A7** Дима и Лена схематически изобразили на доске сосуд, в котором находится идеальный газ.



Отвечающим модели идеального газа можно признать рисунок, сделанный

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

**A8** На рисунке изображён процесс перехода идеального газа из состояния А в состояние Б.



В состоянии Б абсолютная температура этого газа

- 1) в 2 раза больше, чем в состоянии А
- 2) в 2 раза меньше, чем в состоянии А
- 3) в 4 раза больше, чем в состоянии А
- 4) равна температуре газа в состоянии А

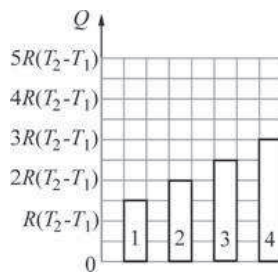
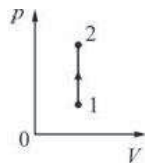
**A9** В таблице указана плотность газов при нормальном атмосферном давлении.

Газ	Плотность газа, кг/м <sup>3</sup>
азот	1,25
водород	0,09
ксенон	5,9
хлор	3,2

При этом наименьшую среднеквадратичную скорость имеют молекулы

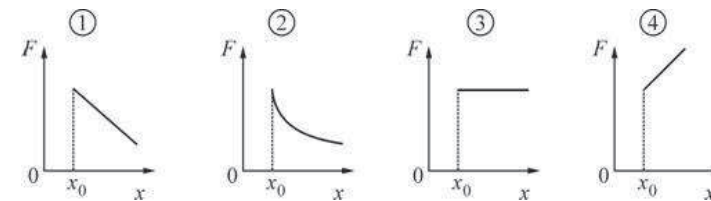
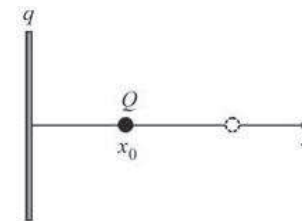
- 1) азота
- 2) водорода
- 3) ксенона
- 4) хлора

**A10** Два моля одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 с температурой  $T_1$  в состояние 2 с температурой  $T_2$  (см. рисунок). Количество теплоты, которое в этом процессе сообщено газу, соответствует столбцу на гистограмме, обозначенному цифрой



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

**A11** Точечный положительный заряд  $Q$  находится на небольшом расстоянии  $x_0$  от протяжённой непроводящей заряженной пластины, равномерно заряженной зарядом  $q$  (см. рисунок). Заряд  $Q$  начинают перемещать перпендикулярно пластине, удаляя от неё. На каком из приведённых ниже графиков правильно изображена зависимость силы  $F$  кулоновского взаимодействия заряда  $Q$  с пластиной от расстояния  $x$  между зарядом и пластиной?

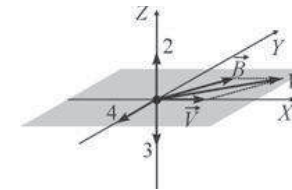


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A12** Идеальный амперметр и три резистора сопротивлением  $R = 2$  Ом,  $2R$  и  $3R$  включены последовательно в электрическую цепь, содержащую источник с ЭДС, равной 5 В, и внутренним сопротивлением  $r = 8$  Ом. Показания амперметра равны

- 1) 100 А
- 2) 4 А
- 3)  $\approx 0,56$  А
- 4) 0,25 А

**A13** Электрон, двигаясь со скоростью  $\vec{v}$ , направленной вдоль оси  $X$ , влетает в область однородного магнитного поля с индукцией  $\vec{B}$ , лежащей в горизонтальной плоскости  $XY$  (на рисунке эта плоскость показана тонировкой). Правильное направление силы Лоренца, действующей на электрон, изображено вектором под номером

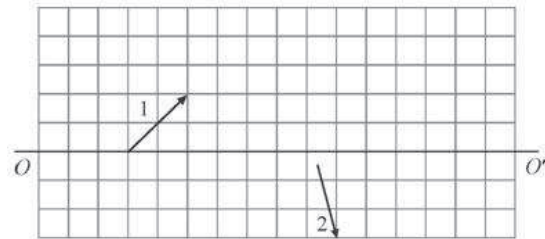


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A14** Имеются две заряженные частицы: первая движется с ускорением, вторая – с постоянной скоростью. Электромагнитные волны

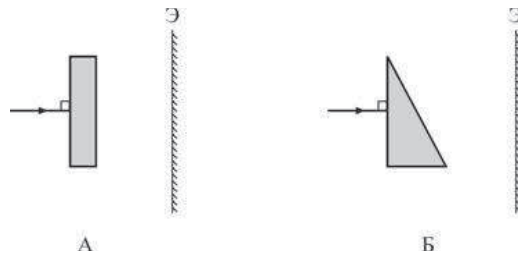
- 1) излучает только первая частица
- 2) излучает только вторая частица
- 3) излучает и первая, и вторая частица
- 4) не излучает ни первая, ни вторая частица

**A15** На рисунке изображены оптическая ось  $OO'$  тонкой собирающей линзы, луч света 1, падающий на эту линзу, и луч света 2, прошедший через эту линзу. На рисунке размер одной клеточки соответствует 1 см. Фокусное расстояние линзы приблизительно равно



- 1) 0,01 м
- 2) 0,02 м
- 3) 0,04 м
- 4) 0,05 м

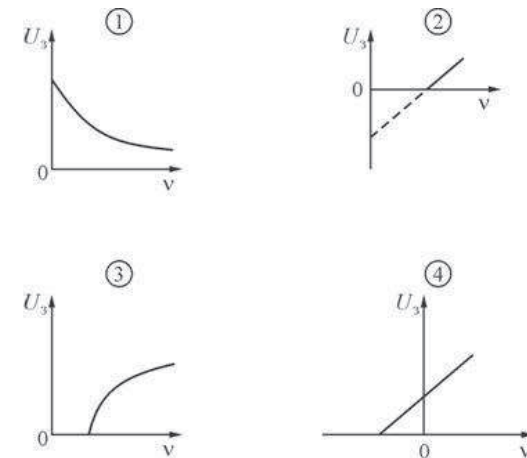
**A16** На плоскопараллельную стеклянную пластинку и стеклянную призму падает луч белого света (см. рисунок).



Дисперсия света в виде радужных полос на экране

- 1) будет наблюдаться только в случае А
- 2) будет наблюдаться только в случае Б
- 3) будет наблюдаться и в случае А, и в случае Б
- 4) не будет наблюдаться ни в случае А, ни в случае Б

**A17** При экспериментальном изучении фотоэффекта получена зависимость запирающего напряжения  $U_3$  от частоты  $\nu$  света, падающего на металлическую пластинку. На каком рисунке правильно изображена эта зависимость?

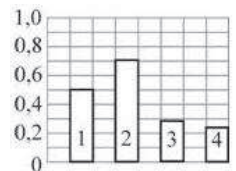


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A18** Отношение массового числа к числу нейтронов равно  $\approx 2,11$  в ядре

- 1)  ${}^7_4\text{Be}$
- 2)  ${}^{20}_{12}\text{Mg}$
- 3)  ${}^{19}_{10}\text{Ne}$
- 4)  ${}^{35}_{17}\text{Cl}$

**A19** Доля атомов радиоактивного изотопа, не распавшихся по прошествии интервала времени, равного половине периода полураспада, обозначена на гистограмме цифрой



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

**A20** Показания сухого и влажного термометров, установленных в некотором помещении, соответственно равны 20 °С и 15 °С. Используя данные таблиц, определите абсолютную влажность воздуха в помещении, где установлены данные термометры. В первой таблице приведена относительная влажность, выраженная в %.

Температура сухого термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С			
	3	4	5	6
15	71	61	52	44
16	71	62	54	45
17	72	64	55	47
18	73	64	56	48
19	74	65	58	50
20	74	66	59	51
21	75	67	60	52
22	76	68	61	54
23	76	69	61	55
24	77	69	62	56
25	77	70	63	57

Температура, °С	Плотность насыщенных паров воды $\rho$ , г/м <sup>3</sup>
15	12,8
16	13,6
17	14,5
18	15,4
19	16,3
20	17,3
21	18,3
22	19,4
23	20,6
24	21,8
25	23,0

- 1) 7,6 г/м<sup>3</sup>      2) 10,2 г/м<sup>3</sup>      3) 12,8 г/м<sup>3</sup>      4) 17,3 г/м<sup>3</sup>

**A21** К источнику тока подключены реостат, амперметр и вольтметр (рисунок 1). При изменении положения ползунка реостата в результате наблюдения за приборами были получены зависимости, изображённые на рисунках 2 и 3 ( $R$  – сопротивление включённой в цепь части реостата).

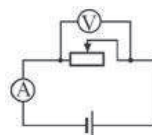


рис. 1

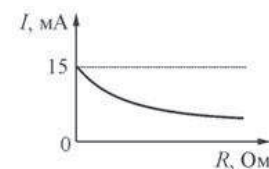


рис. 2

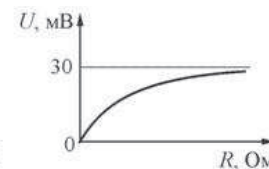


рис. 3

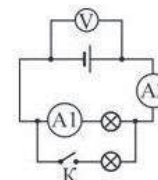
Выберите верное(-ые) утверждение(-я), если таковое(-ые) имеется(-ются).  
 А. Внутреннее сопротивление источника тока равно 2 Ом.  
 Б. ЭДС источника тока равна 30 мВ.

- 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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**B1** Электрическая цепь состоит из источника ЭДС с некоторым внутренним сопротивлением, двух одинаковых лампочек, ключа, вольтметра и двух амперметров (см. рисунок). Измерительные приборы можно считать идеальными. Как изменятся показания приборов, если замкнуть ключ? 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.

**ПОКАЗАНИЕ ПРИБОРА      ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ**

- А) показание вольтметра      1) увеличится  
 Б) показание амперметра А1      2) уменьшится  
 В) показание амперметра А2      3) не изменится

Ответ:

А	Б	В

**В2** Один моль одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, изображённый на рисунке 1. Как изменятся следующие физические величины, если заменить исходный циклический процесс на процесс, изображённый на рисунке 2: количество теплоты, полученное газом от нагревателя; работа газа за один цикл; КПД цикла?

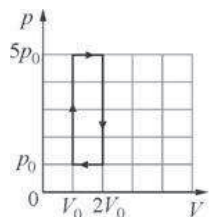


рис. 1

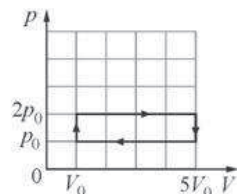


рис. 2

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

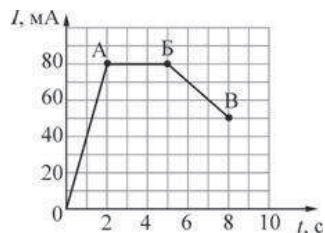
- А) количество теплоты, полученное газом от нагревателя
- Б) работа газа за один цикл
- В) КПД цикла

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

Ответ:

А	Б	В

**В3** На рисунке представлен график зависимости силы тока  $I$  в катушке индуктивностью  $10 \text{ мГн}$  от времени  $t$ .



Установите соответствие между участками графика и значениями модуля ЭДС самоиндукции.

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

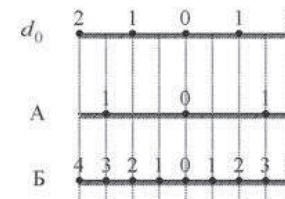
**УЧАСТОК ГРАФИКА    МОДУЛЬ ЭДС САМОИНДУКЦИИ**

- А) АБ
  - Б) БВ
- 1)  $0,625 \text{ мВ}$
  - 2)  $0,027 \text{ В}$
  - 3)  $0,4 \text{ мВ}$
  - 4)  $0,1 \text{ мВ}$
  - 5)  $0 \text{ В}$

Ответ:

А	Б

**В4** На дифракционную решётку с периодом  $d_0$  нормально падает монохроматический пучок света, а за решёткой расположен объектив, в фокальной плоскости которого наблюдаются дифракционные максимумы (см. рисунок). Точками показаны дифракционные максимумы, а цифрами обозначены их номера. Углы дифракции малы.



Эту дифракционную решётку поочерёдно заменяют другими дифракционными решётками – А, Б и В. Установите соответствие между схемами дифракционных максимумов и периодами используемых дифракционных решёток.

**СХЕМА ДИФРАКЦИОННЫХ МАКСИМУМОВ**

**ПЕРИОД ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ**

- А) А
- Б) Б

- 1)  $4d_0$
- 2)  $\frac{d_0}{4}$
- 3)  $2d_0$
- 4)  $\frac{2d_0}{3}$
- 5)  $\frac{2d_0}{5}$

Ответ:

А	Б



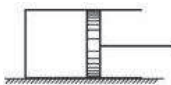
Часть 3

Задания части 3 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** Груз начинает свободно падать с некоторой высоты без начальной скорости. Пролетев 40 м, груз приобрёл скорость 20 м/с. На этом участке пути отношение изменения потенциальной энергии груза к работе силы сопротивления воздуха равно

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

**A23** Поршень может свободно без трения перемещаться вдоль стенок горизонтального цилиндрического сосуда. В объёме, ограниченном дном сосуда и поршнем, находится воздух (см. рисунок). Площадь поперечного сечения сосуда равна



20 см<sup>2</sup>, расстояние от дна сосуда до поршня равно 25 см, атмосферное давление 100 кПа, давление воздуха в сосуде равно атмосферному. Поршень медленно перемещают на 5 см влево, при этом температура воздуха не меняется. Какую силу требуется приложить, чтобы удержать поршень в таком положении?

- 1) 41,7 Н                      2) 50,0 Н                      3) 208,3 Н                      4) 312,5 Н

**A24** Две тонкие вертикальные металлические пластины расположены параллельно друг другу, расстояние между ними равно 2 см. Площадь поперечного сечения каждой из пластин равна 15 000 см<sup>2</sup>. Левая пластина имеет заряд  $q = 5$  пКл, заряд второй пластины  $-q$ . Модуль напряжённости электрического поля между пластинами на расстоянии 0,5 см от левой пластины равен

- 1) 0 В/м                      2)  $\approx 0,19$  В/м                      3)  $\approx 0,75$  В/м                      4)  $\approx 0,38$  В/м

**A25** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 6 мкТл. Период обращения электрона равен

- 1)  $\approx 6,0 \cdot 10^{-6}$  с                      2)  $\approx 6,7 \cdot 10^6$  с  
3)  $\approx 1,7 \cdot 10^5$  с                      4)  $\approx 5,9 \cdot 10^{-5}$  с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

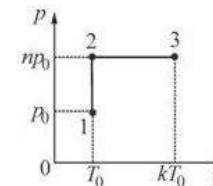
Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

**C1** Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему у басовых труб органа длины большие, а у труб с высокими тонами – маленькие. Органная труба открыта с обоих концов и звучит при продувании через неё потока воздуха.

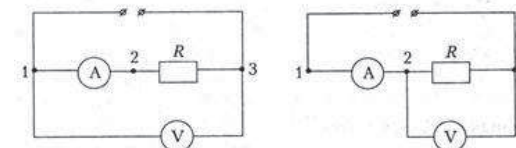
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

**C2** Известно, что один оборот вокруг своей оси Венера совершает примерно за 243 земных суток, а масса Венеры составляет 0,82 от массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Венеры, чтобы он всё время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом  $R_3 \approx 42\,000$  км.

**C3** 1 моль идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 2, а потом – в состояние 3 так, как это показано на  $(p, T)$  диаграмме. Начальная температура газа равна  $T_0 = 300$  К. Определите работу газа при переходе из состояния 2 в состояние 3, если  $k = 2$ .



**C4** Школьник собрал схему, изображённую на первом рисунке. После её подключения к идеальному источнику постоянного напряжения оказалось, что амперметр показывает ток  $I_1 = 0,9$  А, а вольтметр – напряжение  $U_1 = 20$  В. Когда школьник переключил один из проводников вольтметра от точки 1 к точке 2 (см. второй рисунок), вольтметр стал показывать напряжение  $U_2 = 19$  В, а амперметр – ток  $I_2 = 1$  А. Во сколько раз сопротивление вольтметра больше сопротивления амперметра?





**C5** Определите фокусное расстояние тонкой линзы, если линейные размеры изображения тонкого карандаша, помещённого на расстоянии  $a = 60$  см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси, меньше размеров карандаша в  $n = 3$  раза.

**C6** Согласно гипотезе де Бройля, все частицы обладают волновыми свойствами. Длина волны для частицы массой  $m$ , имеющей скорость  $v$ , составляет  $\lambda = \frac{h}{mv}$ , где  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж  $\cdot$  с – постоянная Планка. Для того, чтобы можно было применять модель идеального газа, среднее расстояние  $l$  между молекулами газа должно быть, в частности, гораздо больше  $\lambda$ . При какой температуре  $T$  для инертного газа гелия  $\lambda \approx l$ , если концентрация его молекул равна  $n = 2,7 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>?

Масса молекулы гелия равна  $m = 6,6 \cdot 10^{-24}$  г.

**Тренировочная работа № 4****по ФИЗИКЕ****30 апреля 2013 года****11 класс****Вариант ФИ1602****Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс.****Фамилия****Имя****Отчество.****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр

Часть 3 содержит 10 задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор. Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

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

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся 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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### 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

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

### Удельная теплоёмкость

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

### Удельная теплота

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

### Нормальные условия

давление:  $10^5 \text{ Па}$ , температура:  $0 \text{ }^\circ\text{С}$

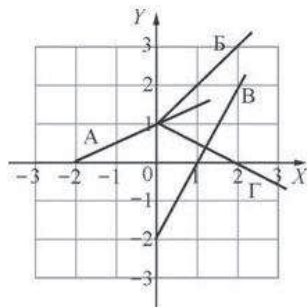
### Молярная масса

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

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** По плоскости  $XU$  движутся четыре точечных тела – А, Б, В и Г, траектории которых изображены на рисунке. Зависимости координат одного из этих тел от времени имеют вид:  $x = 2t$  и  $y = 1 + t$ . Это тело обозначено буквой

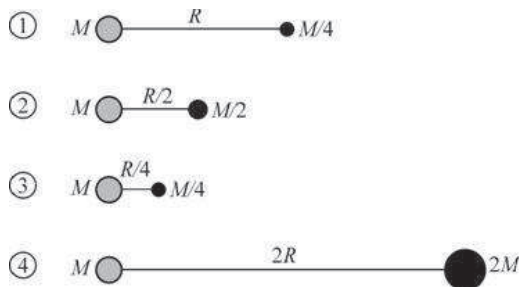


- 1) А                      2) Б                      3) В                      4) Г

**A2** Модуль скорости равномерного вращения спутника вокруг планеты по орбите радиусом  $r$

- 1) прямо пропорционален корню квадратному из массы планеты  
 2) обратно пропорционален массе планеты  
 3) прямо пропорционален квадрату массы планеты  
 4) не зависит от массы планеты

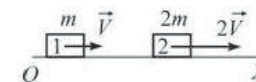
**A3** На рисунке изображены четыре пары сферически симметричных точечных тел, расположенных относительно друг друга на разных расстояниях между центрами этих тел.



Считая, что сила взаимодействия двух тел одинаковых масс  $M$ , находящихся на расстоянии  $R$  друг от друга, равна  $F_0$ , определите, для какой пары тел сила гравитационного взаимодействия равна  $\frac{F_0}{4}$ .

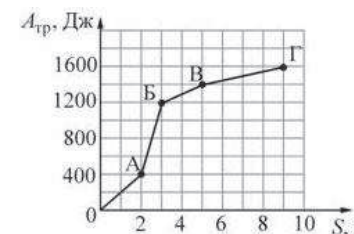
- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A4** Два бруска массой  $m$  и  $2m$  равномерно движутся вдоль прямой  $OX$  (см. рисунок). В системе отсчёта, связанной с бруском 2, модуль импульса первого бруска равен



- 1)  $mV$                       2)  $2mV$                       3)  $3mV$                       4)  $4mV$

**A5** Сани равномерно перемещают по горизонтальной плоскости с переменным коэффициентом трения. На рисунке изображён график зависимости модуля работы силы трения  $A_{тр}$  от пройденного пути  $S$ . Отношение максимального коэффициента трения к минимальному на пройденном пути равно



- 1) 4                      2) 8                      3) 16                      4) 20

**A6** Однородная сплошная балка массой  $M$  уравновешена на остroконечной опоре. Опору передвигают вправо на  $\frac{1}{4}$  длины балки (см. рисунок).



Какую силу  $F$  требуется приложить к концу  $A$  балки для сохранения равновесия?

- 1)  $Mg$                       2)  $\frac{Mg}{2}$                       3)  $\frac{Mg}{3}$                       4)  $\frac{Mg}{4}$

**A7** Дима и Лена схематически изобразили на доске движение броуновской частицы.

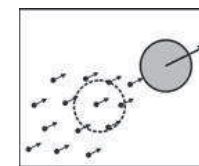


рисунок Димы

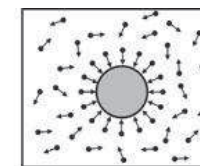
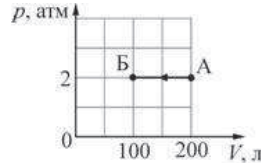


рисунок Лены

Отвечающим модели броуновского движения можно признать рисунок, сделанный

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

**A8** На рисунке изображён процесс перехода идеального газа из состояния А в состояние Б.



В состоянии Б абсолютная температура этого газа

- 1) в 2 раза больше, чем в состоянии А
- 2) в 2 раза меньше, чем в состоянии А
- 3) в 4 раза больше, чем в состоянии А
- 4) равна температуре газа в состоянии А

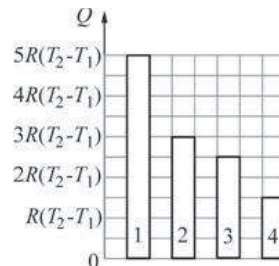
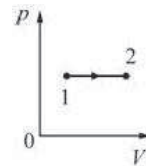
**A9** В таблице указана плотность газов при нормальном атмосферном давлении.

Газ	Плотность газа, кг/м <sup>3</sup>
азот	1,25
водород	0,09
ксенон	5,9
хлор	3,2

При этом наибольшую среднеквадратичную скорость имеют молекулы

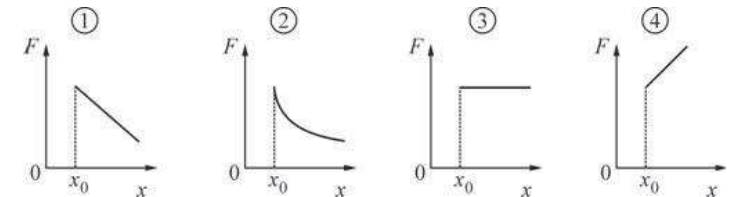
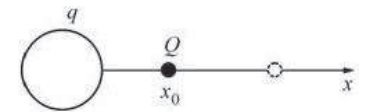
- 1) азота
- 2) водорода
- 3) ксенона
- 4) хлора

**A10** Два моля одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 с температурой  $T_1$  в состояние 2 с температурой  $T_2$  (см. рисунок). Количество теплоты, которое в этом процессе сообщено газу, соответствует столбцу на гистограмме, обозначенному цифрой



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

**A11** Точечный положительный заряд  $Q$  находится на расстоянии  $x_0$  от центра непроводящего шара, равномерно по поверхности заряженного зарядом  $q$  (см. рисунок). Заряд  $Q$  начинают перемещать вдоль радиуса шара, удаляя от него. На каком из приведённых ниже графиков правильно изображена зависимость силы  $F$  кулоновского взаимодействия заряда  $Q$  с шаром от расстояния  $x$  между зарядом и центром шара?

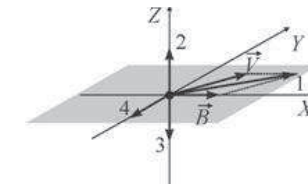


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A12** Идеальный амперметр и три резистора сопротивлением  $R = 11$  Ом,  $2R$  и  $3R$  включены последовательно в электрическую цепь, содержащую источник с ЭДС, равной 5 В, и внутренним сопротивлением  $r = 4$  Ом. Показания амперметра равны

- 1) 50 А
- 2) 2 А
- 3) 0,5 А
- 4)  $\approx 0,07$  А

**A13** Электрон, двигаясь со скоростью  $\vec{V}$ , лежащей в горизонтальной плоскости  $XU$  (на рисунке эта плоскость показана тонировкой), влетает в область однородного магнитного поля с индукцией  $\vec{B}$ , направленной вдоль оси  $X$ . Правильное направление силы Лоренца, действующей на электрон, изображено вектором под номером

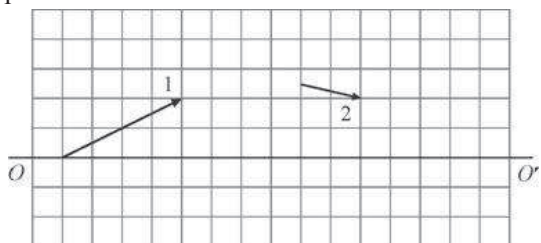


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

**A14** Имеются две заряженные частицы: первая находится в состоянии покоя, вторая движется с постоянной скоростью. Электромагнитные волны

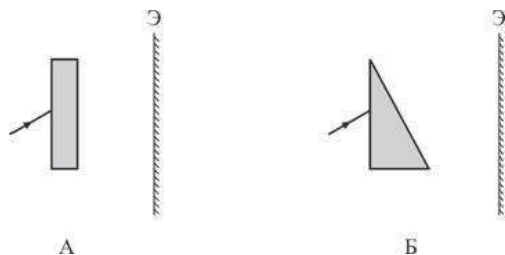
- 1) излучает только первая частица
- 2) излучает только вторая частица
- 3) излучает и первая, и вторая частица
- 4) не излучает ни первая, ни вторая частица

**A15** На рисунке изображены оптическая ось  $OO'$  тонкой собирающей линзы, луч света 1, падающий на эту линзу, и луч света 2, прошедший через эту линзу. На рисунке размер одной клеточки соответствует 1 см. Оптическая сила линзы приблизительно равна



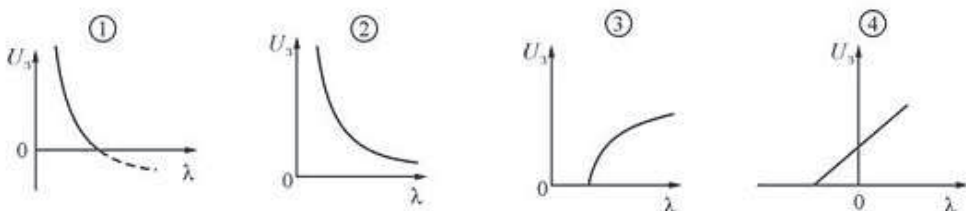
- 1) 5 дптр      2) 10 дптр      3) 25 дптр      4) 50 дптр

**A16** На плоскопараллельную стеклянную пластинку и стеклянную призму падает луч белого света (см. рисунок). Дисперсия света в виде радужных полос на экране



- 1) будет наблюдаться только в случае А  
 2) будет наблюдаться только в случае Б  
 3) будет наблюдаться и в случае А, и в случае Б  
 4) не будет наблюдаться ни в случае А, ни в случае Б

**A17** При экспериментальном изучении фотоэффекта получена зависимость запирающего напряжения  $U_3$  от длины волны  $\lambda$  света, падающего на металлическую пластинку. На каком рисунке правильно изображена эта зависимость?

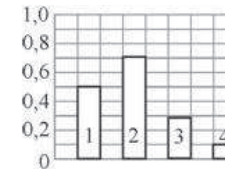


- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A18** Отношение массового числа к числу нейтронов равно  $\approx 1,94$  в ядре

- 1)  $^{30}_{14}\text{Si}$       2)  $^{144}_{55}\text{Cs}$       3)  $^{226}_{88}\text{Ra}$       4)  $^{35}_{17}\text{Cl}$

**A19** Доля атомов радиоактивного изотопа, распавшихся за промежуток времени, равного половине периода полураспада, обозначена на гистограмме цифрой



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

**A20** Показания сухого и влажного термометров, установленных в некотором помещении, соответственно равны  $23^\circ\text{C}$  и  $17^\circ\text{C}$ . Используя данные таблиц, определите абсолютную влажность воздуха в помещении, где установлены данные термометры. В первой таблице приведена относительная влажность, выраженная в %.

Температура сухого термометра, $^\circ\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометров, $^\circ\text{C}$			
	3	4	5	6
15	71	61	52	44
16	71	62	54	45
17	72	64	55	47
18	73	64	56	48
19	74	65	58	50
20	74	66	59	51
21	75	67	60	52
22	76	68	61	54
23	76	69	61	55
24	77	69	62	56
25	77	70	63	57

Температура, $^\circ\text{C}$	Плотность насыщенных паров воды $\rho$ , $\text{г/м}^3$
15	12,8
16	13,6
17	14,5
18	15,4
19	16,3
20	17,3
21	18,3
22	19,4
23	20,6
24	21,8
25	23,0

- 1)  $20,6 \text{ г/м}^3$       2)  $14,5 \text{ г/м}^3$       3)  $11,3 \text{ г/м}^3$       4)  $8,0 \text{ г/м}^3$



**A21** К источнику тока подключены реостат, амперметр и вольтметр (рисунок 1). При изменении положения ползунка реостата в результате наблюдения за приборами были получены зависимости, изображённые на рисунках 2 и 3 ( $R$  – сопротивление включённой в цепь части реостата).

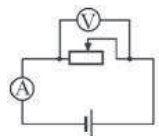


рис. 1

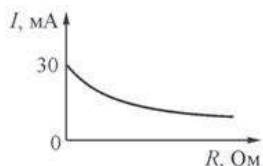


рис. 2

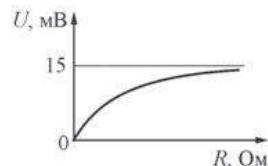


рис. 3

Выберите верное(-ые) утверждение(-я), если таковое(-ые) имеется(-ются).

А. Внутреннее сопротивление источника тока равно 2 Ом.

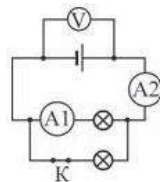
Б. ЭДС источника тока равна 15 мВ.

- 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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.*

**В1** Электрическая цепь состоит из источника ЭДС с некоторым внутренним сопротивлением, двух одинаковых лампочек, ключа, вольтметра и двух амперметров (см. рисунок). Измерительные приборы можно считать идеальными. Как изменятся показания приборов, если разомкнуть ключ? 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.

**ПОКАЗАНИЕ ПРИБОРА      ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ**

- А) показание вольтметра      1) увеличится  
Б) показание амперметра А1      2) уменьшится  
В) показание амперметра А2      3) не изменится

Ответ:

А	Б	В

**В2** Один моль одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, изображённый на рисунке 1. Как изменятся следующие физические величины, если заменить исходный циклический процесс на процесс, изображённый на рисунке 2: количество теплоты, полученное газом от нагревателя; работа газа за один цикл; КПД цикла?

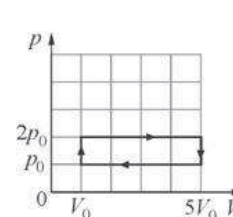


рис. 1

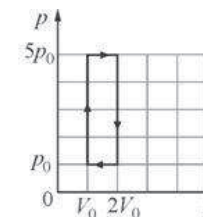


рис. 2

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.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

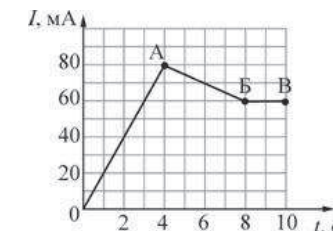
**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- А) количество теплоты, полученное газом от нагревателя      1) увеличится  
Б) работа газа за один цикл      2) уменьшится  
В) КПД цикла      3) не изменится

Ответ:

А	Б	В

**В3** На рисунке представлен график зависимости силы тока  $I$  в катушке индуктивностью 10 мГн от времени  $t$ .



Установите соответствие между участками графика и значениями модуля ЭДС самоиндукции.

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

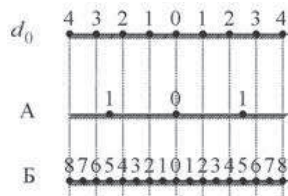
**УЧАСТОК ГРАФИКА**    **МОДУЛЬ ЭДС САМОИНДУКЦИИ**

- |       |             |
|-------|-------------|
| А) АБ | 1) 0 В      |
| Б) БВ | 2) 0,0075 В |
|       | 3) 0,05 мВ  |
|       | 4) 0,0025 В |
|       | 5) 0,2 мВ   |

Ответ:

А	Б

**В4** На дифракционную решётку с периодом  $d_0$  нормально падает монохроматический пучок света, а за решёткой расположен объектив, в фокальной плоскости которого наблюдаются дифракционные максимумы (см. рисунок). Точками показаны дифракционные максимумы, а цифрами обозначены их номера. Углы дифракции малы. Эту дифракционную решётку поочерёдно заменяют другими дифракционными решётками – А, Б и В. Установите соответствие между схемами дифракционных максимумов и периодами используемых дифракционных решёток.



**СХЕМА ДИФРАКЦИОННЫХ МАКСИМУМОВ**

**ПЕРИОД ДИФРАКЦИОННОЙ РЕШЁТКИ**

- |      |                     |
|------|---------------------|
| А) А | 1) $4d_0$           |
| Б) Б | 2) $\frac{d_0}{4}$  |
|      | 3) $2d_0$           |
|      | 4) $\frac{2d_0}{3}$ |
|      | 5) $\frac{2d_0}{5}$ |

Ответ:

А	Б

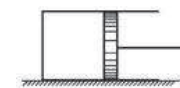
**Часть 3**

**Задания части 3 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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.**

**A22** Груз начинает свободно падать с некоторой высоты без начальной скорости. Пролетев 40 м, груз приобрёл скорость 20 м/с. На этом участке пути отношение изменения кинетической энергии груза к работе силы сопротивления воздуха равно

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

**A23** Поршень может свободно без трения перемещаться вдоль стенок горизонтального цилиндрического сосуда. В объёме, ограниченном дном сосуда и поршнем, находится воздух (см. рисунок). Площадь поперечного сечения сосуда равна  $25 \text{ см}^2$ , расстояние от дна сосуда до поршня равно 20 см, атмосферное давление 100 кПа, давление воздуха в сосуде равно атмосферному. Поршень медленно перемещают на 5 см вправо, при этом температура воздуха не меняется. Какую силу требуется приложить, чтобы удержать поршень в таком положении?



- 1) 50 Н                      2) 83,3 Н                      3) 200 Н                      4) 333,3 Н

**A24** Две тонкие вертикальные металлические пластины расположены параллельно друг другу, расстояние между ними равно 2 см. Площадь поперечного сечения каждой из пластин равна  $15000 \text{ см}^2$ . Левая пластина имеет заряд  $q = 5 \text{ пКл}$ , заряд второй пластины  $-q$ . Модуль напряжённости электрического поля между пластинами на расстоянии 0,5 см от правой пластины равен

- 1) 0 В/м                      2)  $\approx 0,19 \text{ В/м}$                       3)  $\approx 0,75 \text{ В/м}$                       4)  $\approx 0,38 \text{ В/м}$

**A25** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 6 мкТл. Угловая скорость вращения электрона равна

- 1)  $\approx 1,1 \text{ рад/с}$                       2)  $3,7 \cdot 10^5 \text{ рад/с}$   
 3)  $\approx 9,4 \cdot 10^{-7} \text{ рад/с}$                       4)  $\approx 1,05 \cdot 10^6 \text{ рад/с}$

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.**

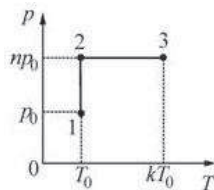
**Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

- С1** Объясните, основываясь на известных физических законах и закономерностях, почему длины органичных труб разные: у труб с высокими тонами – маленькие, а у басовых труб – большие. Органная труба открыта с обоих концов и звучит при продувании через неё потока воздуха.

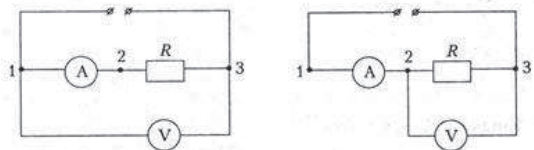
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.**

- С2** Известно, что один оборот вокруг своей оси Луна совершает примерно за 28 земных суток, а масса Луны составляет  $\frac{1}{81}$  от массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Луны, чтобы он всё время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом  $R_3 \approx 42\,000$  км.

- С3** 1 моль идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 2, а потом – в состояние 3 так, как это показано на  $(p, T)$  диаграмме. Начальная температура газа равна  $T_0 = 280$  К. Определите работу газа при переходе из состояния 2 в состояние 3, если  $k = 4$ .



- С4** Школьник собрал схему, изображённую на первом рисунке. После её подключения к идеальному источнику постоянного напряжения оказалось, что амперметр показывает ток  $I_1 = 0,95$  А, а вольтметр – напряжение  $U_1 = 12$  В. Когда школьник переключил один из проводников вольтметра от точки 1 к точке 2 (см. второй рисунок), вольтметр стал показывать напряжение  $U_2 = 11,9$  В, а амперметр – ток  $I_2 = 1$  А. Во сколько раз сопротивление вольтметра больше сопротивления амперметра?



- С5** Определите фокусное расстояние тонкой линзы, если линейные размеры изображения тонкого карандаша, помещённого на расстоянии  $a = 48$  см от линзы и расположенного перпендикулярно главной оптической оси, меньше размеров карандаша в  $n = 2$  раза.

- С6** Согласно гипотезе де Бройля, все частицы обладают волновыми свойствами. Длина волны для частицы массой  $m$ , имеющей скорость  $v$ , составляет  $\lambda = \frac{h}{mv}$ , где  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж · с – постоянная Планка. Для того чтобы можно было применять модель идеального газа, среднее расстояние  $l$  между молекулами газа должно быть, в частности, гораздо больше  $\lambda$ . При какой температуре  $T$  для инертного газа гелия  $l \approx 5\lambda$ , если концентрация его молекул равна  $n = 1,3 \cdot 10^{25}$  м<sup>-3</sup>?

Масса молекулы гелия равна  $m = 6,6 \cdot 10^{-24}$  г.