

**Диагностическая работа  
по ФИЗИКЕ**

2 апреля 2010 года

11 класс

Вариант № 1

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношение между различными единицами

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

### Масса частиц

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

<b>Плотность</b>		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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{C}$

### Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	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 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** На соревнованиях по бегу спортсмен в течение первых двух секунд после старта двигался равноускоренно по прямой дорожке и разогнался из состояния покоя до скорости 10 м/с. Какой путь прошел спортсмен за это время?

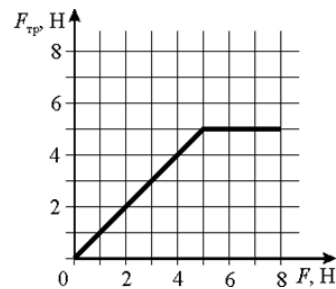
- 1) 5 м                      2) 10 м                      3) 20 м                      4) 40 м

**A2** Подводная лодка плывет под водой в спокойном море, описывая окружность в горизонтальной плоскости. Скорость лодки постоянна по модулю. Какие из приведенных ниже утверждений являются правильными? Систему отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной.

- 1) Сумма сил, действующих на лодку, равна нулю.  
 2) Равнодействующая приложенных к лодке сил направлена к центру окружности, по которой движется лодка.  
 3) Равнодействующая приложенных к лодке сил направлена от центра окружности, по которой движется лодка.  
 4) Ускорение подводной лодки постоянно по модулю, но изменяется по направлению.

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

**A3** Кубик массой 1 кг покоится на горизонтальном шероховатом столе. К кубику прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ . На графике показана зависимость силы сухого трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на кубик, от модуля силы  $F$ . Чему равен коэффициент трения скольжения между кубиком и столом?



- 1) 0,1                      2) 0,25                      3) 0,5                      4) 1

**A4** Тело движется вдоль прямой линии с постоянной скоростью 2 м/с. Если на тело подействовать в течение 2 с постоянной по модулю силой 2 Н, направленной вдоль этой прямой, то скорость тела увеличится по модулю в 3 раза. Чему равна масса тела?

- 1) 0,5 кг                      2) 1 кг                      3) 2 кг                      4) 4 кг

**A5** Маленький камушек находится на высоте 2 м над горизонтальным столом. Камушек начинает падать на стол. Как и во сколько раз изменится потенциальная энергия камушка относительно поверхности стола к моменту, в который камушек будет находиться на высоте 0,5 м над столом?

- 1) уменьшится в 2 раза  
 2) увеличится в 2 раза  
 3) уменьшится в 4 раза  
 4) увеличится в 4 раза

**A6** Груз совершает гармонические колебания на пружине жесткостью 10 Н/м. При этом его координата  $x$  изменяется с течением времени  $t$  по закону  $x = 0,1 \cos \pi t$  (координата измеряется в м). Чему равна максимальная энергия упругой деформации пружины при таких колебаниях?

- 1) 10 Дж                      2) 0,1 Дж                      3) 0,5 Дж                      4) 50 мДж

**A7** Тепловоз массой 175 т создает постоянную силу тяги и тащит за собой пустой товарный вагон массой 25 т. Как и во сколько раз изменится ускорение этого состава, если загрузить в вагон 50 т угля? Спротивление движению состава не учитывать.

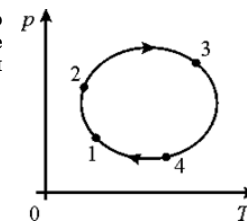
- 1) уменьшится в 1,25 раза  
 2) увеличится в 1,25 раза  
 3) не изменится  
 4) уменьшится в 2 раза

**A8** В закрытом сосуде находится смесь атомов аргона и гелия при температуре 300 К. Какие из приведенных ниже утверждений являются правильными?

- А) Средняя кинетическая энергия теплового движения атома аргона равна средней кинетической энергии теплового движения атома гелия.  
 Б) Средняя кинетическая энергия теплового движения атома аргона больше средней кинетической энергии теплового движения атома гелия.  
 В) Средняя кинетическая энергия теплового движения атома аргона меньше средней кинетической энергии теплового движения атома гелия.  
 Г) Среднеквадратичная скорость атома аргона равна среднеквадратичной скорости атома гелия.

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

**A9** На рисунке показан график зависимости давления  $p$  идеального газа от его абсолютной температуры  $T$  в циклическом процессе 1–2–3–4. В каком из состояний (1, 2, 3 или 4) объем газа был больше?

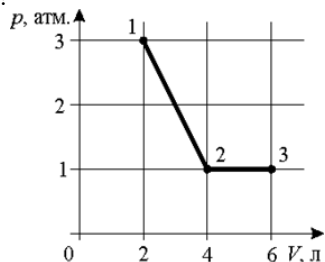


- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A10** В некотором процессе температура идеального газа росла, а объем все время увеличивался. Газ в этом процессе

- 1) получал теплоту  
 2) отдавал теплоту  
 3) не обменивался теплотой с окружающими телами  
 4) мог как получать, так и отдавать теплоту

**A11** Идеальный одноатомный газ перешел из состояния 1 в состояние 3. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?

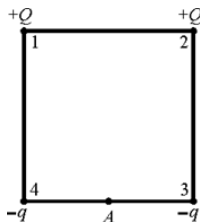


- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась
- 4) однозначно ответить нельзя

**A12** КПД идеальной тепловой машины равен 40%. Температуру тела, использующегося тепловой машиной в качестве нагревателя, увеличили на 100 К. Как и на сколько нужно изменить температуру тела, использующегося тепловой машиной в качестве холодильника, для того, чтобы КПД остался прежним?

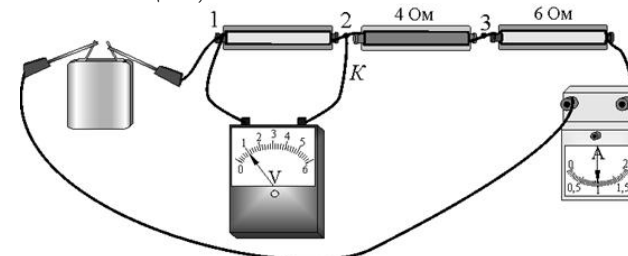
- 1) уменьшить на 100 К
- 2) увеличить на 100 К
- 3) уменьшить на 40 К
- 4) увеличить на 60 К

**A13** В вершинах 1 и 2 квадрата находятся одинаковые положительные точечные заряды  $+Q$ , а в вершинах 3 и 4 – одинаковые отрицательные точечные заряды  $-q$ . Точка  $A$  – середина стороны 3–4. Куда направлен в точке  $A$  вектор напряженности электростатического поля, создаваемого зарядами?



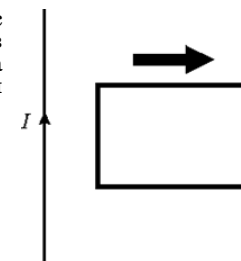
- 1) от точки 3 к точке 4 ( $\leftarrow$ )
- 2) от точки 4 к точке 3 ( $\rightarrow$ )
- 3) перпендикулярно линии 3–4 вверх ( $\uparrow$ )
- 4) перпендикулярно линии 3–4 вниз ( $\downarrow$ )

**A14** На рисунке представлена электрическая цепь. Амперметр, вольтметр и батарейка – идеальные. Какое напряжение покажет вольтметр, если переключить его контакт, обозначенный буквой  $K$ , из точки 2 в точку 3 цепи? Контакт вольтметра, присоединенный к точке 1 цепи, остается на своем месте.



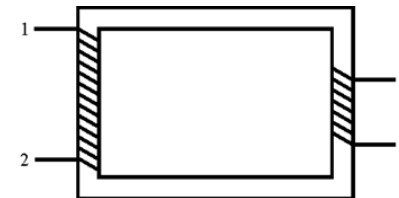
- 1) 1 В
- 2) 4 В
- 3) 5 В
- 4) 10 В

**A15** По длинному прямому проводу течет постоянный ток  $I$ . Рядом с проводом покоится прямоугольная рамка, изготовленная из тонкой медной проволоки, расположенная так, как показано на рисунке. Если начать двигать рамку в направлении, показанном большой черной стрелкой, то



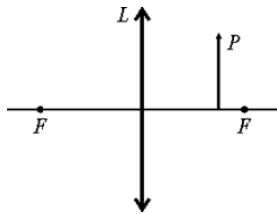
- 1) в рамке будет течь электрический ток, направленный по часовой стрелке
- 2) в рамке будет течь электрический ток, направленный против часовой стрелки
- 3) в рамке будет течь электрический ток, направление которого предсказать невозможно
- 4) в рамке не будет течь электрический ток

**A16** На рисунке схематически изображен трансформатор. К контактам 1 и 2 его первичной обмотки подключен источник переменного гармонического напряжения с амплитудой 310 В. Амплитуда переменного гармонического напряжения на контактах 3 и 4 вторичной обмотки



- 1) больше 310 В
- 2) меньше 310 В
- 3) равна 310 В
- 4) равна 0 В

**A17** При рассматривании мелкого предмета  $P$  через линзу  $L$  его помещают перед линзой так, как показано на рисунке (буквами  $F$  обозначены положения фокусов линзы). Изображение, даваемое при этом линзой, получается



- 1) действительным, увеличенным и прямым
- 2) действительным, увеличенным и перевернутым
- 3) мнимым, увеличенным и прямым
- 4) мнимым, увеличенным и перевернутым

**A18** Если в лужу на дороге попадает немного машинного масла, то на ее поверхности образуется тонкая масляная пленка, на которой в солнечный день можно наблюдать разноцветные радужные полосы. Их возникновение объясняется

- 1) дисперсией солнечного света при его прохождении через тонкую пленку масла на поверхности воды
- 2) дифракцией солнечного света на молекулах масла
- 3) интерференцией солнечного света в тонкой масляной пленке на поверхности воды
- 4) фокусировкой солнечного света при его прохождении через тонкую пленку масла на поверхности воды

**A19** Протон, движущийся прямолинейно с постоянной скоростью, влетает в однородное постоянное магнитное поле с индукцией  $6,5 \text{ Тл}$  и начинает двигаться по окружности. При этом вектор скорости протона перпендикулярен вектору индукции магнитного поля. Чему равен период обращения протона по этой окружности?

- 1)  $\approx 5 \text{ нс}$
- 2)  $\approx 10 \text{ нс}$
- 3)  $\approx 15 \text{ мс}$
- 4)  $\approx 10 \text{ мкс}$

**A20** Длина волны де Бройля электрона  $0,5 \text{ нм}$ , а длина волны де Бройля протона  $2 \text{ нм}$ . Как и во сколько раз импульс электрона отличается от импульса протона?

- 1) импульс электрона в 4 раза больше импульса протона
- 2) импульс электрона в 4 раза меньше импульса протона
- 3) импульсы электрона и протона одинаковы
- 4) импульс электрона в 2,5 раза больше импульса протона

**A21** В термоядерной реакции участвуют два ядра дейтерия  ${}^2_1\text{H}$ . В результате этой реакции образуются протон и

- 1) три ядра водорода  ${}^1_1\text{H}$
- 2) ядро гелия  ${}^3_2\text{He}$
- 3) ядро трития  ${}^3_1\text{H}$
- 4) ядро гелия  ${}^4_2\text{He}$

**A22** В пробирке находятся  $4 \cdot 10^{18}$  ядер радиоактивного газа радона  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ . При наблюдении за его радиоактивным распадом получена зависимость числа  $N$  распавшихся ядер от времени  $t$ . Эта зависимость оформлена в виде таблицы. Чему равен период полураспада радона  ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ ?

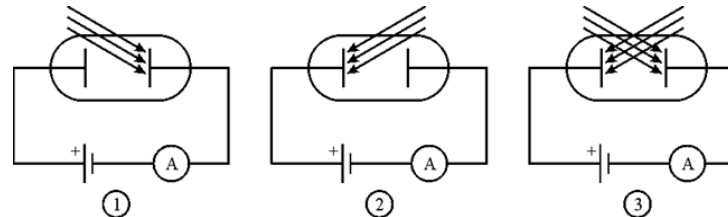
$t$ , суток	0	0,8	1,8	2,8	3,8	4,8	5,8
$N$ , $10^{18}$	0	0,543	1,12	1,60	2,00	2,33	2,61

- 1)  $\approx 0,8$  суток
- 2)  $\approx 1,8$  суток
- 3)  $\approx 3,8$  суток
- 4)  $\approx 5,8$  суток

**A23** Импульс фотона 1 равен  $10^{-27} \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ , а энергия фотона 2 равна  $5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . У какого из фотонов больше длина волны?

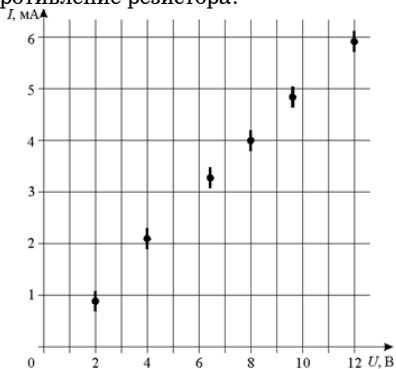
- 1) у фотона 1
- 2) у фотона 2
- 3) у фотонов 1 и 2 длины волн одинаковые с точностью до 1%
- 4) соотношение между длинами волн фотонов 1 и 2 установить невозможно

**A24** При изучении фотоэффекта была выдвинута гипотеза, что фотоны, падающие на поверхность металлической пластины, выбивают из нее только отрицательно заряженные частицы – электроны. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие из опытов, схемы которых представлены на рисунках, нужно провести на этой установке для проверки гипотезы? Стрелками показано направление падения света.



- 1) только опыт 1
- 2) только опыт 2
- 3) опыт 1 и опыт 2
- 4) все три опыта

**A25** На графике представлен экспериментально полученный график зависимости силы тока  $I$ , текущего через резистор, от напряжения  $U$  на нем. Погрешность измерения напряжения очень мала, а погрешность измерения силы тока составляет  $\Delta I = \pm 0,2$  мА. Чему примерно равно сопротивление резистора?



- 1) 0,5 кОм      2) 1 кОм      3) 1,5 кОм      4) 2 кОм

**Часть 2**

Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

**В1** В закрытом вертикальном сосуде под тяжелым поршнем, который может двигаться без трения, находится неизменное количество идеального газа. От газа медленно отводят некоторое количество теплоты. Как в результате этого процесса изменятся следующие физические величины, перечисленные в первом столбце?

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ      ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- |                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| А) давление газа           | 1) увеличится   |
| Б) объем газа              | 2) уменьшится   |
| В) внутренняя энергия газа | 3) не изменится |

Ответ: 

А	Б	В

**В2** Установите соответствие между физическими моделями и физическими явлениями, для описания которых могут использоваться эти модели (для каждой физической модели укажите один номер соответствующего физического явления).

**ФИЗИЧЕСКАЯ  
МОДЕЛЬ**

- А) идеальный газ  
Б) адиабатный процесс

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

- 1) превращение газообразного азота в жидкий при понижении температуры
- 2) нагревание воздуха, находящегося в закрытом сосуде при нормальных условиях
- 3) быстрое сжатие топливной смеси в камере сгорания двигателя Дизеля
- 4) расширение ртути в термометре при повышении температуры

Ответ: 

А	Б

Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

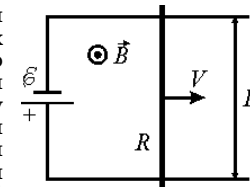
**В3** Брусок массой 1 кг соскальзывает с вершины наклонной плоскости высотой 0,5 м. Угол при основании наклонной плоскости равен  $45^\circ$ . К моменту, когда брусок достиг основания наклонной плоскости, действующая на него сила трения скольжения совершила работу  $-1,5$  Дж. Чему равен коэффициент трения скольжения бруска о плоскость?

Ответ:

**В4** В теплоизолированный сосуд с большим количеством воды, имеющей температуру  $0^\circ\text{C}$ , положили кусок льда массой 1 кг и температурой  $-33^\circ\text{C}$ . Какая масса льда окажется в сосуде после установления в нем теплового равновесия? Теплоемкостью сосуда можно пренебречь. Ответ выразите в килограммах, округлив до десятых долей.

Ответ:

**В5** На горизонтальном столе закреплены на расстоянии  $L = 20$  см друг от друга два параллельных металлических рельса. К их левым концам подсоединен источник постоянного напряжения  $\mathcal{E} = 12$  В. По рельсам двигают вправо с постоянной скоростью  $V = 5$  м/с тонкую проводящую перемычку сопротивлением  $R = 11$  Ом так, как показано на рисунке. Вся система находится в постоянном однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл. Какая тепловая мощность выделяется в перемычке при протекании в ней электрического тока? Сопротивлением рельсов и источника пренебречь. Ответ выразите в Вт.

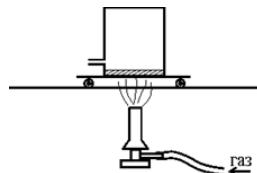


Ответ:

Часть 3

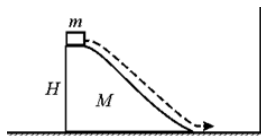
**Задания C1 – C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**C1** Закрытая банка с небольшим количеством воды снабжена тонкой горизонтальной трубкой для выхода пара. Банка помещена на тележку, которая катается с малым трением по горизонтальным рельсам. Под неподвижной вначале тележкой стоит газовая горелка, которая может нагревать банку (см. рисунок).



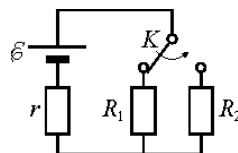
Опишите процессы превращения энергии, которые будут происходить в данной системе после зажигания горелки под банкой, а также причины и характер движения банки.

**C2** На гладкой горизонтальной плоскости стоит гладкая горка высотой  $H = 24$  см и массой  $M = 1$  кг, а на ее вершине лежит небольшая шайба массой  $m = 200$  г (см. рисунок). После легкого толчка шайба соскальзывает с горки и движется перпендикулярно стенке, закрепленной в вертикальном положении на плоскости. С какой скоростью  $v$  шайба приближается к стенке по плоскости?



**C3** Идеальная тепловая машина использует в качестве нагревателя и холодильника два больших резервуара: один – с водяным паром при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ , а другой – со льдом при температуре  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . Спустя некоторое время после начала ее работы выяснилось, что в холодном резервуаре расплавилась масса льда, равная  $m_2 = 0,51$  кг. Какая масса  $m_1$  пара при этом сконденсировалась в горячем резервуаре? Теплообменом резервуаров с окружающей средой можно пренебречь. Ответ выразите в граммах, округлив до целых.

**C4** В схеме, изображенной на рисунке, после переключения ключа  $K$  оказалось, что тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе сопротивлением  $R_2 = 20$  Ом, равна той, что выделялась на резисторе сопротивлением  $R_1 = 5$  Ом до переключения ключа. Чему равно внутреннее сопротивление  $r$  источника тока?



**C5** Катушка, содержащая несколько витков провода, резистор и конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ соединены последовательно и образуют замкнутую цепь. В некоторый момент времени включают внешнее магнитное поле, и поток магнитной индукции  $\Phi$  через витки катушки начинает увеличиваться с течением времени  $t$  по закону  $\Phi = at$ , где  $a = 10^{-2}$  Вб/с. Какой по величине заряд  $q$  установится на пластинах конденсатора спустя достаточно длительное время после начала процесса? Индуктивностью катушки пренебречь.

**C6** При длительном освещении монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 450$  нм незаряженного металлического шарика, находящегося в вакууме, выяснилось, что потенциал шарика достиг величины  $\phi = 0,95$  В, после чего перестал возрастать. Чему равна работа выхода электронов из металла шарика? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.

**Диагностическая работа  
по ФИЗИКЕ**

**2 апреля 2010 года**

**11 класс**

**Вариант № 2**

Район \_\_\_\_\_

Город (населенный пункт) \_\_\_\_\_

Школа \_\_\_\_\_

Класс \_\_\_\_\_

Фамилия \_\_\_\_\_

Имя \_\_\_\_\_

Отчество \_\_\_\_\_

**Инструкция по выполнению работы**

На выполнение экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа. Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время. За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношение между различными единицами

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

### Масса частиц

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

<b>Плотность</b>		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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	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  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{C}$

### Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	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 – A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

**A1** Водитель автобуса, ехавшего по прямой улице со скоростью 15 м/с, увидел красный сигнал светофора и нажал на педаль тормоза. После этого автобус начал двигаться равнозамедленно и через 10 секунд после начала торможения остановился. Какой путь прошел автобус за это время?

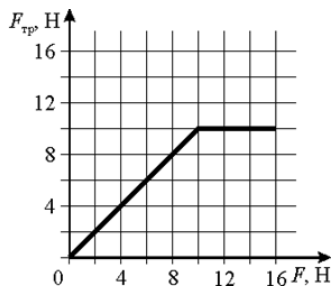
- 1) 75 м                      2) 225 м                      3) 150 м                      4) 300 м

**A2** Гоночный автомобиль движется на повороте по окружности с постоянной по модулю скоростью. Какие из приведенных ниже утверждений являются правильными?

- 1) Сумма сил, действующих на автомобиль, равна нулю.
- 2) Равнодействующая приложенных к автомобилю сил направлена к центру окружности, по которой движется автомобиль.
- 3) Действующая на автомобиль сила сопротивления воздуха направлена к центру окружности, по которой движется автомобиль.
- 4) Ускорение автомобиля равно нулю.

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

**A3** Кубик покоится на горизонтальном шероховатом столе. К кубику прикладывают горизонтально направленную силу  $\vec{F}$ . На графике показана зависимость силы сухого трения  $F_{тр.}$  действующей на кубик, от модуля силы  $F$ . Коэффициент трения скольжения между кубиком и столом равен 0,5. Чему равна масса кубика?



- 1) 1 кг                      2) 2 кг                      3) 4 кг                      4) 8 кг

**A4** Тело массой 1 кг движется прямолинейно с постоянной скоростью 6 м/с. В результате действия на тело постоянной по модулю силы 1 Н, направленной вдоль этой прямой, модуль скорости тела уменьшился в 3 раза. В течение какого промежутка времени сила действовала на тело?

- 1) 2 с                      2) 3 с                      3) 4 с                      4) 6 с

**A5** Камень массой 50 г бросают с поверхности земли вертикально вверх, и он поднимается на максимальную высоту 5 м. Какую работу совершает при этом сила тяжести?

- 1) 0 Дж                      2) -2,5 Дж                      3) 2,5 Дж                      4) 5 Дж

**A6** Груз математического маятника массой 10 г совершает гармонические колебания. При этом скорость  $v$  груза изменяется с течением времени  $t$  по закону  $v = 2\sin(0,5\pi t)$  (скорость измеряется в м/с). Чему равна максимальная кинетическая энергия груза при таких колебаниях?

- 1) 0,1 Дж                      2) 2 Дж                      3) 20 мДж                      4) 0,2 Дж

**A7** Тепловоз тянет за собой пустой товарный вагон. Сила тяги, которую развивает тепловоз, постоянна и равна 350 кН. При этом ускорение состава равно  $1,75 \text{ м/с}^2$ . Как и на сколько нужно изменить массу вагона для того, чтобы ускорение состава стало равным  $1,4 \text{ м/с}^2$ ? Сопротивление движению состава не учитывать.

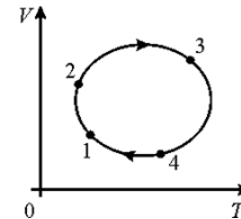
- 1) увеличить на 50 т
- 2) уменьшить на 50 т
- 3) увеличить на 25 т
- 4) никакое изменение массы вагона не приведет к изменению ускорения состава

**A8** В закрытом сосуде находится смесь атомов аргона и гелия при температуре 300 К. Смесь газов нагрели на 150 К. Какое из приведенных ниже утверждений является правильным?

- А) Средняя кинетическая энергия теплового движения атома аргона и средняя кинетическая энергия теплового движения атома гелия увеличились в 1,5 раза.
- Б) Средняя кинетическая энергия теплового движения атомов аргона и атомов гелия не изменились.
- В) Среднеквадратичная скорость атома аргона и среднеквадратичная скорость атома гелия не изменились.
- Г) Среднеквадратичная скорость атома аргона и среднеквадратичная скорость атома гелия увеличились в 1,5 раза.

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

**A9** На рисунке показан график зависимости объема  $V$  идеального газа от его абсолютной температуры  $T$  в циклическом процессе 1–2–3–4. В каком из состояний (1, 2, 3 или 4) давление газа было меньше?

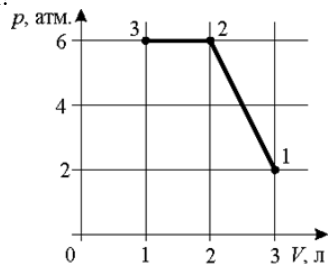


- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

**A10** В некотором процессе и давление, и объем идеального газа все время уменьшались. Газ в этом процессе

- 1) получал теплоту
- 2) отдавал теплоту
- 3) не обменивался теплотой с окружающими телами
- 4) мог как получать, так и отдавать теплоту

**A11** Идеальный одноатомный газ перешел из состояния 1 в состояние 3. Как изменилась при этом его внутренняя энергия?

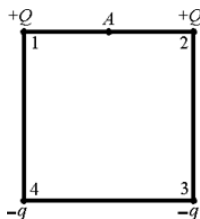


- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась
- 4) однозначно ответить нельзя

**A12** КПД идеальной тепловой машины равен 60%. Температуру тела, использующегося тепловой машиной в качестве холодильника, уменьшили на 20 К. Как и на сколько нужно изменить температуру тела, использующегося тепловой машиной в качестве нагревателя, для того, чтобы КПД остался прежним?

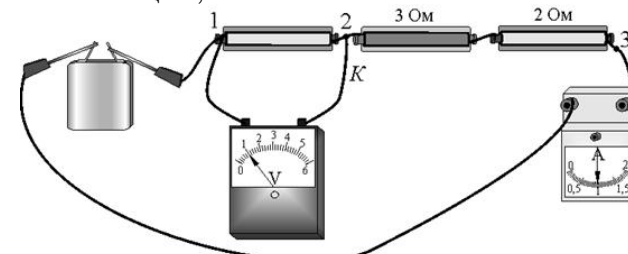
- 1) увеличить на 50 К
- 2) уменьшить на 50 К
- 3) увеличить на 20 К
- 4) уменьшить на 20 К

**A13** В вершинах 1 и 2 квадрата находятся одинаковые положительные точечные заряды  $+Q$ , а в вершинах 3 и 4 – одинаковые отрицательные точечные заряды  $-q$ . Точка А – середина стороны 1–2. Куда направлен в точке А вектор напряженности электростатического поля, создаваемого зарядами?



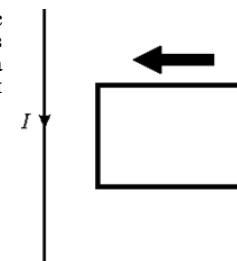
- 1) от точки 1 к точке 2 ( $\rightarrow$ )
- 2) от точки 2 к точке 1 ( $\leftarrow$ )
- 3) перпендикулярно линии 1–2 вверх ( $\uparrow$ )
- 4) перпендикулярно линии 1–2 вниз ( $\downarrow$ )

**A14** На рисунке представлена электрическая цепь. Амперметр, вольтметр и батарейка – идеальные. Какое напряжение покажет вольтметр, если переключить его контакт, обозначенный буквой К, из точки 2 в точку 3 цепи? Контакт вольтметра, присоединенный к точке 1 цепи, остается на своем месте.



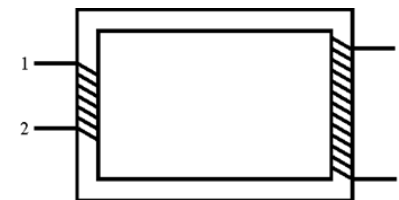
- 1) 1 В
- 2) 3 В
- 3) 5 В
- 4) 6 В

**A15** По длинному прямому проводу течет постоянный ток  $I$ . Рядом с проводом покоится прямоугольная рамка, изготовленная из тонкой медной проволоки, расположенная так, как показано на рисунке. Если начать двигать рамку в направлении, показанном большой черной стрелкой, то



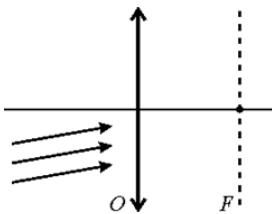
- 1) в рамке будет течь электрический ток, направленный по часовой стрелке
- 2) в рамке будет течь электрический ток, направленный против часовой стрелки
- 3) в рамке будет течь электрический ток, направление которого предсказать невозможно
- 4) в рамке не будет течь электрический ток

**A16** На рисунке схематически изображен трансформатор. К контактам 1 и 2 его первичной обмотки 1 подключен источник переменного гармонического напряжения с амплитудой 180 В. Амплитуда переменного гармонического напряжения на контактах 3 и 4 вторичной обмотки



- 1) больше 180 В
- 2) меньше 180 В
- 3) равна 180 В
- 4) равна 0 В

**A17** Через телескоп рассматривают удаленную звезду. Испускаемые звездой световые лучи можно считать параллельными и идущими под малым углом к оптической оси объектива  $O$  телескопа, как показано на рисунке. В качестве объектива используется длиннофокусная собирающая линза. Изображение, даваемое в этом случае объективом, является



- 1) действительным и находится перед фокальной плоскостью  $F$  линзы
- 2) мнимым и находится в фокальной плоскости  $F$  линзы
- 3) действительным и находится в фокальной плоскости  $F$  линзы
- 4) мнимым и находится за фокальной плоскостью  $F$  линзы

**A18** При прохождении солнечного света через стеклянную призму свет раскладывается в радужный спектр. Это объясняется

- 1) дифракцией света на задней грани призмы
- 2) интерференцией света, отраженного от разных граней призмы
- 3) дисперсией света – при его прохождении через стекло
- 4) фокусировкой света при его прохождении через стеклянную призму

**A19** Протон, движущийся прямолинейно с постоянной скоростью, влетает в однородное постоянное магнитное поле с индукцией 6,5 Тл и начинает двигаться по окружности. При этом вектор скорости протона перпендикулярен вектору индукции магнитного поля. Чему равна частота обращения протона по этой окружности?

- 1)  $\approx 10^9$  Гц
- 2)  $\approx 10^8$  Гц
- 3)  $\approx 10^5$  Гц
- 4)  $\approx 10^3$  Гц

**A20** Импульс фотона видимого света равен  $1,5 \cdot 10^{-27}$  кг·м/с, а импульс фотона электромагнитного излучения радиостанции равен  $7,5 \cdot 10^{-32}$  кг·м/с. Как и во сколько раз отличается энергия фотона видимого света от энергии фотона излучения радиостанции?

- 1) больше в 20000 раз
- 2) меньше в 200000 раз
- 3) больше в 2000 раз
- 4) энергии фотонов видимого света и излучения радиостанции одинаковы

**A21** В термоядерной реакции участвуют два ядра дейтерия  ${}^2_1\text{H}$ . В результате этой реакции образуются нейтрон и

- 1) три ядра водорода  ${}^1_1\text{H}$
- 2) ядро гелия  ${}^3_2\text{He}$
- 3) ядро трития  ${}^3_1\text{H}$
- 4) ядро гелия  ${}^4_2\text{He}$

**A22** В пробирке находятся  $8 \cdot 10^{18}$  ядер радиоактивного газа радона  ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ . При наблюдении за его радиоактивным распадом получена зависимость числа  $N$  еще не распавшихся ядер от времени  $t$ . Эта зависимость оформлена в виде таблицы. Чему равен период полураспада радона  ${}^{220}_{86}\text{Rn}$ ?

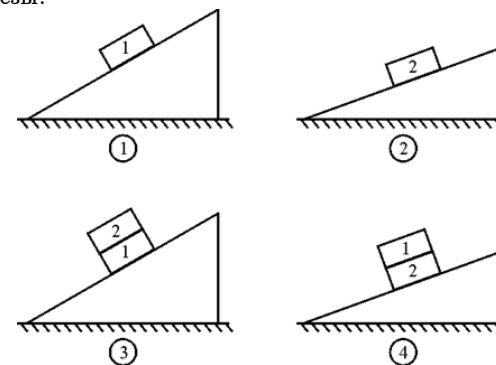
$t, \text{c}$	0	14	28	42	56	70	84
$N, 10^{18}$	8,00	6,73	5,66	4,76	4,00	3,36	2,83

- 1)  $\approx 14$  с
- 2)  $\approx 42$  с
- 3)  $\approx 56$  с
- 4)  $\approx 84$  с

**A23** Длина волны де Бройля частицы 1 равна 0,72 нм. Кинетическая энергия частицы 2 равна  $0,85 \cdot 10^{-15}$  Дж. Обе частицы движутся с одинаковыми скоростями 1000 км/с. У какой частицы масса меньше?

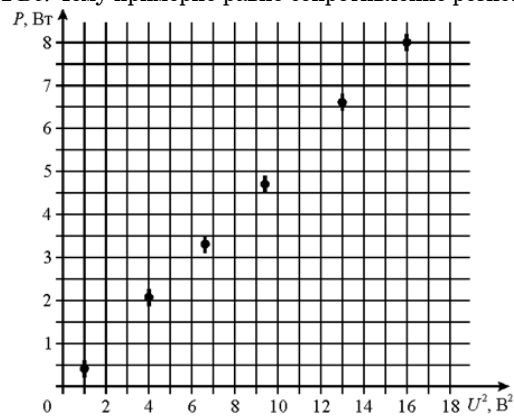
- 1) у частицы 2
- 2) у частицы 1
- 3) массы частиц 1 и 2 одинаковы
- 4) соотношение между массами частиц 1 и 2 установить невозможно

**A24** Для измерения коэффициента трения скольжения металлического бруска о дерево его помещают на деревянную наклонную плоскость, изготовленную из сосновых досок, и постепенно увеличивают угол ее наклона до тех пор, пока брусок не начинает соскальзывать вниз. Была выдвинута гипотеза, что коэффициент трения скольжения зависит от материала бруска, но не зависит от массы бруска. Для проверки этой гипотезы были проведены опыты с двумя брусками 1 и 2, изготовленными из разных металлов. Какие из опытов, схемы которых представлены на рисунках, нужно провести для проверки гипотезы?



- 1) 1 и 2
- 2) 3 и 4
- 3) 1 и 4
- 4) все четыре опыта

**A25** На графике представлен экспериментально полученный график зависимости мощности  $P$  постоянного тока, текущего через резистор, от квадрата напряжения на нем  $U^2$ . Погрешность измерения напряжения очень мала, а погрешность измерения мощности составляет  $\Delta P = \pm 0,2$  Вт. Чему примерно равно сопротивление резистора?



- 1) 0,5 Ом      2) 1 Ом      3) 1,5 Ом      4) 2 Ом

**Часть 2**

*Ответом к каждому из заданий В1 – В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.*

**В1** В закрытом теплоизолированном сосуде под поршнем, который может двигаться без трения, находится неизменное количество идеального газа. Двигая поршень, объем газа уменьшили в несколько раз. Как в результате этого процесса изменятся следующие физические величины, перечисленные в первом столбце?

<u>ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</u>	<u>ИХ ИЗМЕНЕНИЕ</u>
А) давление газа	1) увеличится
Б) температура газа	2) уменьшится
В) внутренняя энергия газа	3) не изменится

Ответ: 

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**В2** Установите соответствие между физическими явлениями и устройствами, в которых используются или наблюдаются эти явления (для каждого физического явления укажите один соответствующий номер устройства).

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

**УСТРОЙСТВО**

- |                        |  |
|------------------------|--|
| А) излучение радиоволн | 1) динамик                                   |
| Б) резонанс            | 2) провод с переменным током высокой частоты |
|                        | 3) микрофон                                  |
|                        | 4) радиоприемник                             |

Ответ: 

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

*Ответом к каждому из заданий В3 – В5 будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минуса) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.*

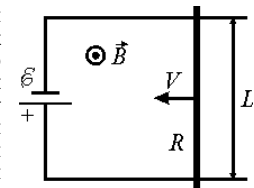
**В3** Брусок соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты. Угол наклона плоскости равен  $30^\circ$ . К моменту, когда брусок достиг основания наклонной плоскости, из-за действия силы трения скольжения выделилось количество теплоты 1,2 Дж. Какое количество теплоты выделится при соскальзывании бруска с той же высоты, если угол наклона плоскости увеличить до  $60^\circ$ ? Ответ выразите в Дж.

Ответ:

**В4** В пустой алюминиевый калориметр массой 1 кг, нагретый до температуры  $+50^\circ\text{C}$ , кладут кусок льда, имеющий температуру  $-50^\circ\text{C}$ . При какой максимальной массе льда после установления теплового равновесия весь лед в калориметре окажется расплавленным? Калориметр и его содержимое обмениваются теплотой только друг с другом. Ответ выразите в килограммах, округлив до десятых долей.

Ответ:

**В5** На горизонтальном столе закреплены на расстоянии  $L = 20$  см друг от друга два параллельных металлических рельса. К их левым концам подсоединен источник постоянного напряжения  $\mathcal{E} = 12$  В. По рельсам двигают влево с постоянной скоростью  $V = 5$  м/с тонкую проводящую перемычку сопротивлением  $R = 13$  Ом так, как показано на рисунке. Вся система находится в постоянном однородном вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл. Какая тепловая мощность выделяется в перемычке при протекании в ней электрического тока? Сопротивлением рельсов и источника пренебречь. Ответ выразите в Вт.

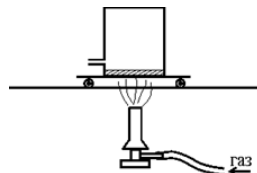


Ответ:

## Часть 3

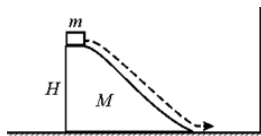
**Задания С1 – С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи.**

**С1** Закрытая банка с небольшим количеством воды снабжена тонкой горизонтальной трубкой для выхода пара. Банка помещена на тележку, которая катается с малым трением по горизонтальным рельсам. Под неподвижной вначале тележкой стоит газовая горелка, которая может нагревать банку (см. рисунок).



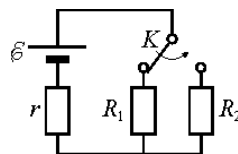
Опишите процессы превращения энергии, которые будут происходить в данной системе после зажигания горелки под банкой, а также причины и характер движения банки.

**С2** На гладкой горизонтальной плоскости стоит гладкая горка высотой  $H = 24$  см и массой  $M = 1$  кг, а на ее вершине лежит небольшая шайба массой  $m = 200$  г (см. рисунок). После легкого толчка шайба соскальзывает с горки и движется перпендикулярно стенке, закрепленной в вертикальном положении на плоскости. С какой скоростью  $v$  шайба приближается к стенке по плоскости?



**С3** Идеальная тепловая машина использует в качестве нагревателя и холодильника два больших резервуара: один – с водяным паром при температуре  $t_1 = 100^\circ\text{C}$ , а другой – со льдом при температуре  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . Спустя некоторое время после начала ее работы выяснилось, что в холодном резервуаре расплавилась масса льда, равная  $m_2 = 0,51$  кг. Какая масса  $m_1$  пара при этом сконденсировалась в горячем резервуаре? Теплообменом резервуаров с окружающей средой можно пренебречь. Ответ выразите в граммах, округлив до целых.

**С4** В схеме, изображенной на рисунке, после переключения ключа  $K$  оказалось, что тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе сопротивлением  $R_2 = 20$  Ом, равна той, что выделялась на резисторе сопротивлением  $R_1 = 5$  Ом до переключения ключа. Чему равно внутреннее сопротивление  $r$  источника тока?



**С5** Катушка, содержащая несколько витков провода, резистор и конденсатор емкостью  $C = 10$  мкФ соединены последовательно и образуют замкнутую цепь. В некоторый момент времени включают внешнее магнитное поле, и поток магнитной индукции  $\Phi$  через витки катушки начинает увеличиваться с течением времени  $t$  по закону  $\Phi = at$ , где  $a = 10^{-2}$  Вб/с. Какой по величине заряд  $q$  установится на пластинах конденсатора спустя достаточно длительное время после начала процесса? Индуктивностью катушки пренебречь.

**С6** При длительном освещении монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda = 450$  нм незаряженного металлического шарика, находящегося в вакууме, выяснилось, что потенциал шарика достиг величины  $\phi = 0,95$  В, после чего перестал возрастать. Чему равна работа выхода электронов из металла шарика? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.