

# Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

## Тренировочный вариант №3

### Инструкция по выполнению работы

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

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

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

При вычислениях 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.

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	$10^9$	санци	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	$10^{-12}$

<b>Константы</b>	
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

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

<b>Масса частиц</b>	
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>			
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	$13600 \text{ кг/м}^3$

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

<b>Удельная теплота</b>	
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  $0^\circ\text{С}$

<b>Молярная масса</b>			
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–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый – со скоростью  $\vec{v}$ , второй – со скоростью  $(-3\vec{v})$  относительно Земли. Какова скорость второго автомобиля относительно первого?

- 1)  $\vec{v}$                       2)  $-2\vec{v}$                       3)  $4\vec{v}$                       4)  $-4\vec{v}$

A2

Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 15 м/с                      2) 20,5 м/с                      3) 25 м/с                      4) 30 м/с

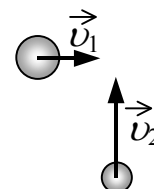
A3

Груз массой 6 кг стоит на полу лифта. Лифт начинает двигаться с постоянным ускорением. При этом сила давления груза на пол лифта составляет 66 Н. Чему равно и куда направлено ускорение лифта?

- 1)  $1 \text{ м/с}^2$ , вверх  
2)  $1 \text{ м/с}^2$ , вниз  
3)  $9 \text{ м/с}^2$ , вверх  
4)  $9 \text{ м/с}^2$ , вниз

A4

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

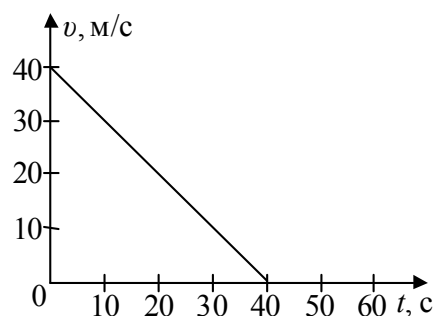


- 1)  $\rightarrow$                       2)  $\searrow$                       3)  $\nearrow$                       4)  $\uparrow$

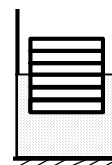
**A5**

Скорость автомобиля при торможении изменяется с течением времени в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Как изменилась кинетическая энергия автомобиля за первые 20 секунд торможения?

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

**A6**

Шесть одинаковых брусков толщиной  $h$  каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина ее погружения уменьшится на



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

**A7**

В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?

- 1) малую сжимаемость
- 2) текучесть
- 3) давление на дно сосуда
- 4) изменение объема при нагревании

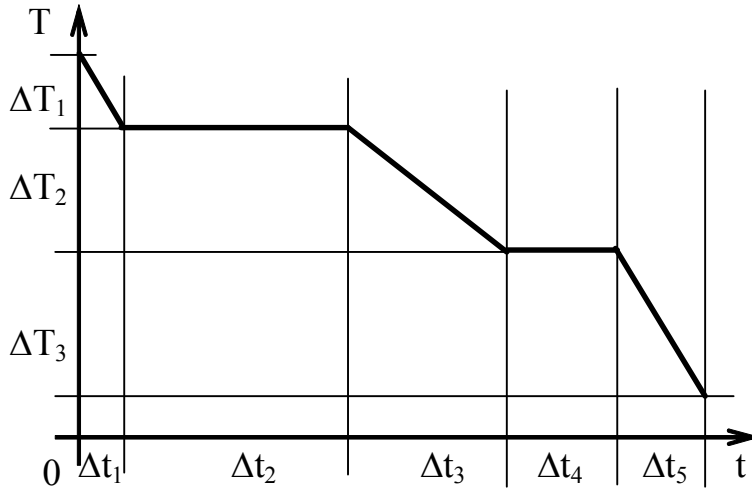
**A8**

В сосуде находится кислород. Концентрацию молекул этого газа уменьшили в 3 раза, а температуру повысили в 2 раза. В результате давление кислорода

- 1) повысилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 3 раза
- 3) повысилось в  $3/2$  раза
- 4) уменьшилось в  $3/2$  раза

**A9**

На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры  $T$  воды массой  $m$  от времени  $t$  при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью  $P$ . В момент времени  $t=0$  вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта?



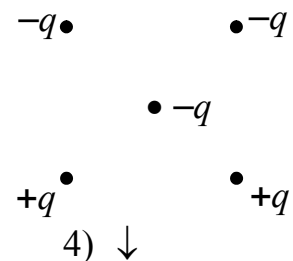
- 1)  $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$       2)  $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$       3)  $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$       4)  $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

**A10** Внутренняя энергия идеального газа в запаянном сосуде постоянного объема определяется

- 1) взаимодействием сосуда с газом и Земли
- 2) движением всего сосуда с газом
- 3) хаотическим движением молекул газа
- 4) действием на сосуд с газом внешних сил

**A11**

Как направлена кулоновская сила  $\vec{F}$ , действующая на отрицательный точечный заряд  $-q$ , помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды  $+q, +q, -q, -q$  (см. рисунок)?



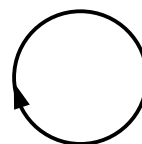
- 1)  $\rightarrow$       2)  $\leftarrow$       3)  $\uparrow$       4)  $\downarrow$

- A12** По участку цепи, состоящему из резисторов  $R_1 = 1$  кОм и  $R_2 = 3$  кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток  $I = 100$  мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время  $t = 1$  мин?



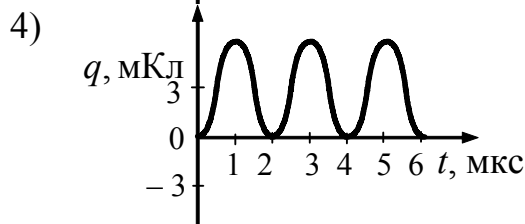
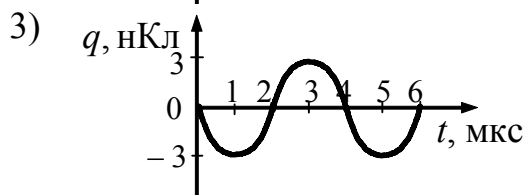
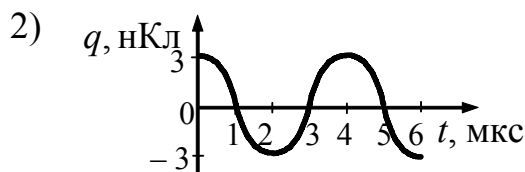
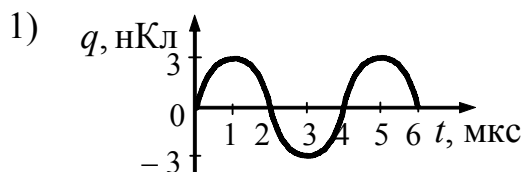
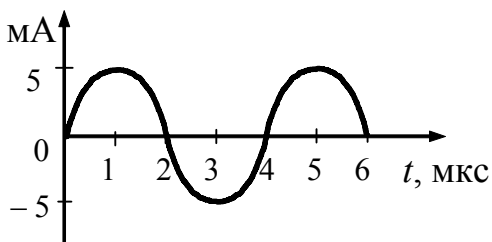
- 1) 2,4 Дж                      2) 40 Дж                      3) 2,4 кДж                      4) 40 кДж

- A13** На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

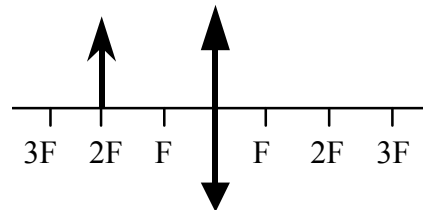


- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа  $\otimes$   
 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа  $\odot$   
 3) влево  $\leftarrow$   
 4) вправо  $\rightarrow$

- A14** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения заряда на одной из обкладок конденсатора?



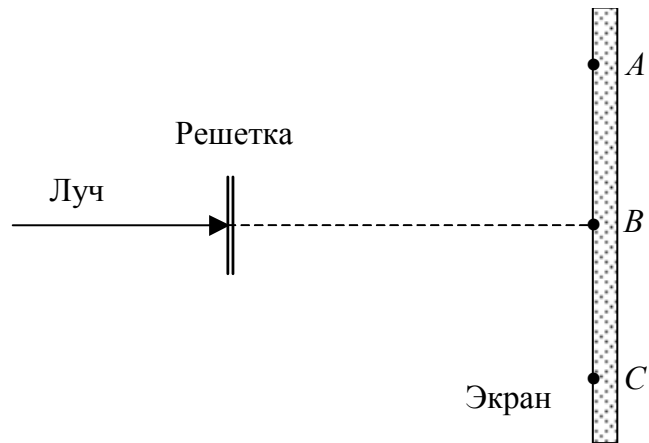
- A15** Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от тонкой линзы. Его изображение будет



- 1) перевернутым и увеличенным  
 2) прямым и увеличенным  
 3) прямым и равным по размерам предмету  
 4) перевернутым и равным по размеру предмету

**A16**

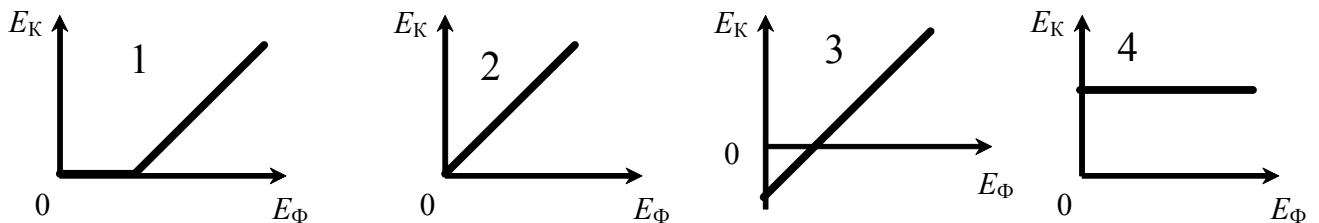
Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решетку (50 штрихов на 1 мм). На линии  $ABC$  экрана (см. рисунок) наблюдается серия красных пятен.



- 1) картина не изменится
- 2) пятно в точке  $B$  не сместится, остальные раздвинутся от него
- 3) пятно в точке  $B$  не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 4) пятно в точке  $B$  исчезнет, остальные раздвинутся от точки  $B$

**A17**

Какой из графиков на рисунке может правильно отражать зависимость кинетической энергии  $E_k$  электронов, вылетающих из атомов, от энергии  $E_\phi$  фотонов света, падающего на газ?



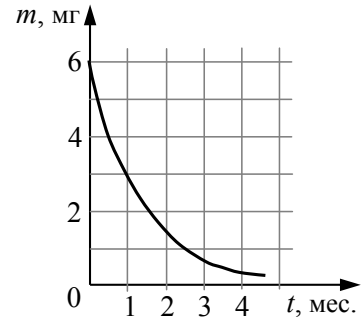
- 1) График 1
- 2) График 2
- 3) График 3
- 4) График 4

**A18**

Радиоактивный свинец  ${}_{82}^{212}\text{Pb}$ , испытав один  $\alpha$ -распад и два  $\beta$ -распада, превратился в изотоп

- 1) полония  ${}_{84}^{212}\text{Po}$
- 2) свинца  ${}_{82}^{208}\text{Pb}$
- 3) висмута  ${}_{83}^{212}\text{Bi}$
- 4) таллия  ${}_{81}^{208}\text{Tl}$

**A19** На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен

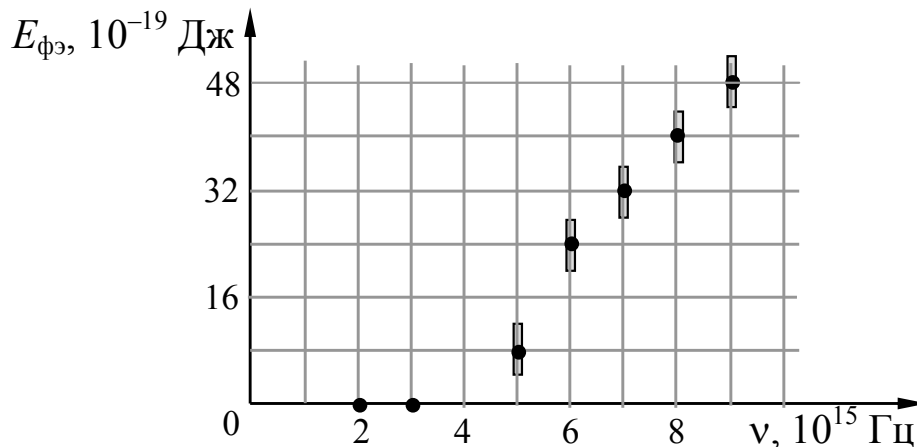


- 1) 1 мес.
- 2) 2 мес.
- 3) 3 мес.
- 4) 4 мес.

**A20** На газовой плите стоит узкая кастрюля с водой, закрытая крышкой. Если воду из неё перелить в широкую кастрюлю и тоже закрыть, то вода закипит заметно быстрее, чем если бы она осталась в узкой. Этот факт объясняется тем, что

- 1) увеличивается площадь нагревания и, следовательно, увеличивается скорость нагревания воды
- 2) существенно уменьшается необходимое давление насыщенного пара в пузырьках и, следовательно, воде у дна надо нагреваться до менее высокой температуры
- 3) увеличивается площадь свободной поверхности воды и, следовательно, испарение идёт более активно
- 4) заметно уменьшается глубина слоя воды и, следовательно, пузырьки пара быстрее добираются до поверхности

**A21** При изучении явления фотоэффекта исследовалась зависимость максимальной энергии  $E_{\text{фэ}}$  вылетающих из освещенной пластины фотоэлектронов от частоты  $\nu$  падающего света. Погрешности измерения частоты света и энергии фотоэлектронов составляли соответственно  $5 \cdot 10^{13}$  Гц и  $4 \cdot 10^{-19}$  Дж. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, постоянная Планка приблизительно равна



- 1)  $2 \cdot 10^{-34}$  Дж·с
- 2)  $5,0 \cdot 10^{-34}$  Дж·с
- 3)  $6,9 \cdot 10^{-34}$  Дж·с
- 4)  $9 \cdot 10^{-34}$  Дж·с



## Часть 2

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

**В1** Груз массой  $m$ , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $A$ . Что произойдет с периодом и частотой колебаний, а также с максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

Период колебаний	Частота колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

**В2** Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины: емкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними?

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.

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

**В3**

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны –  $\nu$ , скорость света в воздухе –  $c$ , показатель преломления воды относительно воздуха –  $n$ .

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

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

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $c/n\nu$   
2)  $n\nu/c$   
3)  $nс/\nu$   
4)  $c/\nu$

А	Б

**В4**

В момент времени  $t = 0$  камень начинает свободно падать с некоторой высоты  $h_0$  из состояния покоя. Соппротивлением воздуха можно пренебречь.

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

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) Модуль скорости камня в момент времени  $t > 0$   
Б) Путь, пройденный камнем за время от начала движения до момента  $t$

**ФОРМУЛЫ**

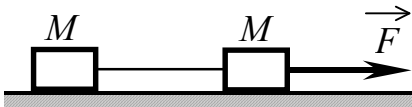
- 1)  $-gt$   
2)  $h_0 - gt^2/2$   
3)  $gt$   
4)  $gt^2/2$

А	Б

### Часть 3

**Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.**

**При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.**

- A22** Два груза одинаковой массы  $M$ , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы  $\vec{F}$ , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила  $F$ , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?
- 

- 1) 3 Н                      2) 12 Н                      3) 24 Н                      4) 6 Н

- A23** Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при  $0^\circ\text{C}$ . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада  $30^\circ\text{C}$ . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура  $15^\circ\text{C}$ ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

- 1) 10                      2) 8                      3) 3                      4) 4

- A24** Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

- 1) 0,004 Дж                      2) 0,4 Дж                      3) 0,5 Дж                      4) 0,625 Дж

- A25** В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии  $E_{max}$  фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$ .

$\lambda$	$\lambda_0$	$2\lambda_0$
$E_{max}$	$E_0$	$\frac{1}{4} E_0$

Чему равна работа выхода  $A_{\text{вых}}$  фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

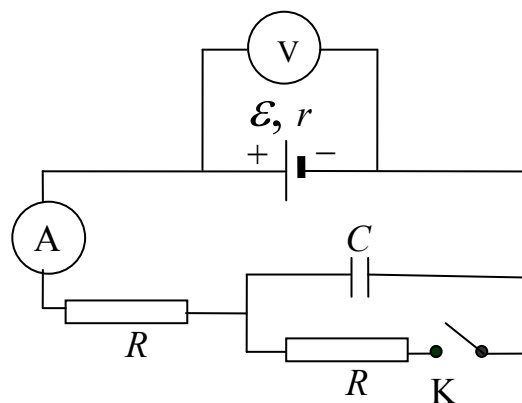
- 1)  $\frac{1}{4} E_0$                       2)  $\frac{1}{2} E_0$                       3)  $E_0$                       4)  $2E_0$

**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**

На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



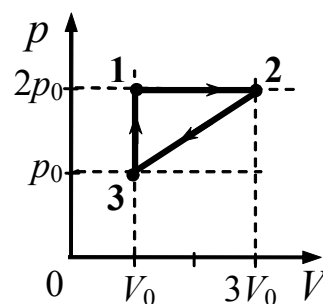
**Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.**

**С2**

Шарик массой  $m = 0,1$  кг на нити длиной  $L = 0,4$  м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени  $t = 0,01$  с действует сила  $F = 0,1$  Н, направленная по скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на  $60^\circ$ ?

**С3**

С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу  $A_{ц} = 5$  кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя? Количество вещества газа в ходе процесса остается неизменным.



**С4**

Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока  $P_{\max}$ , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата  $R = 2$  Ом. Какова ЭДС источника?

**C5** В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности  $I_m = 10$  мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе  $U_m = 4,0$  В. В момент времени  $t$  напряжение на конденсаторе равно 3,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

**C6** В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается  $3,7 \cdot 10^{10}$   $\alpha$ -частиц, движущихся со скоростью  $1,5 \cdot 10^7$  м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса  $\alpha$ -частицы равна  $6,7 \cdot 10^{-27}$  кг. Энергией отдачи ядер,  $\gamma$ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

