

контрольных измерительных материалов  
для проведения в 2024 году пробного экзамена  
по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ

Ответ: -2,5 м/с<sup>2</sup>. 

|   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| - | 2 | , | 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

 Бланк

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: 

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
| 4 | 1 |

|   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 4 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

 Бланк

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 

|   |   |   |   |   |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 1 | , | 4 | 0 | , | 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

 Бланк

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

*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                        | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$                                                    |
| (элементарный электрический заряд)             |                                                                                        |
| 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                      | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$      |

### 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  | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$           |

### 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 | $460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$            | чугуна   | $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$ |
| свинца | $130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$            |          |                                             |

|                         |                  |       |
|-------------------------|------------------|-------|
| <b>Удельная теплота</b> |                  |       |
| парообразования воды    | $2,3 \cdot 10^6$ | Дж/кг |
| плавления свинца        | $2,5 \cdot 10^4$ | Дж/кг |
| плавления льда          | $3,3 \cdot 10^5$ | Дж/кг |

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

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

# ВАРИАНТ 10

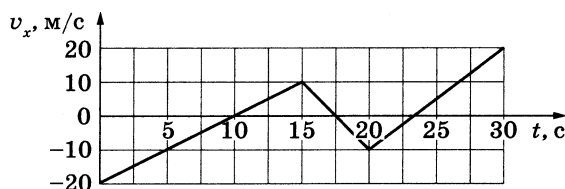
## Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .

Определите проекцию  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2

В инерциальной системе отсчёта сила, модуль которой равен 16 Н, сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Каков модуль силы, которая сообщает телу массой  $4m$  в этой системе отсчёта ускорение  $\frac{\vec{a}}{2}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

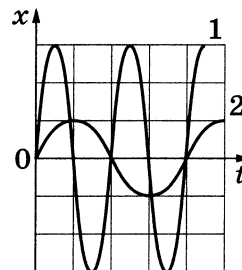
3

Шарик массой 200 г бросили вертикально вверх со скоростью 6 м/с, и он поднялся на максимальную высоту, равную 1,5 м. Определите потерю полной механической энергии шарика за счёт сопротивления воздуха.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

4

На рисунке представлены графики зависимости координат двух тел от времени. Чему равно отношение частот  $\frac{\nu_1}{\nu_2}$  колебаний этих тел?



Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён лёгкой горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось  $Ox$ . В таблице приведены значения координаты груза  $x$  в различные моменты времени  $t$ . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени — 0,1 с.

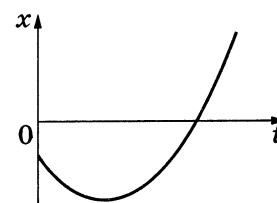
|          |     |     |     |      |      |      |     |
|----------|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| $t$ , с  | 0,0 | 0,2 | 0,4 | 0,6  | 0,8  | 1,0  | 1,2 |
| $x$ , см | 4,0 | 2,8 | 0,0 | -2,8 | -4,0 | -2,8 | 0,0 |

- 1) В момент времени 0,8 с ускорение груза равно нулю.
- 2) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с больше, чем в момент времени 1,2 с.
- 3) Частота колебаний груза равна 0,625 Гц.
- 4) Период колебаний груза равен 0,8 с.
- 5) В момент времени 1,2 с кинетическая энергия груза минимальна.

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

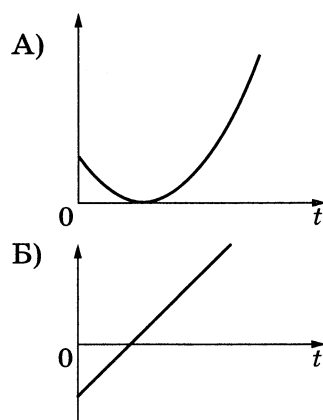
На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$  (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение тела, от времени  $t$ .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

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

## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция на ось  $Ox$  скорости тела
- 2) проекция на ось  $Ox$  ускорения тела
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) проекция на ось  $Ox$  перемещения тела из начального положения

Ответ:

|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

7

При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  3 моль идеального газа занимают объём  $6V_0$ . Сколько моль газа будут занимать объём  $V_0$  при температуре  $2T_0$  и давлении  $2p_0$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ моль.

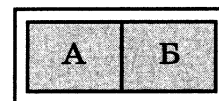
8

Тепловая машина с КПД 40 % за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

9

При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с одноатомным идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна  $123^\circ\text{C}$ , а в части Б равна  $303^\circ\text{C}$ . Количество газа одинаково в обеих частях сосуда. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите все утверждения, которые верно отражают изменения, происходящие с газом в дальнейшем после окончания нагревания.



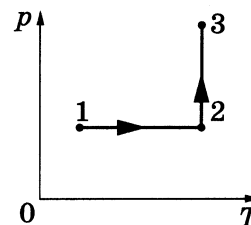
- 1) При теплообмене газ в части А отдавал положительное количество теплоты, а газ в части Б его получал.
- 2) Через достаточно большой промежуток времени температура газа в обеих частях сосуда стала одинаковой и равной  $213^\circ\text{C}$ .
- 3) Внутренняя энергия газа в части А уменьшилась.
- 4) В процессе теплообмена газ в сосуде Б не совершал работы.
- 5) Температура газа в части Б понизилась.

Ответ: \_\_\_\_\_.

10

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах  $p$ – $T$ , где  $p$  — давление газа,  $T$  — абсолютная температура газа.

Как изменяются объём газа  $V$  в ходе процесса 1–2 и плотность газа в ходе процесса 2–3?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

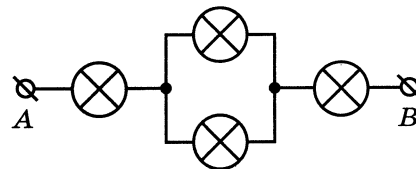
- 1) увеличивается                      2) уменьшается                      3) не изменяется

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

| Объём газа в ходе процесса 1–2 | Плотность газа в ходе процесса 2–3 |
|--------------------------------|------------------------------------|
|                                |                                    |

11

Ученик соединил четыре лампочки накаливания так, как показано на рисунке. Определите сопротивление цепи между точками  $A$  и  $B$ , если сопротивление каждой лампочки равно  $20\ \text{Ом}$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

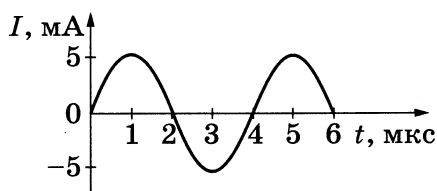
12

Энергия магнитного поля катушки индуктивности при силе тока  $6\ \text{А}$  равна  $0,54\ \text{Дж}$ . Определите индуктивность катушки.

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

13

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. Сколько раз в течение первых  $10\ \text{мкс}$  энергия катушки достигает максимального значения?



Ответ: \_\_\_\_\_ раз(а).

14

От деревянного кольца № 1 отодвигают южный полюс полосового магнита, а от медного кольца № 2 — северный полюс такого же магнита (см. рисунок).



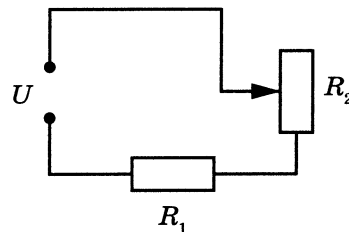
Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения относительно наблюдаемых явлений.

- 1) В кольце № 1 возникает индукционный ток.
- 2) В кольце № 2 индукционный ток не возникает.
- 3) Кольцо № 1 не взаимодействует с магнитом.
- 4) Кольцо № 2 притягивается к магниту.
- 5) В кольце № 1 не возникает ЭДС электромагнитной индукции.

Ответ: \_\_\_\_\_.

15

Резистор  $R_1$  и реостат  $R_2$  подключены последовательно к источнику напряжения  $U$  (см. рисунок). Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на реостате  $R_2$ , если уменьшить сопротивление реостата? Считать, что напряжение на выводах источника остаётся при этом постоянным.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

| Сила тока в цепи | Напряжение на реостате $R_2$ |
|------------------|------------------------------|
|                  |                              |

16

Ядро платины  $^{174}_{78}\text{Pt}$  испытывает  $\alpha$ -распад, при этом образуются  $\alpha$ -частица и ядро химического элемента  $^A_Z\text{X}$ . Чему равно массовое число  $A$  (в атомных единицах массы) ядра  $\text{X}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

17

Монохроматический свет с длиной волны  $\lambda$  падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. После изменения энергии падающих фотонов модуль запирающего напряжения  $U_{\text{зап}}$  уменьшился. Как изменились при этом длина волны  $\lambda$  падающего света и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась                      2) уменьшилась                      3) не изменилась

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

| Длина волны $\lambda$ падающего света | Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                                       |                                                  |

18

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равномерном движении по окружности за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул газа прямо пропорциональна абсолютной температуре газа.
- 3) В неоднородном электростатическом поле работа по перемещению заряда между двумя точками зависит от траектории.
- 4) При переходе электромагнитной волны из оптически менее плотной в оптически более плотную среду частота волны не изменяется.
- 5) При электронном  $\beta$ -распаде массовое число ядра уменьшается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19

Чтобы узнать диаметр никелиновой проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 50 витков. Длина оказалась равной  $(80 \pm 1)$  мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мм.

**В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.**

20

Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу собирающей линзы. В качестве источника света школьник взял горящую свечу. Линза у него уже есть. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) зеркало
- 2) динамометр
- 3) экран
- 4) линейка
- 5) гальванометр

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:



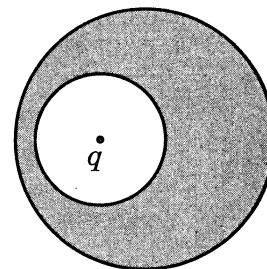
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

## Часть 2

**Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

21

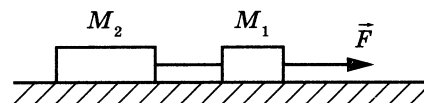
В левой половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён отрицательный точечный заряд  $q < 0$  (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области:  $\vec{E} = 0$ . Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



*Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.*

22

Два груза, связанных нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы  $\vec{F}$ , приложенной к грузу массой  $M_1 = 2$  кг (см. рисунок).



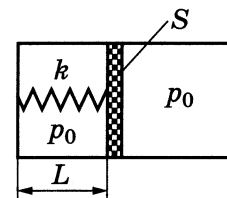
Максимальная сила  $F$ , при которой нить ещё не обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса  $M_2$  второго груза?

23

На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает узкий луч монохроматического света частотой  $5 \cdot 10^{14}$  Гц. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

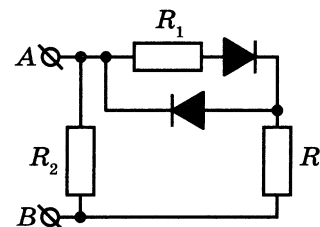
24

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной с жёсткостью  $k$ . В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра было равно  $L$ , а давление газа в цилиндре было равно внешнему атмосферному давлению  $p_0$  (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты  $Q$ , и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние  $b$ . Чему равна площадь поршня  $S$ ?



25

В цепи, изображённой на рисунке, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, а в обратном — многократно превышает сопротивление резисторов. При подключении к точке А положительного полюса, а к точке В отрицательного полюса батареи с ЭДС 12 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением потребляемая в цепи мощность равна 6 Вт. При изменении полярности подключения батареи потребляемая в цепи мощность становится равной 7,2 Вт. Укажите, как течёт ток через диоды и резисторы в обоих случаях, и определите сопротивление резисторов  $R_1$  и  $R_2$ .



26

Снаряд разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая — в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину  $\Delta E = 600$  кДж. Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка — 100 м/с. Найдите массу снаряда. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



*Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.*