

**Единый государственный экзамен  
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 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число 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: 7,5 см. 37,5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 23 является последовательность двух 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 |

741 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 ВПРАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 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: (14 ± 0,2) Н 221,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 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, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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 <sup>9</sup>  | санти        | с           | 10 <sup>-2</sup>  |
| мега         | М           | 10 <sup>6</sup>  | милли        | м           | 10 <sup>-3</sup>  |
| кило         | к           | 10 <sup>3</sup>  | микро        | мк          | 10 <sup>-6</sup>  |
| гекто        | г           | 10 <sup>2</sup>  | нано         | н           | 10 <sup>-9</sup>  |
| деци         | д           | 10 <sup>-1</sup> | пико         | п           | 10 <sup>-12</sup> |

**Константы**

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

**Соотношение между различными единицами**

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| температура                         | 0 К = -273 °С                          |
| атомная единица массы               | 1 а.е.м. = 1,66 · 10 <sup>-27</sup> кг |
| 1 атомная единица массы эквивалента | 931 МэВ                                |
| 1 электронвольт                     | 1 эВ = 1,6 · 10 <sup>-19</sup> Дж      |

**Масса частиц**

|           |  |
|-----------|--|
| электрона | 9,1 · 10 <sup>-31</sup> кг ≈ 5,5 · 10 <sup>-4</sup> а.е.м. |
| протона   | 1,673 · 10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,007 а.е.м.                |
| нейтрона  | 1,675 · 10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,008 а.е.м.                |



**Плотность** подсолнечного масла  $900 \text{ кг/м}^3$   
 воды  $1000 \text{ кг/м}^3$  алюминия  $2700 \text{ кг/м}^3$   
 древесины (сосна)  $400 \text{ кг/м}^3$  железа  $7800 \text{ кг/м}^3$   
 керосина  $800 \text{ кг/м}^3$  ртути  $13600 \text{ кг/м}^3$

**Удельная теплоёмкость**

воды  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  алюминия  $900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 льда  $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  меди  $380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 железа  $460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$  чугуна  $800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$   
 свинца  $130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$

**Удельная теплота**

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

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

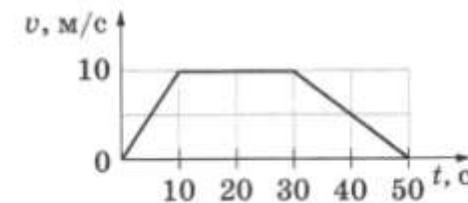
**Молярная масса**

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

**Часть 1**

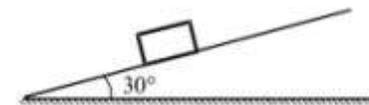
Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

**1** На рисунке изображен график зависимости модуля скорости движения тела от времени. Чему равен путь, пройденный телом за первые 30 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м

**2** Тело лежит на наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . Сила трения покоя, не дающая ему соскальзывать, равна  $0,5 \text{ Н}$ . Чему равна сила тяжести, действующая на тело?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

**3** Закон, по которому изменяется импульс тела со временем, описывается формулой  $p_x = -10 + 4t$ . Чему равна проекция на ось X силы, действующей на тело?

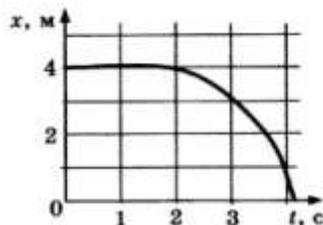
Ответ: \_\_\_\_\_ Н



4 Однородная балка массой 8 кг уравновешена на трехгранной призме. Четвертую часть балки отпилили. Какую силу нужно приложить к короткому концу балки, чтобы сохранить равновесие?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5 На рисунке показана зависимость координаты  $x$  тела от времени. Выберите **два** утверждения, правильно описывающие движение этого тела на основе данных графика.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ: 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

6 Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если ее отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания. Что произойдет с периодом колебаний гири и её максимальной потенциальной энергией, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

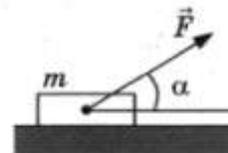
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменится

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

| Период колебаний | Максимальная потенциальная энергия |
|------------------|------------------------------------|
|                  |                                    |

7 Под действием постоянной силы  $F$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту, брусок массой  $m$  движется равномерно по горизонтальной шероховатой поверхности. Работа силы  $F$  по перемещению бруска за время  $t$  равна  $A$ .

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

ФОРМУЛЫ

А) коэффициент трения между бруском и плоскостью

$$1) \frac{A}{tF\cos\alpha}$$

$$2) \frac{mg - F\sin\alpha}{mg - F\sin\alpha}$$

Б) скорость движения бруска

$$3) \frac{A}{t\mu F\cos\alpha}$$

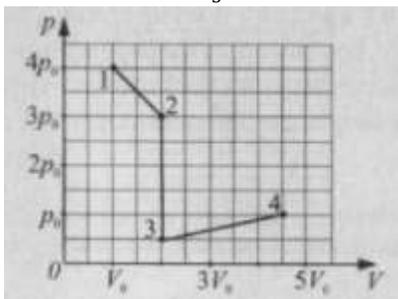
$$4) \frac{F\sin\alpha}{mg - F\cos\alpha}$$

Ответ: 

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



8 На рисунке показан график процесса, проведенного над 1 моль идеального газа. Найдите отношение температур  $\frac{T_1}{T_3}$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

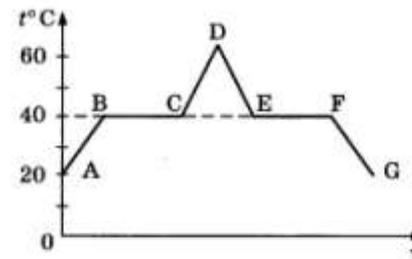
9 Газ отдал  $Q = 100$  кДж теплоты, при этом внешние силы совершили над ним работу  $A = 50$  кДж. Каково изменение внутренней энергии газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж

10 Льдине, находящейся при температуре  $0^\circ\text{C}$ , сообщили количество теплоты  $1320$  кДж. Какая масса льда растает?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

11 В начальный момент времени в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры  $t$  эфира от времени  $\tau$  его нагревания и последующего охлаждения.



Выберете из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Температура кипения эфира равна  $40^\circ\text{C}$ .
- 2) В момент F в сосуде находился эфир в жидком и газообразном состояниях.
- 3) На участке EF внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент C эфир закипел.
- 5) Время, за которое весь эфир испарился, равно времени, за которое он сконденсировался.

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

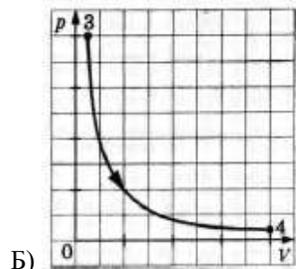
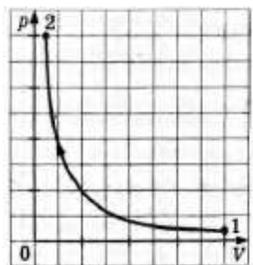


**12** Графики А и Б процессов, происходящих в изолированной термодинамической системе, построены в координатах  $p$ – $V$ .

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



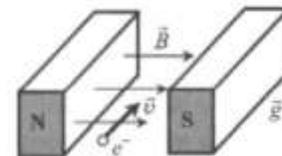
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется
- 2) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается
- 3) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется
- 4) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается

Ответ:

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

**13** Электрон  $e^-$ , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет горизонтально направленную скорость  $v$ , перпендикулярную вектору индукции магнитного поля  $B$  (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца  $F$ ? *Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.***



Ответ: \_\_\_\_\_.

**14** Заряженный до напряжения 200 В конденсатор емкостью 100 мкФ параллельно соединили с незаряженным конденсатором емкостью 200 мкФ. Найдите заряд, появившийся на втором конденсаторе. Ответ выразите в милликулонах и округлите до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ мКл

**15** Какой магнитный поток пронизывал каждый виток катушки, имеющей 1000 витков, если при равномерном исчезновении магнитного поля в течение 0,8 с в катушке индуцируется ЭДС 10 В?

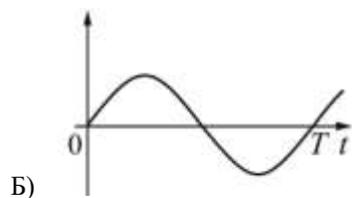
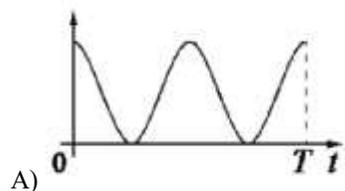
Ответ: \_\_\_\_\_ мВб



**16** Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t_0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого. ( $T$  – период электромагнитных колебаний в контуре.)

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости 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



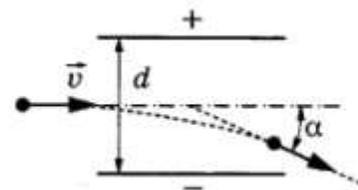
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) Энергия электрического поля конденсатора
- 2) Энергия магнитного поля катушки
- 3) Сила тока в катушке
- 4) Заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

**17** Движущаяся со скоростью  $v$  частица, имеющая заряд  $q$  и массу  $m$ , влетает между пластин конденсатора. Вылетая из поля конденсатора, частица отклоняется от первоначального направления на угол  $\alpha$ .

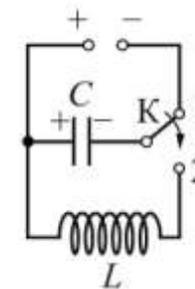


Как изменятся модуль скорости вылетевшей частицы и угол  $\alpha$ , если увеличить скорость частицы на входе в конденсатор?

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.

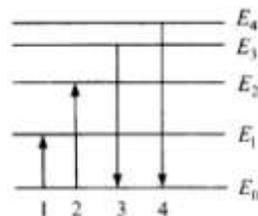


| Модуль скорости вылетевшей частицы | Угол отклонения $\alpha$ |
|------------------------------------|--------------------------|
|                                    |                          |



18

На дифракционную решетку с периодом  $d$  перпендикулярно к ней падает широкий пучок монохроматического света с частотой  $\nu$ .



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 падающего света

Б.) угол, под которым наблюдается главный дифракционный максимум  $m$ -го порядка

ФОРМУЛЫ

1)  $\pm \arccos \frac{m\lambda}{d}$

2)  $\frac{c}{\nu}$

3)  $\pm \arcsin \frac{m\lambda}{d}$

4)  $c\nu$

Ответ:

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

19

Изотоп урана  $^{239}_{92}\text{U}$  претерпевает два  $\beta$  и один  $\alpha$ -распад. Определите количество протонов и нейтронов элемента, получившегося в результате этой ядерной реакции.

|                |                 |
|----------------|-----------------|
| число протонов | число нейтронов |
|                |                 |

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

20

Период полураспада изотопа натрия  $^{22}_{11}\text{Na}$  равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 лет?

Ответ: \_\_\_\_\_ г

21

Выберете те переходы, представленные на диаграмме энергетических уровней атома, которые соответствуют поглощению света с наибольшей энергией и излучению с наименьшей длиной волны. Составьте соответствие элементов правого столбца элементам левого столбца и впишите выбранные цифры в таблицу.

ПРОЦЕСС

А.) поглощение света с наибольшей энергией  
 Б.) излучение света с наименьшей длиной волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

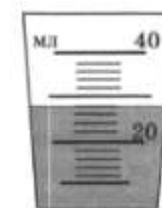
1) 1  
 2) 2  
 3) 3  
 4) 4

Ответ:

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

22

На рисунке показана мензурка, в которую налита вода. Погрешность измерений равна цене деления мензурки. Определите объем воды в мензурке с учетом погрешности.



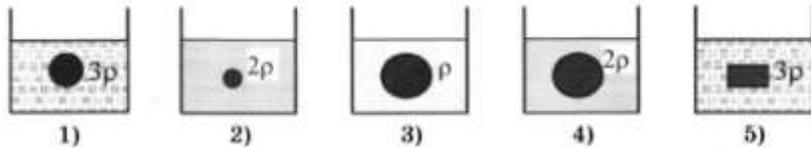
Ответ: (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_) мл

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



23

В опытах по изучению закона Архимеда изменяют объем погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какую **пару** опытов необходимо выбрать, чтобы обнаружить зависимость силы Архимеда от объема погруженного тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



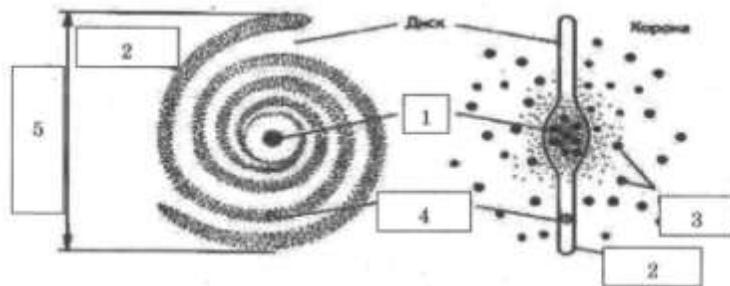
В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ: 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

24

На рисунке представлена схема строения спиральной Галактики («сверху» и «сбоку»). Проанализируйте утверждения и выберите те **два** из них, в которых правильно описаны обозначенные на схеме элементы.



- 1) Номер 4 указывает местонахождение созвездия Телец в спиральном рукаве.
- 2) Шаровые скопления отмечены номером 3.
- 3) Ядро Галактики – номер 1.
- 4) Номер 5 отмечает диаметр Галактики ( $\approx 10\ 000$  св. лет).
- 5) Скопления белых карликов на краю Галактики отмечены номером 2.

Ответ: 

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|--|--|

Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.*

25

Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 2000 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26

В магнитном поле с индукцией  $B = 0,6$  Тл расположен прямолинейный проводник с током длины  $l = 0,2$  м. Угол между линиями магнитной индукции и проводником  $\alpha = 30^\circ$ . Чему равна сила тока в проводнике, если магнитное поле действует на него с силой  $F_A = 0,12$  Н?

Ответ: \_\_\_\_\_ А

27

В колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью 2 мкФ и катушки, происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой  $\omega = 1000$  с<sup>-1</sup>. Чему равна амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе при амплитуде колебаний силы тока в контуре 0,01 А?

Ответ: \_\_\_\_\_ В

*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.*



Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 28 На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку. Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

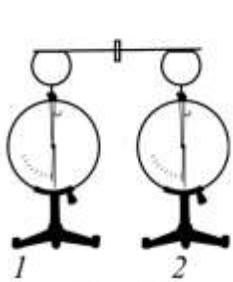


Рис. 1

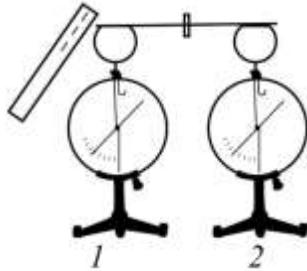
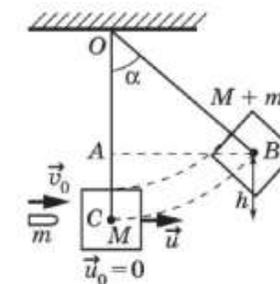


Рис. 2

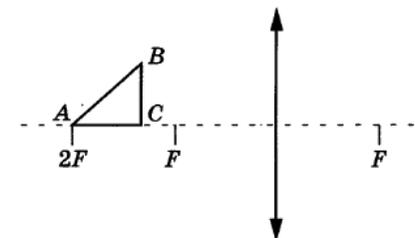
Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29 Пуля, летевшая горизонтально со скоростью  $v_0 = 400$  м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной  $l = 4$  м, и застревает в нем. Определите угол  $\alpha$ , на который отклонится брусок, если масса пули  $m = 20$  г, а бруска  $M = 5$  кг.



- 30 В калориметре находится 1 кг льда при температуре  $-5^\circ\text{C}$ . Какую массу воды, имеющей температуру  $20^\circ\text{C}$ , нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась равной  $-2^\circ\text{C}$ ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

- 31 Треугольник расположен перед собирающей оптической линзой с оптической силой  $D = 2,5$  дптр так, как показано на рисунке. Найдите площадь получившегося изображения треугольника, построив ход лучей и его положение на чертеже. Треугольник равнобедренный и прямоугольный.  $AC = 4$  см.



32

В калориметр с теплоемкостью  $c = 100$  Дж/К помещен образец радиоактивного кобальта с молярной массой  $M = 61 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Масса образца  $m = 10$  мг. При распаде одного ядра кобальта выделяется энергия  $W = 2 \cdot 10^{-19}$  Дж. Через время  $\tau = 50$  мин температура калориметра повысилась на  $\Delta t = 0,06^\circ\text{C}$ . Каков период полураспада кобальта?

### О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

### Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_35994898](https://vk.com/topic-10175642_35994898)

(также доступны другие варианты для скачивания)

### СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>ФИО:</b>                    | Коробейников Дмитрий Александрович<br>Образовательный центр «Lancman School» |
| <b>Предмет:</b>                | Физика   |
| <b>Стаж:</b>                   | 10 лет   |
| <b>Регалии:</b>                | Курсы подготовки к ЕГЭ и ОГЭ   |
| <b>Аккаунт ВК:</b>             | <a href="https://vk.com/lancmanschool">https://vk.com/lancmanschool</a>      |
| <b>Сайт и доп. информация:</b> | <a href="http://lancmanschool.ru">http://lancmanschool.ru</a>                |

### Список источников:

- открытый банк заданий ЕГЭ (фипи) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>
- варианты ЕГЭ прошлых лет
- ЕГЭ. Физика. Сборник заданий для подготовки к ЕГЭ. Г.А. Никулова, А.Н. Москалев
- вариант досрочного ЕГЭ по физике 2017 (фипи)
- Физика. Подготовка к ЕГЭ. В.Д. Кочетов, М.П. Сенина
- ЕГЭ 2018. Физика. 14 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ. О.Ф. Кабардин, С.И. Кабардина
- методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2017 года (фипи)
- ЕГЭ 2018. Физика. 14 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ. Е.В. Лукашева, Н.И. Чистякова
- образовательный интернет-ресурс <https://neznaika.pro/ege/physics/>





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

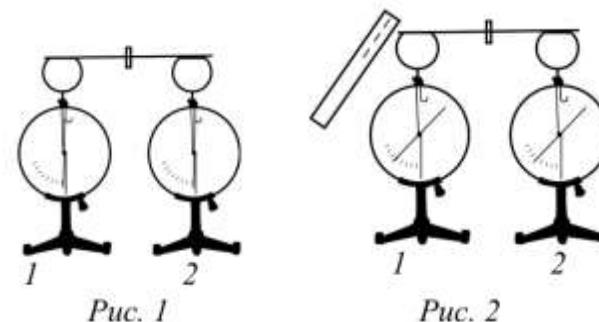
Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
|-----------|-------|-----------|-------|
| 1         | 250   | 15        | 8     |
| 2         | 1     | 16        | 13    |
| 3         | 4     | 17        | 12    |
| 4         | 30    | 18        | 23    |
| 5         | 34 43 | 19        | 92143 |
| 6         | 32    | 20        | 26    |
| 7         | 21    | 21        | 24    |
| 8         | 4     | 22        | 282   |
| 9         | -50   | 23        | 24 42 |
| 10        | 4     | 24        | 23 32 |
| 11        | 15 51 | 25        | 5000  |
| 12        | 31    | 26        | 2     |
| 13        | вверх | 27        | 5     |
| 14        | 13,3  |           |       |

Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом

Решения заданий 28–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

**28** На столе установили два незаряженных электромметра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электромметру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку. Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электромметры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электромметров после того, как палочку убрали.



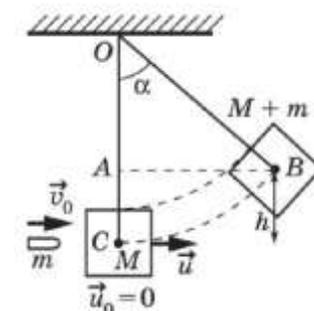
Возможное решение

1. Два соединённых металлическим стержнем электромметра образуют изолированную систему, первоначальный заряд которой равен нулю. При поднесении отрицательно заряженной палочки к шару электромметра 1 электроны в шаре, стержне и стрелке электромметра 1 по металлическому стержню стали перемещаться на электромметр 2, т.к. электроны перемещаются под действием электрического поля, созданного палочкой – одноименные заряды отталкиваются. Движение электронов будет происходить до тех пор, пока все точки металлических частей двух электромметров не будут иметь одинаковые потен-

| <p>циалы.</p> <p>2. Электромметр 1 имеет положительный заряд, а электромметр 2 – отрицательный. Модули зарядов будут одинаковы.</p> <p>3. Так как первоначальный заряд системы электромметров был равен нулю, то согласно закону сохранения заряда положительный заряд электромметра 1 в точности равен по модулю отрицательному заряду электромметра 2.</p> <p>Ответ: электромметр 1 имеет положительный заряд, а электромметр 2 – отрицательный.</p>  |       |
|---|-------|
| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее правильные объяснения (в данном случае п. 1, п. 3) и ответ (п. 2), а также исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>отталкивание одноименных зарядов, закон сохранения заряда</i>).</p>  | 3     |
| <p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p> | 2     |

|   |   |
|---|---|
| <p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <i>Максимальный балл</i>  |   |
|   | 3 |

**29** Пуля, летевшая горизонтально со скоростью  $v_0 = 400$  м/с, попадает в брусок, подвешенный на нити длиной  $l = 4$  м, и застревает в нем. Определите угол  $\alpha$ , на который отклонится брусок, если масса пули  $m = 20$  г, а бруска  $M = 5$  кг.



| Возможное решение  |       |
|--|-------|
| <p>1. Попадание пули в брусок – неупругое столкновение. После попадания скорость бруска и пули <math>u</math>. Закон сохранения импульса для системы пуля-брусок (в проекции на горизонтальную ось):</p> $mv_0 = (m + M)u \Rightarrow u = mv_0 / (m + M).$ <p>2. В состоянии 1 механическая энергия системы <math>W_1 = (M + m)u^2/2</math>, а в состоянии 2: <math>W_2 = (M + m)gh</math>. После попадания пули на участке 1–2 по закону сохранения энергии: <math>W_1 = W_2 \Rightarrow (M + m)u^2/2 = (M + m)gh \Rightarrow h = u^2/(2g)</math>.</p> <p>3. В треугольнике АОВ <math>AO = l - h</math>, <math>OB = l</math>, поэтому <math>\cos\alpha = \frac{AO}{OB} = \frac{l-h}{l} = 1 - \frac{h}{l} = 1 - \frac{u^2}{2gl} = 1 - \left(\frac{m}{m+M}\right)^2 \frac{v_0^2}{2gl} = 0,97 \Rightarrow \alpha = 14^\circ</math>.</p> <p>Ответ: <math>\alpha = 14^\circ</math></p> |       |
| Критерии оценивания выполнения задания   | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии, закон сохранения импульса</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>                    | 3     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>  | 2     |

|   |   |
|---|---|
| <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>  |   |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <p style="text-align: right;"><i>Максимальный балл</i></p>  | 3 |

**30** В калориметре находится 1 кг льда при температуре  $-5^\circ\text{C}$ . Какую массу воды, имеющей температуру  $20^\circ\text{C}$ , нужно добавить в калориметр, чтобы температура его содержимого после установления теплового равновесия оказалась равной  $-2^\circ\text{C}$ ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

Возможное решение

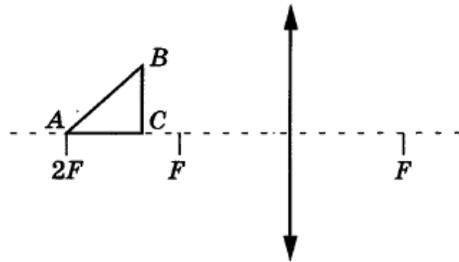


| <p>Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры <math>t</math>:</p> $Q = c_1 m_1 (t - t_1).$  |       |
|--|-------|
| <p>Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении воды до <math>t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}</math>:</p> $Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - t_0).$   |       |
| <p>Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при <math>0 \text{ }^\circ\text{C}</math>:</p> $Q_2 = \lambda m_2.$  |       |
| <p>Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры <math>t</math>:</p> $Q_3 = c_1 m_2 (t_0 - t).$  |       |
| <p>Уравнение теплового баланса: <math>Q = Q_1 + Q_2 + Q_3.</math></p>  |       |
| <p>Объединяя записанные уравнения, получаем:</p> $m_2 = \frac{c_1 m_1 (t - t_1)}{c_2 (t_2 - t_0) + \lambda + c_1 (t_0 - t)} \approx 15 \text{ г.}$   |       |
| <p>Ответ: <math>m_2 \approx 15 \text{ г.}</math></p>   |       |
| Критерии оценивания выполнения задания   | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>агрегатные переходы; уравнение теплового баланса</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p> | 3     |

|   |   |
|---|---|
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>  | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <p>Максимальный балл</p>  | 3 |



- 31 Треугольник расположен перед собирающей оптической линзой с оптической силой  $D = 2,5$  дптр так, как показано на рисунке. Найдите площадь получившегося изображения треугольника, построив ход лучей и его положение на чертеже. Треугольник равнобедренный и прямоугольный.  $AC = 4$  см.



Возможное решение

Оптическая сила линзы  $\frac{1}{F} = D$ .

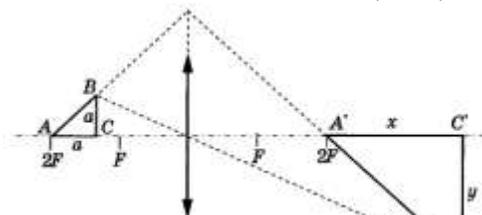
Длину  $x$  горизонтального катета  $A'C'$  изображения находим по формуле тонкой линзы:

$$\frac{1}{2F-a} + \frac{1}{2F+x} = \frac{1}{F} = D, \text{ откуда } x = \frac{aF}{F-a} = \frac{a}{a-aD}.$$

Длину  $y$  вертикального катета  $B'C'$  изображения находим из подобия:

$$y = a \cdot \frac{2F+x}{2F-a} = \frac{aF}{F-a} = \frac{a}{1-aD} = x.$$

$$\text{Площадь изображения } S_I = (1/2) \cdot A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1-aD)^2} \approx 9,9 \text{ см}^2.$$



Ответ:  $S_I \approx 9,9 \text{ см}^2$

Критерии оценивания выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:  
 I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае *формула тонкой линзы, оптическая сила линзы*).  
 II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);  
 III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);  
 IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины

3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.

Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).

И (ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)

2

Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.

Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для ре-

1



|   |   |
|---|---|
| <p>шения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> |   |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>  | 0 |
| <p>Максимальный балл</p>  | 3 |

32

В калориметр с теплоемкостью  $c = 100$  Дж/К помещен образец радиоактивного кобальта с молярной массой  $M = 61 \cdot 10^{-3}$  кг/моль. Масса образца  $m = 10$  мг. При распаде одного ядра кобальта выделяется энергия  $W = 2 \cdot 10^{-19}$  Дж. Через время  $\tau = 50$  мин температура калориметра повысилась на  $\Delta t = 0,06^\circ\text{C}$ . Каков период полураспада кобальта?

|   |
|---|
| <p>Возможное решение</p> <p>Повышение температуры калориметра обусловлено выделением энергии <math>Q</math> при распаде атомов кобальта. Эту энергию можно рассчитать как <math>Q = c\Delta t</math>, а с другой стороны, как <math>\Delta NW</math>, где <math>\Delta N</math> – число распавшихся за время <math>\tau</math> ядер, которое определяется из закона радиоактивного распада.</p> $\Delta N = N_0 - N(t) = N_0 - N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} = N_0(1 - 2^{-\frac{t}{T}}),$ <p>где <math>N_0</math> – первоначальное количество радиоактивных атомов. Количество вещества <math>\nu = m/M</math>, тогда <math>N_0 = N_A \nu = N_A m/M</math>.</p> <p>Итак, <math>c\Delta t = \Delta NW</math>, <math>c\Delta t = N_A(m/M)(1 - 2^{-\frac{t}{T}})</math>,</p> $1 - 2^{-\frac{t}{T}} = \frac{c\Delta t}{N_A \frac{m}{M} W} = \frac{c\Delta t M}{N_A m W}, \quad 2^{-\frac{t}{T}} = 1 - \frac{c\Delta t M}{N_A m W},$ |
|---|

| $-\frac{\tau}{T} = \log_2\left(1 - \frac{c\Delta t M}{N_A m W}\right)$ $T = -\tau / \log_2\left(1 - \frac{c\Delta t M}{N_A m W}\right) \approx 5700 \text{ с} \approx 95 \text{ мин}$ <p>Ответ: <math>T \approx 95</math> мин.</p>  |       |
|---|-------|
| Критерии оценивания выполнения задания  | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон радиоактивного распада);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием хода лучей, их преломление и отражения;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p> | 3     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычис-</p>  | 2     |



|  |   |
|--|---|
| <p>лениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.<br/>И (ИЛИ)<br/>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>  |   |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.<br/>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.<br/>ИЛИ<br/>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br/>ИЛИ<br/>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.<br/>ИЛИ<br/>Представлен только правильный рисунок с указанием хода лучей в линзе</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>   | 0 |
| <p><i>Максимальный балл</i></p>  | 3 |

