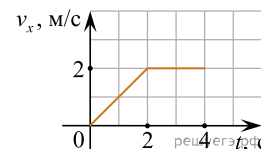


# Вариант 49

ID: 46402

# 1.

Тело движется по оси  $Ox$ . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось  $Ox$  от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени  $t = 4$  с? (Ответ дайте в метрах.)



# 2.

В инерциальной системе отсчёта сила  $F_1$  сообщает телу массой  $5\text{ кг}$  ускорение, равное по модулю  $4\text{ м/с}^2$ . Телу какой массы вдвое большая сила сообщит в той же системе отсчёта ускорение  $1\text{ м/с}^2$ ? Ответ запишите в килограммах.

# 3.

Кинетическая энергия груза массой  $280\text{ г}$  равна  $E_k = 45,36\text{ Дж}$ . Какова скорость движения груза? Ответ запишите в метрах в секунду.

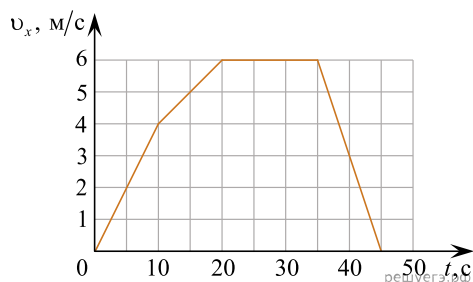
# 4.

Деревянный кубик имеет ребро длиной  $2\text{ см}$ . Определите архимедову силу, действующую на кубик при его полном погружении в воду. Ответ дайте в ньютонах.

# 5.

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси  $Ox$  движется тело массой  $10\text{ кг}$ . На рисунке приведён график зависимости проекции скорости этого тела от времени  $t$ .

Из приведённого ниже списка выберите все правильные утверждения относительно этого движения.



1. Модуль равнодействующей сил в промежуток времени от 10 до 20 равен 2 Н.
2. В промежутке времени от 0 до 10 с ускорение тела было равно  $0,4\text{ м/с}^2$ .
3. Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 35 до 40 с уменьшилась в 2 раза.
4. Перемещение в промежуток времени с 35 до 45 с было равно 90 м.
5. Модуль ускорения тела в промежутке от 0 до 10 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 10 до 20 с.

# 6.

В результате перехода спутника Марса с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и сила его тяготения к Марсу?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

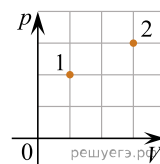
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

| Скорость движения спутника по орбите | Сила тяготения спутника к Марсу |
|--------------------------------------|---------------------------------|
|                                      |                                 |

# 7.

В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 100 К (см. рис.).

Ответ дайте в К.



# 8.

Алюминиевому и железному цилиндрам одинаковой массы сообщили одинаковое количество теплоты. Определите примерное отношение изменения температур этих цилиндров  $\frac{\Delta t_{\text{Al}}}{\Delta t_{\text{Fe}}}$ . (Ответ округлите до десятых.) Удельная теплоемкость железа равна 460 Дж/(кг · К), алюминия — 900 Дж/(кг · К).

# 9.

Кристаллическое вещество медленно нагревалось в плавильной печи с постоянной мощностью. Тепловые потери были пренебрежимо малыми. В таблице приведены результаты измерений температуры этого вещества в разные моменты времени.

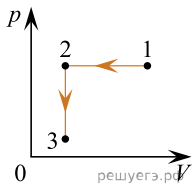
|                 |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Время, мин      | 0   | 5   | 10  | 15  | 20  | 25  | 30  | 35  |
| Температура, °C | 205 | 214 | 223 | 227 | 227 | 227 | 229 | 234 |

Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

1. Температура плавления вещества в данных условиях равна 229 °C.
2. Через 18 мин. после начала измерений часть вещества находилась в твердом, а часть — в жидком состоянии.
3. Удельная теплоемкость вещества в жидком и в твердом состояниях одинакова.
4. Через 30 мин. после начала измерений все вещество находилось в жидком состоянии.
5. Процесс плавления вещества продолжался более 25 минут.

# 10.

Одинмоль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображен на рисунке в координатах  $p - V$ , где  $p$  — давление газа,  $V$  — объем газа. Как изменяются абсолютная температура газа  $T$  в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа  $n$  в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

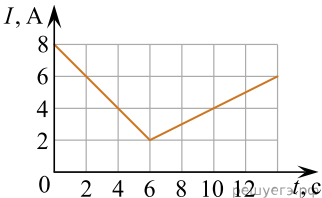
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

| Абсолютная температура<br>газа в ходе процесса 1–2 | Концентрация молекул<br>газа<br>в ходе процесса 2–3 |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                    |                                                     |

# 11.

На рисунке показана зависимость силы тока  $I$  в проводнике от времени  $t$ . Определите заряд, прошедший по проводнику в интервале времени от 2 до 14с. Ответ дайте в кулонах.



# 12.

При скорости  $v_1$  поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле между концами проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в этом же магнитном поле, в той же плоскости и в том же направлении со скоростью  $v_2$  разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 1,6 раза. Чему равно отношение скоростей  $\frac{v_1}{v_2}$ ?

# 13.

Точечный источник света находится на расстоянии 1,2м от плоского зеркала. На сколько уменьшится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, пододвинуть его ближе к источнику на 0,3 м? (Ответ дать в метрах.)

# 14.

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

|                         |   |      |   |       |    |       |   |      |   |      |
|-------------------------|---|------|---|-------|----|-------|---|------|---|------|
| $t, 10^{-6} \text{ с}$  | 0 | 1    | 2 | 3     | 4  | 5     | 6 | 7    | 8 | 9    |
| $q, 10^{-9} \text{ Кл}$ | 2 | 1,42 | 0 | -1,42 | -2 | -1,42 | 0 | 1,42 | 2 | 1,42 |

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1. Период колебаний равен  $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ .
- 2. В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия катушки максимальна.
- 3. В момент  $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  энергия конденсатора минимальна.
- 4. В момент  $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$  сила тока в контуре равна 0.
- 5. Частота колебаний равна 125 кГц.

# 15.

Даны следующие величины:  $W$ — мощность тока на резисторе,  $I$ — сила тока через резистор,  $U$ — напряжение на резисторе. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов физических величин и физические величины, по которым можно их рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФОРМУЛЫ

- А)  $\frac{W}{I}$
- Б)  $\frac{U}{I}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) напряжение на резисторе
- 2) сопротивление резистора
- 3) мощность тока в резисторе
- 4) сила тока через резистор

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

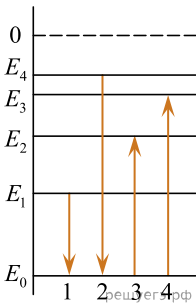
|   |   |
|---|---|
| А | Б |
|   |   |

# 16.

Определите отношение числа распавшихся ядер некоторого радиоактивного изотопа к числу нераспавшихся ядер через время, равное семи периодам полураспада этого изотопа.

# 17.

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Установите соответствие между процессами поглощения света наименьшей частоты и излучения света наибольшей энергии и энергией соответствующего фотона. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наименьшей частоты
- Б) излучение света наибольшей энергии

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- 1)  $E_1 - E_0$
- 2)  $E_4 - E_0$
- 3)  $E_0 - E_2$
- 4)  $E_0 - E_3$

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

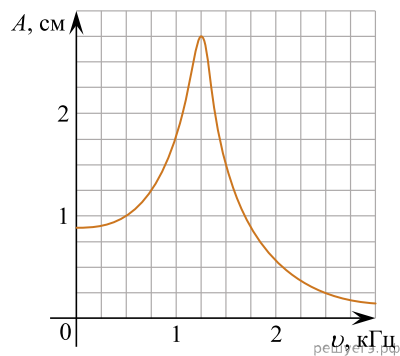
# 18.

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

- 1) Кинетическая энергия тела обратно пропорциональна квадрату его скорости.
- 2) В изохорном процессе при постоянном количестве вещества давление газа увеличивается пропорционально температуре.
- 3) В электрически изолированной системе алгебраическая сумма электрических зарядов тел остается неизменной.
- 4) Магнитное поле индукционного тока в контуре всегда препятствует изменению магнитного потока, из-за которого возник этот индукционный ток.
- 5) В планетарной модели атома вокруг положительно заряженного ядра по круговым орбитам равномерно двигаются протоны.

# 19.

На рисунке изображен график зависимости амплитуды  $A$  установившихся вынужденных колебаний от частоты  $\nu$  вынуждающей силы. Погрешность определения физических величин с помощью этого графика равна половине соответствующего размера ячейки координатной сетки.



Найдите величину резонансной частоты с учетом погрешности ее определения.

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

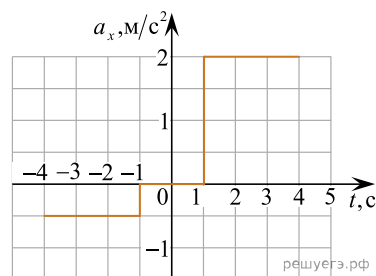
# 20.

Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость объема газа, находящегося в сосуде под подвижным поршнем, от температуры газа. У него имеется пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены одним и тем же газом при различных температуре и давлении (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести исследование? В ответ запишите номера выбранных сосудов.

| № сосуда | Давление, кПа | Температура газа в сосуде, °С | Масса газа, г |
|----------|---------------|-------------------------------|---------------|
| 1        | 200           | 25                            | 4             |
| 2        | 260           | 30                            | 8             |
| 3        | 260           | 30                            | 6             |
| 4        | 300           | 35                            | 6             |
| 5        | 200           | 35                            | 4             |

# 21.

Материальная точка движется прямолинейно вдоль оси  $X$ . На рисунке приведён график зависимости проекции ускорения  $a_x$  этой точки от времени  $t$ . Известно, что в момент времени  $t_0=1\text{с}$  проекция скорости точки равна  $u_0 = -2\text{ м/с}$ . Постройте график зависимости проекции скорости  $u_x$  от времени  $t$  и объясните его построение.



# 22.

Груз массой  $400\text{г}$  подвешен на пружине жесткостью  $250\text{Н/м}$  к потолку неподвижного лифта. Лифт равноускоренно опускается вниз в течение  $3\text{с}$ . На какое расстояние опускается лифт, если удлинение пружины при установившемся движении груза равно  $1,5\text{ см}$ ?

# 23.

В ходе адиабатного процесса над идеальным одноатомным газом была совершена работа  $1495,8\text{Дж}$ . В результате температура газа повысилась на  $40^\circ\text{C}$ . Найдите количество вещества этого газа.

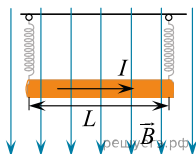
# 24.

В гладком вертикальном цилиндре под подвижным поршнем массой  $M=25\text{кг}$  и площадью  $S = 500\text{ см}^2$  находится идеальный одноатомный газ при температуре  $T=300\text{К}$ . Поршень в равновесии располагается на высоте  $h=50\text{см}$  над дном цилиндра. После сообщения газу некоторого количества теплоты поршень приподнялся, а газ нагрелся. Найдите удельную теплоемкость газа в данном процессе. Давление в окружающей цилиндр среде равно  $p_0 = 10^4\text{ Па}$ , масса газа в цилиндре  $m = 0,6\text{ г}$ .

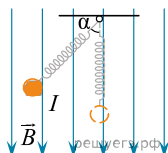
---

**# 25.**

По прямому горизонтальному проводнику длиной 1 м с площадью поперечного сечения  $1,25 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ , подвешенному с помощью двух одинаковых невесомых пружинок жесткостью 100 Н/м, течет ток  $I = 10 \text{ А}$  (см. рис.).



Вид спереди



Вид сбоку

Какой угол  $\alpha$  составляют оси пружинок с вертикалью после включения вертикального магнитного поля с индукцией  $B = 0,1 \text{ Тл}$ , если абсолютное удлинение каждой из пружинок при этом составляет  $7,07 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ? (Плотность материала проводника  $8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ .)

---

**# 26.**

Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны  $v_{\text{пл}} = 15 \text{ м/с}$  и  $v_{\text{бр}} = 5 \text{ м/с}$ . Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом  $\mu = 0,17$ . На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?

Какие законы Вы используете для описания взаимодействия пластилина и бруска и их дальнейшего движения? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

## Ответы

| Номер | Задание               | Ответ      |
|-------|-----------------------|------------|
| 1     | <a href="#">128</a>   | 6          |
| 2     | <a href="#">41537</a> | 40         |
| 3     | <a href="#">43080</a> | 18         |
| 4     | <a href="#">19916</a> | 0,08       |
| 5     | <a href="#">50724</a> | 125        |
| 6     | <a href="#">38782</a> | 22         |
| 7     | <a href="#">27943</a> | 450        |
| 8     | <a href="#">6231</a>  | 0,5        |
| 9     | <a href="#">37563</a> | 24         |
| 10    | <a href="#">39253</a> | 23         |
| 11    | <a href="#">38737</a> | 48         |
| 12    | <a href="#">44616</a> | 1,6        |
| 13    | <a href="#">6897</a>  | 0,6        |
| 14    | <a href="#">8061</a>  | 25 52      |
| 15    | <a href="#">33029</a> | 12         |
| 16    | <a href="#">10325</a> | 127        |
| 17    | <a href="#">51032</a> | 32         |
| 18    | <a href="#">38661</a> | 234        |
| 19    | <a href="#">27133</a> | 1,2500,125 |
| 20    | <a href="#">43071</a> | 15         |

# 21.

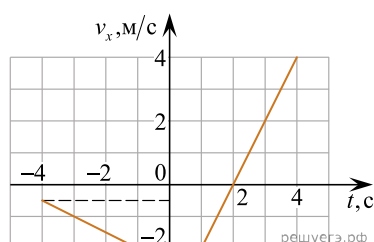
| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Баллы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3     |
| <p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не использованы 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.) И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. 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. 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. ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>                                                                                                                                        | 1     |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3     |

**Решение.** 1. Из графика следует, что в интервалах времени  $-4 \text{ с} \leq t \leq -1 \text{ с}$  и  $1 \text{ с} \leq t \leq 4 \text{ с}$  движение материальной точки — равноускоренное, а в интервале  $-1 \text{ с} \leq t \leq 1 \text{ с}$  материальная точка движется равномерно (её ускорение равно нулю). Поскольку в момент времени  $t_0 = 1 \text{ с}$  проекция скорости точки равна  $u_0 = -2 \text{ м/с}$ , это означает, что в течение всего интервала  $-1 \text{ с} \leq t \leq 1 \text{ с}$  проекция скорости материальной точки равна  $u_2 = -2 \text{ м/с}$

2. При  $-4 \text{ с} \leq t \leq -1 \text{ с}$  проекция ускорения материальной точки равна  $a_1 = -0,5 \text{ м/с}^2$ . С учётом того, что  $u_0 = -2 \text{ м/с}$ , запишем выражение для проекции скорости в течение этого промежутка времени:  $v_1 = v_{01} + (-0,5) \cdot t$ . Чтобы найти  $u_{01}$ , подставим в эту формулу значения  $t = -1 \text{ с}$  и  $u_0 = -2 \text{ м/с}$ :  $-2 = v_{01} + (-0,5) \cdot (-1)$ . Отсюда  $u_{01} = -2,5 \text{ м/с}$ . Следовательно, зависимость проекции скорости материальной точки от времени в интервале времени  $-4 \text{ с} \leq t \leq -1 \text{ с}$  имеет вид:  $v_1(t) = -2,5 - 0,5t$ .

3. При  $1 \text{ с} \leq t \leq 4 \text{ с}$  проекция ускорения материальной точки равна  $a_3 = 2 \text{ м/с}^2$ . С учётом того, что  $u_0 = -2 \text{ м/с}$ , запишем выражение для проекции скорости в течение этого промежутка времени:  $v_3 = v_{03} + 2 \cdot t$ . Чтобы найти  $u_{03}$ , подставим в эту формулу значение  $t = 1 \text{ с}$  и  $u_0 = -2 \text{ м/с}$ :  $-2 = v_{03} + 2 \cdot 1$ . Отсюда  $u_{03} = -4 \text{ м/с}$ . Следовательно, зависимость проекции скорости материальной точки от времени в интервале времени  $1 \text{ с} \leq t \leq 4 \text{ с}$  имеет вид:  $v_3(t) = -4 + 2t$ .

4. Следовательно, график зависимости  $v(t)$  имеет вид, показанный на рисунке.



# 22.

| 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;</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) представлены 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> | 2     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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 и не зачёркнуты.</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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>    | 1     |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2     |

**Решение.** На груз действуют сила тяжести  $mg$ , направленная вертикально вниз, и сила упругости, равная по закону Гука  $F_{\text{упр}} = kx$  и направленная вертикально вверх. При равноускоренном движении вниз по второму закону Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} = m\vec{a},$$

$$\text{Оу: } mg - F_{\text{упр}} = ma.$$

Таким образом, ускорение лифта равно  $a = \frac{mg - kx}{m}$ .

При равноускоренном движении без начальной скорости  $s = \frac{at^2}{2}$ . В результате находим:

$$s = \frac{(mg - kx)t^2}{2m} = \frac{(0,4 \cdot 10 - 250 \cdot 0,015) \cdot 9}{2 \cdot 0,4} \approx 2,8 \text{ м.}$$

Ответ:  $s \approx 2,8 \text{ м.}$

# 23.

| 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;</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) представлены 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> | 2     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется 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 и не зачёркнуты.</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 (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>    | 1     |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0     |
| <i>Максимальный балл</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2     |

**Решение.** По первому закону термодинамики  $\Delta U = Q + A'$ . При адиабатном процессе  $Q = 0$ . Изменение внутренней энергии для одноатомного газа  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ . Тогда количество вещества:

$$\nu = \frac{2A'}{3R\Delta T} = \frac{2 \cdot 1495,8}{3 \cdot 8,31 \cdot 40} = 3 \text{ моль.}$$

Ответ: 3 моль.

# 24.

| 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 определение удельной теплоемкости, уравнение Клапейрона — Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ.</p>        | 3     |
| <p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и проведены необходимые преобразования, но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем 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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует одна из исходных формул, необходимая для решения 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 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     |
| Максимальный балл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3     |

**Решение.** Поршень находится в равновесии, поэтому  $p = p_0 + \frac{Mg}{S} = \text{const}$  в течение всего процесса подвода теплоты.

Как следует из условия, объем газа равен  $V = S \cdot h$ .

Согласно уравнению Клапейрона— Менделеева  $pV = \nu RT$ , где  $\nu$  — количество газа (в молях). Отсюда  $\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{(p_0 S + Mg)h}{RT}$ . После сообщения газу некоторого количества теплоты  $Q$  температура газа увеличилась на  $\Delta T$ , а его объем возрос на  $\Delta V$ , причем согласно первому началу термодинамики  $Q = \Delta U + A$ , где изменение внутренней энергии для одноатомного идеального газа  $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$ , а работа газа в изобарическом процессе  $A = p\Delta V = \nu R\Delta T$ .

Таким образом,  $Q = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + \nu R\Delta T = \frac{5}{2}\nu R\Delta T$ , а удельная теплоемкость газа в данном изобарическом процессе равна по определению:

$$c = \frac{1}{m} \cdot \frac{Q}{\Delta T} = \frac{1}{m} \cdot \frac{5}{2} \nu R = \frac{1}{m} \cdot \frac{5}{2} \frac{(p_0 S + Mg)h}{T} =$$

$$= \frac{2,5 \cdot (10^4 \text{ Па} \cdot 500 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 + 25 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2) \cdot 0,5 \text{ м}}{6 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot 300 \text{ К}} \approx$$

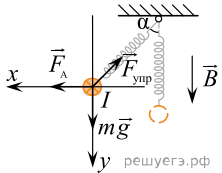
$$\approx 5,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)} = 5,2 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}.$$

**Ответ:** 5,2 кДж/(кг · К).

# 25.

| Критерии оценки выполнения задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Баллы |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (включая единицы измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3     |
| <p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков.</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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     |

**Решение.** На проводник действуют: сила тяжести  $mg$ , силы упругости, равные по закону Гука  $F_{\text{уп}} = k\Delta l$ , сила Ампера со стороны магнитного поля, равная по модулю  $F_A = BIl \sin\beta$ , где  $\sin\beta = 1$ , и направленная по правилу левой руки влево(см.рис.). Условие механического равновесия проводника:



$$2\vec{F}_{\text{уп}} + \vec{F}_A + m\vec{g} = 0.$$

Проекция на горизонтальную и вертикальную оси приводит к системе уравнений:

$$\begin{cases} 2k\Delta l \cos\alpha = mg, \\ 2k\Delta l \sin\alpha = F_A. \end{cases}$$

Угол  $\alpha$  — угол отклонения от вертикальной оси. Поделим второе равенство на первое:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IBL}{mg}.$$

Масса провода  $m = \rho LS$ . Таким образом:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{IB}{\rho Sg} = \frac{10 \cdot 0,1}{8 \cdot 10^3 \cdot 1,25 \cdot 10^{-5} \cdot 10} = 1.$$

Тогда угол отклонения от вертикали равен  $\alpha = 45^\circ$ .

Ответ:  $\alpha = 45^\circ$

# 26.

| Критерии оценивания выполнения задания                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  | Баллы |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|
| <b>Критерий 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |       |
| Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 1     |
| В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка.<br>ИЛИ<br>Обоснование отсутствует.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  | 0     |
| <b>Критерий 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |       |
| Приведено полное решение, включающее следующие элементы:<br><br>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения импульса, закон сохранения и изменения механической энергии);<br><br>II) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;<br><br>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);<br><br>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. |  | 3     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <b>один</b> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам — II, III и IV, — представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка.</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4 |

### Решение. Обоснование.

Систему отсчета, связанную с горизонтальной поверхностью, будем считать инерциальной. Так как брусок и кусок пластилина движутся поступательно, то их можно считать материальными точками. Ось  $Ox$  направим по начальной скорости бруска. Система «брусок— кусок пластилина» является замкнутой, так как сумма проекций внешних сил тяжести на ось  $Ox$  равна нулю, а работа силы трения и сопротивления воздуха за малый промежуток времени взаимодействия мала. Следовательно, можно применять закон сохранения импульса для данной системы тел при неупругом соударении, после которого тела становятся одним целым.

При дальнейшем перемещении бруска с пластилином потенциальная энергия при движении по горизонтальной поверхности не изменяется, а работа внешней силы трения идет на изменение полной механической энергии тела. Следовательно, возможно применение теоремы об изменении полной механической энергии тела.

### Перейдем к решению.

Пусть  $m$  — масса куска пластилина,  $M$  — масса бруска,  $u_0$  — начальная скорость бруска с пластилином после взаимодействия. Согласно закону сохранения импульса имеем:

$$M\vec{v}_{\text{бр}} + m\vec{v}_{\text{пл}} = (m + M)\vec{u}_0,$$

$$Mv_{\text{бр}} - mv_{\text{пл}} = (M + m)u_0.$$

Поскольку  $M = 4m$ , то  $4m\frac{1}{3}v_{\text{пл}} - mv_{\text{пл}} = 5mu_0$ , следовательно,  $u_0 = \frac{1}{15}v_{\text{пл}}$ .

По условию конечная скорость бруска с пластилином  $u = 0,7u_0$ .

По закону изменения механической энергии имеем:  $A_{\text{тр}} = E_{\text{к2}} - E_{\text{к1}}$ . При этом работа силы трения  $A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}s$ , начальная кинетическая энергия  $E_{\text{к1}} = \frac{(M + m)u_0^2}{2}$ , конечная кинетическая энергия  $E_{\text{к2}} = \frac{(M + m)u^2}{2}$ , сила трения  $F_{\text{тр}} = \mu N$ , при движении по горизонтальной поверхности  $N = (M + m)g$ .

Тогда получаем:

$$\frac{(M+m)u_0^2}{2} = \frac{(M+m)u^2}{2} + \mu(M+m)gs,$$

$$\frac{5m\left(\frac{1}{15}v_{\text{пл}}\right)^2}{2} = \frac{5m\left(0,7\frac{1}{15}v_{\text{пл}}\right)^2}{2} + 5m\mu gS,$$

$$\frac{1}{2 \cdot 15^2} v_{\text{пл}}^2 - \frac{0,49}{2 \cdot 15^2} v_{\text{пл}}^2 = \mu g s,$$

$$s = \frac{0,255}{225} \cdot \frac{v_{\text{пл}}^2}{\mu g} = \frac{0,01 \cdot 15^2}{0,17 \cdot 10} = 0,15 \text{ м.}$$

**Ответ:**  $s = 0,15 \text{ м.}$

---