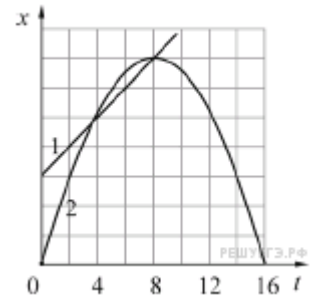


Решения

↑ Задание 1 № 9076 тип 1

Два точечных тела 1 и 2 движутся вдоль оси Ox . Зависимости координат x этих тел от времени t изображены на рисунке. В какой момент времени проекции скоростей этих тел будут приблизительно одинаковыми? Ответ укажите с точностью до целого.



Решение.

Скорость тела можно узнать, вычислив угол наклона касательной к графику изменения координаты тела от времени.

Из графика видно, что скорость вдоль оси x для первого тела не изменяется, а скорость второго изменяется постоянно.

Тогда тела будут иметь приблизительно одинаковую скорость в момент, когда скорость второго тела сравнивается со скоростью первого тела, то есть угол наклона касательной к графику изменения координаты второго тела будет совпадать с наклоном прямой, описывающей изменение координаты первого тела, то есть, приблизительно, в 6 с.

Ответ: 6.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 6

↑ Задание 2 № 412 тип 2

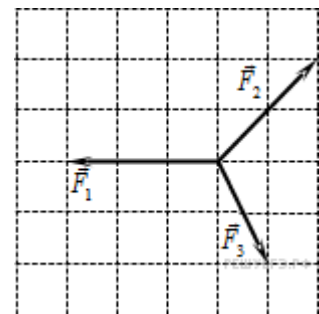
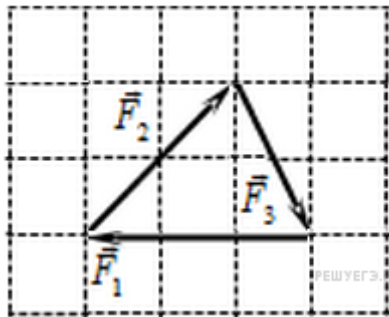
На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_1 равен 3 Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов F_1 , F_2 и F_3 ? (Ответ дайте в ньютонах.)

Решение.

Сложим вектора сил, чтобы найти равнодействующую. Для этого перерисуем картинку. Из нового рисунка видно, что равнодействующая векторов сил F_1 , F_2 и F_3 равна нулю.

Ответ: 0.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0



↑ Задание 3 № 742 тип 3

Закрепленный пружинный пистолет стреляет вертикально вверх. Какой была деформация пружины Δl перед выстрелом, если жесткость пружины $k = 1000$ Н/м, а пуля массой 5 г в результате выстрела поднялась на высоту $h = 9$ м. Трением пренебречь. Считать, что $\Delta l \ll h$. Ответ выразите в см.

Решение.

Для системы пружина пистолета — пуля выполняется закон сохранения энергии, поскольку трением можно пренебречь. Следовательно,

$$\frac{k\Delta l^2}{2} = mgh.$$

Отсюда находим деформацию пружины перед выстрелом:

$$\Delta l = \sqrt{\frac{2mgh}{k}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,005 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} \cdot 9 \text{ м}}{1000 \text{ Н/м}}} = 0,03 \text{ м} = 3 \text{ см.}$$

Ответ: 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

↑ Задание 4 № 8935 тип 4

В сосуде с водой, не касаясь стенок и дна, плавает деревянный (сосновый) кубик с длиной ребра 20 см. Кубик вынимают из воды, заменяют половину его объёма на материал, плотность которого в 6 раз больше плотности древесины, и помещают получившийся составной кубик обратно в сосуд с водой. На сколько увеличится модуль силы Архимеда, действующей на кубик? Ответ выразите в Н. (Плотность сосны — 400 кг/м^3 .)

Решение.

В первом случае кубик плавает в воде, а это значит, что сила тяжести уравновешивается силой Архимеда:

$$F_{A1} = mg = \rho_{\text{т}} \cdot a^3 \cdot g = 400 \cdot 0,2^3 \cdot 10 = 32 \text{ Н.}$$

После замены части кубика его средняя плотность станет равной $0,5 \cdot 400 + 0,5 \cdot 2400 = 1400 \text{ кг/м}^3$. Она больше плотности воды $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, и значит, во втором случае кубик полностью погрузится в воду. Сила Архимеда в этом случае будет равна:

$$F_{A2} = \rho_{\text{в}} g V_{\text{т}} = 1000 \cdot 10 \cdot 0,2^3 = 80 \text{ Н.}$$

Отсюда получаем, что сила Архимеда увеличится на 48 Н.

Ответ: 48.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 48

↑ Задание 5 № 8134 тип 5

В эксперименте по изменению пути, пройденному телом, заполнена таблица зависимости пути от времени. Анализируя данные таблицы, выберите из приведённых ниже утверждений три правильных и укажите их номера.

$t, \text{ с}$	$s, \text{ м}$
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40

- 1) За каждый из четырёх интервалов времени пройденный телом путь увеличивался на 10 м.
- 2) Движение тела равномерное.
- 3) Движение тела равноускоренное.
- 4) Ускорение тела было постоянным и равным 10 м/с^2 .
- 5) Скорость тела была постоянной и равной 10 м/с .

Решение.

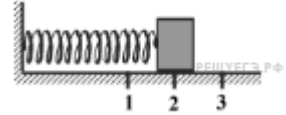
За каждую секунду путь увеличивался на 10 м, значит, движение было равномерным со скоростью 10 м/с.

Ответ: 125.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 125

↑ **Задание 6 № 4575 тип 6**

Груз изображённого на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняется кинетическая энергия груза маятника, скорость груза и жёсткость пружины при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза	Жёсткость пружины

Решение.

Точка 2 представляет собой положение устойчивого равновесия маятника. Когда груз находится в точке 2, пружина не деформирована. Точка 1, напротив, соответствует сжатой пружине. При движении груза от точки 1, в которой он имеет нулевую скорость, к точке 2 пружина разжимается, ускоряя груз, то есть скорость груза увеличивается. При этом кинетическая энергия груза увеличивается $E_{\text{кин}} = \frac{mv^2}{2}$.

Жёсткость пружины является характеристикой пружины, не зависящей от фазы колебания, поэтому жёсткость пружины не изменяется.

Ответ: 113.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 113

↑ **Задание 7 № 6286 тип 7**

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную 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.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$

Б) количество теплоты, получаемое двигателем за цикл от нагревателя

- 2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
 3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
 4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

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

А	Б

Решение.

А) КПД идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно рассчитывается по формуле $1 - \frac{T_2}{T_1}$.

Б) КПД также рассчитывается как отношение работы, совершаемой за цикл к теплоте, отдаваемой нагревателем $\eta = \frac{A}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$. Откуда $Q_1 = \frac{AT_1}{T_1 - T_2}$.

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 8 № 9207 тип 8**

Газообразный азот находится в сосуде объёмом 33,2 литра. Давление газа 100 кПа, его температура 127 °С. Определите массу газа в этом сосуде. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Решение.

Состояние идеального газа описывается уравнением Клапейрона — Менделеева:

$$pV = \frac{m}{M}RT.$$

Найдем отсюда массу газа:

$$m = \frac{pVM}{RT} = \frac{10^5 \cdot 33,2 \cdot 10^{-3} \cdot 28 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot (127 + 273)} \approx 0,028 \text{ кг} = 28 \text{ г}.$$

Ответ: 28.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 28

↑ **Задание 9 № 1121 тип 9**

Температура нагревателя тепловой машины 900 К, температура холодильника на 300 К меньше, чем у нагревателя. Каков максимально возможный КПД машины? (Ответ дайте в процентах, округлив до целых.)

Решение.

Температура холодильника равна $T_x = T_n - 300 \text{ К} = 900 \text{ К} - 300 \text{ К} = 600 \text{ К}$. Максимально возможный КПД тепловой машины равен КПД машины Карно

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} = \frac{900 \text{ К} - 600 \text{ К}}{900 \text{ К}} = \frac{1}{3} \approx 33 \text{ \%}.$$

Ответ: 33.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 33

↑ **Задание 10 № 7665 тип 10**

Определите плотность водяного пара в воздухе, который находится при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$, если известно, что относительная влажность этой порции воздуха равна 30% . Ответ приведите в $\text{кг}/\text{м}^3$ и округлите до сотых долей.

Решение.

Относительная влажность — отношение парциального давления паров воды в газе к равновесному давлению насыщенных паров при данной температуре $\varphi = \frac{p}{p_{\text{н.п.}}}$, откуда $p = \varphi p_{\text{н.п.}}$. При $100\text{ }^\circ\text{C}$ давление насыщенных паров равно атмосферному $p_{\text{н.п.}} = 10^5\text{ Па}$. Плотность водяного пара можно рассчитать из уравнения Менделеева — Клапейрона:

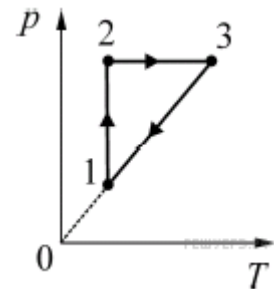
$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{\varphi p_{\text{н.п.}}M}{RT} = \frac{0,3 \cdot 10^5 \cdot 0,018}{8,31 \cdot 373} = 0,17\text{ кг}/\text{м}^3.$$

Ответ: 0,17.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,17

↑ **Задание 11 № 6698 тип 11**

В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от температуры T , показанная на графике. Выберите два утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента, и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.



- 1) В процессе 1–2 газ совершал отрицательную работу.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал отрицательную работу.
- 3) В процессе 3–1 газ совершал положительную работу.
- 4) Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было меньше изменения внутренней энергии газа на участке 2–3.
- 5) В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу.

Решение.

Проанализируем каждое утверждение.

1) Процесс 1–2 — изотермическое увеличение давления, следовательно, по закону Бойля — Мариотта: $pV = \text{const}$, значит, газ сжимался, то есть совершал отрицательную работу.

2) Процесс 2–3 — это изобарическое увеличение температуры, следовательно, по закону Гей-Люссака $\frac{V}{T} = \text{const}$, то есть объём также увеличивался. Следовательно, газ совершал положительную работу.

3) Заметим, что график построен в переменных p – T , процесс 3–1 — линейный, следовательно, процесс 3–1 — изохора, значит, работа не совершается.

4) Изменение внутренней энергии идеального газа прямо пропорционально изменению температуры. Изменение температуры в процессе 1–2 равно нулю, в процессе 2–3 — больше нуля, следовательно изменение внутренней энергии на участке 2–3 больше, чем на участке 1–2.

5) Заметим, что график построен в переменных p – T , процесс 3–1 — линейный, следовательно, процесс 3–1 — изохора, значит, работа не совершается.

Ответ: 14.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 14

↑ **Задание 12 № 3174 тип 12**

По мере понижения температуры от $+50$ до -50 °С вода находилась сначала в жидком состоянии, затем происходил процесс ее отвердевания, и дальнейшее охлаждение твердой воды — льда. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трех процессов и если изменялась, то как? Установите соответствие между физическими процессами, перечисленными в первом столбце, и изменениями внутренней энергии воды, перечисленными во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

- А) Охлаждение жидкой воды
 Б) Отвердевание воды
 В) Охлаждение льда

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

- 1) Остаётся неизменной
 2) Увеличивается
 3) Уменьшается

А	Б	В

Решение.

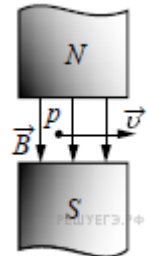
Согласно первому началу термодинамики внутреннюю энергию тела можно изменить совершая над ним работу или передавая ему тепло. Опыт показывает, что при понижении температуры воды от $+50$ до -50 °С тепло выделяется и при охлаждении жидкой воды, и при её отвердевании, и при охлаждении льда. Следовательно, внутренняя энергия воды уменьшается в ходе всех трёх процессов.

Ответ: 333.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 333

↑ **Задание 13 № 6895 тип 13**

Протон p влетает в зазор между полюсами электромагнита с горизонтальной скоростью \vec{v} , лежащей в плоскости рисунка. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально. Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?



- 1) от наблюдателя за плоскость рисунка \otimes
 2) к наблюдателю из-за плоскости рисунка \odot
 3) горизонтально вправо в плоскости рисунка \rightarrow
 4) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow

Решение.

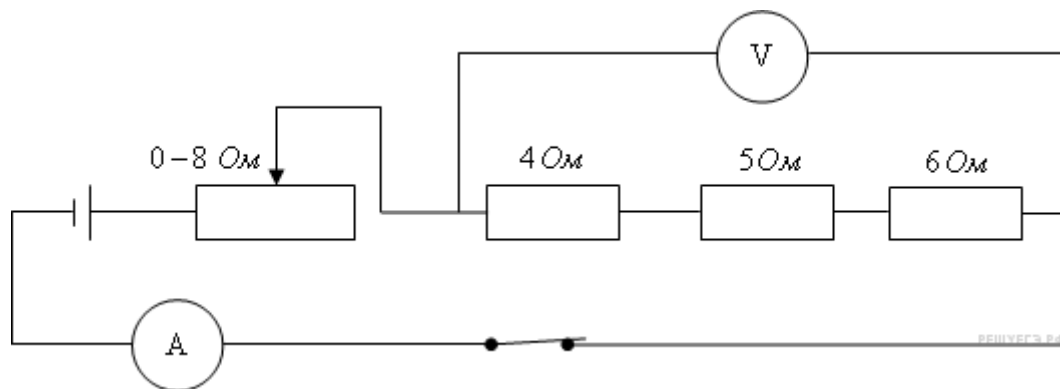
По правилу левой руки: «Если левую руку расположить так, чтобы линии магнитной индукции входили в ладонь, а вытянутые четыре пальца совпадали с направлением движения заряда, то отогнутый большой палец укажет направление силы Лоренца, действующей на положительный заряд». Поскольку протон несет положительный заряд, мысленно проделав указанные действия, получаем, что сила Лоренца направлена от наблюдателя.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

↑ **Задание 14 № 3233 тип 14**

На рисунке представлена электрическая цепь. Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр? (Ответ выразите в амперах. Амперметр и вольтметр считайте идеальными.)

**Решение.**

Реостат, три резистора с сопротивлениями 4 Ом, 5 Ом и 6 Ом и амперметр подключены последовательно, а значит, через них течет одинаковый ток. Вольтметр подключен к участку цепи, представляющему собой последовательное соединение трёх резисторов. Общее сопротивление этого участка цепи равно $R = 4 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} + 6 \text{ Ом} = 15 \text{ Ом}$. Используя закон Ома, определим силу тока, текущего через резисторы: $I = \frac{U}{R} = \frac{12 \text{ В}}{15 \text{ Ом}} = 0,8 \text{ А}$. Именно такую силу тока и показывает амперметр.

Ответ: 0,8.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,8

↑ **Задание 15 № 3502 тип 15**

Свет идет из вещества с показателем преломления n в вакуум. Предельный угол полного внутреннего отражения равен 30° . Чему равен n ?

Решение.

Коэффициент преломления показывает, во сколько раз скорость света в среде меньше, чем скорость света в вакууме, поэтому коэффициент преломления вакуума равен 1. Явление полного внутреннего отражения наблюдается при переходе света из среды оптически более плотной в среду оптически менее плотную. Предельный угол падения луча определяется тем условием, что преломленный луч идет параллельно границе раздела двух сред, то есть синус угла преломления равен 1. Поэтому, согласно закону Снеллиуса, для искомого коэффициента преломления имеем:

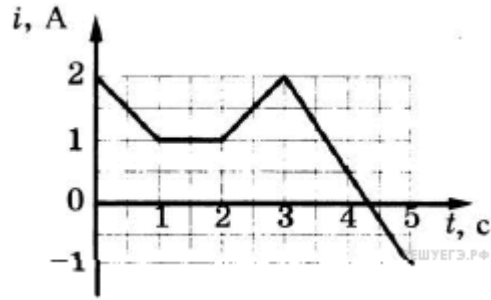
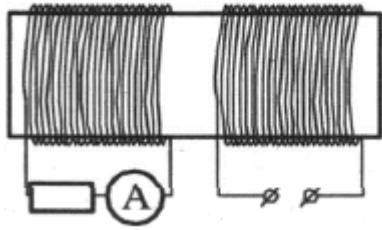
$$\frac{\sin \alpha_{\text{пред}}}{1} = \frac{1}{n} \Leftrightarrow n = \frac{1}{\sin \alpha_{\text{пред}}} = \frac{1}{\sin 30^\circ} = 2.$$

Ответ: 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

↑ **Задание 16 № 8073 тип 16**

На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите два верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Всё время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Решение.

Обратим внимание, что авторы задачи просят пренебречь индуктивностью катушек, это означает, что магнитный поток в катушках изменяется одновременно, не испытывая задержек. Таким образом, ток в левой катушке будет пропорционален производной от тока в правой катушке.

1) В промежутке между 1 с и 2 с ток в правой катушке остаётся неизменным, следовательно, показания амперметра равны нулю.

2) В промежутке 0–1 с ток в правой катушке уменьшается, а в промежутке 2–3 с растёт, следовательно, ток, индуцированный в левой катушке будет иметь разные направления.

3) В промежутке между 1 с и 2 с ток в правой катушке отличен от нуля, следовательно, индукция магнитного поля в сердечнике также отлична от нуля.

4) Как замечено ранее, в промежуток между 1 с и 2 с показания амперметра равны нулю.

5) В промежутке 0–1 с и в промежутке 2–3 с производная тока по времени одинакова по модулю, следовательно, силы токов, индуцированных в левой катушке одинаковы.

Таким образом, верны утверждения 1 и 5.

Ответ: 15.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 15

↑ Задание 17 № 7825 тип 17

В однородном магнитном поле движется с постоянной скоростью прямой проводник так, что вектор скорости \vec{v} перпендикулярен проводнику. Вектор индукции магнитного поля \vec{B} также перпендикулярен проводнику и составляет с вектором \vec{v} угол $\alpha = 60^\circ$. Затем этот же проводник начинают двигать с той же скоростью, в том же самом магнитном поле, но так, что угол α уменьшается в 2 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: модуль ЭДС индукции, возникающей в проводнике; модуль напряжённости электрического поля внутри проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль ЭДС индукции, возникающей в проводнике	Модуль напряжённости электрического поля внутри проводника

Решение.

ЭДС индукции для проводника движущегося в магнитном поле, перпендикулярном проводнику, рассчитывается по формуле: $\varepsilon = VBl \sin \alpha$. Следовательно, при уменьшении угла между скоростью и направлением магнитного поля уменьшится и ЭДС индукции в проводнике.

Модуль напряжённости электрического поля внутри проводника прямо пропорционален ЭДС индукции, следовательно, модуль напряжённости электрического поля также уменьшится.

Ответ: 22.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 22

↑ **Задание 18 № 6135 тип 18**

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью 5,9 пФ имеет две металлические пластины, находящиеся на расстоянии 1,5 см друг от друга. Пластины несут заряды 0,25 нКл и $-0,25$ нКл. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в единицах СИ. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) напряжённость поля между пластинами
Б) энергия, запасённая в конденсаторе

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ
ВЕЛИЧИНЫ
В ЕДИНИЦАХ СИ

- 1) $\approx 3,5 \cdot 10^4$
2) $\approx 2,8 \cdot 10^3$
3) $\approx 5,3 \cdot 10^{-9}$
4) $\approx 2,4 \cdot 10^{-13}$

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

А	Б

Решение.

А) Напряжение на конденсаторе равно отношению заряда на конденсаторе к его ёмкости $U = \frac{q}{C}$. Напряжённость поля между пластинами равна отношению напряжения между пластинами к расстоянию между ними $E = \frac{U}{d} = \frac{q}{Cd} = \frac{0,25 \cdot 10^{-9}}{5,9 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}} \approx 0,028 \cdot 10^5 \text{ В/м} = 2,8 \cdot 10^3 \text{ В/м}$.

Б) Энергия запасённая в конденсаторе $W = \frac{q^2}{2C} = \frac{(0,25 \cdot 10^{-9})^2}{2 \cdot 5,9 \cdot 10^{-12}} \approx 0,0053 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} = 5,3 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$.

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 19 № 9746 тип 19**

Определите число протонов и нейтронов в атомном ядре неизвестного элемента X, участвующего в ядерной реакции ${}_Z^AX + {}_1^1\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + {}_2^4\text{He}$. В ответе запишите число протонов и число нейтронов слитно без знаков препинания между ними.

Число протонов	Число нейтронов

Решение.

В соответствии с законами сохранения массового числа и заряда получаем:

$$\begin{cases} A + 1 = 3 + 4, \\ Z + 1 = 2 + 2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 6, \\ Z = 3. \end{cases}$$

Отсюда следует, что в неизвестном ядре $Z = 3$ протона и $A - Z = 3$ нейтрона.

Ответ: 33.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 33

↑ **Задание 20 № 9510 тип 20**

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металлической пластинки при её освещении монохроматическим светом, равна 0,8 эВ. Красная граница фотоэффекта для этого металла 495 нм. Установите соответствие между физическими величинами и их численными значениями, выраженными в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ В СИ
А) работа выхода металла	1) $4 \cdot 10^{-19}$
Б) энергия фотона в световом потоке, падающем на пластинку	2) $4,95 \cdot 10^{-7}$
	3) $5,28 \cdot 10^{-19}$
	4) $1,28 \cdot 10^{-19}$

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

А	Б

Решение.

«Красная граница» фотоэффекта — это максимальная длина волны при которой ещё происходит фотоэффект и она зависит от работы выхода, не зависит от энергии налетающих фотонов.

$$A_{\text{вых}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{495 \cdot 10^{-9}} = 4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Энергия налетающих фотонов передаётся электронам и расходуется на преодоление электронами работы выхода из металла и увеличение кинетической энергии электронов

$$E_{\text{ф}} = A_{\text{вых}} + E_{\text{к}} = 4 \cdot 10^{-19} + 0,8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 5,28 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: 13.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 13

↑ **Задание 21 № 9065 тип 21**

Ядро атома претерпело радиоактивный электронный β -распад. Как в результате этого изменялись электрический заряд ядра и количество нейтронов в нём?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Электрический заряд ядра	Количество нейтронов в ядре

Решение.

В электронном β -распаде в ядре атома нейтрон превращается в протон, при этом испускаются электрон и электронное антинейтрино. Следовательно, электрический заряд ядра увеличивается на 1, а количество нейтронов уменьшается на 1.

Ответ: 12.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 12

↑ **Задание 22 № 8686 тип 22**

Для определения линейной плотности нити (массы единицы длины) отмеряют отрезок длиной $L = 10$ м (делают это с очень высокой точностью) и взвешивают его на весах. Масса отрезка оказывается равной $m = (12,6 \pm 0,1)$ г. Чему равна линейная плотность нити? (Ответ дайте в г/м, значение и погрешность запишите слитно без пробела.)

Решение.

Линейная плотность равна отношению массы отрезка к его длине: $\tau = \frac{m}{L}$.

Погрешность вычисленной величины определяется относительными погрешностями входящих в формулу величин. Длина измерена с очень высокой точностью, поэтому её относительная погрешность пренебрежимо мала. Тогда относительные погрешности τ и m равны: $\Delta\tau/\tau = \Delta m/m$, следовательно, $\tau = (1,26 \pm 0,01)$ г/м.

Ответ: 1,260,01.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1,260,01

↑ **Задание 23 № 2518 тип 23**

Исследовалась зависимость удлинения пружины от массы подвешенных к ней грузов. Результаты измерений представлены в таблице. Погрешности измерений величин m их равнялись соответственно 0,01 кг и 1 см. Чему примерно равна жёсткость пружины? (Ответ дайте в Н/м с точностью до 10 Н/м.)

m , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
x , см	0	4	6	12	15	18

Решение.

Рассчитаем для каждого измерения величину жесткости пружины $\left(k = \frac{mg}{x}\right)$ и усредним получившиеся значения.

m , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
x , см	0	4	6	12	15	18
k , Н/м	—	25,0	33,3	25,0	26,7	27,8

Среднее значение равно

$$\frac{25,0 + 33,3 + 25,0 + 26,7 + 27,8}{5} \approx 30 \text{ Н/м.}$$

Ответ: 30.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 30

↑ **Задание 24 № 9441 тип 24**

Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом.
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит, они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит, находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла.

Решение.

1) Светимость звезды связана с её температурой и радиусом соотношением $L = R^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4$ (светимость и радиус выражены в единицах Солнца). Светимость Альдебарана $L = 45^2 \left(\frac{3500}{6000}\right)^4 \approx 234$. Его абсолютная звёздная величина $M = 5 - 2,5 \lg L \approx -0,9$. К сверхгигантам относят звёзды с абсолютной звёздной величиной от -5^m до -12^m . Альдебаран не является сверхгигантом. (По классификации он относится к нормальным гигантам.)

Утверждение 1 *неверно*.

2) Спектральный класс определяется спектром звезды. Он в первую очередь зависит от температуры звезды. Альдебаран и Эльнат имеют разную температуру и относятся к разным спектральным классам.

Утверждение 2 *неверно*.

3) Бетельгейзе, имея температуру 3100 К, относится к красным звёздам спектрального класса М.

Утверждение 3 *верно*.

4) Звёзды одного созвездия находятся на небольших *угловых расстояниях* друг от друга, при этом они могут находиться на существенно разных расстояниях от Солнца. (В астрономических справочниках указано, что Альдебаран находится на расстоянии 65 св. лет, а Эльнат — 130 св. лет от Солнца.)

Утверждение 4 *неверно*.

5) Температура на поверхности Солнца (6000 К) больше, чем температура на поверхности звезды Капелла (5200 К).

Утверждение 5 *верно*.

Ответ: 35

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 35

↑ Задание 25 № 9099 тип 25

Однородная лестница массой 20 кг прислонена к гладкой вертикальной стене, составляя с ней угол 60° . Пол шероховатый. Чему равен модуль силы реакции, действующей на верхний конец лестницы? Ответ дайте в Н и округлите до целого числа.

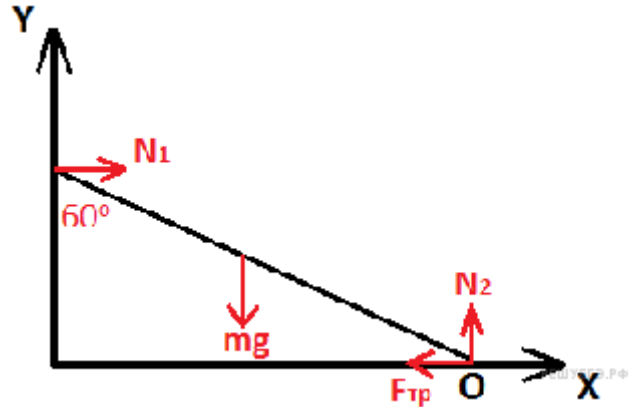
Решение.

Запишем правило моментов, взяв за ось вращения точку O , а за длину лестницы l , угол между лестницей и полом $\alpha = 30^\circ$:

$$N_1 l \sin \alpha = mg \frac{l}{2} \cos \alpha.$$

Выразим модуль силы реакции, действующей на верхний конец лестницы:

$$N_1 = \frac{mg \operatorname{ctg} \alpha}{2} = \frac{20 \cdot 10 \cdot \sqrt{3}}{2} \approx 173 \text{ Н.}$$

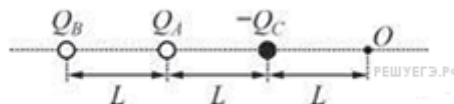


Ответ: 173.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 173

↑ Задание 26 № 4100 тип 26

На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A$, $+Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A . Ответ дайте с точностью до сотых.



Решение.

Вектор напряжённости электростатического поля, создаваемого точечным зарядом направлен «от» положительного заряда, и «к» отрицательному. Напряжённость пропорциональна заряду и обратно пропорциональна квадрату расстояния до него. Используя эту информацию, выпишем условие обращения в нуль напряжённости электрического поля в точке O :

$$E_A + E_B - E_C = 0 \Leftrightarrow \frac{kQ_A}{(2L)^2} + \frac{kQ_B}{(3L)^2} - \frac{kQ_C}{L^2} = 0 \Leftrightarrow \frac{Q_A}{4} + \frac{Q_B}{9} - Q_A = 0 \Leftrightarrow \frac{3Q_A}{4} = \frac{Q_B}{9} \Leftrightarrow \frac{Q_B}{Q_A} = 6,75.$$

Ответ: 6,75.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 6,75

↑ Задание 27 № 10364 тип 27

В фантастических романах космические корабли перемещаются при помощи фотонных двигателей, принцип действия которых заключается в создании реактивной тяги при испускании света. Сколько фотонов должен каждую секунду испускать такой двигатель для того, чтобы сообщить кораблю массой 15 тонн ускорение 2 м/с^2 , если длина волны испускаемых фотонов равна 660 нм? Ответ дайте в виде целого числа, которое должно быть записано перед множителем « 10^{31} ».

Решение.

По закону сохранения импульса, суммарный импульс испущенных фотонов должен равняться изменению импульса корабля

$$N \cdot p = M\Delta v,$$

где N — число фотонов, p — импульс одного фотона. Если поделим это уравнение на время t , то слева возникнет множитель, равный количеству фотонов за единицу времени, а справа появится ускорение корабля

$$\frac{N}{t} \cdot p = Ma,$$

Энергия фотона связана с длиной волны соотношением $E = \frac{hc}{\lambda}$. Импульс и энергия фотона связаны соотношением $E = pc$. Таким образом, импульс фотона равен $p = \frac{h}{\lambda}$.

Таким образом, чтобы разогнать корабль, двигателю необходимо испускать

$$\frac{N}{t} = \frac{Ma\lambda}{h} = \frac{15 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 660 \cdot 10^{-9}}{6,6 \cdot 10^{-34}} = 3 \cdot 10^{31} \text{ фотонов/с.}$$

Ответ: 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

Проверка части с развернутым ответом

Пожалуйста, оцените решения заданий части с развернутым ответом самостоятельно, руководствуясь указанными критериями.

Задание 28 (С1) № 7159

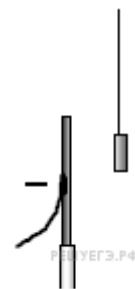
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков: 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.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. 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 решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: описание движения гильзы) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: электризация, взаимодействие заряженных тел, второй закон Ньютона)	3
<i>Максимальный балл</i>	3

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.

Решение.

Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдёт её электризация: та её сторона, которая ближе к пластине, будет иметь положительный заряд, а противоположная сторона — отрицательный.

Поскольку силы взаимодействия заряженных тел уменьшаются с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет сильнее отталкивания правой стороны гильзы, и гильза будет двигаться к пластине, пока не коснется её.

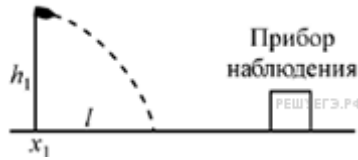


В момент касания часть электронов перейдет с отрицательно заряженной пластины на гильзу, гильза приобретет отрицательный заряд и оттолкнется от одноименно заряженной пластины. Гильза отклонится вправо и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю.

Задание 29 (С2) № 4509

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: уравнение движения в поле силы тяжести или формула для для дальности полёта тела, брошенного под углом к горизонту);</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 объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; 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 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 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
<p>Максимальный балл</p>	3

Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655$ м над Землёй (см. рисунок). Через 3 с снаряд упал на Землю и взорвался на расстоянии $l = 1700$ м от места его обнаружения. Известно, что снаряды данного типа вылетают из ствола пушки со скоростью 800 м/с. На каком расстоянии от точки взрыва снаряда находилась пушка, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.

**Решение.**

Условия данной задачи избыточны. Решать ее можно по-разному.

Первое решение.

Найдём горизонтальную скорость снаряда: $v_x = \frac{l}{t}$.

Найдём вертикальную проекцию скорости v_{1y} снаряда в момент обнаружения:

$$h_1 = v_{1y}t + \frac{gt^2}{2} \Leftrightarrow v_{1y} = \frac{h_1 - gt^2/2}{t}.$$

Определим, за какое время τ снаряд долетел из верхней точки траектории в точку, в которой был зафиксирован:

$$v_{1y} = g\tau \Leftrightarrow \tau = \frac{h_1 - gt^2/2}{gt}.$$

Таким образом, время полета снаряда составляет

$$T = 2(\tau + t) = \frac{2h_1}{gt} + t.$$

За это время снаряд пролетел по горизонтали

$$L = v_x T = \frac{l}{t} \cdot \left(\frac{2h_1}{gt} + t \right) = \frac{2h_1 l}{gt^2} + l = \frac{2 \cdot 1655 \text{ м} \cdot 1700 \text{ м}}{10 \text{ м/с}^2 \cdot (3 \text{ с})^2} + 1700 \text{ м} \approx 64000 \text{ м}.$$

Второе решение.

Найдём горизонтальную скорость снаряда: $v_x = \frac{l}{t}$, эта скорость остается постоянной на протяжении всего полета. Определим величину вертикальной проекции скорости в начальный момент: $v_{0y} = \sqrt{v^2 - v_x^2}$. Используя формулу для дальности полета тела, брошенного под углом к горизонту, получаем:

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{2(v_0 \cos \alpha)(v_0 \sin \alpha)}{g} = \frac{2v_x v_{0y}}{g} = \frac{2l \sqrt{v_0^2 - (l/t)^2}}{gt} \approx 64000 \text{ м}.$$

Ответ: примерно 64 км.

Примечание.

Заметьте, что в первом решении не понадобилась величина скорости, а во втором — высота. Это зависимые величины. Связь между ними можно установить, приравняв выражения для дальности полёта, полученные в первом и втором рассуждениях.

Задание 30 (С3) № 9289

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
	0
	1
	2
	3
Максимальный балл	3

Для того чтобы совершить полет, изобретатель массой 60 кг решил использовать 5000 воздушных шариков с гелием. До какого объема необходимо надуть шар, чтобы изобретатель поднялся в воздух при нормальном атмосферном давлении и температуре воздуха $T = 27$ °С. Массой оболочки шаров и объемом изобретателя пренебречь.

Решение.

Изобретатель будет подниматься за счет силы Архимеда, действующей на шары:

$$mg + m_{\text{He}}g = g\rho_{\text{в}}(nV) \Leftrightarrow mg + \rho_{\text{He}}(nV)g = g\rho_{\text{в}}(nV) \Leftrightarrow V = \frac{m}{n(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}})},$$

где m — масса изобретателя, V — объем одного шара, n — количество шаров, $\rho_{\text{в}}$ — плотность воздуха, ρ_{He} — плотность гелия.

Из уравнения Менделеева — Клапейрона можем найти плотность газа при данной температуре и давлении:

$$p = \frac{\rho}{M}RT \Leftrightarrow \rho = \frac{pM}{RT}.$$

Найдем объем одного шара, учитывая, что гелий в шариках находится при той же температуре и давлении, что и воздух вокруг:

$$V = \frac{m}{n(\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}})} = \frac{mRT}{np_0 \cdot (M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} = \frac{60 \cdot 8,31 \cdot 300}{5000 \cdot 10^5 \cdot (0,029 - 0,004)} \approx 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 12 \text{ л}.$$

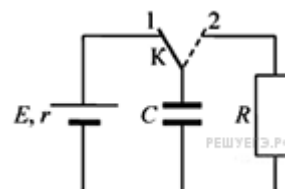
Ответ: 12 л.

Задание 31 (С4) № 5456

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 Ома, выражение для энергии конденсатора);</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 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 следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и тому подобное).</p>	2

ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/ вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. 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. ИЛИ 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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В схеме, показанной на рисунке, ключ K долгое время находился в положении 1. В момент $t_0 = 0$ ключ перевели в положение 2. Какое количество теплоты Q выделится на резисторе $R = 100$ кОм к моменту $t > 0$, когда сила тока в цепи $I = 0,1$ мА? ЭДС батареи $E = 15$ В, её внутреннее сопротивление $r = 30$ Ом, ёмкость конденсатора $C = 0,4$ мкФ. Потерями на электромагнитное излучение пренебречь.



Решение.

1. Пока ключ находится в положении 1, конденсатор заряжен до напряжения $U = E$. Энергия электромагнитного поля в конденсаторе $\frac{CE^2}{2}$.

2. После переключения ключа в положение 2 конденсатор начинает разряжаться, в цепи течёт ток, равный по закону Ома $I = \frac{U}{R} \Leftrightarrow U = IR$, где U — остаточное напряжение на конденсаторе в момент времени t .

3. По закону сохранения энергии энергия, накопленная на конденсаторе, равна сумме оставшейся на конденсаторе энергии и выделившегося тепла:

$$\frac{CE^2}{2} = \frac{CU^2}{2} + Q \Leftrightarrow Q = \frac{C}{2}(E^2 - U^2) = \frac{C}{2}(E^2 - I^2R^2)$$

После подстановки получаем:

$$Q = \frac{1}{2} \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф} \cdot (225 \text{ В}^2 - (10^{-4} \text{ А} \cdot 10^5 \text{ Ом})^2) = 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 125 \text{ Дж} = 25 \text{ мкДж}.$$

Ответ: $Q = 25$ мкДж.

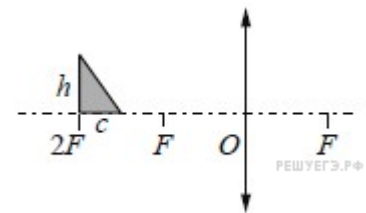
Задание 32 (С5) № 10091

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;	3

<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>	
<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 и достаточно 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

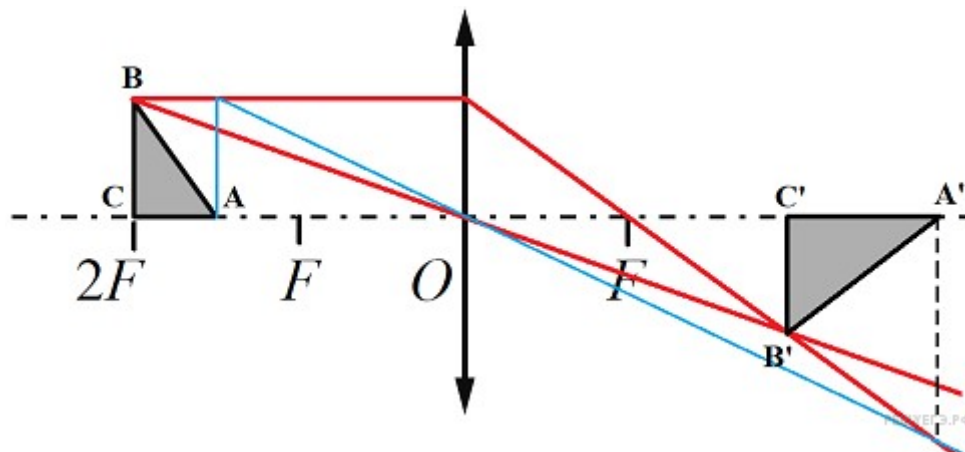
Прямоугольный треугольник с катетами $c = 2$ см и $h = 3$ см расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием $F = 10$ см, как показано на рисунке.

Чему равна площадь даваемого линзой изображения этого треугольника? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.



Решение.

1) Изображение треугольника построено на рисунке.



Изображение точки B удобно найти как пересечение луча, проходящего через центр линзы и луча, падающего на линзу параллельно главной оптической оси.

Изображение точки C находится в точности под изображением точки B . Кроме того, так как катет BC находится в двойном фокусе, то его изображение $B'C'$ является перевернутым, действительным и длина изображения в точности совпадает с длиной катета: $h' = h$.

2) Используя формулу тонкой линзы, найдем расстояние от линзы до изображения точки A ($d = 2F - c$)

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F},$$

$$f = \frac{dF}{d - F} = 22,5 \text{ см.}$$

Горизонтальный катет изображения равен

$$c' = f - 2F = 2,5 \text{ см.}$$

3) Таким образом, площадь треугольника изображения равна:

$$S' = \frac{1}{2}c'h' = \frac{1}{2} \cdot 2,5 \cdot 3 = 3,75 \text{ см}^2.$$

Ответ: $3,75 \text{ см}^2$.