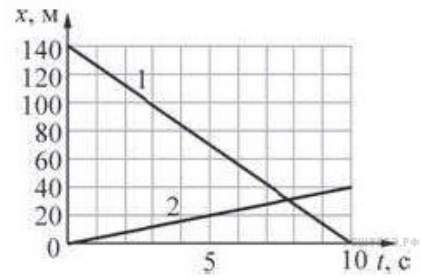


## Решения

### ↑ Задание 1 № 3867 тип 1

Тела 1 и 2 движутся вдоль оси  $x$ . На рисунке изображены графики зависимости координат движущихся тел 1 и 2 от времени  $t$ . Чему равен модуль скорости 1 относительно тела 2? (Ответ дайте в метрах в секунду.)



**Решение.**

Используя график, определим проекции скоростей обоих тел. Для тела 1 имеем

$$v_{x1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(10 \text{ с}) - x(0 \text{ с})}{10 \text{ с} - 0 \text{ с}} = \frac{0 \text{ м} - 140 \text{ м}}{10 \text{ с}} = -14 \text{ м/с}.$$

Для тела 2:

$$v_{x2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(10 \text{ с}) - x(0 \text{ с})}{10 \text{ с} - 0 \text{ с}} = \frac{40 \text{ м} - 0 \text{ м}}{10 \text{ с}} = 4 \text{ м/с}.$$

Таким образом модуль скорости одного тела относительно другого равен

$$v_{\text{отн}} = |\vec{v}_2 - \vec{v}_1| = |v_{x2} - v_{x1}| = |4 \text{ м/с} - (-14 \text{ м/с})| = 18 \text{ м/с}.$$

Ответ: 18.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 18

### ↑ Задание 2 № 8984 тип 2

Модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности астероида равен  $0,05 \text{ м/с}^2$ . Чему будет равен модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности другого астероида, объём которого в 8 раз больше? Оба астероида однородные, сферические и состоят из железа. Ответ выразите в  $\text{м/с}^2$ .

**Решение.**

На тело вблизи астероида действует сила тяготения, которая которая связана с ускорением свободного падения:

$$F = \frac{GM_{\text{аст}}m}{r^2} = mg.$$

Увеличение объёма астероида в 8 раз приводит, во-первых, к увеличению массы астероида в 8 раз, а во-вторых, к увеличению расстояния между центром астероида и телом вблизи его поверхности в  $\sqrt[3]{8} = 2$  раза. Таким образом:

$$g' = \frac{GM'_{\text{аст}}}{r'^2_2} = \frac{8}{4} \cdot g = 2g = 0,1 \text{ м/с}^2.$$

Ответ: 0,1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,1

### ↑ Задание 3 № 4763 тип 3

Самосвал массой  $m_0$  при движении на пути к карьере имеет кинетическую энергию  $2,5 \cdot 10^5$  Дж. Какова его кинетическая энергия после загрузки, если он двигался с прежней скоростью, а масса его увеличилась в 2 раза? (Ответ дайте в килоджоулях.)

**Решение.**

Кинетическая энергия пропорциональна массе тела:  $E = \frac{mv^2}{2}$ .

Таким образом, после загрузки при движении с такой же скоростью самосвал будет иметь вдвое большую кинетическую энергию:

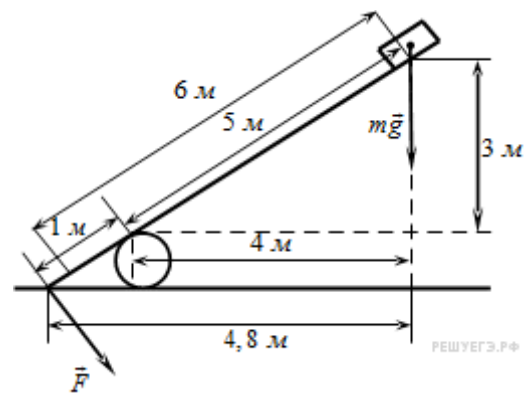
$$2 \cdot 2,5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 5 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 500 \text{ кДж.}$$

Ответ: 500.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 500

#### ↑ Задание 4 № 620 тип 4

Под действием силы тяжести  $mg$  груза и силы  $F$  рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы  $F$  равен 600 Н, то каков модуль силы тяжести, действующей на груз? (Ответ дайте в ньютонах.)



**Решение.**

Одним из условий равновесия рычага является то, что полный момент всех внешних сил относительно любой точки равен нулю. Рассмотрим моменты сил относительно опоры рычага. Момент, создаваемый силой  $F$ , равен  $F \cdot 1$  м, и он вращает рычаг против часовой стрелки. Момент, создаваемый грузом относительно этой точки —  $mg \cdot 4$  м, он вращает по часовой. Приравнявая моменты, получаем выражение для модуля тяжести

$$mg = \frac{F \cdot 1 \text{ м}}{4 \text{ м}} = \frac{600 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}}{4 \text{ м}} = 150 \text{ Н.}$$

Ответ: 150.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 150

#### ↑ Задание 5 № 9305 тип 5

В таблице представлены данные о положении шарика, прикрепленного к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси  $Ox$ , в различные моменты времени.

$t, \text{ с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, \text{ мм}$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,0 с максимальна.
- 2) Период колебаний шарика равен 4,0 с.
- 3) Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с минимальна.
- 4) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.
- 5) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с минимальна.

**Решение.**

Проверим правильность утверждений.

- 1) В момент времени 1,0 с деформация пружины максимальна, и, значит, максимальна её потенциальная энергия. Утверждение 1 *верно*.
- 2) Из таблицы видно, что за время от 0,0 до 2,0 с совершилась половина колебания, значит, период равен 4 с. Утверждение 2 *верно*.
- 3) В момент времени 2,0 с шарик проходит положение равновесия. В этот момент его скорость и кинетическая энергия максимальны. Утверждение 3 *неверно*.
- 4) Из таблицы видно, что максимальное отклонение от равновесия составляет 15 мм. Утверждение 4 *неверно*.
- 5) Полная механическая энергия маятника постоянна. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 12

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

↑ **Задание 6 № 4137 тип 6**

Радиопередатчик излучает в вакууме гармоническую электромагнитную волну. Если частота излучаемой передатчиком волны увеличится в 2 раза, а амплитуда останется прежней, то как в результате этого изменятся следующие физические величины: скорость распространения волны, длина волны, максимальное значение модуля напряжённости электрического поля волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Скорость распространения волны
- Б) Длина волны
- В) Максимальное значение модуля напряжённости электрического поля волны

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 1) Увеличится
- 2) Уменьшится
- 3) Не изменится

А	Б	В

**Решение.**

Скорость распространения волны в вакууме не зависит от амплитуды и частоты и равно постоянной величине, скорости света в вакууме. Поэтому изменение частоты сигнала не изменяет скорость распространения волн (А — 3).

Длина волны связана с частотой и скоростью распространения соотношением:  $\lambda v = c$ . Следовательно, увеличение частоты в 2 раза приведет к уменьшению длины волны в 2 раза (Б — 2).

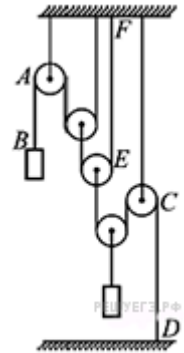
Электромагнитная волна — распространяющееся в пространстве возмущение электромагнитного поля. Поскольку амплитуда волны не изменяется, не изменяются и максимальные значения модуля напряженности электрического поля и индукции магнитного поля (В — 3).

Ответ: 323.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 323

↑ **Задание 7 № 6066 тип 7**

С помощью системы невесомых блоков на невесомых и нерастяжимых нитях уравновешены два груза (см. рисунок). Модуль силы натяжения участка нити  $AB$  равен  $T$ . Установите соответствие между модулями сил натяжения и участками нитей.



УЧАСТКИ НИТЕЙ

- А)  $DC$   
Б)  $EF$

МОДУЛИ СИЛ  
НАТЯЖЕНИЯ

- 1)  $T$   
2)  $2T$   
3)  $4T$   
4)  $8T$

А	Б

**Решение.**

Будем отсчитывать блоки слева направо. На левой нити второго блока сила натяжения равна  $T$ , следовательно, чтобы блок оставался в равновесии на центр блока действует сила  $2T$ . На участке  $EF$  сила натяжения будет такой же, как и сила, приложенная к центру второго блока, то есть  $2T$ . (Б — 2)

Аналогично второму блоку на центр третьего блока действует сила  $4T$ . Такая же сила натяжения будет на правой нити четвертого блока, эта сила натяжения равна силе натяжения на участке  $DC$ . (А — 3)

Ответ: 32.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 32

↑ **Задание 8 № 8672 тип 8**

Во сколько раз изменится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?

**Решение.**

Можно считать, что разреженный одноатомный газ подчиняется уравнению состояния для идеального газа:  $p = nkT$ . Таким образом, если абсолютная температура газа увеличится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 3 раза, давление газа увеличится в 6 раз.

Ответ: 6.

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

↑ **Задание 9 № 10314 тип 9**

В топке паровой машины сгорело 50 кг каменного угля, удельная теплота сгорания которого равна 30 МДж/кг. При этом машиной была совершена полезная механическая работа 135 МДж. Чему равен КПД этой тепловой машины? Ответ дайте в процентах.

**Решение.**

В процессе сгорания выделилось тепло

$$Q = qm = 1500 \text{ МДж.}$$

КПД определяется как отношение полезной работы к затраченной энергии

$$\eta = \frac{A}{Q} = \frac{135}{1500} = 0,09.$$

Таким образом, КПД тепловой машины равен 9 %.

Ответ: 9.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 9

### ↑ Задание 10 № 9116 тип 10

В вертикальном цилиндре под тяжёлым горизонтальным поршнем площадью  $0,2 \text{ м}^2$  находится идеальный газ. Атмосферное давление над поршнем равно  $10^5 \text{ Па}$ , а под поршнем – на 20 % выше. Газ медленно нагревают, в результате чего поршень поднимается на высоту 10 см. Какую работу при этом совершает газ?

**Решение.**

Давление под поршнем до и после нагрева одинаково. Тогда работа идеального газа равна:

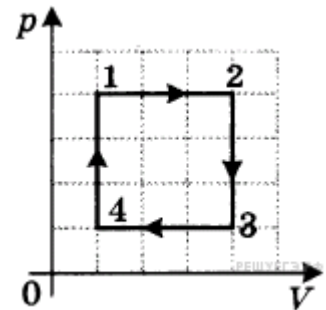
$$p_{\text{п}} \Delta V = 1,20 \cdot p_{\text{атм}} h \cdot S = 10^5 \text{ Па} \cdot 1,20 \cdot 0,1 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м}^2 = 2400 \text{ Дж}.$$

Ответ: 2400.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2400

### ↑ Задание 11 № 8077 тип 11

На рисунке в координатах  $p-V$  показан циклический процесс 1–2–3–4–1, который совершает один моль идеального одноатомного газа. Из предложенного перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.



- 1) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процесс 2–3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3–4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

**Решение.**

1) Процесс 1–2 — изобарическое увеличение объёма. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа вычисляется по формуле:  $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} pV$ . Произведение  $pV$  в данном процессе увеличивается, значит, внутренняя энергия газа растёт.

2) Процесс 2–3 — изохорное уменьшение давления, в изохорном процессе работа не совершается.

3) Процесс 3–4 — изобарическое уменьшение объёма. Из графика видно, что газ переходит в состояние с меньшей температурой, следовательно, уменьшается внутренняя энергия газа. Также заметим, что над газом совершают работу, значит, от газа отнимают некоторое количество теплоты.

4) Из графика видно, что  $p_1 = 4p_4$ ;  $V_1 = V_4$ . Найдём отношение внутренней энергии газа в состоянии 1 к внутренней энергии газа в состоянии 4:  $\frac{U_1}{U_4} = \frac{p_1 V_1}{p_4 V_4} = \frac{4p_4 V_4}{p_4 V_4} = 4$ . То есть, в процессе 4–1 температура газа увеличивается в 4 раза.

5) Работа равна площади под графиком в координатах  $p-V$ . Из рисунка видно, что площадь под графиком 1–2 в четыре раза больше площади под графиком 3–4.

Таким образом, верны утверждения под номерами 1 и 4.

Ответ: 14.

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

↑ **Задание 12 № 9180 тип 12**

В цилиндрическом сосуде, расположенном горизонтально, находится идеальный газ. Сосуд закрыт поршнем, который может перемещаться без трения. Давление снаружи атмосферное. Газу медленно сообщают некоторое количество теплоты, в результате чего объём газа увеличивается. Как изменятся в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление газа	Внутренняя энергия газа

**Решение.**

Поскольку поршень не закреплён и может перемещаться без трения, давление газа будет оставаться постоянным и равным атмосферному давлению. Температура газа увеличивается, следовательно, внутренняя энергия газа тоже увеличивается.

Ответ: 31.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 31

↑ **Задание 13 № 3533 тип 13**

Проводник с током  $I = 10$  А длиной 2 м находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл. Причем направление магнитного поля составляет  $30^\circ$  с направлением тока. Чему равна сила со стороны магнитного поля, действующая на проводник? (Ответ дать в ньютонах.)

**Решение.**

На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера, равная  $F_A = I l B \sin \alpha$ , где  $\alpha$  — угол между направлением тока и вектора магнитной индукции. Следовательно, на проводник действует сила

$$F_A = 10 \text{ А} \cdot 2 \text{ м} \cdot 0,5 \text{ Тл} \cdot \sin 30^\circ = 5 \text{ Н}.$$

Ответ: 5.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 5

↑ **Задание 14 № 10712 тип 14**

При перемещении точечного электрического заряда 6 мкКл в электростатическом поле из точки 1 в точку 2 действующая со стороны этого поля сила совершает работу 23 мкДж. При перемещении того же заряда из точки 1 в точку 3 в этом же электростатическом поле действующая со стороны поля сила

совершает работу 5 мкДж. Чему равна разность потенциалов между точками 3 и 2 этого поля?

**Решение.**

Потенциальная энергия заряда  $q$  в электростатическом поле в некоторой точке связана с величиной потенциала  $\varphi$  в этой точке соотношением:  $W = q\varphi$ . Таким образом, изменение потенциальной энергии заряда при перемещении из точки 1 в точку 2 равно:

$$W_{12} = W_1 - W_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

При перемещении заряда из точки 1 в точку 3 совершается работа

$$W_{13} = q(\varphi_1 - \varphi_3).$$

Разность потенциалов между точками 2 и 3 составляет

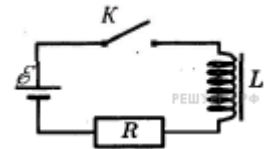
$$\varphi_3 - \varphi_2 = \frac{W_{12} - W_{13}}{q} = 3 \text{ В.}$$

Ответ: 3 В.

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

↑ **Задание 15 № 8717 тип 15**

Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор  $R = 40$  Ом (см. рисунок). В момент  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью  $\pm 0,01$  А, представлены в таблице. Чему равна ЭДС самоиндукции катушки в момент времени  $t = 2,0$  с? (Ответ дайте в вольтах.)



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

**Решение.**

Когда ток в катушке установится, то есть исчезнет напряжение самоиндукции в катушке, напряжение на резисторе станет равным ЭДС источника тока. Из таблицы видно, что ток в катушке устанавливается через 5 с после замыкания ключа, в этот момент напряжение на резисторе становится равным

$$U(5) = I(5) \cdot R = 0,3 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} = 12 \text{ В.}$$

В момент времени  $t = 2,0$  с напряжение на резисторе равно

$$0,26 \text{ А} \cdot 40 \text{ Ом} = 10,4 \text{ В.}$$

ЭДС самоиндукции катушки равно разности ЭДС источника тока и напряжения на резисторе

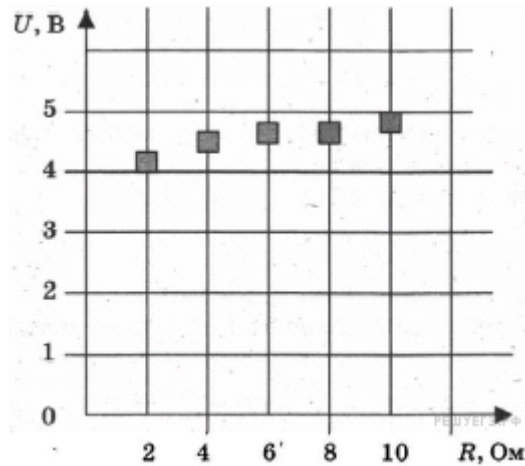
$$12 \text{ В} - 10,4 \text{ В} = 1,6 \text{ В.}$$

Ответ: 1,6.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1,6

↑ **Задание 16 № 8110 тип 16**

На графике представлены результаты измерения напряжения на реостате  $U$  при различных значениях сопротивления реостата  $R$ . Погрешность измерения напряжения  $\Delta U = \pm 0,2$  В, сопротивления  $\Delta R = \pm 0,5$  Ом.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) С уменьшением сопротивления напряжение увеличивается.
- 2) При сопротивлении 2 Ом сила тока примерно равна 2 А.
- 3) При сопротивлении 1 Ом сила тока в цепи примерно равна 3 А.
- 4) При сопротивлении 10 Ом сила тока примерно равна 0,3 А.
- 5) Напряжение зависит от сопротивления.

#### Решение.

Проверим справедливость предложенных утверждений.

1) Из графика видно, что с уменьшением сопротивления напряжение уменьшается.

2) Силу тока в реостате можно найти по формуле:  $I = \frac{U}{R}$ . При сопротивлении 2 Ом сила тока примерно равна  $\frac{4 \text{ В}}{2 \text{ Ом}} = 2 \text{ А}$ .

3) Из результатов измерений нельзя заключить чему равна сила тока через реостат при сопротивлении 1 Ом.

4) При сопротивлении 10 Ом сила тока примерно равна  $\frac{4,8 \text{ В}}{10 \text{ Ом}} = 0,48 \text{ А}$ .

5) Из результатов измерений можно утверждать, что напряжение на реостате зависит от сопротивления.

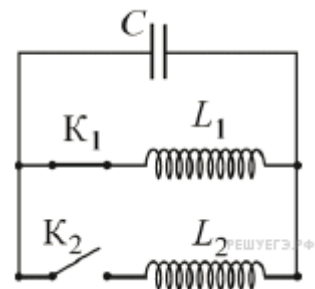
Таким образом, верными являются утверждения под номерами 2 и 5.

Ответ: 25.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 25

#### ↑ Задание 17 № 8867 тип 17

Идеальный колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью  $C$ , две катушки индуктивностями  $L_1$  и  $L_2 = 2L_1$  и два ключа  $K_1$  и  $K_2$ . Когда ключ  $K_1$  замкнут, а ключ  $K_2$  разомкнут (см. рисунок), в контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В момент, когда на конденсаторе сосредоточен максимальный заряд, ключ  $K_1$  размыкают и одновременно с этим замыкают ключ  $K_2$ . Как изменятся после этого период электромагнитных колебаний в контуре и максимальная сила тока в катушке индуктивностью  $L_2$  по сравнению с максимальной силой тока, протекавшего ранее в катушке индуктивностью  $L_1$ ?





Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Период электромагнитных колебаний	Максимальная сила тока в катушке индуктивности

**Решение.**

Период колебаний в колебательном контуре равен  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ . При увеличении индуктивности катушки период электромагнитных колебаний увеличится.

При электромагнитных колебаниях в контуре происходит периодическая передача энергии из катушки в конденсатор и обратно, при этом

$$\frac{CU_{max}^2}{2} = \frac{q_{max}^2}{2C} = \frac{LI_{max}^2}{2} \Rightarrow I_{max}^2 = \frac{q_{max}^2}{CL}$$

При увеличении индуктивности катушки максимальная сила тока в катушке уменьшится.

Ответ: 12.

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

### ↑ Задание 18 № 11058 тип 18

Ракета длиной  $l$  летит относительно Земли со скоростью  $v$ , близкой к скорости света. Если скорость ракеты увеличить, то как изменятся следующие три величины: длина ракеты в системе отсчета Земли, полная энергия ракеты, энергия покоя ракеты.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Длина ракеты	Полная энергия ракеты	Энергия покоя ракеты

**Решение.**

Одно из следствий постулатов теории относительности — это относительность расстояний, которое говорит, что расстояние между двумя точками тела не является абсолютной величиной, а зависят от скорости тела. При этом происходит релятивистское сокращение размеров тела

$$l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}},$$

где  $l$  — длина тела в системе отсчета наблюдателя,  $l_0$  — длина тела в системе отсчета, в которой тело покоится. Таким образом, увеличение скорости ракеты приведет к уменьшению её длины в системе отсчета Земли.

Энергия покоя не зависит от скорости и вычисляется по формуле Эйнштейна

$$E_0 = mc^2.$$

Таким образом, энергия покоя ракеты не изменится.

Полная энергия ракеты это сумма её кинетической энергии и энергии покоя. Кинетическая энергия увеличится вследствие увеличения скорости, а значит, и полная энергия увеличится.

Ответ: 213.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 213

### ↑ Задание 19 № 10649 тип 19

В результате реакции  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_Z^AX + {}_2^4\text{He}$  образуется некоторое ядро X. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

**Решение.**

В ходе реакции должен выполняться закон сохранения зарядового и массового числа.

$$\begin{cases} 27 + 1 = A + 4, \\ 13 + 0 = Z + 2, \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} A = 24, \\ Z = 11. \end{cases}$$

Ответ: 1124.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1124

### ↑ Задание 20 № 3883 тип 20

Энергия фотона, падающего на поверхность металлической пластинки, в 5 раз больше работы выхода электрона с поверхности этого металла. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода?

**Решение.**

Согласно уравнению Эйнштейна, энергия фотона связана работой выхода и максимальной кинетической энергией соотношением:  $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$ . По условию,  $h\nu = 5A_{\text{вых}}$ . Следовательно, отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектрона к работе выхода равно

$$\frac{E_{\text{кин}}}{A_{\text{вых}}} = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{A_{\text{вых}}} = \frac{5A_{\text{вых}} - A_{\text{вых}}}{A_{\text{вых}}} = 4.$$

Ответ: 4.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4

### ↑ Задание 21 № 3518 тип 21

Что представляют собой следующие виды излучения?

## ПРОЦЕСС

- А) Альфа-излучение  
Б) Бета-излучение  
В) Гамма-излучение

## ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

- 1) Поток электронов  
2) Электромагнитные волны  
3) Ядра атома гелия

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

А	Б	В

**Решение.**

Как показывает опыт, альфа-излучение представляет собой поток относительно тяжелых положительно заряженных частиц — ядер атома гелия (А — 3). Бета-излучение — это поток легких отрицательно заряженных частиц — электронов (Б — 1). Наконец, гамма-излучение — это электромагнитные волны очень больших частот (В — 2).

Ответ: 312.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 312

↑ **Задание 22 № 10231 тип 22**

На шкале амперметра написано, что его приборная погрешность составляет 2,0% от конечного значения шкалы, которое равно 10 А. Школьник подключил резистор сопротивлением 3 Ом к идеальной батарейке с напряжением 9 В и измерил при помощи данного амперметра силу тока, текущего через резистор. Запишите показания амперметра с учётом погрешности измерения силы тока. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробелов и запятых.

**Решение.**

Погрешность измерения амперметра составляет  $10 \cdot 0,02 = 0,2$  А.  
По закону Ома, сила тока в цепи равна

$$I = \frac{U}{R} = 3 \text{ А.}$$

Таким образом, с учётом правил записи чисел с погрешностью сила тока в цепи равна  $(3,0 \pm 0,2)$  А.

Ответ: 3,00,2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3,00,2

↑ **Задание 23 № 6386 тип 23**

Шар радиусом 20 см равномерно заряжен электрическим зарядом. В таблице представлены результаты измерений модуля напряжённости  $E$  электрического поля от расстояния  $r$  до поверхности этого шара. Чему равен модуль заряда шара? (Ответ дать в нКл.) Коэффициент  $k$  принять равным  $9 \cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>.

$r$ , см	20	40	60	80	100
$E$ , В/м	225	100	56,25	36	25

**Решение.**

Напряжённость электрического поля любого сферически симметричного распределения зарядов, вне этих зарядов рассчитывается по формуле  $E = k \frac{q}{r^2}$ , где  $r$  — расстояние от центра симметрии, в данном случае от центра шара. Заметим, что в таблице нам дано расстояние от *поверхности* шара. Используя два любых соответствующих значения  $E$  и  $r$ , найдём заряд шара:

$$q = \frac{Er^2}{k} = \frac{225 \cdot (0,2 + 0,2)^2}{9 \cdot 10^9} = 4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = 4 \text{ нКл.}$$

Ответ: 4.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4

↑ **Задание 24 № 9451 тип 24**

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Процион относится к белым карликам.
- 2) Расстояние до Альтаира в 8 раз больше расстояния до Капеллы.
- 3) Звезды Кастор и Капелла принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Капелла является звездой типа Солнце.
- 5) Плотность звезды Альдебаран близка к плотности Солнца.

**Решение.**

1) К белым карликам относятся звёзды с диаметрами в сотни раз меньше Солнца. Процион не является белым карликом.

Утверждение 1 *неверно*.

2) Расстояние до Альтаира (360 св. лет) в 8 раз больше расстояния до Капеллы (45 св. лет).

Утверждение 2 *верно*.

3) Звезды Кастор и Капелла имеют разную температуру и относятся к разным спектральным классам.

Утверждение 3 *неверно*.

4) Температура, масса и радиус Капеллы близки к солнечным. Капелла является звездой типа Солнце.

Утверждение 4 *верно*.

5) Средняя плотность звезды  $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$ . Относительная плотность Альдебарана по сравнению с солнечной составляет

$$\frac{\rho}{\rho_{\odot}} = \frac{M/M_{\odot}}{(R/R_{\odot})^3} = \frac{5}{45^3} \approx 5,5 \cdot 10^{-5}.$$

Плотность Альдебарана в десятки тысяч раз меньше плотности Солнца.

Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 24

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 24

↑ **Задание 25 № 10362 тип 25**

На ящике с новогодним салютом написано: «Высота полёта снарядов — 50 метров». Ящик установлен на ровной горизонтальной площадке. На каком минимальном расстоянии от ящика должны стоять зрители для того, чтобы показ салюта прошёл безопасно (чтобы вылетевший под любым углом из ящика снаряд ни при каких условиях не мог попасть в зрителей)? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Снаряды после вылета из ящика движутся по инерции.

**Решение.**

Определим максимальную начальную скорость снарядов из закона сохранения энергии

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}.$$

Проекция скорости на вертикальную ось изменяется со временем как

$$v_y = v_0 \cos \alpha - gt.$$

Максимальная дальность полета достигается при вылете снаряда под углом  $45^\circ$ . На максимальной высоте вертикальная составляющая скорости равна нулю, следовательно, снаряд достигнет максимальной высоты через

$$t = \frac{v_0 \cos 45^\circ}{g}.$$

По горизонтальной оси снаряды движутся равномерно со скоростью  $v_{0x} = v_0 \sin 45^\circ$ . Максимальная дальность полета будет достигнута через время  $2t$  и будет равна

$$L = v_{0x} \cdot 2t = \frac{2v_0 \sin 45^\circ \cdot v_0 \cos 45^\circ}{g} = \frac{v_0^2 \sin 90^\circ}{g} = 2h \sin 90^\circ = 100 \text{ м}.$$

Ответ: 100.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 100

↑ **Задание 26 № 7639 тип 26**

В идеальной тепловой машине температура холодильника отличается в 1,5 раза от температуры нагревателя. Над рабочим телом машины совершается один цикл. Чему равно отношение модуля количества теплоты, отданного рабочим телом, к совершённой машиной работе?

**Решение.**

КПД тепловой машины может быть вычислено по формуле:

$$\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{A}{A + Q_X} = \frac{T_H - T_X}{T_H}.$$

Откуда

$$\frac{A + Q_X}{A} = \frac{T_H}{T_H - T_X} \Leftrightarrow \frac{Q_X}{A} = \frac{T_H}{T_H - T_X} - 1 = \frac{T_X}{T_H - T_X}.$$

При условии, что  $T_H = 1,5T_X$ , находим отношение  $\frac{Q_X}{A} = 2$ .

Ответ: 2.

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

↑ **Задание 27 № 6490 тип 27**

Дифракционная решётка с периодом  $10^{-5}$  м расположена параллельно экрану на расстоянии 0,75 м от него. На решётку по нормали к ней падает пучок света с длиной волны 0,4 мкм. Максимум какого порядка будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины? Считать  $\sin \alpha \approx \tan \alpha$ .

**Решение.**

Условие интерференционных максимумов дифракционной решётки:  $d \sin \alpha = k\lambda$ . Из рисунка видим, что

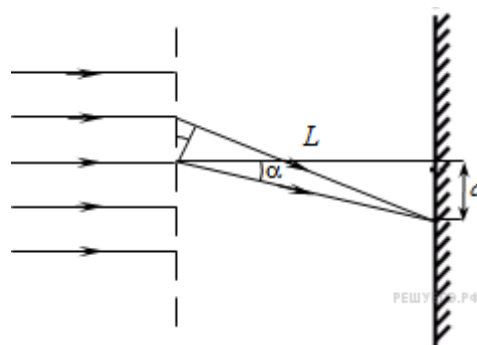
$\sin \alpha = \tan \alpha = \frac{a}{L} = \frac{3 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{0,75 \text{ м}} = 0,04$ . Найдём номер дифракционного максимума, который будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины:

$$k = \frac{d \sin \alpha}{\lambda} = \frac{10^{-5} \text{ м} \cdot 0,04}{0,4 \cdot 10^{-6} \text{ м}} = 1.$$

Таким образом, будет наблюдаться максимум первого порядка.

Ответ: 1.

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



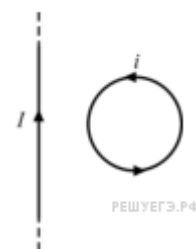
## Проверка части с развернутым ответом

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

### Задание 28 (С1) № 9195

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: с понижением температуры удельная теплота испарения жидкостей увеличивается) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: указание на соотношение потенциальной и кинетической энергии молекул в жидкости, на характер изменения теплового движения молекул и их скоростей и энергий при понижении температуры, на увеличение при этом различий в плотности жидкости и пара и затруднение перехода молекул из жидкости в пар)	3
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
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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В одной плоскости лежат длинный прямой проводник и кольцевой проводник, по которым текут постоянные токи (см. рисунок). Куда направлена суммарная сила, действующая на кольцевой проводник со стороны магнитного поля, создаваемого прямым проводником? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



#### Решение.

1. Прямой проводник с током создаёт магнитное поле, линии индукции  $\vec{B}$  которого, согласно картине этих линий, представляют собой кольца в плоскости,

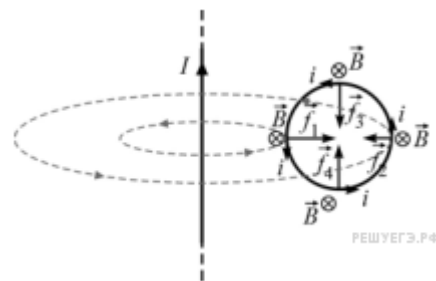
перпендикулярной проводнику, с центрами на проводнике (см. рисунок). С ростом расстояния от проводника модуль вектора индукции уменьшается.

2. Согласно закону Ампера и условию задачи, силы, действующие на участки кольца с током со стороны магнитного поля прямого проводника, лежат в плоскости провода и кольца и направлены по радиусам внутрь кольца (см. рисунок).

3. Компоненты этих сил, перпендикулярные прямому проводнику, складываются и дают некоторую суммарную силу, а параллельные ему полностью компенсируют друг друга:

$$|f_1 - f_2| > 0, f_3 - f_4 = 0$$

4. Из-за уменьшения индукции с ростом расстояния от прямого проводника модули сил Ампера уменьшаются, так что  $f_1 > f_2$ , и суммарная сила направлена от прямого провода, то есть является силой отталкивания.



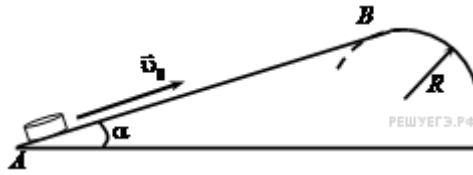
Ответ: суммарная сила отталкивания лежит в плоскости рисунка и направлена от прямого проводника.

### Задание 29 (С2) № 2952

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: баланс механической энергии с учетом работы сил трения, формула для центростремительного ускорения при движении по окружности); 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); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). 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	2
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



Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки  $A$  (см. рисунок).



В точке  $B$  наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом  $R$ . Если в точке  $A$  скорость шайбы превосходит  $v_0 = 4$  м/с, то в точке  $B$  шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости  $AB = L = 1$  м, угол  $\alpha = 30^\circ$ . Коэффициент трения между наклонной плоскостью и шайбой  $\mu = 0,2$ . Найдите внешний радиус трубы  $R$ .

### Решение.

Баланс механической энергии с учетом работы силы трения выглядит так (начальная кинетическая энергия идет на сообщение телу потенциальной энергии, на тепло, выделяющееся за счет работы силы трения и на новую кинетическую энергию (скорость уменьшилась, но все еще движется)):

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu mgL \cos \alpha + \frac{mv_B^2}{2} + mgL \sin \alpha. \quad (1)$$

В точке  $B$  условием отрыва будет равенство центростремительного ускорения величине нормальной составляющей ускорения свободного падения:

$$\frac{v_B^2}{R} = g \cos \alpha \Leftrightarrow v_B^2 = Rg \cos \alpha. \quad (2)$$

Из (1) и (2) находим внешний радиус трубы  $R$ :

$$R = \frac{v_0^2}{g \cos \alpha} - 2L(\mu + \operatorname{tg} \alpha) \approx 0,3 \text{ м.}$$

### Задание 30 (С3) № 2987

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 теплового баланса);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III -представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p>	2

При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении 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 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 калориметре находился 1 кг льда. Чему равна первоначальная температура льда, если после добавления в калориметр 20 г воды, имеющей температуру 20 °С, в калориметре установилось тепловое равновесие при  $-2$  °С? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

#### Решение.

Количество теплоты, необходимое для нагрева льда, находящегося в калориметре, до температуры  $t$ :

$$Q = c_1 m_1 (t - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до 0 °С:

$$Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0). \quad (2)$$

Количество теплоты, выделяющееся при отвердевании воды при 0 °С:

$$Q_2 = \lambda m_2. \quad (3)$$

Количество теплоты, выделяющееся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры  $t$ :

$$Q_3 = c_1 m_2 (0 - t). \quad (4)$$

Уравнение теплового баланса:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad (5)$$

Объединяя (1)—(5), получаем:

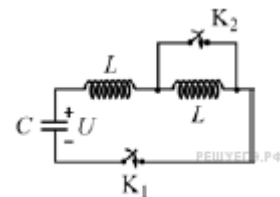
$$t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -6 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Ответ:  $t_1 \approx -6$  °С.

#### Задание 31 (С4) № 10729

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: выражения для энергии заряженного конденсатора и катушки индуктивности с током, а также закон сохранения энергии в колебательном контуре);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения 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

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, конденсатор ёмкостью  $C = 9$  мкФ в начальный момент заряжен до напряжения  $U = 50$  В, к нему подключена цепочка из двух последовательно соединённых катушек с одинаковой индуктивностью  $L = 10$  мГн, а оба ключа разомкнуты. Вначале замкнули ключ  $K_2$ , а потом ключ  $K_1$ , в результате чего в цепи возникли гармонические колебания. В момент, когда сила тока в цепи при этих колебаниях обратилась в ноль, разомкнули ключ  $K_2$ . Как и на сколько изменилась после этого амплитуда колебаний силы тока в цепи?



### Решение.

1. Поскольку после замыкания ключа  $K_1$  возникшие в цепи колебания являются по условию гармоническими, то потерь в цепи нет, сопротивлением проводов и катушек можно пренебречь и

энергия колебаний сохраняется.

2. Электрическая энергия заряженного конденсатора  $CU^2/2$  через половину периода колебаний превращается в энергию магнитного поля первой катушки индуктивности, равную  $LI_1^2/2$ , где  $I_1$  — амплитуда колебаний силы тока в цепи:

$$CU^2/2 = LI_1^2/2, \text{ и } I_1 = U\sqrt{\frac{C}{L}} = 1,5 \text{ А.}$$

3. В тот момент, когда сила тока в цепи проходит через ноль, вся энергия колебаний снова оказывается сосредоточенной в конденсаторе. В этот момент размыкают ключ  $K_2$ , что приводит к скачкообразному увеличению индуктивности в цепи с  $L$  до  $2L$  без потерь энергии.

4. В дальнейшем энергия при гармонических колебаниях периодически, с увеличенным периодом колебаний, колеблется между конденсатором и катушкой индуктивности, причём

$$CU^2/2 = 2LI_2^2/2,$$

где  $I_2$  — новая амплитуда колебаний силы тока в цепи.

Таким образом,  $2LI_2^2/2 = LI_1^2/2$ ,  $2I_2^2 = I_1^2$  и  $I_2 = I_1/\sqrt{2} \approx 1,06 \text{ А}$ . Следовательно, амплитуда уменьшилась с 1,5 А до  $\approx 1,06 \text{ А}$ , т.е. примерно на 0,44 А.

Ответ: амплитуда уменьшилась на  $\approx 0,44 \text{ А}$ .

### Задание 32 (С5) № 3056

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 — формула Эйнштейна для связи массы и энергии, формула дефекта массы);</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>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 преобразо-</p>	1

вания с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

При взрыве атомной бомбы освобождается энергия  $8,3 \cdot 10^{16}$  Дж. Эта энергия получается в основном за счет деления ядер урана 238. При делении одного ядра урана 238 освобождается 200 МэВ, масса ядра равна примерно 238 а. е. м. Вычислите массу ядер урана, испытавших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

**Решение.**

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Масса $m$ ядер урана, испытавших деление при взрыве, равна произведению числа $N$ ядер на массу одного ядра $m_0$ : Число $N$ ядер равно частному от деления энергии $E$ взрыва на выход энергии $\Delta E$ при делении одного ядра:	$m = Nm_0$ . $N = \frac{E}{\Delta E}$ .	1
2	Получаем значение массы:	$m = Nm_0 = \frac{E \cdot m_0}{\Delta E} =$ $= \frac{8,3 \cdot 10^{16} \cdot 238 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx$ $\approx 10^3$ кг.	1
3	Дефект массы $\Delta m$ связан с выходом энергии $E$ . Найдем выражение для суммарного дефекта массы $\Delta m$ при взрыве: Используя значение энергии взрыва, получаем дефект массы:	$E = \Delta mc^2$ , $\Delta m = \frac{E}{c^2}$ . $\Delta m = \frac{8,3 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}} \text{ кг} \approx 0,92 \text{ кг}$ .	1
	<i>Максимальный балл</i>		3