

Физика

Тренировочный вариант 004 КИМ ЕГЭ 2025

Шимко Елена Анатольевна

к.п.н., доцент кафедры общей и экспериментальной физики АлтГУ,
председатель предметной комиссии ЕГЭ по физике в Алтайском крае

КИМ 2025 (Часть 1)

Механика: 6 заданий

4 задания с кратким ответом в виде числа и 2 двухбалльных задания

№ 1 – оценивается освоение умения определять скорость, ускорение и пройденный путь по соответствующим графикам для равномерного и равноускоренного движений.

№ 2 – будут предлагаться задания на понимание второго закона Ньютона, закона всемирного тяготения, закона Гука и формулы для силы трения.

№ 3 – проверяются элементы темы «Законы сохранения в механике»: импульс тела, закон сохранения импульса, работа силы, кинетическая и потенциальная энергии, закон сохранения энергии в механике.

№ 4 – оценка понимания формул для момента сил, периодов колебаний маятников, скорости звука, условия равновесия твёрдого тела и закона Архимеда.

№ 5 – на интегрированный анализ процессов по любой из тем механики.

№ 6 – задания на анализ изменения величин по любой из тем механики / задания на соответствие на узнавание графиков для равноускоренного движения.

Молекулярная физика: 4 задания

2 задания с кратким ответом в виде числа и 2 двухбалльных задания

№ 7 – элементы МКТ (связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его молекул, уравнение $p = nkT$, уравнение Менделеева – Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа и изопроцессы).

№ 8 – элементы термодинамики (количество теплоты, работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловых машин).

№ 9 – на интегрированный анализ процессов по любой из тем молекулярной физики.

№ 10 – задания на анализ изменения величин по любой из тем молекулярной физики.

Электродинамика: 5 заданий

3 задания с кратким ответом в виде числа и 2 двухбалльных задания

№ 11 – по электростатике будет проверяться только закон Кулона, по теме «Постоянный ток» – сила тока, закон Ома для участка цепи, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца.

№ 12 – элементы темы «Магнитное поле» (только сила Ампера и сила Лоренца) и темы «Электромагнитная индукция» (закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность и энергия магнитного поля катушки с током).

№ 13 – задания на определение периода / частоты свободных электромагнитных колебаний в колебательном контуре, закон отражения / преломления света или на построение изображения в собирающей линзе.

№ 14 – на интегрированный анализ процессов по любой из тем электродинамики.

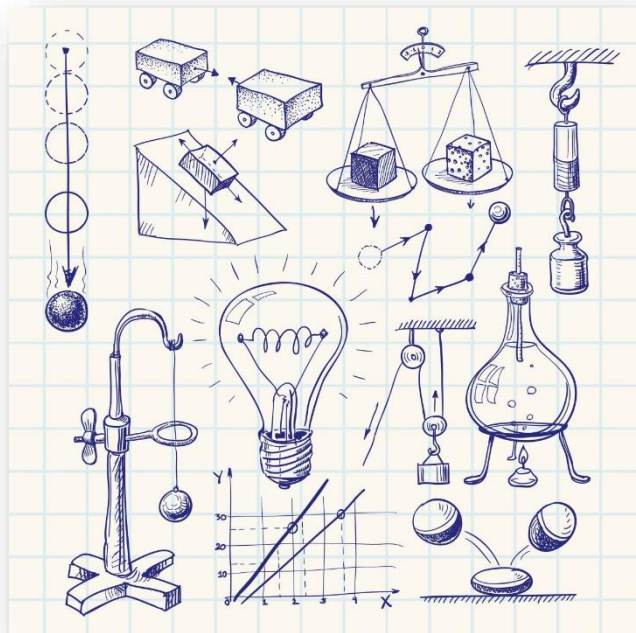
№ 15 – задания на анализ изменения величин по любой из тем электродинамики / задания на соответствие на узнавание графиков для процессов в колебательном контуре.

Квантовая физика: 2 задания

1 задание с кратким ответом в виде числа и 1 двухбалльное задание

№ 16 – оцениваются умения определять строение атома и атомного ядра, а также неизвестные параметры в ядерных реакциях, применять закон радиоактивного распада.

№ 17 – задания на анализ изменения величин при фотоэффекте / задания на соответствие на излучение/поглощение света атомом.



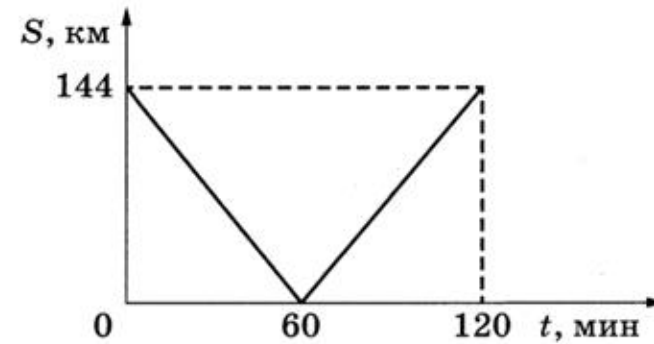
№ 18 – интегрированное задание на понимание основных теоретических сведений по всем разделам курса физики

№ 19 – снятие показаний измерительных приборов

№ 20 – выбор оборудования для опыта

1

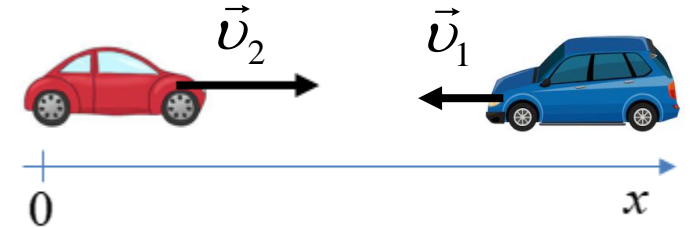
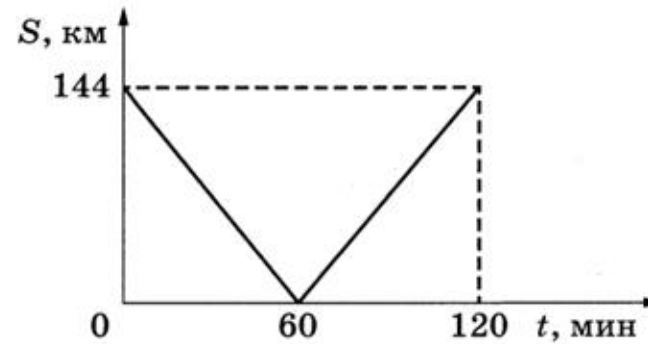
Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость первого автомобиля равна 15 м/с. Какова скорость второго автомобиля?



Ответ: _____ м/с.

1

Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показана зависимость расстояния между автомобилями от времени. Скорость первого автомобиля равна 15 м/с. Какова скорость второго автомобиля?



Ответ: 25 м/с.

$$\vec{v}_{21} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

Относительная скорость

(скорость автомобиля 2 относительно автомобиля 1)

$$0x: v_{21x} = v_{2x} - v_{1x} \Rightarrow v_{2x} = v_{21x} + v_{1x} \Rightarrow v_2 = v_{21} - v_1$$

По графику $s(t)$ $v_{21} = \frac{s}{t}$

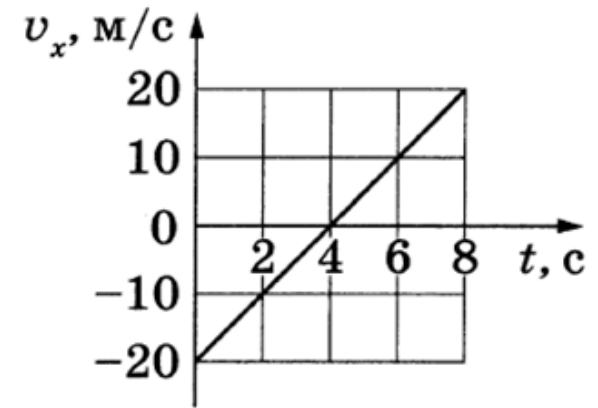
$$v_{21} = \frac{144 \text{ км}}{60 \text{ мин}} = \frac{144000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 15 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2

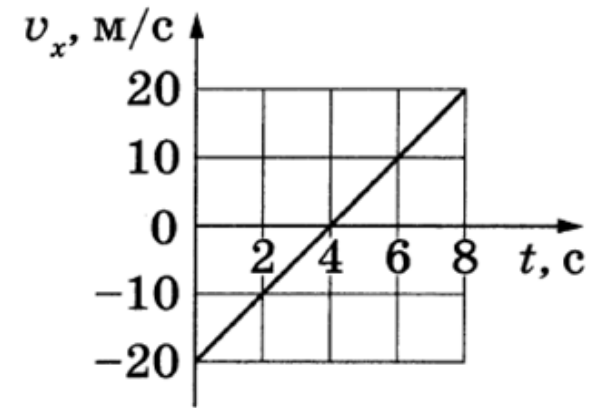
Скорость тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Определите массу тела, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна $0,3$ Н. Систему отсчёта считать инерциальной.

Ответ: _____ г.



2

Скорость тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется со временем в соответствии с графиком (см. рисунок). Определите массу тела, если равнодействующая всех сил, действующих на тело, равна $0,3 \text{ Н}$. Систему отсчёта считать инерциальной.



Ответ: 60 г.

По второму закону Ньютона

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

 \Rightarrow

$$m = \frac{F_x}{a_x}$$

Проекция ускорения

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}$$

$$a_x = \frac{20 \text{ м/с} - (-20 \text{ м/с})}{8 \text{ с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$m = \frac{0,3 \text{ Н}}{5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,06 \text{ кг} = 60 \text{ г}$$

3

Шарик массой 200 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 5 %. Какова кинетическая энергия шарике в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

3

Шарик массой 200 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 5 %. Какова кинетическая энергия шарике в этот момент?

Ответ: _____ Дж.



19

$$E = E_k + E_p \neq const \Rightarrow E_1 > E_2$$

$$mgh = E_k + |A_{\text{сопр}}|$$

$$|A_{\text{сопр}}| = 0,05 E = 0,05 mgh$$

$$E_k = mgh - |A_{\text{сопр}}| = mgh - 0,05 mgh = 0,95 mgh$$

$$E_k = 0,95 \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м} = 19 \text{ Дж}$$

4

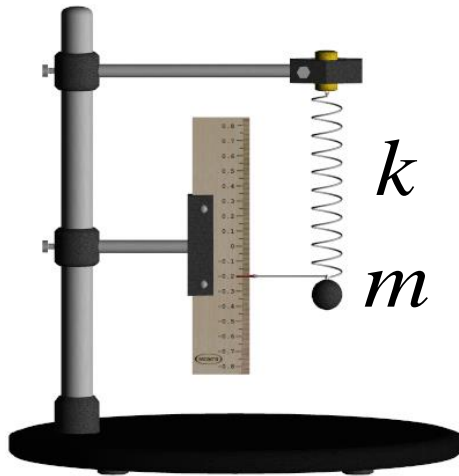
Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 400 Н/м , совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо первой пружины, чтобы период свободных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?

Ответ: _____ Н/м .

4

Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 400 Н/м, совершает свободные вертикальные гармонические колебания. Пружину какой жёсткости надо взять вместо первой пружины, чтобы период свободных колебаний этого груза стал в 2 раза меньше?

Ответ: 1600 Н/м.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

*Период колебаний
пружинного маятника*

По условию: $m = const$, $T_2 = \frac{1}{2} T_1$



$T(k)$ – обратная коренная зависимость

\Rightarrow

$$k_2 = 4k_1$$

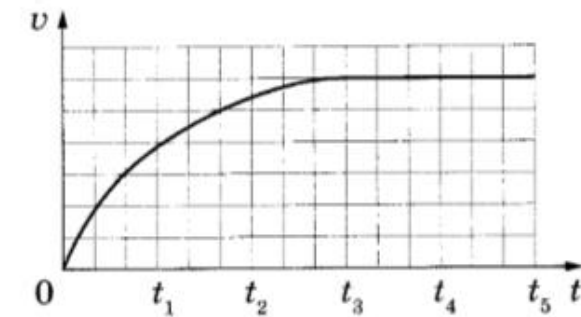
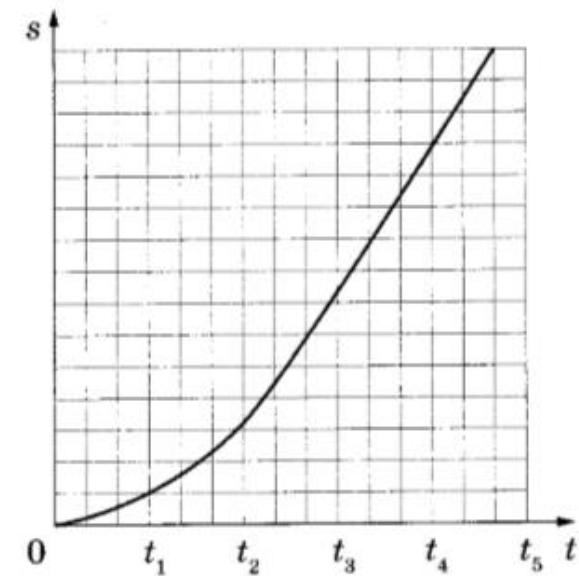
$$k_2 = 4 \cdot 400 \frac{H}{M} = 1600 \frac{H}{M}$$

5

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите **два** верных утверждения, характеризующих наблюдаемое падение.

- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В интервале времени падения $(0-t_3)$ величина импульса шарика постоянно увеличивалась и оставалась постоянной при $t > t_3$.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$.



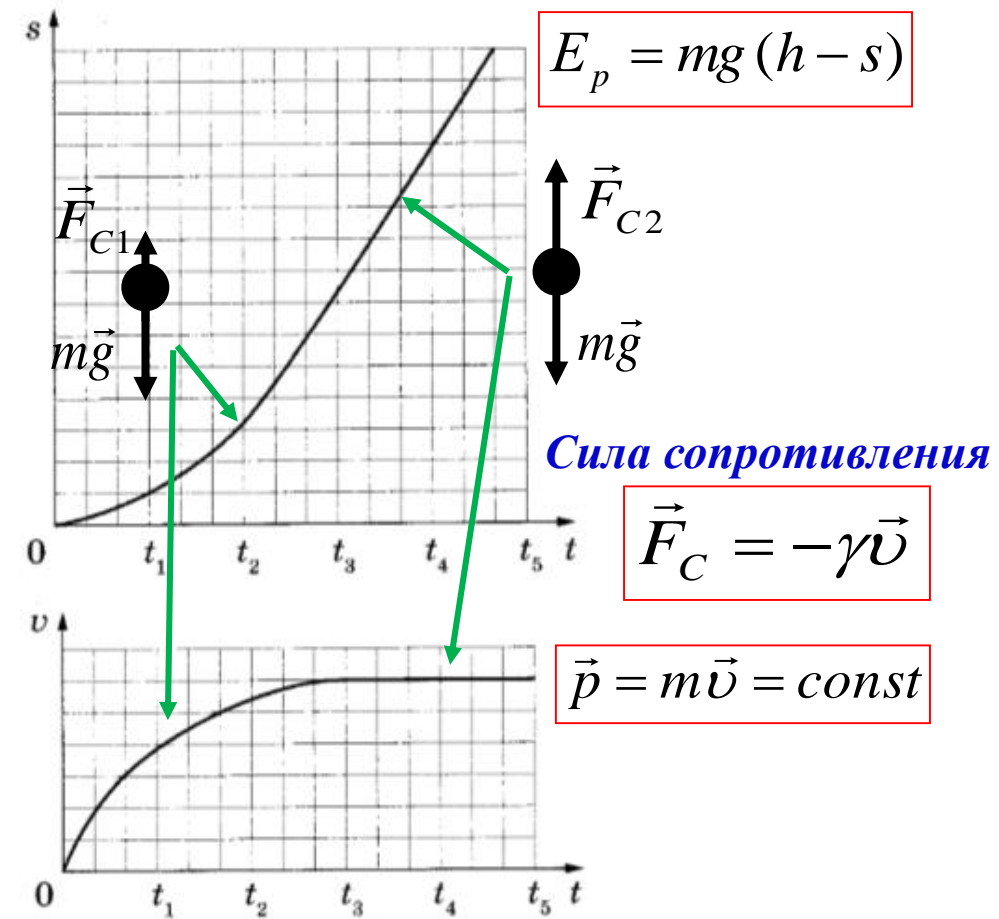
5

Учащиеся роняли с башни шарики для настольного тенниса и снимали их полёт цифровой видеокамерой. Обработка видеозаписей позволила построить графики зависимости пути s , пройденного шариком, и его скорости v от времени падения t .

Выберите **все** верные утверждения, характеризующие наблюдаемое падение.

- 1) Величина ускорения, с которым падал шарик, увеличивалась в интервале времени $(0-t_3)$ и оставалась постоянной при $t > t_4$.
- 2) В течение всего времени падения $(0-t_5)$ потенциальная энергия шарика в поле тяжести, отсчитываемая от основания башни, уменьшалась.
- 3) Сумма кинетической и потенциальной энергий шарика оставалась неизменной во время падения.
- 4) В интервале времени падения $(0-t_3)$ величина импульса шарика постоянно увеличивалась и оставалась постоянной при $t > t_3$.
- 5) Величина ускорения, с которым падал шарик, уменьшалась в интервале времени $(0-t_3)$.

Ответ: 245.



$$m\vec{g} + \vec{F}_C = m\vec{a}$$

*II закон Ньютона
в векторном виде*

$$mg = F_C + ma$$

в скалярном виде



На шарик действуют *сила тяжести* ($mg = const$) и *сила сопротивления*, которая изменяется при падении от 0 до $mg \Rightarrow$ по II-му закону Ньютона *ускорение шарика* будет уменьшаться от g до 0 .

6

Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются по мере подъёма камня полная механическая энергия и модуль импульса камня?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Полная механическая энергия камня	Модуль импульса камня

6

Камень брошен вверх под углом к горизонту. Соппротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются по мере подъёма камня полная механическая энергия и модуль импульса камня?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

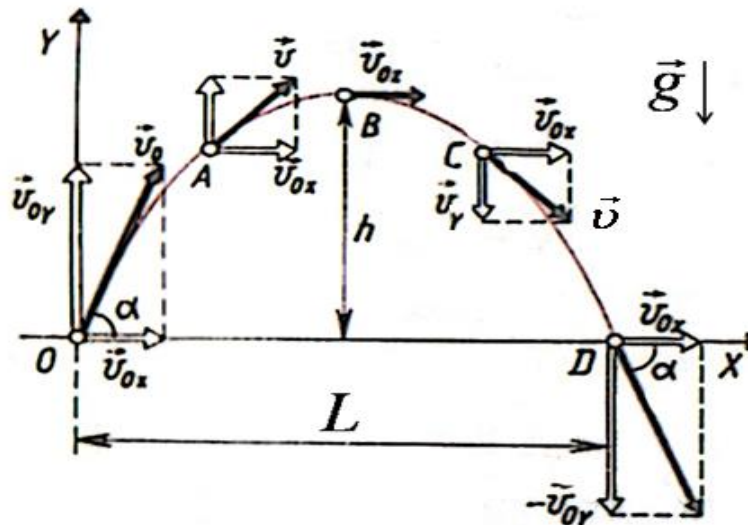
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная механическая энергия камня	Модуль импульса камня
3	2

Закон сохранения механической энергии

$$E = E_k + E_p = const$$

$$p = mv = m\sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$



$$v_x = v_{0x} = v_0 \cos \alpha = const$$

$$v_y(t) = v_{0y} - gt = v_0 \sin \alpha - gt$$

7

При температуре $2T_0$ и давлении p_0 идеальный газ в количестве 1 моль занимает объём $2V_0$. Сколько моль этого газа при температуре T_0 и том же давлении p_0 занимают объём V_0 ?

Ответ: _____ моль.

7

При температуре $2T_0$ и давлении p_0 идеальный газ в количестве 1 моль занимает объём $2V_0$. Сколько моль этого газа при температуре T_0 и том же давлении p_0 занимают объём V_0 ?

Ответ: 1 моль.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT$$

*Уравнение состояния идеального газа
(уравнение М.-К.)*

$$\left. \begin{array}{l} \text{В состоянии 1: } pV_1 = \nu_1 RT_1 \\ \text{В состоянии 2: } pV_2 = \nu_2 RT_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\nu_1 T_1}{V_1} = \frac{\nu_2 T_2}{V_2} \quad (p = \text{const})$$

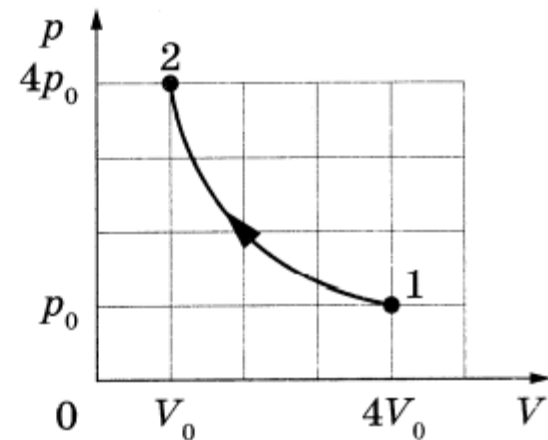
$$\nu_2 = \frac{\nu_1 T_1}{V_1} \frac{V_2}{T_2}$$

$$\nu_2 = \frac{1 \text{ моль} \cdot 2T_0}{2V_0} \frac{V_0}{T_0} = 1 \text{ моль}$$

8

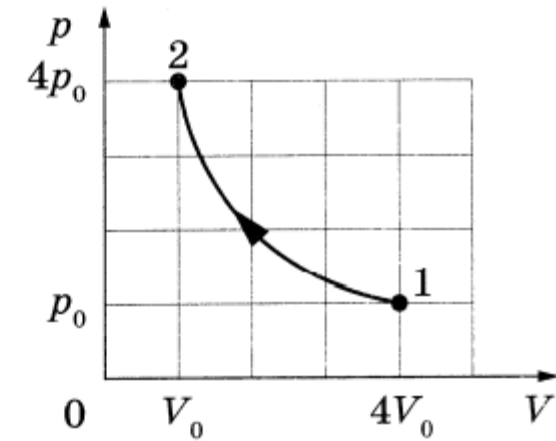
На pV -диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального одноатомного газа. Газ отдал в окружающую среду количество теплоты, равное 2,5 кДж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа в этом процессе?

Ответ: на _____ кДж.



8

На pV -диаграмме показан процесс изменения состояния 4 моль идеального одноатомного газа. Газ отдал в окружающую среду количество теплоты, равное 2,5 кДж. На сколько уменьшилась внутренняя энергия газа в этом процессе?



Ответ: на 0 кДж.

Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \nu c_v T = \frac{3}{2} pV$$

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} (4p_0 V_0 - p_0 4V_0) = 0 \Rightarrow T = const$$

1→2: изотермическое сжатие $U = const$, т.к. $T = const$ и $\nu = const$.

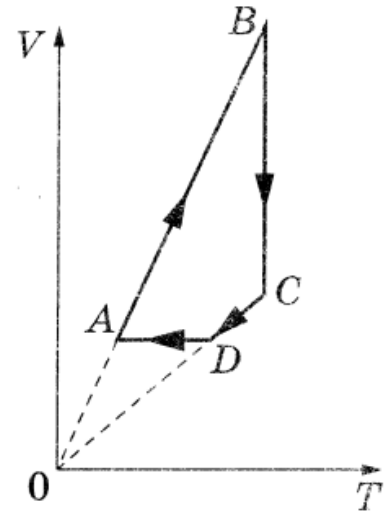
9

На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.

- 1) Давление газа в процессе CD постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
- 2) В процессе DA давление газа изохорно уменьшается.
- 3) В процессе AB газ отдаёт в окружающую среду положительное количество теплоты.
- 4) В состоянии B концентрация атомов газа максимальна.
- 5) В процессе BC внутренняя энергия газа остается постоянной.

Ответ: _____.

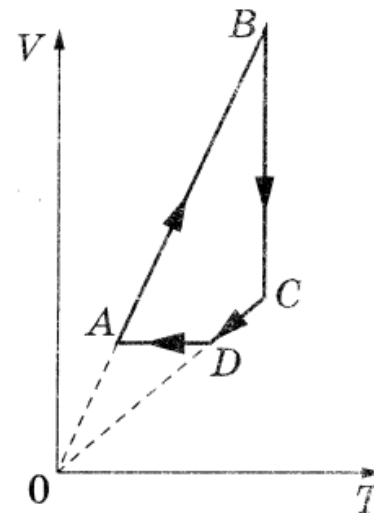


На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие отражённые на графике процессы.

- 1) Давление газа в процессе CD постоянно, при этом внешние силы совершают над газом положительную работу.
- 2) В процессе DA давление газа изохорно уменьшается.
- 3) В процессе AB газ отдаёт в окружающую среду положительное количество теплоты.
- 4) В состоянии B концентрация атомов газа максимальна.
- 5) В процессе BC внутренняя энергия газа остается постоянной.

Ответ: 125.



Уравнение М.-К.

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

Работа внешних сил

$$A' = -A$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\nu N_A}{V}$$

$$U = \frac{3}{2} \nu RT$$

1) CD – **изобарное сжатие (охлаждение):** $\text{объем газа } V \sim T \Rightarrow p = \text{const.}$

Работа газа $A < 0$ ($V \downarrow$) \Rightarrow **работа внешних сил** $A' > 0$.

2) DA – **изохорное охлаждение:** если $V = \text{const} \Rightarrow p \sim T$

(при уменьшении **температуры** T **давление** p **уменьшается**).

3) AB – **изобарное нагревание (расширение):** $\text{объем газа } V \sim T \Rightarrow p = \text{const.}$ **Работа газа** $A > 0$ ($V \uparrow$), **изменение внутр. энергии** $\Delta U > 0 \Rightarrow$ **кол-во теплоты** $Q > 0$ (газ **получает энергию**).

4) **Концентрация атомов** n **обратно пропорциональна объему** $V \Rightarrow$ если $V_B = \text{max}$, то $n_B = \text{min}$.

5) BC – **изотермическое сжатие:** $U = \text{const}$, т.к. $T = \text{const}$ и $\nu = \text{const}$.

10 В цилиндре под поршнем находятся водяной пар и немного воды. Поршень опустили вниз, уменьшив объем занимаемый паром в 2 раза. Температура содержимого поддерживается постоянной. Как изменились при этом влажность пара и масса воды в цилиндре? 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.

Влажность пара	Масса воды

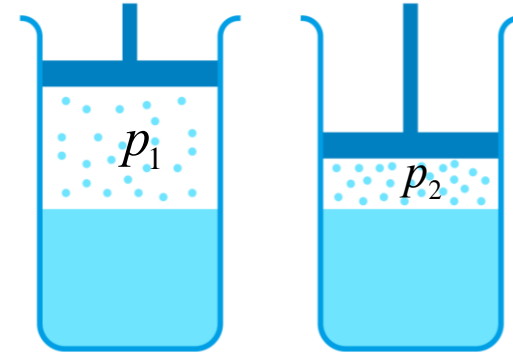
10

В цилиндре под поршнем находятся водяной пар и немного воды. Поршень опустили вниз, уменьшив объем занимаемый паром в 2 раза. Температура содержимого поддерживается постоянной. Как изменились при этом влажность пара и масса воды в цилиндре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

$$p_1 = p_2 = p_{\text{нас}}$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = 1(100\%)$$



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

Влажность пара	Масса воды
3	1

$$T = const \Rightarrow p_{\text{нас}} = const$$

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нас}}} \cdot 100\%$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow$$

$$m = \frac{pV\mu}{RT}$$

✓ По условию под поршнем находятся водяной пар и немного воды. Следовательно, пар является насыщенным.

✓ Температура при сжатии остается постоянной, значит пар остается насыщенным и его относительная влажность не изменяется, оставаясь равной 100%.

✓ Излишки пара при сжатии конденсируются, таким образом масса воды возрастает.

$$m_1 = \frac{p_{\text{нас}} V_1 \mu}{RT},$$

$$m_2 = \frac{p_{\text{нас}} V_2 \mu}{RT}$$

Масса пара

$$V_2 = \frac{V_1}{2} \Rightarrow$$

$$m_2 = \frac{m_1}{2}$$

11

Два одинаковых металлических шарика с зарядами $2q$ и $(-q)$ притягиваются друг к другу с силой 16 Н. С какой силой они станут отталкиваться друг от друга, если сначала привести их в соприкосновение, а затем развести на прежнее расстояние?

Ответ: _____ Н.

11

Два одинаковых металлических шарика с зарядами $2q$ и $(-q)$ притягиваются друг к другу с силой 16 Н . С какой силой они станут отталкиваться друг от друга, если сначала привести их в соприкосновение, а затем развести на прежнее расстояние?

Ответ: 2 Н.

$$F = \frac{k |q_1 q_2|}{r^2} \quad \text{Закон Кулона} \quad \Rightarrow \quad F_1 = k \frac{2q^2}{r^2}$$

$$q = \text{const} \quad \text{Закон сохранения электрического заряда}$$

$$q_1 + q_2 = 2q_{\text{нов}} \quad \Rightarrow \quad q_{\text{нов}} = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{2q + (-q)}{2} = \frac{q}{2}$$

$$F_2 = k \frac{(q_{\text{нов}})^2}{r^2} = k \frac{(q)^2}{4r^2} \quad \Rightarrow \quad F_2 = \frac{F_1}{8} = \frac{16\text{ Н}}{8} = 2\text{ Н}$$

12

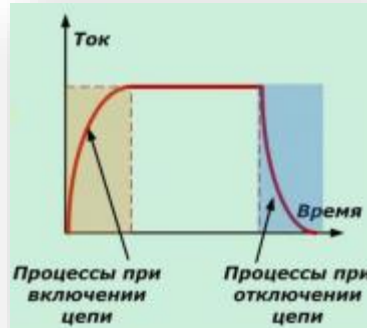
В катушке индуктивностью 1 мГн сила тока в течение $0,1 \text{ с}$ равномерно возрастает от 0 до некоторого конечного значения. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен $0,2 \text{ В}$. Определите конечное значение силы тока в катушке.

Ответ: _____ А.

12

В катушке индуктивностью 1 мГн сила тока в течение 0,1 с равномерно возрастает от 0 до некоторого конечного значения. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в катушке.

Ответ: 20 А.



Самоиндукция – возникновение ЭДС индукции в проводящем контуре при изменении силы тока в нём

Объяснение: при изменении магнитного поля тока возникает вихревое электрическое поле, которое создает индукционный ток в контуре (его направление определяется **правилом Ленца**).

$$\mathcal{E}_{is} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

ЭДС самоиндукции

$$\mathcal{E}_{is} = L \frac{|I_2 - I_1|}{\Delta t} \Rightarrow |I_2 - I_1| = \frac{\mathcal{E}_{is} \cdot \Delta t}{L}$$

$$I_2 = I_1 + \frac{\mathcal{E}_{is} \cdot \Delta t}{L}$$

$$I_2 = 0 + \frac{0,2 \text{ В} \cdot 0,1 \text{ с}}{0,001 \text{ Гн}} = 20 \text{ А}$$

13

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = 4L$. В обоих случаях в получившемся идеальном колебательном контуре возникли свободные электромагнитные колебания. Каково отношение значений максимальной энергии магнитного поля катушки индуктивности $\frac{W_2}{W_1}$ в этих двух случаях?

Ответ: _____.

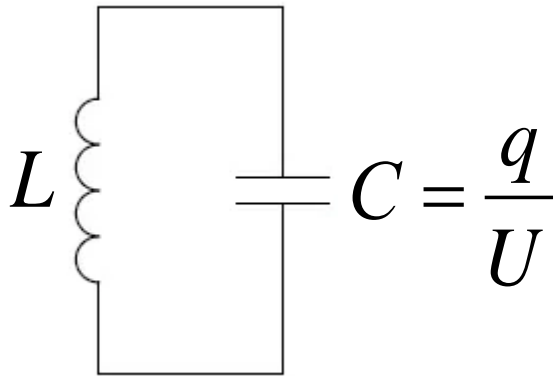
13

Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $L_1 = L$, а во второй — к катушке с индуктивностью $L_2 = 4L$. В обоих случаях в получившемся идеальном колебательном контуре возникли свободные электромагнитные колебания. Каково отношение значений максимальной энергии магнитного поля катушки индуктивности $\frac{W_2}{W_1}$ в этих двух случаях?

Ответ: 1.

$$W = \frac{Li^2}{2} + \frac{CU^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} = \frac{CU_{\max}^2}{2}$$

Полная энергия колебательного контура



$$W_1 = W_2$$

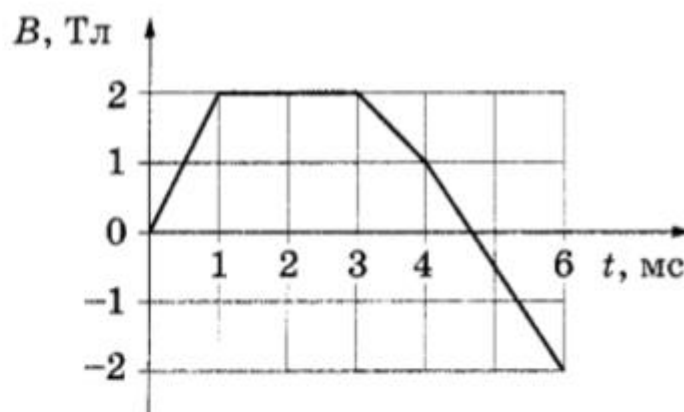
(не изменилась емкость конденсатора C и разность потенциалов между его обкладками U)



$$\frac{W_2}{W_1} = 1$$

14

Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции \vec{B} . Величина индукции магнитного поля B изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



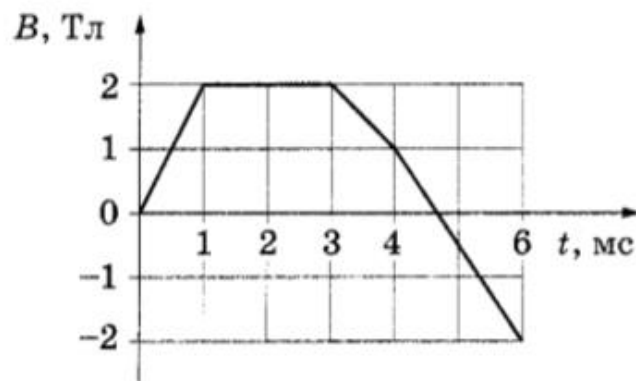
Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 6 мВб.
- 2) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 6 В.
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 4) Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.
- 5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.

Ответ: _____.

14

Проволочная рамка площадью 30 см^2 помещена в однородное магнитное поле так, что плоскость рамки перпендикулярна вектору индукции B . Величина индукции магнитного поля B изменяется во времени t согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 1 до 3 мс равен 6 мВб.
- 2) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке в интервале времени от 3 до 4 мс равен 6 В.
- 3) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке минимален в интервале времени от 0 до 1 мс.
- 4) Скорость изменения магнитного потока через рамку максимальна в интервале времени от 4 до 6 мс.
- 5) Модуль ЭДС электромагнитной индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 1 мс.

Ответ: 15.

$$1) \quad \Phi = BS \quad \Phi = 2 \text{ Тл} \cdot 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ Вб}$$

$$2) \quad \varepsilon_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = S \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \quad \text{Закон электромагнитной индукции} \quad \varepsilon_i = 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \left| \frac{-1 \text{ Тл}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ с}} \right| = 3 \text{ В}$$

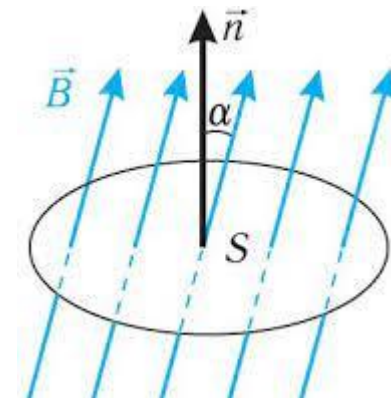
- 3–5) **Скорость изменения магнитной индукции** ($\Delta B/\Delta t$) **и магнитного потока** ($\Delta \Phi/\Delta t$) **max** только на участке от 0 до 1 с (**угол наклона прямой max**).
Следовательно, **и ЭДС индукции** в это время будет иметь **max** значение.



Магнитный поток

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

$$\cos 0^\circ = 1$$



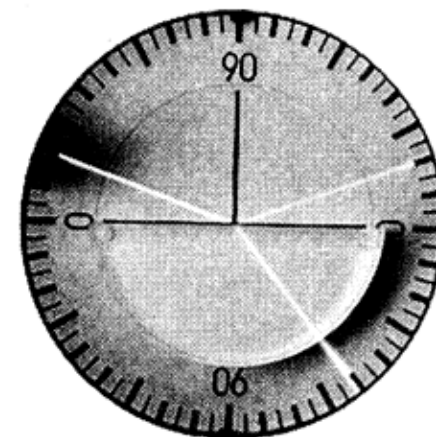
15

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления светового пучка и скорость света, распространяющегося в стекле? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Угол преломления	Скорость света в стекле



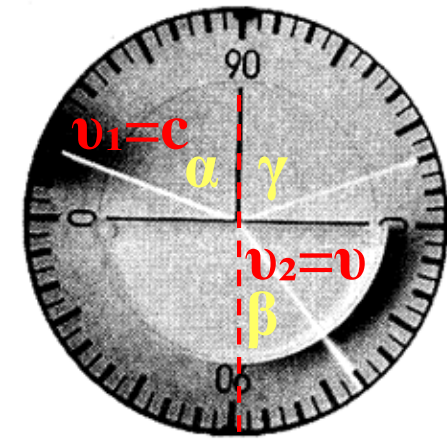
15

Ученик провёл опыт по преломлению света, представленный на фотографии. Как изменятся при уменьшении угла падения угол преломления светового пучка и скорость света, распространяющегося в стекле? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Угол преломления	Скорость света в стекле
2	3



Закон преломления света

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n = \frac{v_1}{v_2}$$

⇓

$$\sin \beta \downarrow = \frac{v_2 \sin \alpha}{v_1} = \frac{v \sin \alpha \downarrow}{c}$$

$$v = \frac{c}{n} = \text{const} \quad (\text{если не меняют марку стекла})$$

n – показатель преломления стекла
c – скорость света в вакууме (воздухе)

16

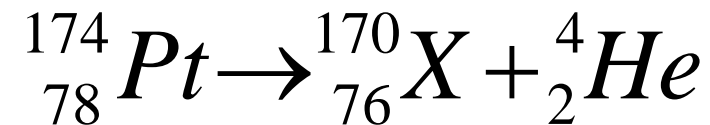
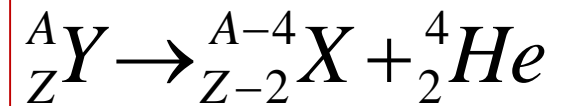
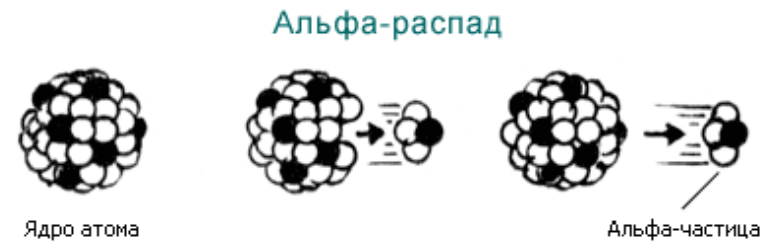
Ядро платины ${}_{78}^{174}\text{Pt}$ испытывает α -распад, при этом образуются α -частица и ядро химического элемента ${}_{Z}^AX$. Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X .

Ответ: _____.

16

Ядро платины ${}_{78}^{174}\text{Pt}$ испытывает α -распад, при этом образуются α -частица и ядро химического элемента ${}_{Z}^AX$. Определите заряд Z (в единицах элементарного заряда) ядра X .

Ответ: 76.



17

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

17

На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
1	3

- Свет – это поток фотонов.
- Каждый фотон может выбить электрон.

Интенсивность света

$$I \uparrow = \frac{W}{S \cdot \Delta t} = \frac{N_{\phi} \uparrow \cdot h\nu}{S \cdot \Delta t}$$

$$N_{\varepsilon} \leq N_{\phi}$$

W – энергия света, падающего на поверхность площадью S за время Δt

$h\nu = \text{const}$ – энергия одного фотона

$$E = A_{\text{вых}} + E_k$$

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта



$$E_k = h\nu - A_{\text{вых}}$$

Работа выхода зависит от химической природы металла и состояния его поверхности!

$$A_{\text{вых}} = \text{const}$$

18

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

- 1) Скорость материальной точки — векторная величина, характеризующая быстроту изменения положения тела.
- 2) Броуновским движением называется хаотическое движение частиц, взвешенных в жидкости или газе.
- 3) Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
- 4) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 5) В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке атома.

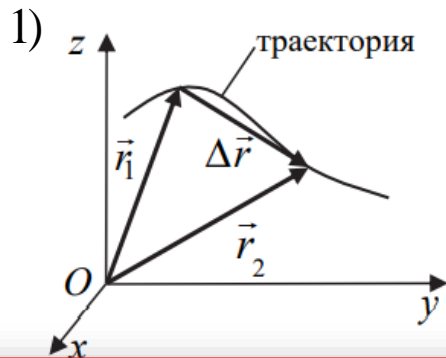
Ответ: _____.

18

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

- 1) Скорость материальной точки — векторная величина, характеризующая быстроту изменения положения тела.
- 2) Броуновским движением называется хаотическое движение частиц, взвешенных в жидкости или газе.
- 3) Разноимённые полюса постоянных магнитов отталкиваются друг от друга.
- 4) Силой Лоренца называют силу, с которой однородное электрическое поле действует на постоянные магниты.
- 5) В нейтральном атоме число протонов в ядре равно числу электронов в электронной оболочке атома.

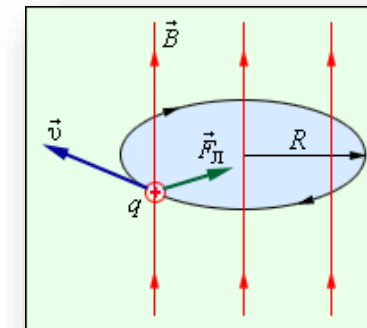
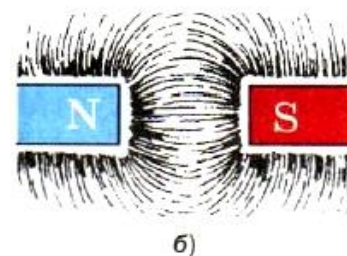
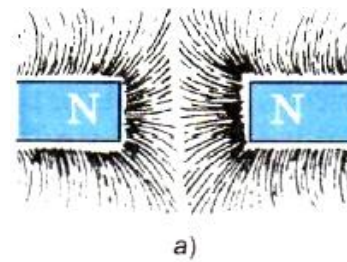
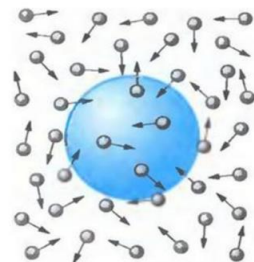
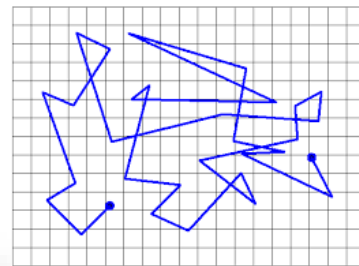
Ответ: 125.



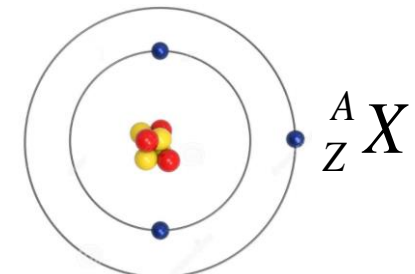
Скорость материальной точки:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} = \vec{r}'_t = (v_x, v_y, v_z),$$

$$v_x = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Big|_{\Delta t \rightarrow 0} = x'_t, \text{ аналогично } v_y = y'_t, v_z = z'_t.$$



$$F_L = qvB \sin \alpha$$



Модель атома лития ${}^A_Z X$

$$A = Z + N$$

19

Чтобы узнать диаметр стальной проволоки для изготовления реостата, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (30 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

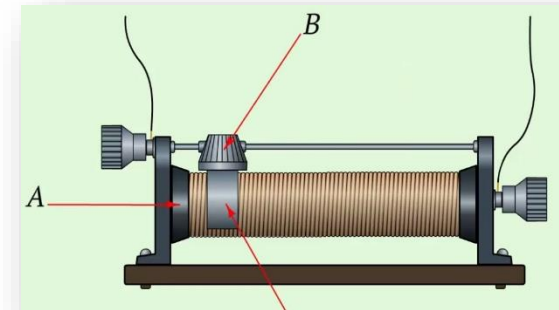
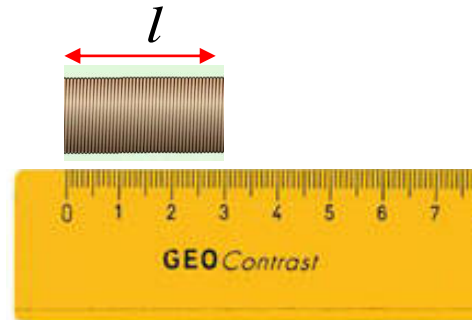
Ответ: (_____ \pm _____) мм.

19

Чтобы узнать диаметр стальной проволоки для изготовления реостата, ученик намотал её виток к витку на карандаш и измерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (30 ± 1) мм. Запишите в ответ диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

Ответ: (1,50 \pm 0,05) мм.

Метод рядов для определения результатов измерений с учетом абсолютной погрешности:

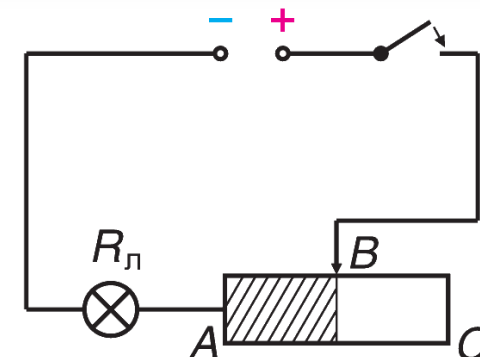


Диаметр проволоки

$$d = \frac{l}{N} = \frac{30 \text{ мм}}{20} = 1,50 \text{ мм}$$

Погрешность измерения диаметра проволоки

$$\Delta d = \frac{\Delta l}{N} = \frac{1 \text{ мм}}{20} = 0,05 \text{ мм}$$



Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие *два* маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от массы шарика? Шарики сплошные.

№ маятника	Длина маятника	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	2,0 м	8 см ³	алюминий
2	0,5 м	5 см ³	алюминий
3	1,0 м	5 см ³	сталь
4	1,5 м	8 см ³	алюминий
5	1,0 м	5 см ³	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

Ответ:

20

Школьник изучает свободные колебания нитяного маятника. В его распоряжении имеется пять маятников, характеристики которых указаны в таблице. Какие *два* маятника необходимо взять школьнику для того, чтобы на опыте выяснить, зависит ли период свободных колебаний маятника от массы шарика? Шарика сплошные.

№ маятника	Длина маятника	Объём шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	2,0 м	8 см ³	алюминий
2	0,5 м	5 см ³	алюминий
3	1,0 м	5 см ³	сталь
4	1,5 м	8 см ³	алюминий
5	1,0 м	5 см ³	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных маятников.

Ответ:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = const$$

$$m = \rho V \Rightarrow V = const$$

КИМ 2025 (Часть 2)

№ 21 – качественная задача повышенного уровня сложности (*электродинамика / молекулярная физика / механика*).

3 балла

№ 22 – расчётная задача повышенного уровня сложности по *механике / молекулярной физике*.

2 балла

№ 23 – расчётная задача повышенного уровня сложности (в зависимости от тематики качественной задачи: *молекулярная физика / электродинамика*).

2 балла

№ 24 – расчётная задача высокого уровня сложности по *молекулярной физике (МКТ и термодинамика)*.

3 балла

№ 25 – расчётная задача высокого уровня сложности по *электродинамике*.

3 балла

№ 26 – расчётная задача высокого уровня сложности по *механике* с обоснованием применимости законов.

1 +
3 балла



Обоснование задачи может быть как выделено отдельно, так и представлено в ходе решения.

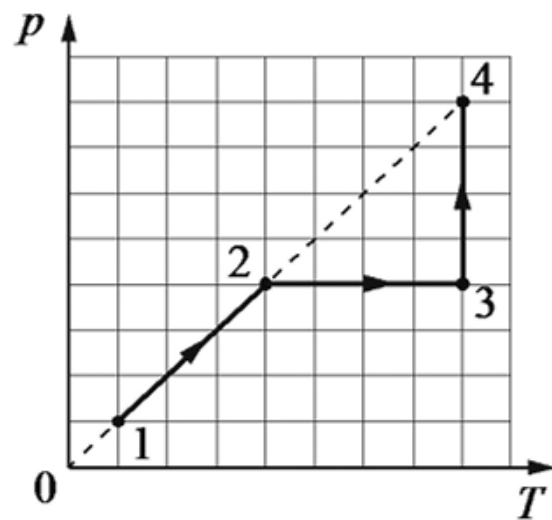
Проблемы выпускников прошлых лет:

отсутствие культуры оформления решения физических задач

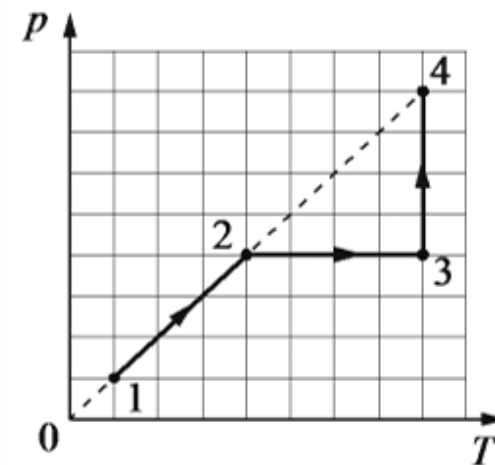
- ✓ Решение без записи «Дано» и рисунка, которое затрудняет как самого выпускника, так и эксперта при оценивании задания с развернутым ответом.
- ✓ Использование в решении формул, которые являются производными основных формул, перечисленных в Кодификаторе.
- ✓ Отсутствие необходимых пояснений к применяемым формулам.
- ✓ Невнимательность или небрежность при написании формул.
- ✓ Некорректные или лишние записи.
- ✓ Пропуск логических шагов в математических преобразованиях.
- ✓ Большое количество математических ошибок.

21

На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как при этом изменялись объём газа V и его внутренняя энергия U на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



21 На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и абсолютная температура некоторого постоянного количества одноатомного разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как при этом изменялись объём газа V и его внутренняя энергия U на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивались, уменьшались или же оставались постоянными)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы Вы использовали для объяснения.



Решение:

Уравнение М.-К. $V = \frac{\nu RT}{p}$ $\nu = const$

$U = \frac{3}{2} \nu RT$ *Внутренняя энергия идеального одноатомного газа*

1→2: **Изохорное нагревание.** Из уравнения Клапейрона – Менделеева следует, что процесс является изохорным, поскольку график процесса 1–2 лежит на прямой, проходящей через начало координат ($p \sim T$); следовательно, объём газа V остаётся постоянным ($V = const$).

2→3: **Изобарное нагревание.** Т.к. абсолютная температура T газа увеличивается при $p = const$, значит, и объём V газа увеличивается.

3→4: **Изотермическое сжатие.** Давление p газа увеличивается при $T = const$, значит, объём V газа уменьшается.

При этом внутренняя энергия U газа на участках 1–2 и 2–3 увеличивалась, так как абсолютная температура T газа увеличивалась, а на участке 3–4 не изменялась (абсолютная температура на этом участке является постоянной величиной).

Ответ: Объём газа на участке 1–2 не изменялся, на участке 2–3 увеличивался, на участке 3–4 уменьшался. Внутренняя энергия газа на участках 1–2 и 2–3 увеличивалась, на участке 3–4 не изменялась.



Задание 21

Качественная задача

1. *Изменение состояния идеального газа.*
2. *Уравнение Клапейрона – Менделеева.*
3. *Формула внутренней энергии для одноатомного идеального газа.*
4. *Анализ трёх изопроцессов.*

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>формулируется ответ</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>перечисляются явления и законы</i>)	3
<u>Дан правильный ответ,</u> и <u>приведено объяснение,</u> но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков. В объяснении <u>не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.</u> (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) <u>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</u> И (ИЛИ) В решении имеются <u>лишние записи,</u> не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется <u>неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</u>	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. <u>Дан правильный ответ</u> на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём <u>не указаны два</u> явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ <u>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</u> ИЛИ <u>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</u> ИЛИ <u>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения,</u> направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

22

Однородный деревянный шар массой $m = 1,6$ кг лежит в сосуде с водой, касаясь дна и не касаясь стенок сосуда, так, что половина шара находится в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на дно сосуда с силой $F = 6$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шар.

22

Однородный деревянный шар массой $m = 1,6$ кг лежит в сосуде с водой, касаясь дна и не касаясь стенок сосуда, так, что половина шара находится в воде. Определите плотность дерева, если шар давит на дно сосуда с силой $F = 6$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шар.

Дано :

$$V_{\text{подв}} = V / 2$$

$$m = 1,6 \text{ кг}$$

$$\rho_{\text{жс}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F = 6 \text{ Н}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\rho - ?$$

Решение:

По второму закону Ньютона

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 0 \quad v = 0$$

Третий закон Ньютона

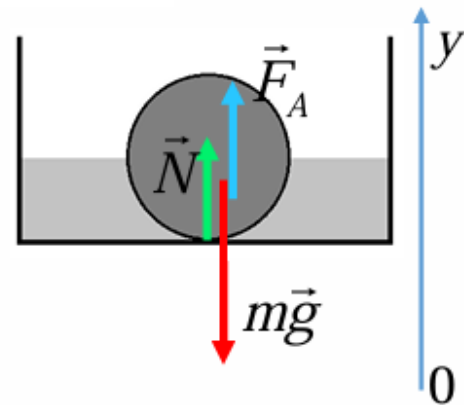
$$\vec{N} = -\vec{F}$$

$$0_y: mg = F + \rho_{\text{жс}} g V_{\text{подв}} \Rightarrow mg = F + \rho_{\text{жс}} g \frac{V}{2}$$

Объём тела $V = \frac{m}{\rho} \Rightarrow mg = F + \rho_{\text{жс}} g \frac{m}{2\rho} \Rightarrow \rho_{\text{жс}} g \frac{m}{2\rho} = mg - F$

$$\rho = \frac{\rho_{\text{жс}} g m}{2(mg - F)}$$

$$\rho = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 1,6}{2(1,6 \cdot 10 - 6)} = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



Ответ: $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$



Задание 22

1. Третий закон Ньютона
2. Второй закон Ньютона для шара
3. Выражение для силы Архимеда
4. Связь массы тела с плотностью
5. Табличные значения с единицами измерения!!!

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>перечисляются законы и формулы</u>) ¹ ; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов) ² ; III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	1
<p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0

¹В качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике. В случае использования формул, не входящих в кодификатор (например, правила Кирхгофа, момент инерции и т.п.), работа оценивается ведущим экспертом исходя из особенностей предложенного *альтернативного способа решения и схемы оценивания*.

²Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

23

На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 см, падает по нормали параллельный пучок белого света. Между решёткой и экраном вплотную к решётке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решётку, на экране. Чему равно расстояние от линзы до экрана, если ширина спектра второго порядка на экране равна 8 см? Длины красной и фиолетовой световых волн соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м. Считать угол φ отклонения лучей решёткой малым, так что $\sin\varphi \approx \operatorname{tg}\varphi \approx \varphi$

23

На дифракционную решётку, имеющую 500 штрихов на 1 см, падает по нормали параллельный пучок белого света. Между решёткой и экраном вплотную к решётке расположена линза, которая фокусирует свет, проходящий через решётку, на экране. Чему равно расстояние от линзы до экрана, если ширина спектра второго порядка на экране равна 8 см? Длины красной и фиолетовой световых волн соответственно равны $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м. Считать угол φ отклонения лучей решёткой малым, так что $\sin \varphi \approx \text{tg} \varphi \approx \varphi$

Дано:

$$d = \frac{1 \text{ см}}{500}$$

$$\lambda_{\text{кр}} = 8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\lambda_{\text{ф}} = 4 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$\Delta x = 0,08 \text{ м}$$

$L = ?$

Решение: $\Delta x = x_{\text{красн.}} - x_{\text{фиол.}}$

Условие наблюдения макс
для дифракционной решетки

$$d \sin \varphi = m \lambda$$

Период решётки

$$d = \frac{10^{-2} \text{ м}}{500}$$

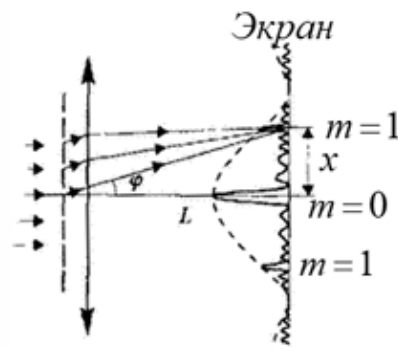
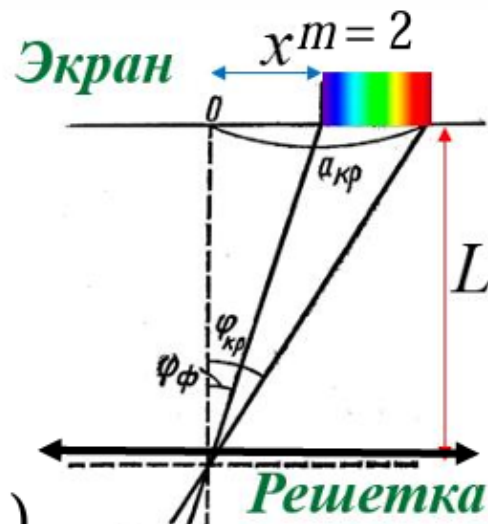
$$\sin \varphi \approx \text{tg} \varphi = \frac{x}{L}$$

$$d \frac{x}{L} = m \lambda \Rightarrow x = \frac{m \lambda L}{d} \Rightarrow \Delta x = \frac{m L}{d} (\lambda_{\text{кр}} - \lambda_{\text{ф}})$$

$$L = \frac{\Delta x d}{m (\lambda_{\text{кр}} - \lambda_{\text{ф}})}$$

$$L = \frac{0,08 \cdot 10^{-2}}{2(8 - 4) \cdot 10^{-7} \cdot 500} = 2 \text{ м.}$$

Ответ: $L = 2 \text{ м}$



Задание 23

1. *Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d .*
2. *Формула периода решётки.*
3. *Формула для ширины спектра любого порядка.*
4. *Математика – определение тангенса угла*

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>)¹; II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)²; III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	1
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0

¹В качестве *исходных* принимаются формулы, указанные в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике. В случае использования формул, не входящих в кодификатор (например, правила Кирхгофа, момент инерции и т.п.), работа оценивается ведущим экспертом исходя из особенностей предложенного *альтернативного способа решения и схемы оценивания*.

²Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике.

24

В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80$ °С. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

24

В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80$ °С. При сообщении бензолу некоторого количества теплоты часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу, поднимая поршень. Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, а его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подводимого к бензолу количества теплоты идёт на увеличение внутренней энергии системы? Объёмом жидкого бензола и трением между поршнем и цилиндром пренебречь.

Дано:

$$T = 353K$$

$$L = 396 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\mu = 78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\frac{\Delta U}{Q} = ?$$

Решение: $\Delta U = Q - A$

$$Q = L \cdot m$$

$$A = p(V_2 - V_1)$$

$$V = \frac{m}{\rho \mu} RT$$

Работа пара

m – масса парообразного бензола под поршнем.

$$A = p \left(\frac{m}{\rho \mu} RT - 0 \right) = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\Delta U = L \cdot m - \frac{m}{\mu} RT = m \left(L - \frac{RT}{\mu} \right) \Rightarrow$$

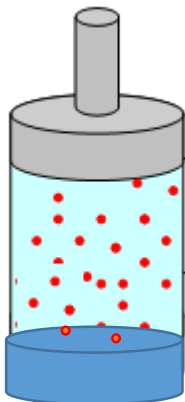
$$\frac{\Delta U}{Q} = \frac{m \left(L - \frac{RT}{\mu} \right)}{L \cdot m} = 1 - \frac{RT}{L \mu}$$

$$\frac{\Delta U}{Q} = 1 - \frac{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 353K}{396 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 78 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}} \approx 0,905.$$

Ответ: $\Delta U / Q = 0,905$

Задание 24

1. *Первый закон термодинамики.*
2. *Формула для расчета количества теплоты, необходимого для парообразования жидкости.*
3. *Формула для работы пара.*
4. *Уравнение Клапейрона-Менделеева*
5. *Табличные значения с единицами измерения!!!*



Пункт II: m – масса парообразного бензола под поршнем.

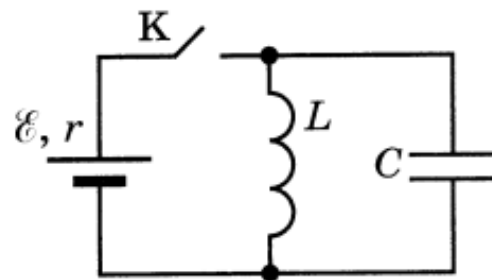
Критерии оценивания выполнения задания 24-25	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>)³;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)⁴;</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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 <u>все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</u></p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p style="border: 1px solid red; padding: 2px;">Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

Критерии оценивания выполнения задания 24-25	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>)³;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>)⁴;</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1
<p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	
<p>В решении отсутствует <u>ОДНА</u> 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 style="text-align: center;">ИЛИ</p>	
<p>В <u>ОДНОЙ</u> 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>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

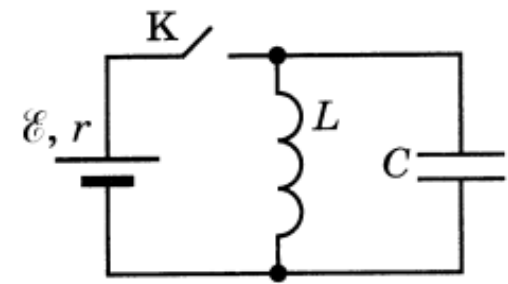
25

В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ K длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 3$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн, $C = 50$ мкФ. В момент $t = 0$ ключ K размыкают. Каково напряжение U на конденсаторе в момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний сила тока в контуре $I = 1$ А? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



25

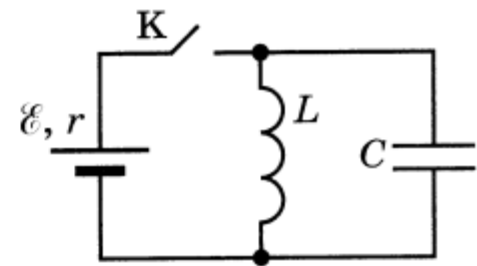
В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ K длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 3$ В, $r = 2$ Ом, $L = 1$ мГн, $C = 50$ мкФ. В момент $t = 0$ ключ K размыкают. Каково напряжение U на конденсаторе в момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний сила тока в контуре $I = 1$ А? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



1. *Закон Ома для участка цепи.*
2. *Закон Ома для полной замкнутой цепи.*
3. *Формула для расчёта энергии магнитного поля катушки с током.*
4. *Формула для расчёта энергии электрического поля заряженного конденсатора.*
5. *Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.*

25

В электрической цепи, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут, $\mathcal{E} = 3 \text{ В}$, $r = 2 \text{ Ом}$, $L = 1 \text{ мГн}$, $C = 50 \text{ мкФ}$. В момент $t = 0$ ключ К размыкают. Каково напряжение U на конденсаторе в момент, когда в ходе возникших в контуре электромагнитных колебаний сила тока в контуре $I = 1 \text{ А}$? Сопротивлением проводов и активным сопротивлением катушки индуктивности пренебречь.



Дано:

$$\mathcal{E} = 3 \text{ В}$$

$$r = 2 \text{ Ом}$$

$$L = 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$C = 50 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$I_2 = 1 \text{ А}$$

$$R_L = 0$$

$$U = ?$$

Решение: 1) До размыкания ключа: $U_C = U_L = IR_L = 0$ т.к. катушка и конденсатор включены параллельно, а сопротивление катушки равно нулю.

$$W_1 = \frac{LI_1^2}{2}, \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{\mathcal{E}}{r} \quad \Rightarrow \quad W_1 = \frac{L\mathcal{E}^2}{2r^2}$$

2) После размыкания ключа возникают свободные электромагнитные колебания в LC-контуре ($W = \text{const}$):

$$W_1 = W_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{L\mathcal{E}^2}{2r^2} = \frac{LI_2^2}{2} + \frac{CU^2}{2} \quad \Rightarrow$$

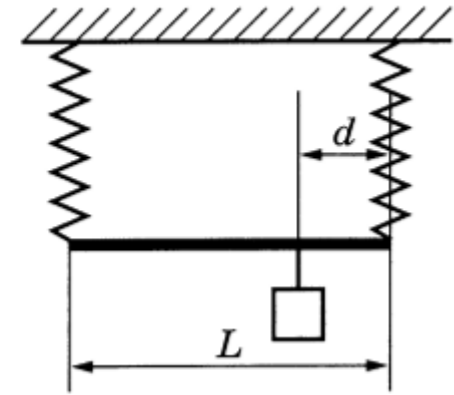
$$U = \sqrt{\frac{L}{C} \left(\frac{\mathcal{E}^2}{r^2} - I_2^2 \right)}$$

$$U = \sqrt{\frac{10^{-3} \text{ Гн}}{50 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} \left(\frac{(3 \text{ В})^2}{(2 \text{ Ом})^2} - (1 \text{ А})^2 \right)} = 5 \text{ В.}$$

Ответ: $U = 5 \text{ В}$

26

К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем у правой. Чему равна масса M стержня? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи.



Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

Обоснование:

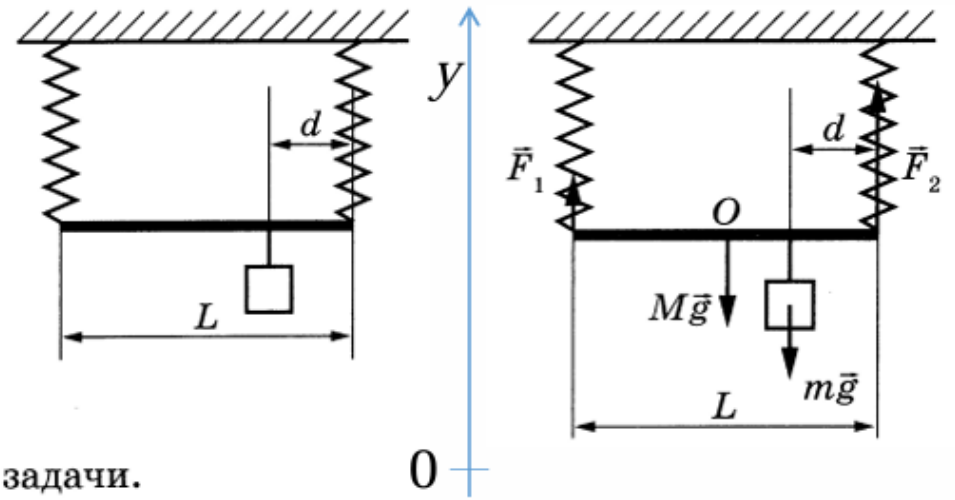
1. Выбор ИСО.
2. Выбор модели.
3. Условия применения законов.

26

К двум вертикально расположенным пружинам одинаковой длины подвесили однородный стержень длиной $L = 40$ см. Если к этому стержню подвесить груз массой $m = 3$ кг на расстоянии $d = 5$ см от правой пружины, то стержень будет расположен горизонтально, а растяжения обеих пружин будут одинаковы (см. рисунок). Жёсткость левой пружины в 3 раза меньше, чем у правой. Чему равна масса M стержня? Сделайте рисунок с указанием сил, использованных в решении задачи.

Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

Обоснование



ИСО

1. Рассмотрим задачу в системе отсчёта, связанную с Землёй. Будем считать эту систему отсчёта инерциальной (ИСО).
2. Стержень будем считать абсолютно твёрдым телом (размер и форма не меняется при любой нагрузке). Груз будем считать материальной точкой, так как он может совершать поступательное движение.
3. Любое движение твёрдого тела является суперпозицией поступательного и вращательного движений. По этой причине рассматривают два условия равновесия тела – одно для поступательного движения груза (2-й закон Ньютона), другое для вращательного движения стержня (правило моментов).
4. Поскольку стержень покоится, то векторная сумма внешних сил, приложенная к нему, равна 0, как и в случае груза. Следовательно, и алгебраическая сумма моментов этих сил будет равна нулю относительно оси вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку O .

+1 балл

Дано:

$$L = 0,4 \text{ м}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$d = 0,05 \text{ м}$$

$$\Delta l_1 = \Delta l_2$$

$$k_2 = 3k_1$$

$$M = ?$$

Решение:

По закону Гука модуль силы упругости равен $F = k\Delta l$.

Так как растяжения пружин одинаковы, то $\frac{F_2}{F_1} = \frac{k_2}{k_1} = 3$,

где F_1 , F_2 — модули сил упругости левой и правой пружин соответственно.

Условия равновесия стержня с грузом имеют вид

$$F_1 + F_2 = Mg + mg,$$

$F_1 \cdot \frac{L}{2} + mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_2 \cdot \frac{L}{2}$ — правило моментов относительно оси O , проходящей через центр масс стержня перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок).

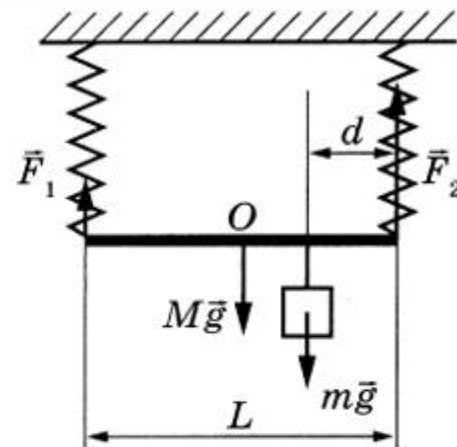
Объединяя пункты 1 и 2, получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 4F_1 = Mg + mg \\ mg \cdot \left(\frac{L}{2} - d\right) = F_1 L. \end{cases}$$

Из системы уравнений пункта 3 получаем $M = \frac{m(L - 4d)}{L} = \frac{3 \cdot (0,4 - 0,2)}{0,4} = 1,5 \text{ кг}$.

Ответ: $M = 1,5 \text{ кг}$.

3 балла



Критерии оценивания выполнения задания 26	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей). В данном случае: <i>перечисляются элементы обоснования</i>	1
В обосновании отсутствует один или несколько из элементов. ИЛИ В обосновании допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2 как в заданиях 24-25	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>перечисляются законы и формулы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), 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

Первичный балл	Тестовый балл
1	5
2	9
3	14
4	18
5	23
6	27
7	32
8	36
9	39
10	41
11	43
12	44
13	46
14	48
15	49

Примерная шкала, 2025

16	51
17	53
18	54
19	56
20	58
21	59
22	61
23	62
24	64
25	65
26	67
27	68
28	70
29	71
30	73

31	74
32	76
33	77
34	79
35	80
36	82
37	84
38	86
39	88
40	90
41	92
42	94
43	96
44	98
45	100

