



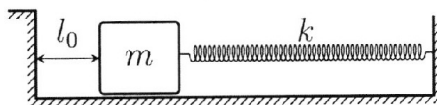
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



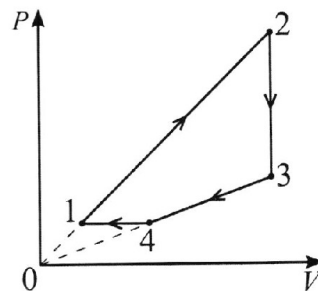
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

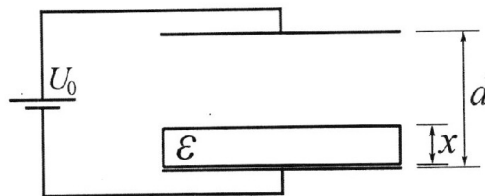
В ответе те допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

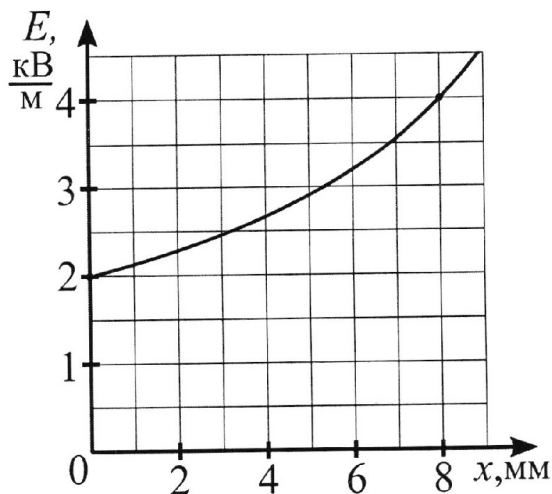


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.





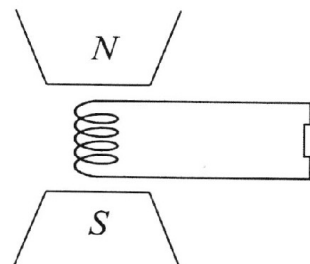
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



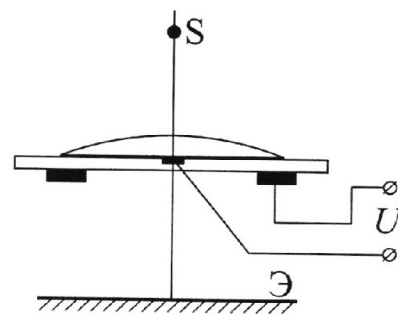
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения ток в катушке возрастает линейно от нуля до I_1 .



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/3$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекающий через резистор от момента начала выключения поля до момента, когда ток через резистор станет нулевым.
- 3) Найти индуктивность L катушки.

Сопр отвлечением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 1,4$ покоится на тонкой смачиваемой прозрачной горизонтальной диэлектрической подложке (см. рис.). Капля используется в качестве тонкой плосковыпуклой линзы для получения изображения маленького светящегося шарика-светодиода S на экране $\mathcal{E}$. Источник S можно перемещать вдоль главной оптической оси линзы. Плоскость экрана перпендикулярна оси и находится на расстоянии $b = 6$ см от линзы. Расстояние от источника до линзы значительно больше диаметра пучка света, проходящего через линзу. Если под каплей соосно расположить два электрода, так что небольшой центральный электрод непосредственно контактирует с жидкостью, а периферийный (кольцо) изолирован от неё, то можно изменять радиус R кривизны верхней поверхности линзы по линейному закону в зависимости от напряжения U , прикладываемого к электродам. Если светодиод на высоте $a_1 = 12$ см над каплей, то изображение на экране при $U_1 = 1$ В. Если светодиод на высоте $a_2 = 18$ см, то изображение на экране при напряжении $U_2 = 2$ В.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите радиус кривизны R_0 капли при нулевом напряжении.
- 3) Считая, что светодиод излучает одинаковую световую мощность по всем направлениям, определите отношение средних освещённостей E_1/E_2 первого и второго изображений. Поглощением света в подложке пренебречь. Освещённость — энергия света, падающего на единицу площади в единицу времени.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 3

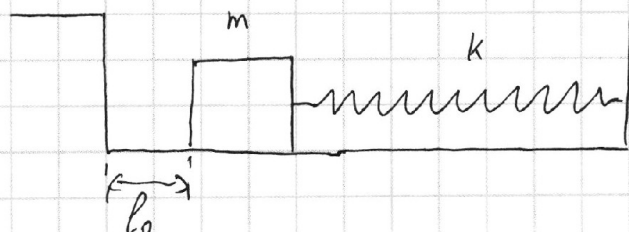
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

m, k, l_0

1. V_0 - ?

2. Δ_2 - ?

3. χ - ?



1. Так как поверхность гладкая, то выполняется ЗСЭ.

$$\frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \quad V_0^2 = \frac{k}{m} \frac{121}{16} l_0^2$$

$$V_0 = \frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}$$

2. После первого удара выделилось некоторое

кол-во тепла Q_1 , тогда ЗСЭ имеет вид:

$$\frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{2} = \frac{kl_0^2}{2} + \frac{mV_1^2}{2} = \frac{kl_0^2}{2} + \frac{mU_1^2}{2} + Q_1 = \frac{k(\frac{5}{2}l_0)^2}{2} + Q_1$$

Здесь V_1 - скорость перед 1-ым ударом, U_1 - скорость после 1-го удара.

$$Q_1 = \frac{k}{2} l_0^2 \left(\frac{121}{16} - \frac{25}{4} \right) = \frac{21}{32} kl_0^2$$

$$U_1^2 = \frac{k(\frac{11}{4}l_0)^2}{m} - \frac{k}{m} l_0^2 - 2\frac{Q_1}{m} = \frac{k}{m} l_0^2 \left(\frac{121}{16} - 1 - \frac{21}{16} \right) = \frac{k}{m} l_0^2 \frac{84}{16}$$

~~$E_{\text{кзо}}$~~
 ~~$E_{\text{кносе}}$~~

По условию $\frac{E_{\text{кзо}}}{E_{\text{кносе}}} = \text{const}$

$$V_1^2 = kl_0^2/m \left(\frac{121}{16} - 1 \right) = \frac{kl_0^2}{m} \frac{105}{16}$$

$$\frac{E_{\text{кзо}}}{E_{\text{кносе}}} = \frac{\frac{km}{2} V_1^2}{\frac{km}{2} U_1^2} = \frac{105}{84}$$

Очевидно, что скорость после

первого удара равна скорости перед вторым ударом

$U_1 = V_2$, U_2 - скорость после 2-го удара.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ **3**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{E_{\text{кз}}}{E_{\text{нм}}} = \frac{V_2^2}{U_2^2} = \frac{105}{84}$$

$$U_2^2 = V_2^2 \cdot \frac{84}{105} = \frac{k l_0^2}{m} \cdot \frac{84}{16} \cdot \frac{105}{105} = \frac{k l_0^2}{m} \cdot \frac{84}{16}$$

$$U_2^2 = \frac{k l_0^2}{m} \cdot \frac{84}{16} \cdot \frac{105}{105} = \frac{k l_0^2}{m} \cdot \frac{84^2}{16 \cdot 105}$$

$$3C\partial: \frac{m U_2^2}{2} + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k \Delta_2^2}{2}$$

$$\Delta_2^2 = \frac{m}{k} U_2^2 + l_0^2 = \frac{84^2}{16 \cdot 105} l_0^2 + l_0^2$$

$$\Delta_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot l_0$$

Рассмотрим момент до удара: ~~увеличение~~ ^{увеличение} длины шнура описывается уравнением гармонич. колебаний:

$$x_1(t) = A_1 (\sin \omega t + \varphi_1) \quad A_1 = \frac{11}{4} l_0 \quad x_1(t) x_1(0) = A_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin \varphi_1 = 1 \quad \varphi_1 = \frac{\pi}{2} + 2\pi n, n \in \mathbb{Z} \quad x_1(t) = \frac{11}{4} l_0 \cos \omega t$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

После удара ^{увеличение} можно описать тем же уравнением, но с другим коэфф.

$$x_2(t) = A_2 |\sin \omega t + \varphi_2| \quad A_2 = \frac{5}{2} l_0, \quad x_2(0) = l_0 \quad l_0 = \frac{5}{2} l_0 \sin(\varphi_2)$$

$$\sin(\varphi_2) = \frac{2}{5} \quad \varphi_2 = \arcsin \frac{2}{5}$$

$$\tau_1 - \text{момент между 1-ым ударом} \quad x_1(\tau_1) = l_0 = \frac{11}{4} l_0 \cdot \cos \omega \tau_1$$

$$\cos \omega \tau_1 = \frac{4}{11} \quad \omega \tau_1 = \arccos \frac{4}{11} \quad \tau_1 = \frac{\arccos \frac{4}{11}}{\sqrt{\frac{k}{m}}}, \tau_1 > 0$$

τ_2 - момент макс. разм. после 1-го удара.

$$x_2(\tau_2) = \frac{5}{2} l_0 = \frac{5}{2} l_0 \cdot \sin(\omega \tau_2 + \varphi_2) \quad \sin(\omega \tau_2 + \varphi_2) = 1$$

$$\omega \tau_2 + \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \quad \tau_2 = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} \right) = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} \right)$$

$$\text{Ответ: } \tau = \tau_1 + \tau_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} + \arccos \frac{4}{11} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из **3**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Рішення: 1. $v_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$; 2. $s_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot l_0$;
3. $\gamma = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\frac{\pi}{2} - \arcsin \frac{2}{5} + \arccos \frac{4}{11} \right)$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Пусть $V_1 \neq V \Rightarrow V_4 = \frac{5}{2} V$ Процесс 4-1: $Q = \frac{5}{2} (p_4 V - p_4 \frac{5}{2} V) =$

$+ p_4 (\frac{5}{2} V - V) \quad Q = -\frac{3}{2} p_4 V \Rightarrow \frac{3}{2} p_4 V = -\frac{3}{2} p_4 V (1 + \frac{5}{2}) = -\frac{21}{4} p_4 V$

Процесс 2-3: $Q = \frac{5}{2} (p_3 V_3 - p_2 V_3) = \frac{5}{2} V_3 (p_3 - p_2) = \frac{5}{2} p_3 V_3 - \frac{5}{2} p_2 V_3$

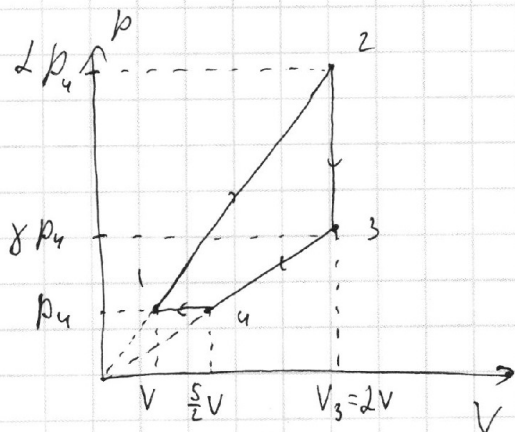
Процесс 1-2: $\frac{p}{V} = \text{const}, \quad \frac{p_4}{V} = \frac{p_2}{V_3} \quad p_2 = p_4 \frac{V_3}{V}$

Процесс 3-4: $\frac{p}{V} = \text{const} \quad \frac{p_3}{V_3} = \frac{p_4}{\frac{5}{2} V} \quad V_3 = \frac{5}{2} V \frac{p_3}{p_4}$

$A_4 = \frac{1}{2} p_2 V_3 - \frac{1}{2} p_2 V + \frac{1}{2} p_4 V_3 = \frac{1}{2} p_4 V - \frac{1}{2} p_3 V_3 + \frac{5}{4} p_3 V - \frac{1}{2} p_4 V_3 +$

$+ \frac{5}{4} p_4 V - \frac{5}{2} p_4 V - p_4 V$

$p_3 = \frac{2}{5} p_4 \frac{V_3}{V}$



Реш. 1-2: $p \sim V \Rightarrow p_2 = 2 p_4,$

$V_3 = 2V$

3-4: $p \sim V \Rightarrow p_3 = 8 p_4, \quad V_3 = 8 p_4 \frac{5}{2} V$

$2 = \frac{5}{2} 8$

для 4-1: $C_p = \frac{Q}{V \Delta T_{4-1}}$

$\Delta T_{4-1} = \frac{Q}{C_p \cdot V} = \frac{2}{7} \frac{Q}{V R} = \frac{2}{7} (p_4 V - \frac{5}{2} p_4 V) / V R$

$\frac{2}{7} Q = \frac{3}{2} p_4 V \quad p_4 V = \frac{4}{21} Q$

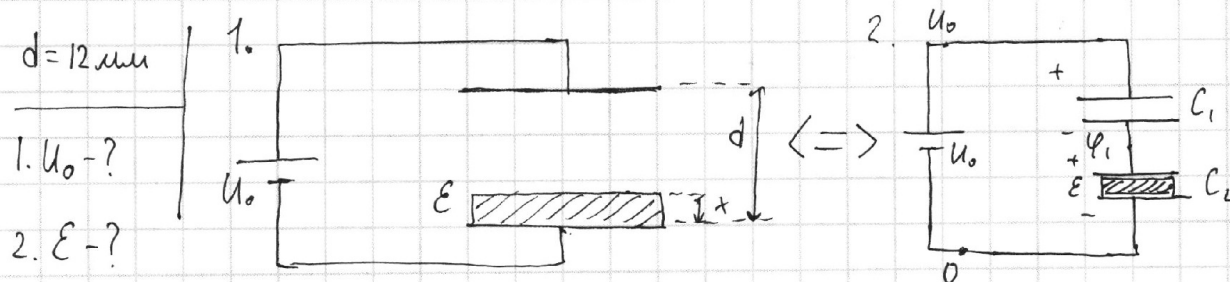


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Напряжение на конденсаторе U_0 , если диэлектрика нет, то $U_0 = E_1 \cdot d$, $E_1 = 2 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}}$, из графика.

$$U_0 = 2 \cdot 10^3 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 24 \text{ В.}$$

Рисунок 2: фактическую цепь можно эквивалентно заменить на 2 послед. конденсатора.

$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \quad C_2 = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \quad \text{Пусть } x = 8 \text{ мм (из графика).}$$

$$\text{Закон сохр. заряда: } 0 = -C_1(U_0 - \phi_1) + C_2(\phi_1 - 0)$$

$$0 = \phi_1 C_1 - U_0 C_1 + C_2 \phi_1. \quad \text{Контрионность в конденсаторе } C_1:$$

$$E_2 = (U_0 - \phi_1) = E_2 \cdot (d - x), \quad E_2 = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{В}}{\text{м}} \quad (\text{из графика}).$$

$$U_0 - \phi_1 = 16 \text{ В.} \quad \phi_1 = 8 \text{ В.}$$

$$C_1(U_0 - \phi_1) = C_2 \phi_1 \quad \epsilon_0 \frac{S}{d-x} (U_0 - \phi_1) = \epsilon \epsilon_0 \frac{S}{d-x} \cdot \phi_1$$

$$\epsilon = \frac{U_0 - \phi_1}{\phi_1} = 2$$

Ответ: 1. $U_0 = 24 \text{ В}$; 2. $\epsilon = 2$.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

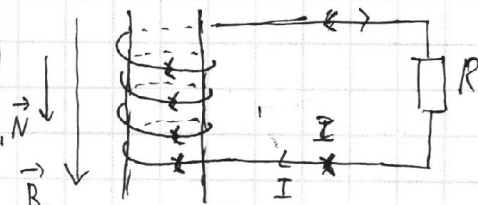
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$h; S; B_0$
 $R, \tau; I_1$

1. γ -?
2. q -?
3. L -?



В катушке возникнет ЭДС индукции.

$$\mathcal{E}_i = - \frac{d\Phi}{dt} = - S n \frac{dB}{dt}$$

Также возникает ЭДС самоиндукции.

$$\mathcal{E}_{in} = - L \frac{dI}{dt} \approx, \text{ т.к. ток возрастает линейно,}$$

то скорость изменения постоянна, $\frac{dI}{dt} = \gamma = \text{const}$.

~~Выберем сторону контура в соответствии с вектором нормаль $\vec{N}$: $\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{in} = IR$ $- S n \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt} = IR$~~

$I(t) = \gamma t$ - зависимость тока в катушке от времени (в начале ток 0), $I(\tau) = I_1 = \gamma \tau$ $\gamma = \frac{I_1}{\tau}$

Выберем сторону контура согласованно с вектором нормали $\vec{N}$:

$$\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_{in} = IR \quad - S n \frac{dB}{dt} - L \frac{dI}{dt} = IR \quad | \times dt$$

$$- S n dB - L dI = I dt R \quad \text{суммируем: } - S n \Delta B - L \Delta I = \Delta q R$$

$q_1, R = \frac{S n B_0 - L I_1}{R}$, q_1 - заряд протекший через резистор, пока поле включалось.

После выкл. поле закон имеет вид: $\mathcal{E}_{in} = IR$

$$- L \frac{dI}{dt} = IR \quad - L dI = I dt R, \text{ суммируем: } - L \Delta I = \Delta q_2 R$$

$- L \Delta I = \Delta q_2 R$ $L I_1 = q_2 R$, q_2 - заряд протекший через резистор после выкл. поля и убывания тока до нуля.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ **2**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим зависимость тока от времени, пока не

удовлет: $I(t) = \gamma t$ $\frac{dq}{dt} = \gamma t$ $dq = \gamma t dt$

~~$q = \gamma \frac{t^2}{2}$~~ Заряд $q_1 = \int_0^{\tau} dq = \int_0^{\tau} \gamma t dt = \gamma \frac{t^2}{2} \Big|_0^{\tau}$

$$q_1 = \frac{1}{2} \gamma \tau^2 = \frac{1}{2} I_1 \tau$$

~~$q_1 = \frac{S_1 n B_0}{R} - \frac{L I_1}{R} = \frac{1}{2} I_1 \tau$~~ $q_1 R = S_1 n B_0 - L I_1$

$$L = \frac{1}{I_1} (S_1 n B_0 - q_1 R) \Rightarrow \frac{S_1 n B_0}{I_1} - \frac{1}{2} \tau R$$

$$q_2 = \frac{L I_1}{R} = \frac{S_1 n B_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 \tau \quad q = q_1 + q_2 = \frac{S_1 n B_0}{R} - \frac{1}{2} I_1 \tau + \frac{1}{2} I_1 \tau$$

$$q = \frac{S_1 n B_0}{R} \quad \text{Ответ: } 1. \gamma = \frac{I_1}{\tau}; 2. q = \frac{S_1 n B_0}{R}; 3. L = \frac{S_1 n B_0}{I_1} - \frac{1}{2} \tau R$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$n = 1,4$
 $b = 6 \text{ см}$
 $a_1 = 12 \text{ см}$
 $U_1 = 1 \text{ В}$
 $a_2 = 18 \text{ см}$
 $U_2 = 2 \text{ В}$

1. $F(R, n)$
2. R_0 - ?
- 3.

Т.к. капля - "Тонкая плоская выпуклая линза",
обобщённой
то можно воспользоваться формулой

Тонкой линзы. ~~Здесь мы используем~~
~~формулу тонкой линзы~~ ~~как обычно~~

Представим, что над каплей есть очень

тонкий слой воздуха, тогда из

обобщённой формулы тонкой линзы

найдем оптическую силу линзы:

$$D = \frac{n_{\text{ст}} - n_{\text{вр}}}{n_{\text{вр}}} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right), \quad n_{\text{вр}} - \text{показатель преломления}$$

воздуха, считаем, что $n_{\text{вр}} = 1$. R_1 - радиус

кривизны выпуклой поверхности, R_2 - радиус

кривизны вогнутой поверхности $R_2 \rightarrow \infty \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_2} \rightarrow 0 \Rightarrow D = -1 + n \frac{1}{R_1} = \frac{1}{F} \quad F = R_1 \frac{n-1}{n}$$

$$F(R, n) = \frac{R}{n-1} \quad \text{Ответ}$$

Формула тонкой линзы при напряжении U_1

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a_1} \quad F_1 = \frac{a_1 \cdot d}{a_1 + d} = \frac{72}{18} = 4 \text{ см.}$$

$$\text{напряжение } U_2: \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{a_2} \quad F_2 = \frac{a_2 \cdot d}{d + a_2} = \frac{108}{24} = 4,5 \text{ см.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

5
☒

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
2 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Радиус кривизны при U_1 : $R_1 = F_1 \cdot (h-1) = 4 \cdot 0,4 = 1,6$ см.

Радиус кривизны при U_2 : $R_2 = F_2 \cdot (h-1) = 6 \cdot 0,4 = 2,4$ см.

Так как $R(U)$ — линейная зависимость, то

$R_0 = 0,8$ см. (за $\Delta U = 1$ В, радиус увеличивается на

$R_2 - R_1 = 0,8$ см)

ответ.



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

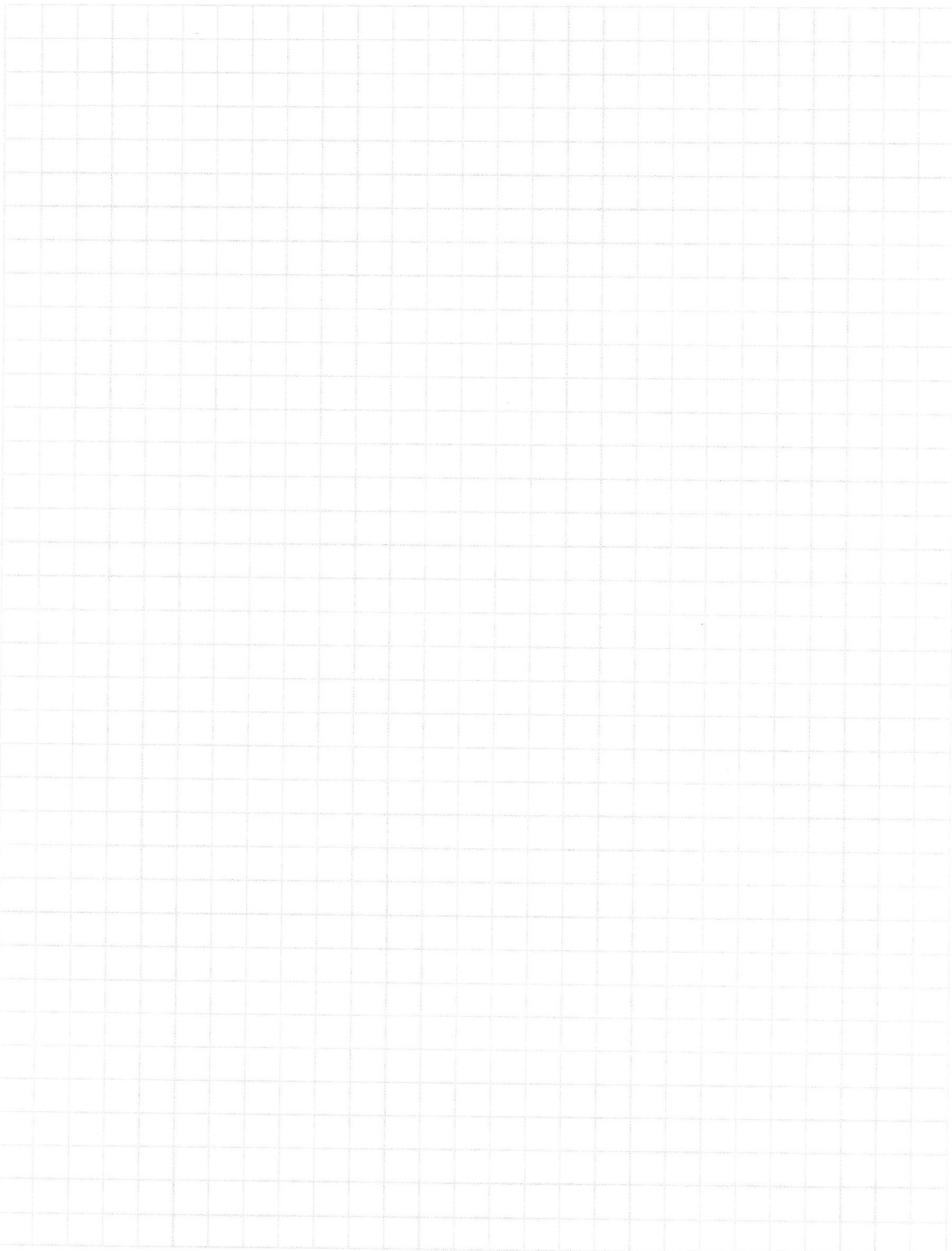
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
 _ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{r} \times 11 \\ 11 \\ \hline 121 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 84 \overline{) 2} \\ 42 \overline{) 2} \\ \hline 21 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 121 \\ - 16 \\ \hline 105 \end{array}$$

$$\frac{84^2 + 16 \cdot 105}{16 \cdot 105} = \frac{(4 \cdot 21)^2 + 4^2 \cdot 21 \cdot 5}{16 \cdot 105}$$

$$\begin{array}{r} \times 18 \\ 6 \\ \hline 108 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 26 \overline{) 2} \\ 13 \overline{) 2} \end{array}$$

$$\frac{4^2 \cdot 21(21+5)}{16 \cdot 105} = \frac{26}{5} = \frac{5}{5}$$

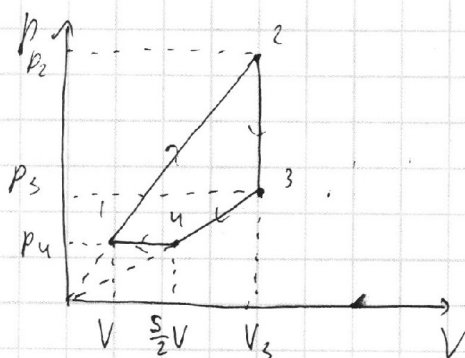
$$\begin{array}{r} \times 12 \\ 6 \\ \hline 72 \end{array}$$

$$U = L \frac{dI}{dt}$$

$$B = L \cdot \frac{A}{c} = L \cdot \frac{B}{\text{см} \cdot c}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad A = \frac{B}{\text{см}} \quad L = \text{см} \cdot c$$

$$\begin{array}{r} \times 6 \\ 18 \\ \hline 108 \end{array}$$



$$p_3 = \frac{2}{5} p_4 \frac{V_3}{V}$$

$$T_4 = \frac{5}{2} T_1$$

$$Q = C = \frac{Q}{J \Delta T}$$

$$\begin{array}{r} 72 \overline{) 2} \\ 36 \overline{) 6} \\ \hline 6 \overline{) 6} \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\Delta T = \frac{Q}{J \cdot C}$$

$$\Delta T_{2-3} = \frac{Q}{J \frac{5}{2} R} = \frac{2}{5} \frac{Q}{J R} = T_3 - T_2$$

$$\Delta T_{4-1} = \frac{7}{2} \frac{Q}{J R} = T_1 - T_4 = -\frac{3}{2} T_1$$

$$\Delta T_{1-2} = \frac{Q}{3 J R}$$

$$T_2 = 2^2 T_1, \quad T_3 = \gamma^2 T_4$$

$$p_2 = 2 p_4, \quad p_3 = \gamma p_4$$

$$V_3 = 2 V, \quad V_3 = \gamma \cdot \frac{5}{2} V \quad \boxed{\gamma = \frac{5}{2}}$$

$$T_3 - T_2 = \gamma^2 T_4 - 2^2 T_1 = \gamma^2 (T_4 - \frac{25}{4} T_1)$$

$$T_3 - T_2 = \gamma^2 T_4 - 2^2 T_1 = \gamma^2 (T_4 - \frac{25}{4} T_1)$$

ЧЕРНОВИК