



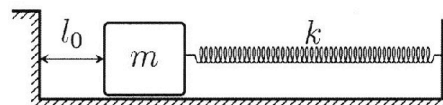
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



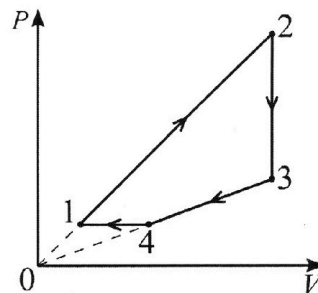
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. 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?

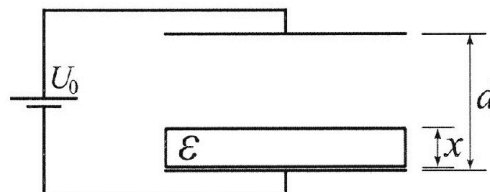
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

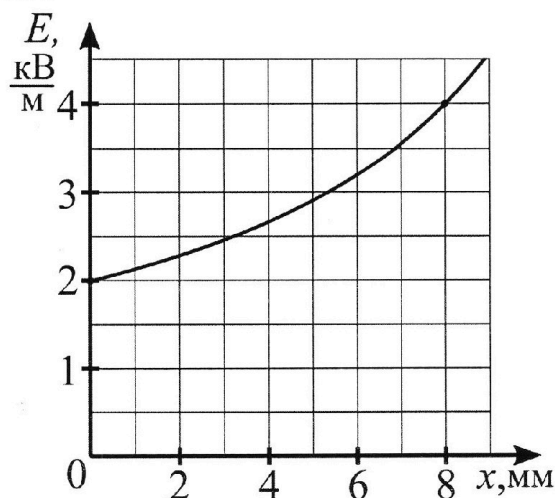


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





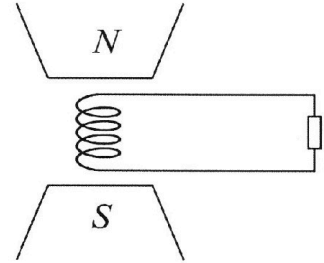
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



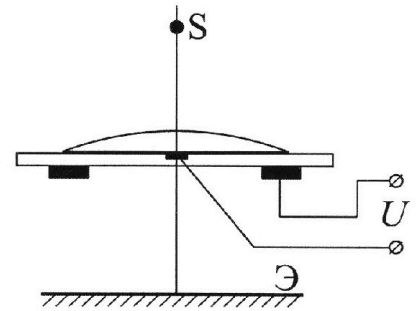
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . 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 , протекший 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!

1) ~~Обозначу~~ Обозначу отношение кин-кич энергий после удара к до удара, как $\gamma = \frac{E_{k \text{ после}}}{E_{k \text{ до}}}$. Считаем так, когда $v=0$

При ударе о стенку меняется только кин-кич энергия, потен-кич не ~~нет~~ изменяется из-за удара (длина пружины не меняется при ударе).

2) За время движения действует только одна сила - сила упругости от пружины, $\Rightarrow$ Положение равновесия, когда пружина не растянута деформирована.

3) Во время движения на тело не действуют ~~только~~ ~~то~~ тела, только потенци-ые силы совершают работу $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ 3-я сох. Энергии применим для тела, кроме моментов удара
По 3-му сох. Энергии! (Зис.1)

$$K \cdot \left(\frac{11}{4}l_0\right)^2 = \frac{K \cdot \left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{K \cdot l_0^2}{2} + \frac{m v_{1x}^2}{2} \leftarrow \text{отношение}$$

равновесия до удара $\Rightarrow v_{1x} = \frac{11}{4}l_0 \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}$

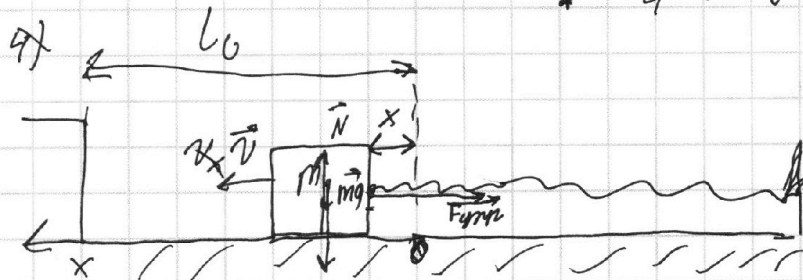


рис. 1.

4) Пусть v_{1g} - скорость до удара; v_{1n} - скорость после удара
По 3-му сох. Энергии:

$$\frac{K \left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_{1g}^2}{2}, \quad \frac{K \left(\frac{5}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_{1n}^2}{2}$$

$$\gamma = \frac{\frac{m v_{1n}^2}{2}}{\frac{m v_{1g}^2}{2}} = \frac{\frac{121 \cdot K l_0^2}{16} - \frac{(121-1) K l_0^2}{2}}{(25-1) \frac{K l_0^2}{2}} = \frac{121-16}{100-16} = \frac{105}{84} = \frac{5}{4}$$



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!

$$\gamma = \frac{m v_{10}^2 / 2}{m v_{20}^2 / 2} = \frac{(\frac{25}{4} - 1) \frac{K l_0^2}{2}}{(\frac{121}{16} - 1) \frac{K l_0^2}{2}} = \frac{2 \cdot 100 - 16}{121 - 16} = \frac{84}{105} = \frac{4}{5}$$

5) ~~Итак~~ Перед 2 ударом скорость тела будет $\propto V_{2g}$. 3-м закон. Энергия

$$\frac{m v_{2g}^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{m v_{10}^2}{2} + \frac{K l_0^2}{2} = \frac{25}{4} \cdot \frac{K l_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_{2g}^2}{2} = \frac{25}{4} \frac{K l_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_{2g}^2}{2} = \gamma \cdot \frac{m v_{10}^2}{2} \Rightarrow \frac{K l_2^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{m v_{20}^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{K l_2^2}{2} = \frac{K l_0^2}{2} + \frac{25 K l_0^2}{4 \cdot 2} \cdot \gamma \Rightarrow l_2^2 = l_0^2 (1 + \frac{25}{4} \cdot \gamma) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_2 = l_0 \sqrt{1 + \frac{5}{4}} = l_0 \cdot \sqrt{\frac{9}{4}} = l_0 \cdot \frac{3}{2}, l_2 - \text{величина макс. статич. пружины после 2 удара}$$

6) ~~Уч~~ По 2 3-му закону для тела:

$$\vec{F} = \vec{F}_{упр} + \vec{N} + \vec{mg} = m \vec{a}$$

$$\text{в } x: -K \cdot x = m a_x \Rightarrow m \ddot{x} + Kx = 0 \Rightarrow \ddot{x} + \frac{K}{m} x = 0 \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ тело будет гармонично колеб-ться по ур-нию:

$$x = A \cdot \cos \omega t + B \cdot \sin \omega t, \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

Для условия движения до удара:

$$x(0) = -\frac{11}{4} l_0 = A \cdot 1 + B \cdot 0 \Rightarrow A = -\frac{11}{4} l_0$$

$$v_x(0) = 0 = \omega \cdot A \cdot 0 + \omega \cdot B \cdot 1 \Rightarrow B = 0$$

$$x(t_1) = l_0 = -\frac{11}{4} l_0 \cdot \cos \omega t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{\arccos(-\frac{4}{11})}{\omega}$$

t_1 - время от начала до удара первым



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!

Для удобства ~~сначала отменим~~ начну отсчёт времени от момента после удара. Будут другие координаты и

$$x(t) = A_1 \cdot \cos \omega t + B_1 \cdot \cos \omega t \sin \omega t \quad (k, m \text{ не перемещались})$$

$$x(0) = l_0 = A_1 \cdot 1 + B_1 \cdot 0 \Rightarrow A_1 = l_0$$

$$x'(0) = -v_{1g} = A_1 \cdot \omega \cdot 0 + B_1 \cdot \omega \cdot 1 \Rightarrow B_1 = \frac{A_1 \cdot v_{1g}}{\omega}$$

$$\frac{m v_{1g}^2}{2} = \frac{25}{4} \frac{k l_0^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2} \Rightarrow v_{1g} = \sqrt{\frac{25-4}{4} \frac{k l_0^2}{m}} = \frac{l_0}{2} \sqrt{\frac{21k}{m}}$$

$$x(t) = l_0 \cdot \cos \omega t - \frac{l_0}{2} \cdot \sqrt{\frac{21k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \omega t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x(t) = l_0 \left(\cos \omega t - \sqrt{\frac{21}{4}} \sin \omega t \right)$$

$$x(t) = \frac{5}{2} \cdot l_0 \cdot (\cos \omega t \cdot \cos \varphi - \sin \varphi \cdot \sin \omega t) = \frac{5}{2} l_0 (\cos(\omega t + \varphi))$$

$$\text{где } \varphi = \arctg\left(\frac{\sqrt{21}}{4}\right)$$

$$\frac{5}{2} l_0 = x(t_2) = \frac{5}{2} l_0 \cdot \cos(\omega t_2 + \varphi) = \omega t_2 + \varphi = \pi \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{\pi - \varphi}{\omega}, \quad t_2 - \text{время между 1-м ударом и max статикой}$$

$$t = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \left(\arccos\left(\frac{4}{21}\right) + \pi - \arctg\left(\frac{\sqrt{21}}{4}\right) \right) - \text{время от макс до макс статик}$$

Ответ: скорость тела при прохождении ^{полож-ной} равн-веса

$$v_1 = \frac{11}{4} l_0 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}}; \text{ максимальная величина статик после 2}$$

$$\text{удара } l_2 = l_0 \cdot \frac{23}{2}; \text{ время от макс отпущения до максимал-но статик после первого удара } t = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{4}{21}\right) + \pi - \arctg\left(\frac{\sqrt{21}}{4}\right) \right).$$



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 4

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!

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2}; \quad Q = \frac{5}{2} VR(T_2 - T_3) \Rightarrow \quad (\text{для процесса } 2 \rightarrow 3)$$

$$\Rightarrow Q \cdot \frac{2}{5VR} = \frac{5}{2} T_3 - T_3 \Rightarrow \frac{Q \cdot \frac{2}{5}}{VR} = \frac{3}{2} T_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_3 = \frac{4}{15} \frac{Q}{VR} \Rightarrow T_2 = \frac{2}{3} \frac{Q}{VR}$$

$$Q = 3VR(T_3 - T_4) \Rightarrow T_4 = \frac{-Q}{3VR} + T_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_4 = \frac{Q}{15VR} \Rightarrow T_1 = \frac{Q}{45VR}$$

$$7) dA_{12} = K_2 \cdot V \cdot dV = \frac{VR dT}{2} \Rightarrow A_{12} = \frac{VR}{2} \cdot (T_2 - T_1)$$

$$A_{12} = \left(\frac{2}{3} - \frac{2}{45} \right) \frac{Q}{VR} \cdot VR = \frac{Q}{45} (25 - 1) = Q \cdot \frac{24}{45} = Q \cdot \frac{8}{25}$$

$$dA_{34} = K \cdot V \cdot dV = \frac{VR dT}{2} \Rightarrow A_{34} = \frac{VR}{2} (T_3 - T_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{34} = \frac{VR}{2} \left(\frac{4}{15} \frac{Q}{VR} + \frac{Q}{15VR} \right) = \frac{-Q}{15 \cdot 2} = -\frac{Q}{10}$$

$$dA_{14} = p \cdot dV = VR dT \Rightarrow A_{14} = VR (T_1 - T_4) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow A_{14} = VR \cdot \left(\frac{Q}{45VR} - \frac{Q}{15VR} \right) = Q \left(\frac{2}{45} - \frac{5}{45} \right) = -\frac{Q}{25}$$

$$dA_{23} = p \cdot dV \Rightarrow A_{23} = 0$$

$$A - \text{работа газа за цикл}. A = A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}$$

$$A = Q \cdot \frac{8}{25} + 0 - \frac{Q}{10} - \frac{Q}{25} = Q \left(\frac{4}{25} - \frac{1}{10} \right) = Q \cdot \frac{9}{50}$$

$$8) \eta = \frac{A}{Q_{\text{max}}} = \frac{A}{Q_{\text{max}} + A} = \frac{1}{1 + \frac{Q_{\text{max}}}{A}}$$

$$Q_{\text{max}} = |Q_{23}| + |Q_{34}| + |Q_{41}| = 2Q + |C_{14} \cdot V \cdot (T_1 - T_4)|$$



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
4 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!

$$Q_{\text{кон}} = 2Q + \frac{7}{2}VR \cdot \left(\frac{-Q}{VR15} + \frac{Q \cdot 2}{45VR} \right) = 2Q + \frac{7}{2} \cdot Q \cdot \frac{1}{25}$$

$$Q_{\text{кон}} = 2Q + \frac{7}{50}Q \Rightarrow Q_{\text{кон}} = \frac{107}{50}Q$$

$$\eta = \frac{1}{\frac{Q_{\text{кон}}}{A} + 1} = \frac{1}{\frac{\frac{107}{50}Q}{\frac{9}{50}Q} + 1} = \frac{1}{\frac{107}{9} + 1} = \frac{1 \cdot 9}{107 + 9} = \frac{9}{116}$$



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 4

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!

$$6) Q = \frac{\gamma}{2} (T_4 - T_1) \sqrt{R} \Rightarrow \frac{2Q}{\gamma \sqrt{R}} = \frac{\gamma}{2} T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{4Q}{21 \sqrt{R}}$$

$$\Rightarrow T_4 = \frac{10Q}{21 \sqrt{R}}$$

$$7) Q_{12} = 3 \cdot (T_2 - T_1) \sqrt{R} = 3 \cdot \left(\frac{Q_2}{3} - \frac{Q_1}{21} \right) \sqrt{R} = \frac{10Q}{21}$$

$$Q_{34} = 3 (T_3 - T_4) \sqrt{R} = 3 \left(- \frac{10Q}{21 \sqrt{R}} \right) \sqrt{R}$$



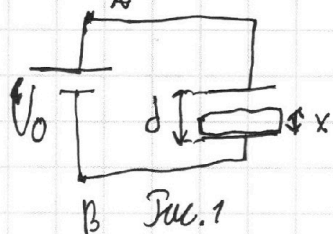
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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!

1) $\overline{M, K, A}$

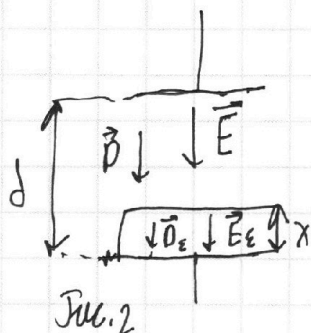


$$\varphi_A - \varphi_B = U_0$$

$$\varphi_A - \varphi_B = U_c, U_c - \text{напряжение на конденсаторе}$$

2) Рассмотрим конденсатор

$$U_c = E \cdot (d - x) + E_\epsilon \cdot x \quad (\text{Рис. 1})$$



3) $\overline{M, K}$, диэлектрик однородный;

$$\vec{D}_\epsilon = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \vec{E}_\epsilon$$

4) Из условия на границе сред:

$$D = D_\epsilon$$

$$1 \cdot E \cdot \epsilon_0 = \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot E_\epsilon \Rightarrow E_\epsilon = \frac{1}{\epsilon} E$$

5) Когда $x = 0$: $E = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; $U_0 = U_c = E(d - 0) + E_\epsilon \cdot 0 = E \cdot d$

$$U_0 = E \cdot d = 2 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 12 \text{ мм} = 2 \cdot \frac{\text{кВ}}{\text{м}} \cdot 0,012 \text{ м} = 24 \text{ В}$$

6) Когда $x = 8 \text{ мм}$: $E = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$; $U_0 = E(d - x) + E \cdot \frac{1}{\epsilon} \cdot x \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{E}{\epsilon} = (U_0 - E(d - x)) / x \Rightarrow \epsilon = \frac{x \cdot E}{U_0 - E(d - x)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \epsilon = \frac{8 \text{ мм} \cdot 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}}{24 \text{ В} - 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} (12 \text{ мм} - 8 \text{ мм})} = \frac{32 \text{ В}}{(24 - 4 \cdot 4) \text{ В}} = \frac{32}{8} = 4$$

Ответ: напряжение источника $U_0 = 24 \text{ В}$; диэлектрическая проницаемость диэлектрика $\epsilon = 4$



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 ☐

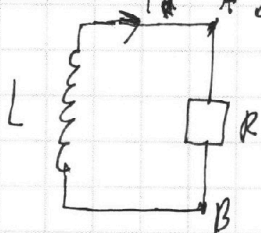
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

1) За время τ ток линейно возрастает от нуля до 0 до I_1 ,
то $I(t) = I_1 \cdot \frac{t}{\tau}$, $0 \leq t \leq \tau$ во время
выключения (производная по времени постоянна) — линейно
 $\Rightarrow I = k \cdot t + b$; $I(0) = 0 \Rightarrow b = 0$ $I(\tau) = I_1 \Rightarrow k = \frac{I_1}{\tau}$ ток возрастает $\Rightarrow$

2) $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$ (независит от времени) $\Rightarrow \frac{dI}{dt}(\frac{\tau}{3}) = \frac{I_1}{\tau}$

3) I_1 — ток выключили



$$\varphi_A - \varphi_B = IR$$

$$\varphi_A - \varphi_B = -\frac{dI}{dt}L \Rightarrow IR = -\frac{dI}{dt}L \Rightarrow I \cdot dt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R \cdot dq_2 = -dI \cdot L \Rightarrow R \cdot q_2 = (0 - I_1) \cdot (-1) L \Rightarrow$$

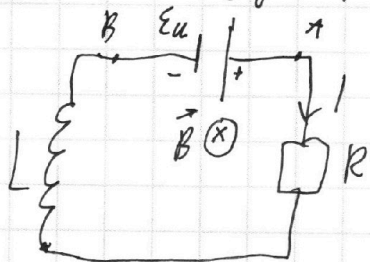
$$q_2 = \frac{I_1 \cdot L}{R}$$

q_2 — заряд который протек от того конца реле выключили полностью и ток I_1 до момента, когда ток равен 0 . через резистор

q_1 — заряд который протек через резистор

$$q_1 = \int_0^{\tau} I(t) \cdot dt = \int_0^{\tau} I_1 \cdot \frac{t}{\tau} \cdot dt = I_1 \cdot \frac{\tau^2}{2\tau}$$

4) Понимание выключается, магнитное поле создаёт ЭДС индукции в цепи равной $\mathcal{E}_u = -\frac{d\varphi}{dt} = -\frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1$, где $n \cdot S_1$ — площадь через которую проходит силовое поле



$$\varphi_A - \varphi_B = \mathcal{E}_u$$

$$\varphi_A - \varphi_B = IR + \frac{dI}{dt}L \Rightarrow \mathcal{E}_u = IR + \frac{dI}{dt}L \Rightarrow$$

$$-dB \cdot n \cdot S_1 = dq_1 \cdot R + dI \cdot L \Rightarrow$$

(применяем-а)



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!

$$B_0 - (0 - B_0) \cdot n \cdot S_1 = q_1 \cdot R + I_1 \cdot L \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{B_0 n \cdot S_1 - q_1 \cdot R}{I_1} = \frac{B_0 n S_1 - I_1 \cdot \frac{\tau^2}{2\tau} R}{I_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{B_0 n \cdot S_1}{I_1} - \frac{\tau R}{2} \Rightarrow q_2 = \frac{B_0 n \cdot S_1}{R} - \frac{\tau \cdot I_1}{2}$$

$\Rightarrow$ 5) $q_0 \rightarrow q$ — заряд, который ~~протёк~~ от момента ~~выключения~~

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

Ответ: скорости ^{возрастающих} тока через время $\tau/3$ от начала выключения $\frac{dI}{dt}(\tau/3) = \frac{I_1}{\tau}$; заряд q протёкший через

резистор от начала до нулевого тока через него $q = \frac{B_0 \cdot n \cdot S_1}{R}$,

индуктивность катушки $L = \frac{B_0 n \cdot S_1}{I_1} - \frac{\tau R}{2} \quad \frac{\tau R}{2}$



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
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!

$R = k \cdot U + \xi c$, k, ξ — коэф-ты
6) По го-е точной линии;

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \text{ в нашем случае } \frac{1}{d} + \frac{1}{6} = \frac{n-1}{R}$$

$$R = \frac{d \cdot 6}{(d+6)(n-1)}$$

$$R(U_1) = \frac{12 \text{ см} \cdot 6 \text{ см} \cdot 5}{18 \text{ см} \cdot 2} = 10 \text{ см}$$

$$R(U_2) = \frac{18 \text{ см} \cdot 6 \text{ см} \cdot 5}{24 \text{ см} \cdot 2} = \frac{45}{4} \text{ см}$$

$$R(U_1) = k \cdot U_1 + C$$

$$R(U_2) = k \cdot U_2 + C \Rightarrow \frac{R(U_1)}{U_1} - \frac{C}{U_1} = \frac{R(U_2)}{U_2} - \frac{C}{U_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R(U_1) - C = R(U_2) \frac{U_1}{U_2} - C \cdot \frac{U_1}{U_2} \Rightarrow (R(U_1) - R(U_2)) \cdot \frac{U_1}{U_2} = C \cdot \frac{U_2 - U_1}{U_2}$$

$$\Rightarrow C = \frac{R(U_1) \cdot U_2 - R(U_2) \cdot U_1}{U_2 - U_1}$$

$$\Rightarrow R(U_1) \cdot U_2 - C \cdot U_2 = R(U_2) \cdot U_1 - C \cdot U_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = \frac{R(U_1) \cdot U_2 - R(U_2) \cdot U_1}{U_2 - U_1} = \frac{10 \text{ см} \cdot 2 \text{ В} - \frac{45}{4} \text{ см} \cdot 1 \text{ В}}{2 \text{ В} - 1 \text{ В}} = (20 - \frac{45}{4}) \text{ см} = \frac{35}{4} \text{ см}$$

$$\text{Тогда } U=0 \quad R(0)=C \Rightarrow R_0 = \frac{35}{4} \text{ см} = 8,75 \text{ см}$$

$$R(U_1) = U_1 \cdot k + C \Rightarrow k = \frac{R(U_1) - C}{U_1} = \frac{10 \text{ см} - 8,75 \text{ см}}{1 \text{ В}} = 1,25 \frac{\text{см}}{\text{В}}$$



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.

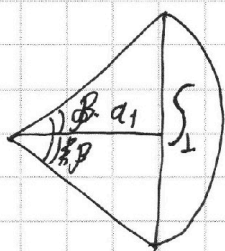
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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!

Плотность $I = \frac{dW}{dt}$, после прохождения линзы свет содержится в точку с площадью S_0 . $\Rightarrow$
 $\Rightarrow E_i = \frac{I_i}{S_0}$; I_i — часть излучения $I_0 \cdot \phi_i$, ϕ_i — часть света прошедшая через линзу. Так источник излучает свет во всех направлениях (однородно), то
 $\phi = \frac{S_1}{4\pi L^2}$; I_0 — полная $\frac{dW}{dt}$ от источника; W — энергия излучения

$$\Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{I_0 \cdot \phi_1}{S_0}}{\frac{I_0 \cdot \phi_2}{S_0}} = \frac{\frac{S_1}{4\pi L^2}}{\frac{S_2}{4\pi L^2}} = \frac{S_1}{S_2}$$



S_1 — площадь каковы перпендикуляр свету

$$S_1 = \frac{S_2}{a_1^2}; S_2 = \frac{S_1}{a_2^2}$$

(S_1 — не сильно падало, т.к. линза точечная) (S_2 — не сильно падало, т.к. линза точечная)

$$\Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = \frac{3}{2}$$

Ответ: $F = \frac{R}{n-1}$, $n=1,4$; $F = \frac{R \cdot 5}{2}$; $R_0 = 8,75 \text{ см.}$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{3}{2}$$



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
__ 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!

$$1 + \frac{21}{4} = \frac{25}{4}$$

$$dT = K \cdot 3C \cdot \frac{2}{3} - \frac{2}{25} =$$

$$6 \cdot \frac{25+1}{25} =$$

$$A_{12} = R K_2 V_2^2 - R K_2 V_1^2$$

$$\frac{3}{110} \cdot \frac{3}{50}$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2}$$

$$\frac{\frac{3}{50}}{\frac{3}{110}} = \frac{110}{50} Q$$

$$Q_1 = (P_2 - P_3) \cdot V_2 \cdot \frac{5}{2}$$

$$3 \cdot Q_1 \left(\frac{24.2}{45 \cdot 50} \right) = \frac{48}{25}$$

$$Q = 3 R K \cdot (V_2^2 - V_4^2) + K (V_2^2 - V_4^2) \cdot \frac{5}{2}$$

$$Q_{21} (T_3 - T_4) \cdot 3R$$

$$\left(\frac{2}{3} - \frac{2}{45} \right) \cdot 3 = \left(2 - \frac{2}{25} \right) = \frac{23}{25} + 1$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{V_2^2}{V_4^2}$$

$$\frac{48}{25} = \frac{96}{50}$$

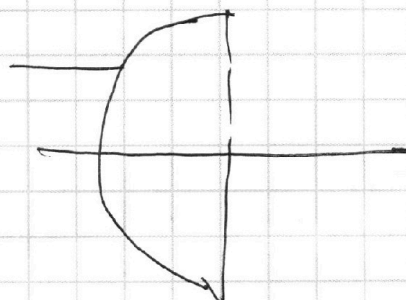
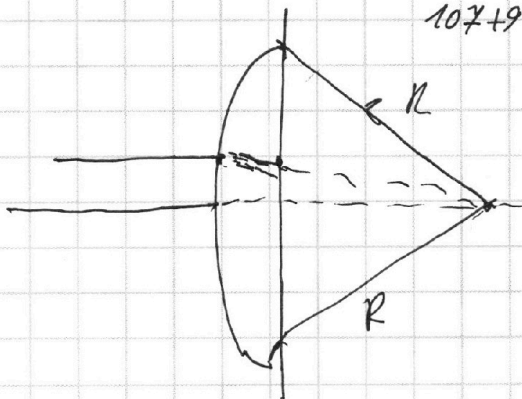
$$\frac{3}{36} = \frac{1}{12 \cdot 32}$$

$$\frac{V_4}{V_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} \cdot \frac{V_4}{V_2} = \frac{T_1}{T_1} \cdot \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot \sqrt{\frac{T_4}{T_3}}$$

$$\frac{9}{96} = \frac{3}{32}$$

$$1 =$$

$$\frac{9}{107+19}$$



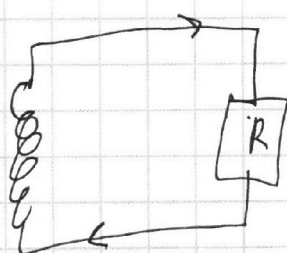
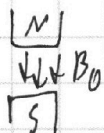
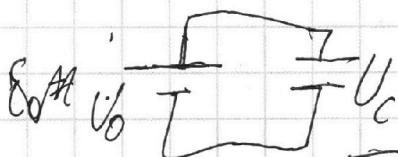


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \frac{4}{15} \cdot \frac{75}{2} = \frac{2}{3}$$

$$12.6$$

$$\Delta B = B_0$$

$$\frac{1}{15} \cdot \frac{2}{5} = \frac{2}{75}$$

$$3(T_2 - T_1)R$$

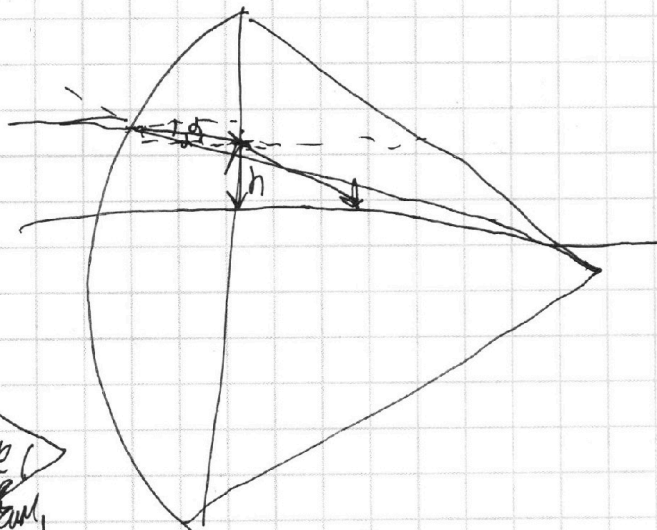
$$\frac{2}{3} - \frac{2}{75} = 2 \cdot \frac{75-3}{75 \cdot 3} = \frac{42 \cdot 2}{75 \cdot 3}$$

$$= \frac{24 \cdot 2}{75 \cdot 3} = \frac{48}{225} \text{ A}$$

$$\left(2 - \frac{4}{7}\right) \text{ A} = \frac{24-4}{7} = \frac{20}{7} \text{ A}$$

$$2k \Delta V \cdot V = \Delta T \cdot k$$

$$\frac{5}{2} + \frac{1}{2} =$$



$$\mathcal{E}_{\text{ind}} = \frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1 =$$

$$= I \cdot R + \frac{dI}{dt} \cdot L$$

$$-\frac{dB}{dt} \cdot n \cdot S_1 = I \cdot \frac{L}{R} + L \cdot \frac{dI}{dt}$$



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!

