



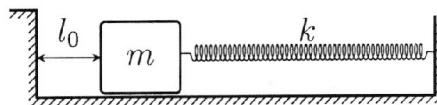
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



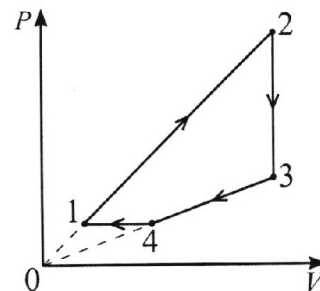
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

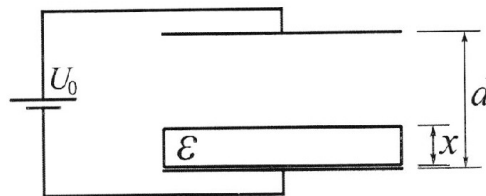
В ответе те допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

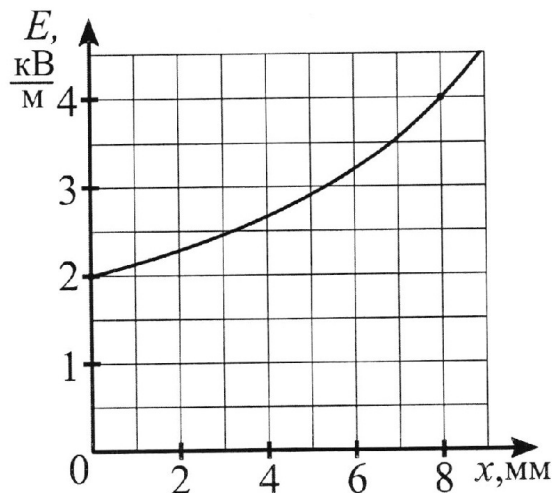


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

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.





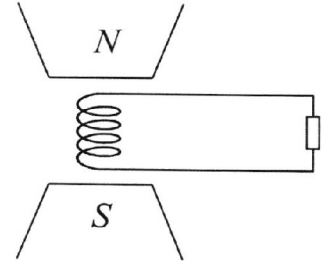
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



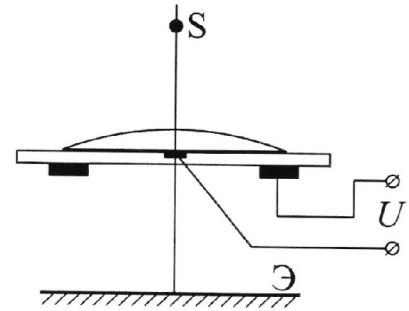
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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



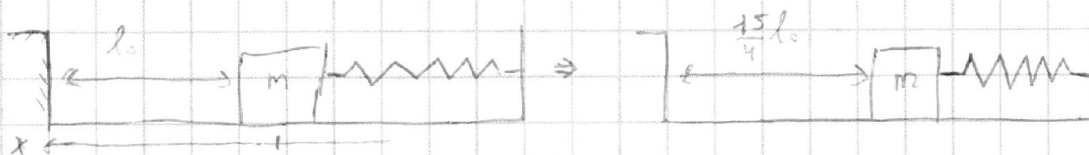
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Пружина сожмется на $\frac{11l_0}{4}$.

ЗСЭ: $\frac{mv^2}{2} = \frac{k\left(\frac{11l_0}{4}\right)^2}{2}$ - т.к. начальная ск-сть $v_0 = 0$

$$v^2 = \frac{k\left(\frac{11l_0}{4}\right)^2}{m}$$

и в положении равновесия пружины не растягивалась.

$$1) v = \frac{11l_0}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ЗСЭ для удара о стену: $\frac{k\left(\frac{11l_0}{4}\right)^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{k}{2} l_0^2$ - перед ударом

$E_1 = \frac{mv_1^2}{2}$ $E_2 = \frac{mv_2^2}{2}$ $\frac{mv_2^2}{2} + \frac{k}{2} l_0^2 = \frac{k\left(\frac{5l_0}{2}\right)^2}{2}$ - после удара

$$E_1 = \frac{k}{2} \left(\left(\frac{11l_0}{4} \right)^2 - l_0^2 \right) = \frac{k}{2} l_0^2 \cdot \frac{121-16}{16} = \frac{k l_0^2}{16} \cdot 105$$

$$E_2 = \frac{k}{2} \left(\left(\frac{5l_0}{2} \right)^2 - l_0^2 \right) = \frac{k}{2} l_0^2 \left(\frac{25}{4} - 1 \right) = \frac{k l_0^2}{2 \cdot 4} \cdot 21$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{k l_0^2}{2} \cdot \frac{105}{16}}{\frac{k l_0^2}{2} \cdot \frac{21}{4}} = \frac{105}{16} \cdot \frac{4}{21} = \frac{105}{4 \cdot 21} = \frac{105}{84} = \frac{5}{4}$$

ЗСЭ для второго удара о стену:

перед ударом: $\frac{k\left(\frac{5l_0}{2}\right)^2}{2} = E_3 + \frac{k}{2} l_0^2$

после удара: $\frac{k}{2} l_0^2 + E_4 = \frac{k}{2} x^2$ - x - макс. сжатие после 2 удара

$$\frac{E_3}{E_4} = \frac{5}{4} \Rightarrow (1) \frac{k\left(\frac{5l_0}{2}\right)^2}{2} = E_3 + \frac{k}{2} l_0^2$$

$$E_4 = \frac{4}{5} E_3 \quad (2) \frac{k}{2} l_0^2 + \frac{4}{5} E_3 = \frac{k}{2} x^2$$



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!

$$(1) + \frac{5}{4} \cdot (2): \quad \frac{k}{2} \left(\frac{5l_0}{2} \right)^2 + \frac{5}{4} \cdot \frac{k}{2} l_0^2 + \cancel{F_3} = \cancel{F_3} + \frac{k}{2} l_0^2 + \frac{5}{4} \cdot \frac{k}{2} x^2$$

$$\frac{5k}{8} x^2 = \frac{k}{2} \left(\frac{5l_0}{2} \right)^2 + \frac{k}{2} \cdot \frac{5}{4} l_0^2 - \frac{k}{2} l_0^2 \Rightarrow \frac{5}{4} x^2 = \left(\frac{5l_0}{2} \right)^2 + \frac{5}{4} l_0^2 - l_0^2$$

$$x^2 = l_0^2 \cdot \left(\frac{2^2 \cdot 4}{4} + \frac{5}{4} \cdot \frac{4}{5} - \frac{4}{5} \right) = l_0^2 \left(5 + 1 - \frac{4}{5} \right) = l_0^2 \left(6 - \frac{4}{5} \right) = 5 \frac{1}{5} l_0^2$$

$$2) \quad x = l_0 \sqrt{\frac{25}{5}}$$

$$2 \text{ ЗН для мая: } m \ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m} x = 0$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \begin{cases} x(0) = \frac{-11l_0}{4} \Rightarrow A \cos 0 = -\frac{11l_0}{4} \Rightarrow A = -\frac{11l_0}{4} \\ \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow -\omega A \sin(\omega \cdot 0 + \varphi) = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \end{cases}$$

$$x = -\frac{11}{4} l_0 \cos \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{Перед столкновением: } l_0 = -\frac{11}{4} l_0 \cos \omega t_1 \Rightarrow \cos \omega t_1 = -\frac{4}{11}$$

$$\omega t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) \Rightarrow t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{11}\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

После столкновения: *звук энергии $\Rightarrow$ звонкие функции*

$$x_n = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \begin{cases} x(0) = l_0 \Rightarrow A \cos \varphi = l_0 \\ \dot{x}(0) = v_2 = -\frac{k l_0^2}{4} \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow -\omega A \sin \varphi = -\frac{k l_0^2}{m} \cdot \frac{2}{4} \end{cases}$$

$$\text{step 2} \quad \tan \varphi = \frac{k l_0^2 \cdot \frac{2}{4} \cdot \frac{1}{l_0}}{\omega} = \frac{\sqrt{\frac{m}{k}} \cdot k l_0 \cdot \frac{2}{4}}{\omega} = \sqrt{\frac{k}{m}} l_0 \cdot \frac{2}{4}$$

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

$$\tan^2 \varphi + 1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \Rightarrow \cos^2 \varphi = \frac{1}{\tan^2 \varphi + 1} = \frac{1}{\frac{k l_0^2 (\frac{2}{4})^2}{m} + 1} = \frac{1}{\frac{k l_0^2 \cdot 4 \cdot 4}{16} + 1}$$

$$\omega t_2 + \varphi = -\frac{5}{2} \cos \varphi \Rightarrow t_2 = \frac{-\frac{5}{2} \cos \varphi - \varphi}{\omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(-\frac{5}{2} \sqrt{\frac{1}{\frac{k l_0^2 \cdot 4 \cdot 4}{16} + 1}} - \varphi \right)$$

$$= \arctg\left(\sqrt{\frac{k}{m}} l_0 \cdot \frac{2}{4}\right)$$



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 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!

$$\omega t_2 + \varphi = \arccos\left(-\frac{5}{2} \cos \varphi\right) \Rightarrow t_2 = \left(\arccos\left(-\frac{5}{2} \cos \varphi\right) - \varphi\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$3) t_{\Sigma} = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(-\frac{4}{11}\right) + \arccos\left(-\frac{5}{2} \sqrt{\frac{k}{m} l_0^2 \frac{4 \cdot 11}{15} + 1}} - \arctg\left(\sqrt{\frac{k}{m}} l_0 \frac{3+1}{4}\right) \right)$$

Ответ: 1) $v = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$

2) $x = l_0 \sqrt{\frac{25}{5}}$

$$3) t_{\Sigma} = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(-\frac{4}{11}\right) + \arccos\left(-\frac{5}{2} \sqrt{\frac{k}{m} l_0^2 \frac{4 \cdot 11}{15} + 1}} - \arctg\left(\sqrt{\frac{k}{m}} l_0 \frac{3+1}{4}\right) \right)$$



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

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!

$$C_{41} = \frac{dQ}{dT} = \frac{p dV + \frac{i}{2} V R dT}{dT} = \frac{p dV}{dT} + \frac{i}{2} R$$

$$dQ = p dV + \frac{i}{2} (p dV + V R dT) \stackrel{p = \text{const}}{=} p dV + \frac{i}{2} p dV$$

$$dQ = p dV + \frac{i}{2} V R dT$$

Процесс 3-4 - изотермический: $p V^{\frac{C_p - C}{C - C_v}} = \text{const}$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R \quad C_v = \frac{i}{2} R$$

$$p = k V \Rightarrow p = \frac{\text{const}}{V^{\frac{C_p - C}{C - C_v}}} = \text{const} V^{\frac{C_p - C}{C - C_v}}$$

$$\frac{C_p - C}{C - C_v} = 1 \Rightarrow C_p - C = C - C_v \Rightarrow 2C = C_p + C_v \Rightarrow C = \frac{C_p + C_v}{2}$$

$$C_{34} = \frac{\frac{i+2}{2} + \frac{i}{2}}{2} R = \frac{2i+2}{4} R = 3R \Rightarrow 2i+2 = 12$$

$$2i = 10 \Rightarrow i = 5$$

Процесс 4-1: $p = \text{const} \Rightarrow C_{41} = C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{7}{2} R$

1) $C_{41} = \frac{7}{2} R$

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

$$C_{23} = C_v = \frac{5}{2} R$$

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

$$Q_{23} = Q = C_v \Delta T_2 = \frac{5}{2} R (T_2 - T_3) V \Rightarrow \frac{5}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 \cdot \frac{5}{2} R (T_2 - T_3)$$

$$Q_{41} = Q = C_p \Delta T_4 = \frac{7}{2} R (T_4 - T_1) V \Rightarrow \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 \cdot \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 = Q \Rightarrow \frac{7}{2} V R \cdot \frac{3}{2} T_1 = Q$$

$$Q_{12} = 3R (T_2 - T_1) V$$

$$Q_{34} = 3R (T_3 - T_4) V \Rightarrow Q_{34} = 3R (T_3 - \frac{5}{2} T_1)$$

$$\frac{5}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 \cdot \frac{5}{2} R (T_2 - T_3)$$

$$Q_{12} - Q_{34} = 3R V (T_2 - T_4 - T_3 + T_4) = 3R V ((T_2 - T_3) + (T_4 - T_1)) =$$

$$= 3R V \left(Q \cdot \frac{2}{5R} + Q \cdot \frac{2}{7R} \right) = \frac{6}{5} Q + \frac{6}{7} Q = 6Q \left(\frac{7+5}{7 \cdot 5} \right) = \frac{5 \cdot 12}{7 \cdot 5} Q$$



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

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!

$$A = Q_{11} - Q_{12} = Q_{12} - Q_{23} - Q_{34} + Q_{41} = Q_{12} - Q_{31} - Q - Q =$$

$$= \frac{5 \cdot 12}{7 \cdot 5} Q - 2Q = \frac{5 \cdot 12 - 2 \cdot 7 \cdot 5}{7 \cdot 5} Q = \frac{12 - 70}{7 \cdot 5} Q = \frac{-2}{7 \cdot 5} Q = -\frac{2}{35} Q$$

$$2) A = \frac{2}{35} Q$$

$$\eta = \frac{A}{Q_{11}}$$

$$Q_{11} = A + Q_{12} = A + \frac{5}{2} R (T_2 - T_3) + \frac{7}{2} R (T_4 - T_1) + 3R (T_3 - T_4) =$$

$$= A + \frac{5}{2} R T_2 - \frac{7}{2} R T_1 + \frac{5}{2} R T_3 - \frac{5}{2} R T_3 + \frac{7}{2} R T_4 - \frac{6}{2} R T_4 =$$

$$= A + \frac{5}{2} R T_2 - \frac{7}{2} R T_1 + \frac{R T_3}{2} + \frac{R T_4}{2} = A + \frac{R T_4}{2} - \frac{R T_1}{2} - \frac{5}{2} R T_1 +$$

$$+ \frac{R T_3}{2} + \frac{R T_3}{2} + \frac{6}{2} R T_2 = A + \frac{Q}{7} - \frac{Q}{5} + 3R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{23} = Q = \frac{5}{2} R (T_2 - T_3)$$

$$Q_{41} = A_{41} + 2Q = A_{41} + \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{2} R (T_4 - T_1) = \frac{7}{2} R (T_4 - T_1)$$

$$A_{41} = \frac{7}{2} R (T_4 - T_1) = \frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_4 = \frac{21}{4} R T_4$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2} \Rightarrow \frac{V_4}{V_1} = \frac{5}{2} \Rightarrow V_4 = \frac{5}{2} V_1$$

$$A_{41} = \frac{21}{4} R T_4 = p \cdot \frac{3}{2} V_1 \Rightarrow p V_1 = \frac{4}{7} Q$$



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

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!

$$\Delta q = -\frac{1}{R} \Delta \Phi$$

$q_{\tau} - 0 = -\frac{1}{R} (L I_1 - B_0 S_1 n)$ - заряд, который протечет за время τ (за время выключения тока)

$$q_{\tau} = \frac{I_1 \tau}{2} \quad \text{из графика}$$

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

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

$$\text{3) } L = \frac{B_0 S_1 n}{I_1} - \frac{R \tau}{2}$$

$$\text{Answer: 1) } \frac{dI}{dt} \left(\frac{\tau}{3} \right) = \frac{I_1}{\tau}$$

$$2) \quad q = \frac{B_0 S_1 n}{R}$$

$$3) \quad L = \frac{B_0 S_1 n}{I_1} - \frac{R \tau}{2}$$



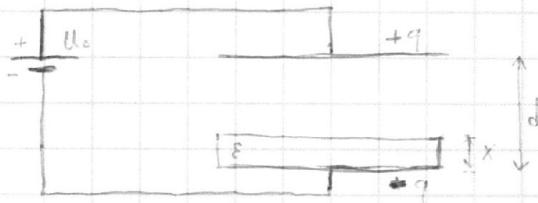
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} - \text{где нет диэлектрика}$$

$$E = \frac{q}{S\epsilon\epsilon_0} - \text{в диэлектрике}$$

$$U_0 = (d-x) \cdot \frac{q}{S\epsilon_0} + x \cdot \frac{q}{S\epsilon\epsilon_0} = (d-x)E + x \cdot \frac{E}{\epsilon} =$$
$$= E \left(d-x + \frac{x}{\epsilon} \right) = E \left(d - x \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon} \right) \Rightarrow E = \frac{U_0}{d - x \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}}$$

$$E(0) = \frac{U_0}{d-0} = \frac{U_0}{12 \text{ мм}} = 2 \cdot \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

$$U_0 = 2 \cdot 1000 \frac{\text{В}}{\text{м}} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \cdot 12 \text{ В} = 24 \text{ В}$$

$$1) U_0 = 24 \text{ В}$$

$$E(8) = \frac{24 \text{ В}}{12 \text{ мм} - 8 \text{ мм} \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}} = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}} = 4000 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$12 \cdot 10^{-3} \text{ м} - 8 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = \frac{24}{4000} \text{ м}$$

$$12 - 8 \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = \frac{24}{4} = 6 \Rightarrow 6 - 4 \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = 3 \Rightarrow 4 \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon} = 3$$

$$4\epsilon - 4 = 3\epsilon \Rightarrow \epsilon = 4$$

$$2) \epsilon = 4$$

$$\text{Ответ: } 1) U_0 = 24 \text{ В}$$

$$2) \epsilon = 4$$



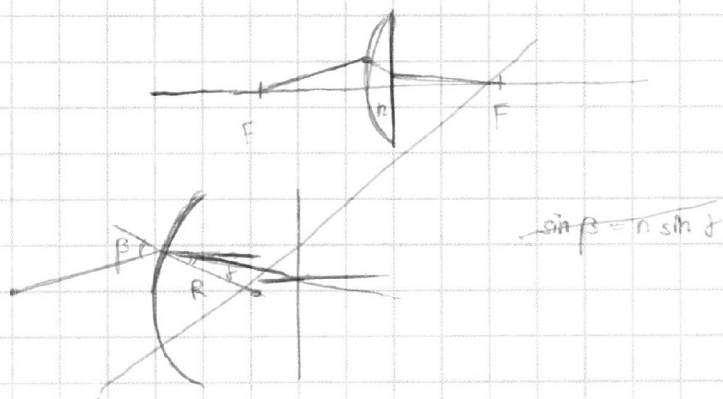
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



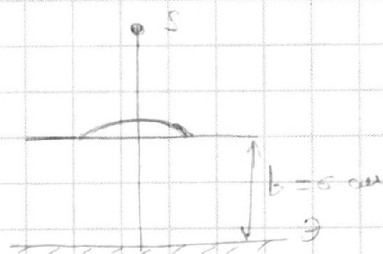
$$\sin \beta = n \sin \gamma$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F}$$

П.к. линза плосковыпуклая, то $R_2 = \infty$

$$\frac{1}{F} = (n-1) \frac{1}{R_1} \Rightarrow F = \frac{R}{n-1}$$

$$1) F = \frac{R}{n-1}$$



$$U_1: \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R_1} \Rightarrow R_1 = (n-1) \frac{1}{\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b}} = 0,4 \cdot \frac{a_1 \cdot b}{a_1 + b}$$

$$U_2: \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{n-1}{R_2} \Rightarrow R_2 = (n-1) \cdot \frac{1}{\frac{1}{a_2} + \frac{1}{b}} = (n-1) \cdot \frac{a_2 \cdot b}{a_2 + b}$$

$$R_1 = 0,4 \cdot \frac{12 \cdot 6}{18} = 0,4 \cdot \frac{12}{3} = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ см}$$

$$R_2 = 0,4 \cdot \frac{18 \cdot 5}{24} = 0,4 \cdot \frac{18}{4} = 0,4 \cdot \frac{9}{2} = 0,2 \cdot 9 = 1,8 \text{ см}$$



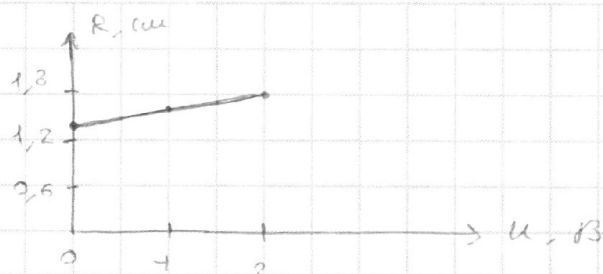
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!

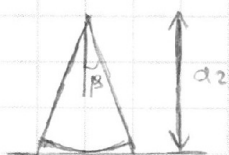
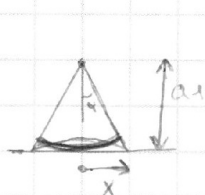


$$R_2 - R_1 = 0,2 \text{ см}$$

$$R_1 - R_0 = 0,2 \text{ см}$$

$$R_0 = R_1 - 0,2 = 1,6 - 0,2 = 1,4 \text{ см}$$

$$2) R_0 = 1,4 \text{ см}$$



$$S = (1 - \cos \alpha) 2\pi R^2 \quad - \text{площадь поверхности усеченной сферы}$$

$$\cos \alpha = \frac{a_1}{\sqrt{x^2 + a_1^2}}$$

$$\cos \beta = \frac{a_2}{\sqrt{x^2 + a_2^2}} = \frac{a_2^2}{a_2^2 \left(1 + \frac{x^2}{a_2^2}\right)^{\frac{1}{2}}} = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{x^2}{a_2^2}$$

$$x \ll a_1, a_2$$

$$W = E \cdot 4\pi R^2$$

$$E'_1 \cdot S_1 = \frac{W}{4\pi a_1^2} \cdot S_1 \quad E'_2 \cdot S_2 = \frac{W \cdot S_2}{4\pi a_2^2}$$

$$E'_1 = \frac{W}{4\pi a_1^2} \quad E'_2 = \frac{W}{4\pi a_2^2}$$

$$E_1 = \frac{E'_1 \cdot S_1}{S_0}$$

$$E_2 = \frac{E'_2 \cdot S_2}{S_0}$$

$$S_0 = \text{площадь изображения } S.$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{E'_1 \cdot S_1}{S_0} \cdot \frac{S_0}{E'_2 \cdot S_2} = \frac{E'_1}{E'_2} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \frac{W}{4\pi a_1^2} \cdot \frac{4\pi a_2^2}{W} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \frac{a_2^2}{a_1^2} \cdot \frac{2\pi a_1^2 (1 - \cos \alpha)}{2\pi a_2^2 (1 - \cos \beta)} = \frac{1 - \cos \alpha}{1 - \cos \beta} = \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{x^2}{a_1^2}}{\frac{1}{2} \cdot \frac{x^2}{a_2^2}} = \frac{a_2^2}{a_1^2} = \left(\frac{16}{12}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

$$3) \frac{E_1}{E_2} = \frac{9}{4}$$

$$\text{Ответ: } 1) F = \frac{P}{n-1} \quad 2) R_0 = 1,4 \text{ см} \quad 3) \frac{E_1}{E_2} = \frac{9}{4}$$



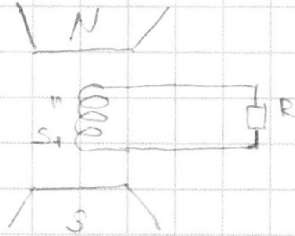
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

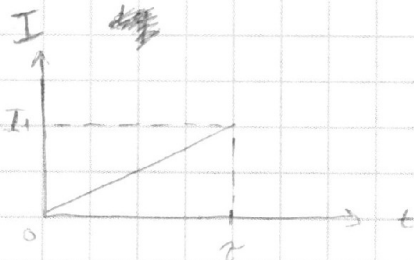
СТРАНИЦА

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!



$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt} ; \quad \mathcal{E} = I R$$



П.к. макс. возрастанием индукции, то в $t = \frac{\tau}{2}$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{I_1}{\tau}$$

$$1) \frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$$

$$I R = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{dq}{dt} R = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow dq = - \frac{1}{R} d\Phi$$

$$\Delta q = - \frac{1}{R} \Delta \Phi \Rightarrow q_k - 0 = - \frac{1}{R} (0 - B_0 \cdot S \cdot N)$$

$$q_k = \frac{B_0 \cdot S \cdot N}{R}$$

$$2) q = \frac{B_0 \cdot S \cdot N}{R}$$

Поток от катушки $\Phi = L I$

$$I R = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow \frac{dq}{dt} R = - \frac{d\Phi}{dt} \Rightarrow dq = - \frac{1}{R} d\Phi$$

$$\Delta q = - \frac{1}{R} \Delta \Phi \Rightarrow q - 0 = - \frac{1}{R} (0 - B_0 \cdot S \cdot N)$$

$$2) q = \frac{B_0 \cdot S \cdot N}{R}$$