



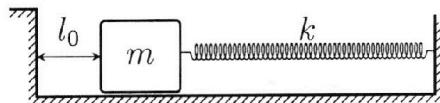
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

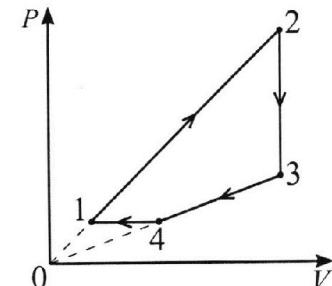
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости.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

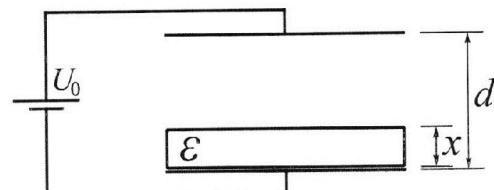
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 $T_4/T_1 = 5/2$.

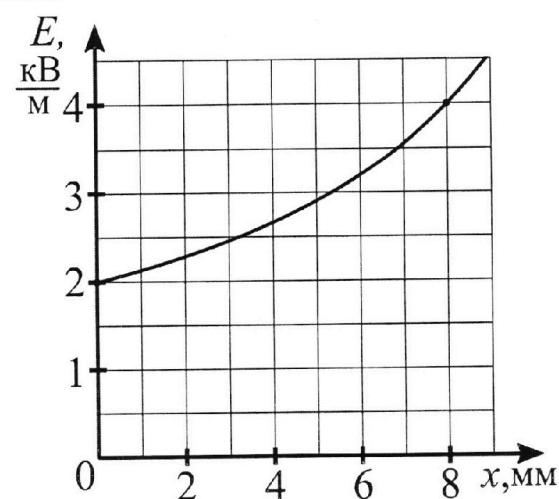


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12 \text{ мм}$ (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.





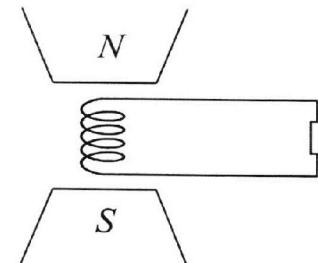
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

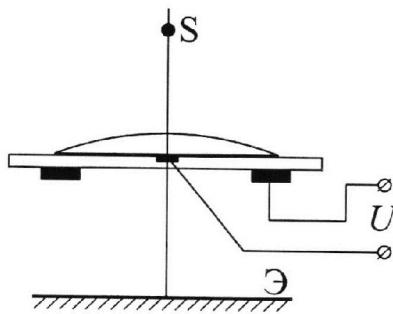
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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

Сопротивлением 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.

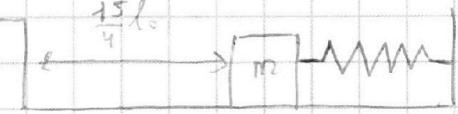
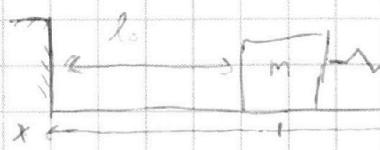
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



Приложила сжимающая сила $\frac{11}{4}l_0$.

ЗСЭ: ~~$\frac{mV^2}{2}$~~ $\frac{mV^2}{2} = \frac{k\left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2}$ - м.к. начальная ск- $mV=0$
 $V^2 = \frac{k\left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{m\left(\frac{11}{4}l_0\right)}$ и б. показывает равновесия приложила на расстояние.

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

ЗСЭ две удары о участок: $\frac{k\left(\frac{11}{4}l_0\right)^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{k}{2}l_0^2$ - первый удар

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2} \quad E_2 = \frac{mV_2^2}{2} \quad \frac{mV_2^2}{2} + \frac{k}{2}l_0^2 = \frac{k}{2}\left(\frac{5l_0}{2}\right)^2 - \text{второй удар}$$

$$E_1 = \frac{k}{2}\left(\left(\frac{11}{4}l_0\right)^2 - l_0^2\right) = \frac{k}{2}l_0^2 \cdot \frac{12^2 - 16}{16} = \frac{k}{16}l_0^2 \cdot 105$$

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

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{k}{16}l_0^2 \cdot 105}{\frac{k}{2}l_0^2 \cdot 21} = \frac{105}{16} \cdot \frac{1}{21} = \frac{105}{4 \cdot 21} = \frac{105}{84} = \frac{5}{4}$$

ЗСЭ две вторые удары о участок:

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

после удара : $\frac{k}{2}l_0^2 + E_4 = \frac{k}{2}x^2$ - x- выше. сокращение поглощено 2 удара

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

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

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**.

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!

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

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

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

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

$$2) SH \text{ дает нам: } m\ddot{x} = -kx \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \begin{cases} x(0) = \frac{-kl_0}{4} \Rightarrow A \cos 0 = -\frac{kl_0}{4} \Rightarrow A = -\frac{kl_0}{4} \\ \dot{x}(0) = 0 \Rightarrow -\omega A \sin(\omega \cdot 0 + \varphi) = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \end{cases}$$

$$x = -\frac{kl_0}{4} \cos \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\text{Перед сокращением: } \ddot{x} = -\frac{kl_0}{4} k \cos \omega t \Rightarrow \cos \omega t = -\frac{4}{kl_0}$$

$$\omega t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{kl_0}\right) \Rightarrow t_1 = \arccos\left(-\frac{4}{kl_0}\right) \sqrt{\frac{m}{k}}$$

После сокращения: группе выражение \Rightarrow группе функции

$$x = A \cos(\omega t + \varphi) \quad \begin{cases} x(0) = l_0 \Rightarrow 1 \cos \varphi = l_0 \\ \dot{x}(0) = v_0 = -\frac{kl_0}{4} \cdot \frac{21}{m} \Rightarrow -\omega A \sin \varphi = -\frac{kl_0}{m} \cdot \frac{21}{4} \end{cases}$$

$$\tan \varphi = \frac{kl_0^2 \cdot 21}{m \cdot 4 \cdot l_0 \cdot \frac{1}{2} \cdot \omega} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{k}{4} \cdot l_0 \cdot \frac{21}{4} = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot l_0 \cdot \frac{21}{4}$$

$$x(t_1) = -\frac{5l_0}{2} \Rightarrow \frac{l_0}{\cos \varphi} \cos(\omega t_1 + \varphi) = -\frac{5l_0}{2} \Rightarrow \cos(\omega t_1 + \varphi) = -\frac{5}{2} \cos \varphi$$

$$\cos^2 \varphi + 1 = \frac{1}{\cos^2 \varphi} \Rightarrow \cos^2 \varphi = \frac{1}{\cos^2 \varphi + 1} = \frac{1}{\frac{k}{m} l_0^2 \left(\frac{21}{4} \right)^2 + 1} = \frac{1}{\frac{k}{m} l_0^2 \cdot \frac{441}{16} + 1}$$

$$\omega t_1 + \varphi = -\frac{5}{2} \cos \varphi \Rightarrow t_1 = -\frac{5}{2} \cos \varphi - \varphi = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(-\frac{5}{2} \sqrt{\frac{1}{\frac{k}{m} l_0^2 \cdot \frac{441}{16} + 1}} - \right.$$

$$\left. - \arctg \left(\sqrt{\frac{m}{k}} l_0 \cdot \frac{21}{4} \right) \right)$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

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

$$3) t_{\Sigma} = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{-1}{4}\right) + \arccos\left(-\frac{\sqrt{m}}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{k l_c^2} - \frac{441}{16}}\right) - \arctg\left(\sqrt{\frac{k}{m}} l_c \cdot \frac{3}{4}\right) \right)$$

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

$$2) \quad x = l_c \sqrt{\frac{261}{5}}$$

$$3) \quad t_{\Sigma} = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{-1}{4}\right) + \arccos\left(-\frac{\sqrt{m}}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{k l_c^2} - \frac{441}{16}}\right) - \arctg\left(\sqrt{\frac{k}{m}} l_c \cdot \frac{3}{4}\right) \right)$$

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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



$$C_{41} = \frac{dQ}{dT} = \frac{pdV + \frac{i}{2} dRdT}{dT} = \frac{pdV}{dT} + \frac{i}{2} R$$

$$dQ = pdV + \frac{i}{2} dRdT$$

Процесс 3-4 - полиморфен: $pV^{\frac{C_p - C}{C - C_V}} = \text{const}$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R \quad C_V = \frac{i}{2} R \quad p = kV \Rightarrow p = \frac{\text{const} \cdot V}{V^{\frac{C_p - C}{C - C_V}}} = \text{const} \cdot V$$

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

$$C_{34} = \frac{\frac{i+2}{2} + \frac{i}{2}}{2} R = \frac{2i+2}{4} R = 3R \Rightarrow 2i+2 = 12 \Rightarrow i = 5$$

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

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

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{5}{2} \quad C_{23} = C_V = \frac{5}{2} R \quad T_4 = \frac{5}{2} T_1$$

$$\left\{ Q_{23} = Q = C_V \Delta T = \frac{5}{2} R (T_2 - T_3) \right\} \Rightarrow \frac{5}{2} R (T_2 - T_3) = Q$$

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

$$Q_{42} = 3R(T_2 - T_1)$$

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

~~$$\frac{7}{2} R \cdot \frac{3}{2} T_1 = 3R(T_2 - T_3)$$~~

$$\begin{aligned} Q_{42} - Q_{34} &= 3R(T_2 - T_4 - T_3 + T_4) = 3R((T_2 - T_3) + (T_4 - T_1)) = \\ &= 3R(Q \cdot \frac{2}{5R} + Q \cdot \frac{3}{7R}) = \frac{6}{5}Q + \frac{6}{7}Q = 6Q \left(\frac{7+5}{7 \cdot 5} \right) = \frac{5+7}{7 \cdot 5} Q \end{aligned}$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$= \frac{6 \cdot 12}{7 \cdot 5} Q - 2Q = \frac{6 \cdot 12 - 2 \cdot 7 \cdot 5}{7 \cdot 5} Q = \frac{72 - 70}{7 \cdot 5} Q = \frac{2}{7 \cdot 5} Q = \frac{2}{35} Q$$

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

$$\eta = \frac{A}{Q_u}$$

$$\begin{aligned} Q_u &= A + Q_x = A + \frac{5}{2} R(T_2 - T_3) + \frac{7}{2} R(T_4 - T_1) + 3R(T_3 - T_4) = \\ &= A + \frac{5}{2} RT_2 - \frac{5}{2} RT_3 + \frac{7}{2} RT_3 - \frac{7}{2} RT_4 + \frac{7}{2} RT_4 - \frac{6}{2} RT_4 = \\ &= A + \frac{5}{2} RT_2 - \frac{3}{2} RT_1 + \frac{RT_3}{2} + \frac{RT_4}{2} = A + \frac{RT_4}{2} - \frac{RT_1}{2} - \frac{5}{2} RT_1 + \\ &\quad + \frac{RT_2}{2} + \frac{RT_3}{2} + \frac{6}{2} RT_2 = A + \frac{Q}{7} - \frac{Q}{5} + 3R(T_2 - T_1) \end{aligned}$$

~~$$Q_u = A + 3R(T_2 - T_1)$$~~

$$Q_{41} = A_{41} + \Delta U = A_{41} + \frac{5}{2} \cdot 1 R(T_4 - T_1) = \frac{5}{2} R(T_4 - T_1)$$

$$A_{41} = 1 R(T_4 - T_1) = 1 R \cdot \frac{3}{2} T_4 = \frac{3}{2} Q$$

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

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



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

$$q_2 - 0 = -\frac{1}{R} (LI_1 - B_o S_1 n) \quad - \text{заряд, который промежуток времени } t \text{ (за время выживания ядра)}$$

$$q_2 = \frac{I_1 t}{2} \quad - \text{из зондика}$$

$$\frac{I_1 t}{2} = \frac{1}{R} (B_o S_1 n - LI_1) = \frac{B_o S_1 n}{R} - \frac{L}{R} I_1$$

$$\frac{L \cdot I_1}{R} = \frac{B_o S_1 n}{R} - \frac{I_1 t}{2} \Rightarrow L = \frac{B_o S_1 n}{I_1} - \frac{R t}{2}$$

$$3) L = \frac{B_o S_1 n}{I_1} - \frac{R t}{2}$$

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

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

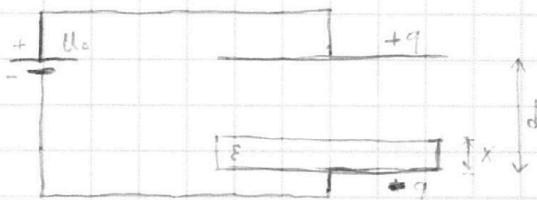
$$3) L = \frac{B_o S_1 n}{I_1} - \frac{R t}{2}$$



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 7СТРАНИЦА
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!



$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} - \text{здесь диэлектрик}$$

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

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

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

$$U_0 = 2 \cdot 4000 \frac{B}{m} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \cdot 12 B = 24 B$$

$$1) U_0 = 24 B$$

$$E(\epsilon) = \frac{24 B}{12 \text{ мм} - 8 \text{ мм} \cdot \frac{\epsilon-1}{\epsilon}} = 4 \cdot \frac{kB}{m} = 4000 \frac{B}{m}$$

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

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

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

$$2) \epsilon = 4$$

Ответ: 1) $U_0 = 24 B$ 2) $\epsilon = 4$

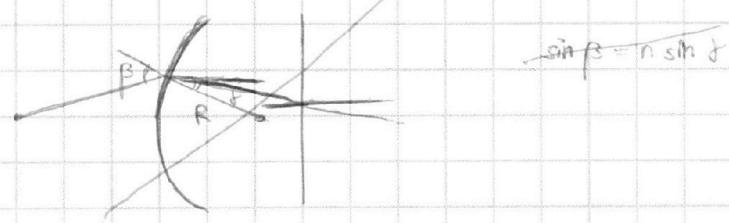


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

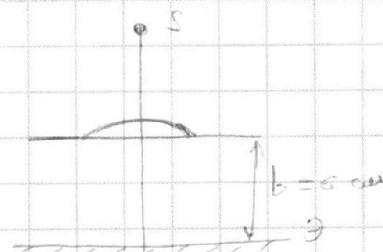


$$\frac{1}{a} + \frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{1}{F}$$

При $a < R_1$ линза плоско выпуклая, то $R_2 = \infty$

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

*) $F = \frac{R_1}{n-1}$



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

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

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

$$R_2 = 0,4 \cdot \frac{18 \cdot 5}{12} = 0,4 \cdot \frac{18}{4} = 0,4 \cdot \frac{9}{2} = 0,4 \cdot 4,5 = 1,8 \text{ см}$$

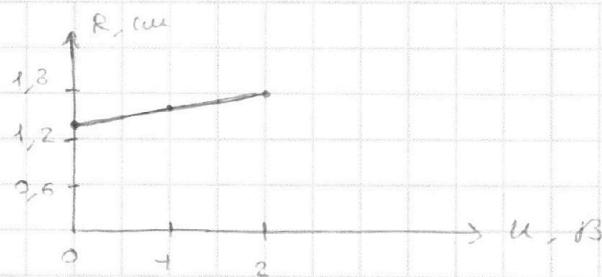


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

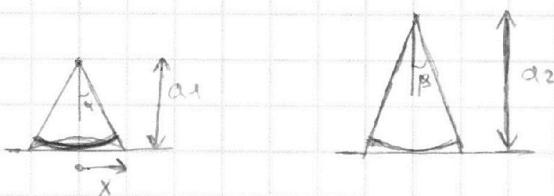


$$R_2 - R_1 = 0,2 \text{ см}$$

$$R_1 - R_0 = 0,2 \text{ см}$$

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

$$2) R_0 = 1,4 \text{ см}$$



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

$$\cos\alpha = \frac{\alpha_1}{\sqrt{x^2 + \alpha_1^2}}$$

$$\cos\beta = \frac{\alpha_2}{\sqrt{x^2 + \alpha_2^2}} = \frac{\alpha_2}{\sqrt{(1 + \frac{x^2}{\alpha_2^2})^{\frac{1}{2}}}} = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{x^2}{\alpha_2^2}$$

$$x \ll \alpha_1, \alpha_2$$

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

$$E'_1 \cdot S_1 = \frac{W}{4\pi \alpha_1^2} \cdot S_1 \quad E'_2 \cdot S_2 = \frac{W \cdot S_2}{4\pi \alpha_2^2}$$

$$E'_1 = \frac{W}{4\pi \alpha_1^2} \quad E'_2 = \frac{W}{4\pi \alpha_2^2}$$

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

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

S_u - площадь изображения S .

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{E_2} &= \frac{E'_1 \cdot S_1}{S_u} \cdot \frac{S_u}{E'_2 \cdot S_2} = \frac{E'_1}{E'_2} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \frac{W}{4\pi \alpha_1^2} \cdot \frac{4\pi \alpha_2^2}{4\pi \alpha_1^2} \cdot \frac{S_1}{S_2} = \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1^2} \cdot \frac{2\pi x^2 \cdot (1 - \cos\alpha)}{2\pi \alpha_2^2 \cdot (1 - \cos\beta)} = \\ &= \frac{1 - \cos\alpha}{1 - \cos\beta} = \frac{\frac{x^2}{\alpha_1^2}}{\frac{x^2}{\alpha_2^2}} = \frac{\alpha_2^2}{\alpha_1^2} = \left(\frac{13}{12}\right)^2 = \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{9}{4} \end{aligned}$$

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

$$\text{Отвем. 1) } F = \frac{R}{n-1} \quad 2) R_0 = 1,4 \text{ см} \quad 3) \frac{E_1}{E_2} = \frac{9}{4}$$

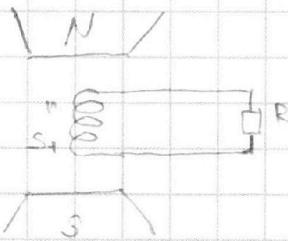


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

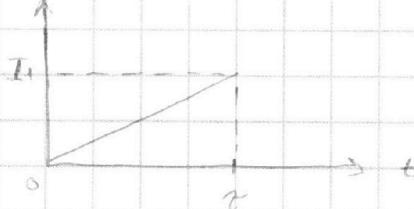
СТРАНИЦА
1 из 2

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!



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

I



Поскольку магнитное поле изменяется линейно, то в $t = \frac{T}{2}$

$$\frac{\frac{I}{T}}{\Delta t} = \frac{I}{T}$$

$$1) \frac{dI}{dt} = \frac{I}{T}$$

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

$$\Delta q = - \frac{1}{R} \Delta \Phi \Rightarrow q_{t=0} = - \frac{1}{R} (0 - B_0 \cdot S_+ \cdot n)$$

$$q_t = \frac{B_0 \cdot S_+ \cdot n}{R}$$

$$2) q = \frac{B_0 \cdot S_+ \cdot n}{R}$$

Помимо этого получаем $\Phi = LI$

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

$$\Delta q = - \frac{1}{R} \Delta \Phi \Rightarrow q - 0 = - \frac{1}{R} (0 - B_0 \cdot S_+ \cdot n)$$

$$2) q = \frac{B_0 \cdot S_+ \cdot n}{R}$$