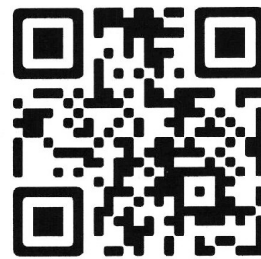




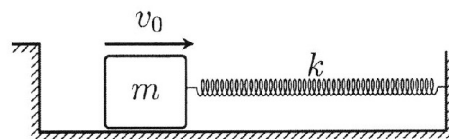
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



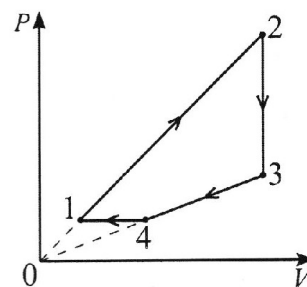
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью v_0 . В момент времени $t_0 = 0$ телу в положении равновесия придают скорость $23v_0/9$, направленную к стене. После первого удара тела о уступ тело проходит положение равновесия со скоростью $7v_0/3$. 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 максимальное сжатие пружины до первого удара.
- 2) Определите скорость прохождения телом положения равновесия после второго удара.
- 3) В какой момент времени t_1 тело пройдет положение равновесия после первого удара?

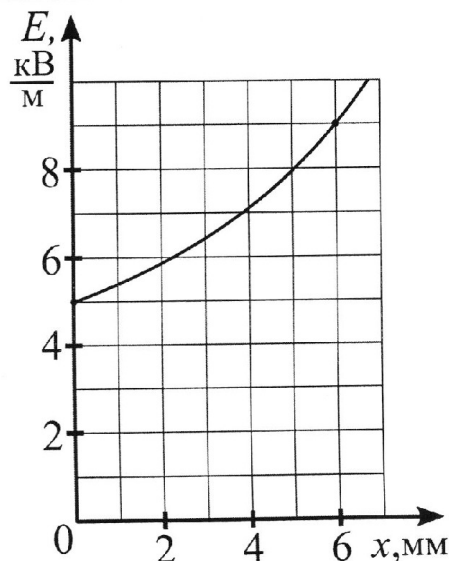
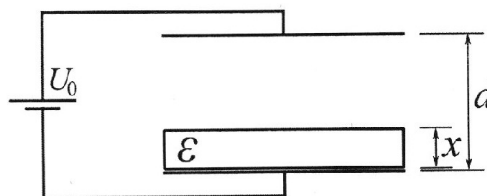
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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 1-2 равна $C = 7R/2$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_2/T_3 = 12/5$.



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

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 9$ 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.



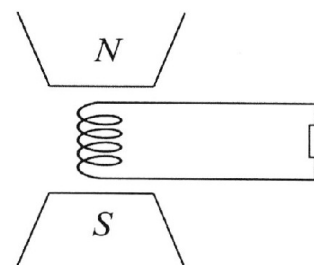
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



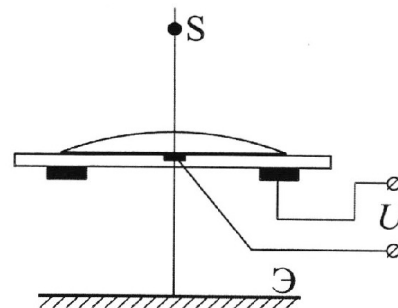
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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



- 1) Найти скорость возрастания тока через время $\tau/4$ от начала выключения.
- 2) Найти заряд q , протекший через катушку от момента, когда ток в катушке был I_1 , до момента, когда ток через катушку станет нулевым.
- 3) Найти начальную индукцию B_1 внешнего магнитного поля.

Сопротвлением катушки и соединительных проводов пренебречь.

5. Капля электропроводящей прозрачной жидкости с показателем преломления $n = 4/3$ 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 $b = 24$ 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. При нулевом напряжении радиус кривизны $R_0 = 2$ см. При напряжении U_1 на экране получено изображение светодиода с увеличением $\Gamma_1 = 5/3$, а при напряжении U_2 получено изображение с увеличением $\Gamma_2 = 1/3$.



- 1) Выведите формулу для фокусного расстояния F плосковыпуклой тонкой линзы в зависимости от радиуса кривизны R и показателя преломления n .
- 2) Определите U_2/U_1 .
- 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.



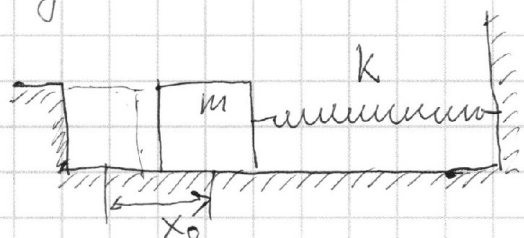
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

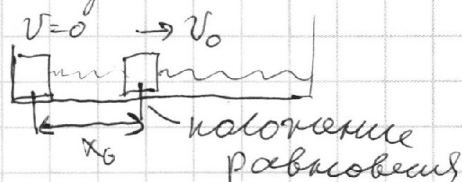
СТРАНИЦА
1 из 3

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!

Задача 1.



x_0 - расстояние от положения равновесия до удара:



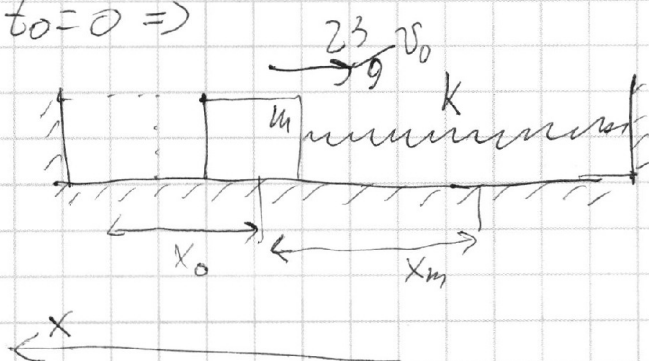
(прохождения положения равновесия)

из условия следует:

$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow kx_0^2 = mv_0^2 \Rightarrow$$

Найдем максимальное статическое удлинение x_m .

$t_0 = 0 \Rightarrow$



в момент макс. статич. скорость тела равна нулю:

ЗЛЗ:

$$\frac{m\left(\frac{23}{9}v_0\right)^2}{2} = \frac{kx_m^2}{2} \Rightarrow$$

После первого удара

тело проходит положение равновесия со скоростью $\frac{7}{3}v_0$

Определим его скорость после удара сразу же.

из ЗЛЗ:

$$\frac{\left(\frac{7}{3}v_0\right)^2 m}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_2^2 = v_0^2 \left(\frac{49}{9} - 1\right) = \frac{40}{9}v_0^2$$

$$v_2 = \frac{2}{3}\sqrt{10}v_0$$

Найдем его скорость перед первым ударом.

|| - ответ
 x_m на
улит
①



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!

~~Задача~~ 3 С7:

$$\left(\frac{23}{9}v_0\right)^2 \frac{m}{2} = \frac{kx_0^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 \left(\frac{23^2}{9^2} - 1\right) = \frac{448}{81} v_0^2$$

Из условия известно, что

$$v_1 = \frac{8}{9} \sqrt{7} v_0$$

~~по~~ отношение кин. энергий

$$E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$$

до и после удара постоянно.

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

найдем это значение

$$L = \frac{E_{k2}}{E_{k1}} = \frac{\frac{mv_2^2}{2}}{\frac{mv_1^2}{2}} = \frac{\left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 10}{\left(\frac{8}{9}\right)^2 \cdot 7} = \frac{10 \cdot 3^2}{7 \cdot 4^2} = \frac{9 \cdot 2 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 7} = \frac{2 \cdot 5}{8 \cdot 7} = \frac{45}{56}$$

после первого и

до столкновения энергия ~~удар~~ ^{в системе} сохраняется $\Rightarrow$

он будет ударен со скоростью, с которой отскочил после первого столкновения.

$$\Rightarrow E_{k3} = 2 E_{k2}$$

v_x - скорость в положении равновесия после 2-го удара.

3 С7 после второго удара:

$$E_{k3} + \frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_x^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{45}{56} \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{4}{9} \cdot 10 v_0^2 \Rightarrow$$

$$v_x^2 = v_0^2 \left(1 + \frac{5 \cdot 10 \cdot 4}{56}\right) = v_0^2 \left(1 + \frac{5 \cdot 10}{14}\right) = \left(\frac{50+14}{14}\right) v_0^2 = \frac{32}{7} v_0^2$$

$$v_x = 4 v_0 \sqrt{\frac{2}{7}} - \text{ответ на пункт 2}$$



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
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!

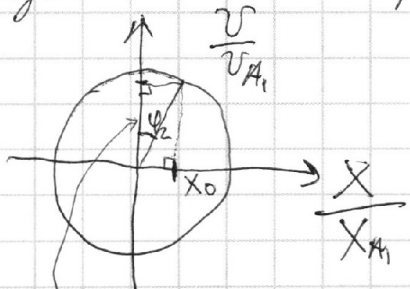
После первого удара:

Амплитудное значение скорости $v_{A1} = \frac{7}{3} v_0$

(скорость после удара $v_2 = \frac{2}{3} \sqrt{10} v_0$)

x_{A1} - амплитуда после первого столкновения

Нам нужен движение груза на окружности на фазовой ~~мгновенно~~ окружности (он колеблется с частотой $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$)
(об + направлена влево)

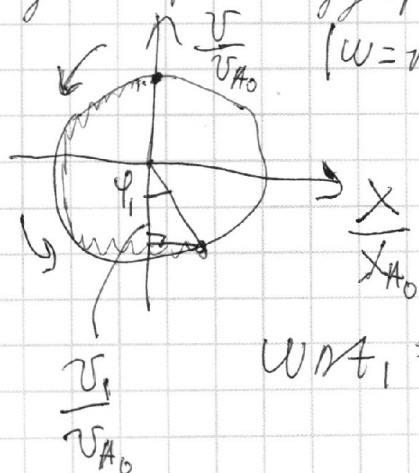


$$\omega t_2 = \varphi_2$$

$$\varphi_2 = \arccos\left(\frac{v_2}{v_{A1}}\right) = \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right)$$

$$\Rightarrow t_2 = \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right) \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

до первого удара:



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

($v_{A0} = \frac{23}{9} v_0$)

x_{A0} - амплитуда до первого столкновения

$$v_1 = \frac{8}{9} \sqrt{7} v_0$$

- скорость до первого удара

$$\omega t_1 = \bar{u} + \arccos\left(\frac{v_1}{v_{A0}}\right) = \bar{u} + \arccos\left(\frac{8\sqrt{7}}{23}\right)$$

$$t_1 = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\arccos\left(\frac{8\sqrt{7}}{23}\right) + \arccos\left(\frac{2\sqrt{10}}{7}\right) + \bar{u} \right) - \text{Ответ на пункт 3}$$



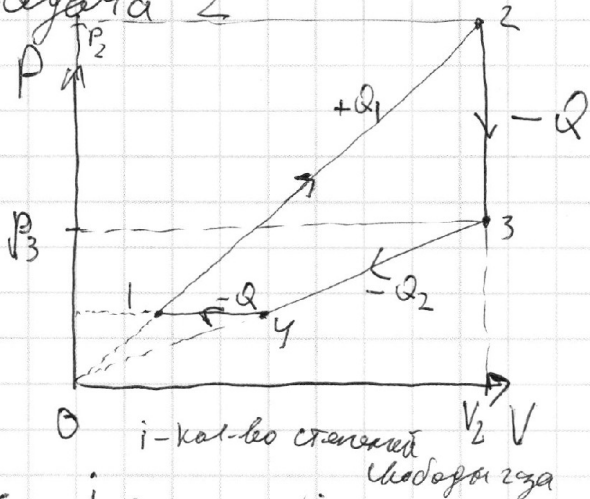
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 2



$$C_V = \frac{i}{2} R; C_P = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R$$

(поиск)

Темлоёмкость в процессе 2-3 - темлоёмкость при изохере.

$$C_V = C_{23} = \frac{1}{2} R = 3R - \text{ответ на пункт 1}$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

из ЗСНГ:

$$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{12}{5}$$

$$P_3 V_2 = \nu R T_3$$

$$T_2 = T_3 \frac{12}{5}$$

из определения темлоёмкости: ~~не~~

$$C_{14} (T_1 - T_4) = -Q \quad C_{23} (T_3 - T_2) = -Q$$

$$Q_1 = (T_2 - T_1) C_{12} \quad -Q_2 = C_{34} (T_4 - T_3)$$

процессе 1-2 - процесс где отношение $\frac{P}{V} = \text{const}$

$$; P V^{-1} = \text{const}$$

-полипроцесс с показателем

$$n = -1 = \frac{C_{12} - C_P}{C_{12} - C_V} \Rightarrow C_V - C_{12} = C_{12} - C_P$$

$$\Rightarrow C_{12} = \frac{C_V + C_P}{2}$$

из условия темлоёмкость в этом процессе

$$C_{12} = \frac{7}{2} R = \frac{1}{2} \left(\frac{i}{2} + \frac{i}{2} + 1 \right) R$$

$$\Rightarrow \cancel{C_{12}} 7 = i + 1$$

$$\Rightarrow i = 6$$

$$C_{14} = 4R$$

Темлоёмкость в процессе 3-4

$$C_{34} = C_{12} = \frac{7}{2} R$$

т.к. это тоже полипроцесс с показателем $n = -1$



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!

из ур-ия термодинамики: (для газа за цикл)

$$Q_1 - Q - Q - Q_2 = A = Q_1 - Q_2 - 2Q$$

$$\begin{cases} Q = 3R \left(\frac{12}{5} - 1 \right) T_3 = \frac{21}{5} T_3 R = 3R (T_3 + T_2) \Rightarrow T_2 - T_3 = \frac{Q}{3R} \\ Q = 4R (T_4 - T_1) \Rightarrow T_4 - T_1 = \frac{Q}{4R} \quad \left(T_3 = \frac{5Q}{21R}; T_2 = \frac{12Q}{21R} \right) \\ Q_1 = \frac{7}{2} R (T_2 - T_1) \\ Q_2 = \frac{7}{2} R (T_3 - T_4) \end{cases} \Rightarrow Q_1 - Q_2 = \frac{7}{2} R (T_2 - T_3 + T_4 - T_1)$$

$$\Rightarrow Q_1 - Q_2 = \frac{7}{2} R \left(\frac{Q}{3R} + \frac{Q}{4R} \right) = \frac{7Q}{2} \left(\frac{4}{3} + \frac{1}{4} \right) = \frac{7}{2} Q \left(\frac{7}{12} \right)$$

$$A = Q \left(\frac{49}{24} - 2 \right) = \frac{Q}{24} \text{ — ответ на пункт 2}$$

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

$$Q_H = Q_1$$

Определим Q_1 через Q .

$$Q_1 = \frac{7}{2} R \cdot \frac{4}{7} \frac{Q}{R} - \frac{7}{2} R T_1 = 2Q - \frac{7}{2} R T_1$$

$$Q_2 = \frac{7}{2} R \cdot \frac{5Q}{21R} - \frac{7}{2} R T_4 = \frac{5}{6} Q - \frac{7}{2} R T_4$$

$$T_4 - T_1 = \frac{Q}{4R}$$

$$\begin{cases} T_4 - T_1 = \frac{Q}{4R} \\ T_3 - T_4 = \frac{2Q}{7R} = \frac{2}{7R} \left(\frac{5Q}{6} - \frac{7}{2} R T_4 \right) = \frac{5Q}{21R} - \end{cases}$$



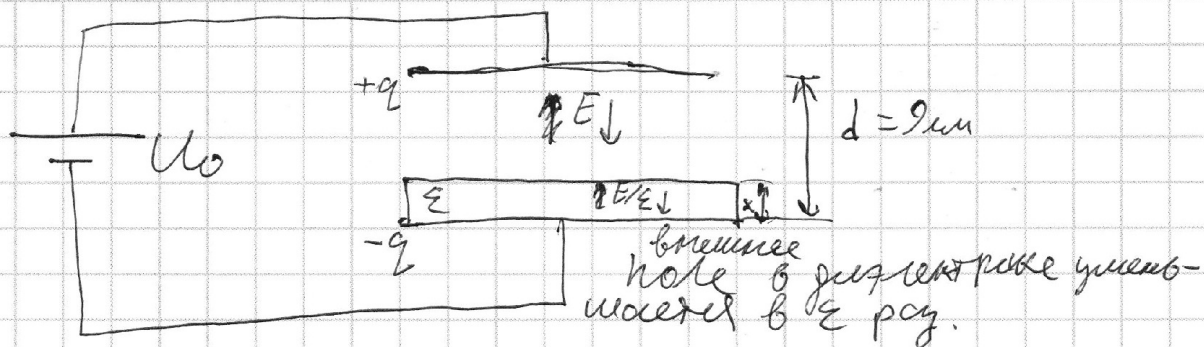
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3



$$U_0 = (d-x)E + \frac{E}{\epsilon} \cdot x \quad \text{— напряжение на обкладках конденсатора (поддерживается постоянным)}$$

$$\Rightarrow E(x) = \frac{U_0}{(d-x) + \frac{x}{\epsilon}} \quad (1)$$

— этот график изображен на картинке.

на графике можно выделить 2 точки.

1) при $x_1 = 0$ мм точка ①

$$E_1 = 5 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

2) при $x_2 = 6$ мм

$$E_2 = 9 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$$

точка ②

$$\Rightarrow U_0 = E \cdot d$$

на графике приобретает соответствующая точка.

$$\Rightarrow U_0 = d \cdot E_1 = 5 \cdot 10^3 \cdot 9 \cdot 10^{-3} = 45 \text{ В} \quad \text{— ответ на пункт ①}$$

из формулы (1):

$$\epsilon = \frac{x}{\frac{U_0}{E} + x - d}$$

подставим значения в точку 2

$$\epsilon = \frac{x_2}{\frac{U_0}{E_2} + x_2 - d} = \frac{6 \text{ мм}}{\frac{5 \cdot 9 \text{ мм} + 6 \text{ мм} - 9 \text{ мм}}{9}} = \frac{6}{2} = 3$$

$$\epsilon = 3 \quad \text{— ответ на пункт ②}$$



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 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!

Найдем заряд, протекший через резистор от момента начала выключения поля до полного его выключения:

$dq = I(t) dt$ найдем этот заряд как площадь под графиком $I(t)$

$$q_0 = I_1 \cdot \frac{1}{2} = \frac{I_1 \tau}{2}$$

из ур-ня (1):

$$-\frac{d\varphi}{dt} = \frac{dq}{dt} R \Rightarrow -d\varphi = dq R \Rightarrow \text{напряжение уменьшается от } \varphi_0 \text{ до } 0 \text{ протекший заряд - от } 0 \text{ до } q_0$$

$$\Rightarrow (q_0 - 0)R = -(0 - \varphi_0) \Rightarrow$$

$$q_0 R = \mu S_1 B_1 \Rightarrow B_1 = \frac{q_0 R}{\mu S_1} = \frac{R}{\mu S_1} \cdot \frac{I_1 \tau}{2} = \frac{I_1 \tau R}{2 \mu S_1}$$

$$B_1 = \frac{I_1 \tau R}{2 \mu S_1} - \text{ответ на пункт (3)}$$



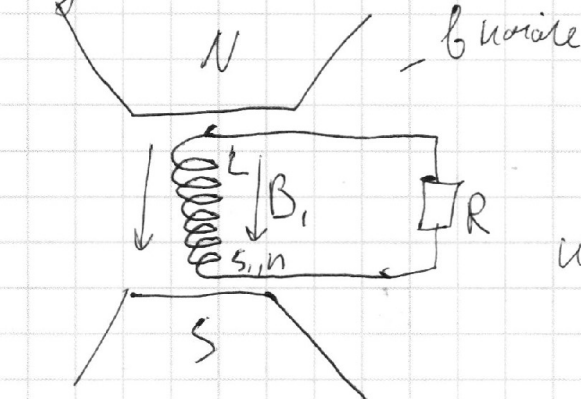
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

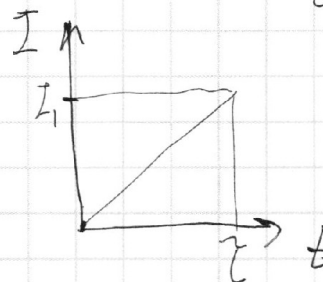
Задача 4



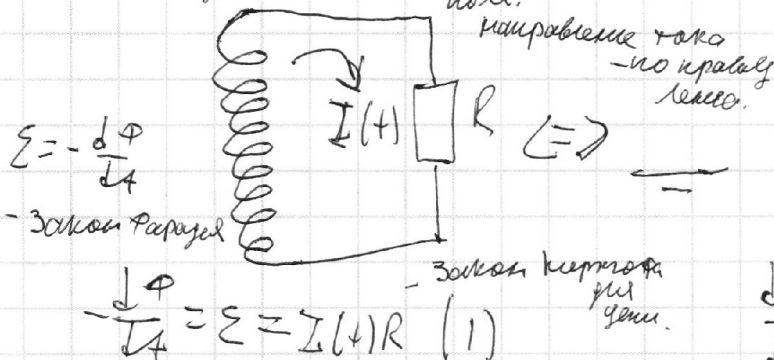
$$\Phi_0 = \mu_0 n \cdot S \cdot B_1$$

краток
из-за
катушки
в маг. момент.

из условия, $I(t) = I_1 \frac{t}{\tau}$



в процессе выключения поля.



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

- закон Фарадея

$$-\frac{d\Phi}{dt} = \mathcal{E} = I(t)R \quad (1)$$

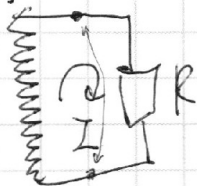
- закон Кирхгофа для цепи.

$$\frac{dI}{dt} = \text{const} = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\frac{dI}{dt} \Big|_{t_1} = \frac{I_1}{\tau} \text{ - ответ на пункт 1}$$

когда ток в катушке был I_1 , поле внезапно выключили.

генератор:



Закон Кирхгофа:

$$L \frac{dI}{dt} + IR = 0 = L \frac{dI}{dt} + \frac{dQ}{dt} R \quad | \cdot dt$$

$$\Rightarrow -L dI = R dQ$$

Ток меняется от I_1 до 0 $\Rightarrow$ заряд от 0 до q .

$$R(q - 0) = -L(0 - I_1) \Rightarrow q = \frac{L}{R} I_1$$

ответ на пункт 2

$L I_1$ - напряжение на катушке.



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.

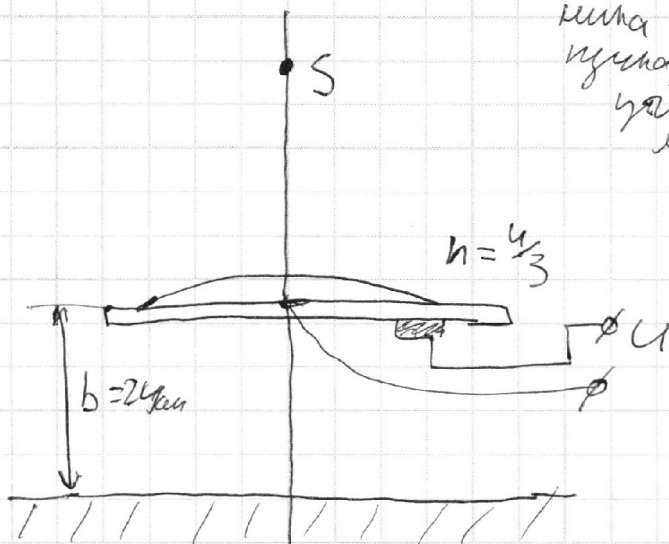
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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!

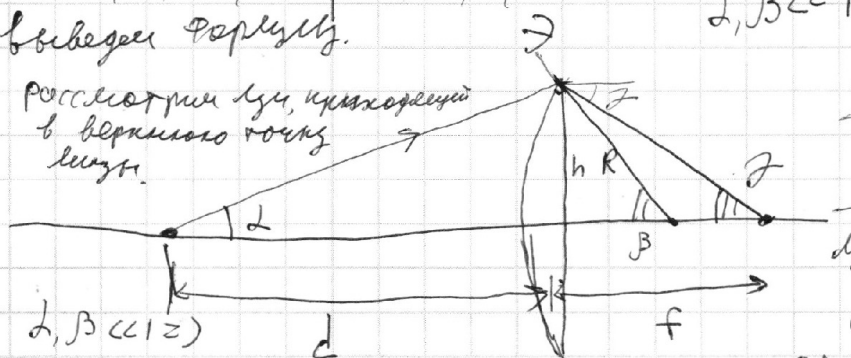
Задача 5

т.к. расстояние от источника до линзы $\gg$ фокусное расстояние, вводимого в линзу, угол можно считать малым



выведем формулы.

Рассмотрим луч, проходящий в верхней точке линзы.



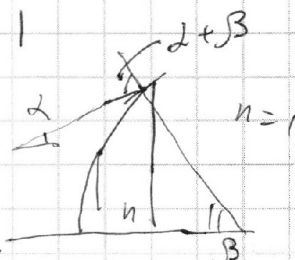
$$L = \frac{h}{d} ; \beta = \frac{h}{R} ; \alpha = \frac{h}{f}$$

(1) и (2) с учетом малости углов ($\sin \varphi \approx \varphi$):

$$\begin{cases} \alpha = n(\beta - \alpha_1) \\ L + \beta = n \alpha_1 \end{cases} \Rightarrow \alpha = n\beta - L - \beta$$

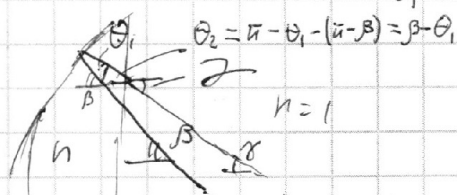
$$\frac{h}{f} = n \frac{h}{R} - \frac{h}{d} - \frac{h}{R} \Rightarrow \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \left(\frac{n-1}{R} \right) = \frac{1}{R}$$

$L, \beta \ll 1$



луч входит в линзу под углом $L + \beta$

$$\sin(L + \beta) \cdot 1 = n \cdot \sin \alpha_1 \quad (1)$$



при втором преломлении:

$$\sin(\beta - \alpha_1) \cdot n = 1 \cdot \sin \alpha \quad (2)$$



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 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!

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} = \frac{n-1}{R}$$

$\frac{1}{F}$ - для тонкой линзы.

$$\Rightarrow F = \frac{R}{n-1} - \text{ответ на пункт ①}$$

Радиус линзы по локсокоу закону:

$$R(u) = R_0 + Lu$$

$$R_1 = R(u_1) = R_0 + Lu_1$$

$$R_2 = R(u_2) = R_0 + Lu_2$$

$$\text{увеличение } \Gamma = \left| \frac{b}{d} \right|$$

из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{b}{d} + 1 = \frac{b}{F} \Rightarrow \Gamma = \left| \frac{b}{F} - 1 \right|$$

при u_1 изображение точки находится на экране, оно действительное (положено)

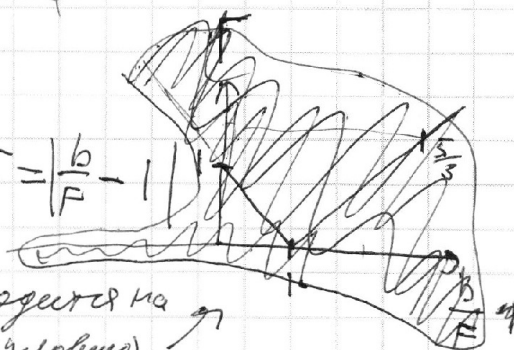
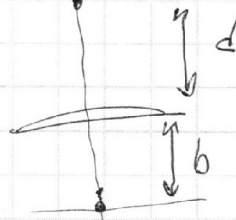
при u_2 - возможно и мнимое изображение (из условия ясно), но так, $\Gamma_2 = \frac{1}{3} \Gamma_1$, а мнимое изображение в собирающей линзе - ~~увеличенное~~ то такого быть не может.

при u_1 :

$$\Gamma_1 = \left(\frac{b}{F(u_1)} - 1 \right) \Rightarrow \frac{F(u_1)}{b} = \frac{1}{\Gamma_1 + 1} = \frac{R_0 + Lu_1}{b(n-1)} \Rightarrow$$

$$F(u_1) = \frac{R_0 + Lu_1}{(n-1)} \quad 2u_1 = \left(\frac{b(n-1)}{\Gamma_1 + 1} - R_0 \right)$$

исходник является тем, чтобы изображение появилось на экране.





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 7

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!

при u_2 :

$$r_2 = \frac{b}{F(u_2)} - 1 \Rightarrow 2u_2 = \left(\frac{b(n-1)}{r_2+1} - R_0 \right)$$

$$F(u_2) = \frac{R_0 + 2u_1}{n-1}$$

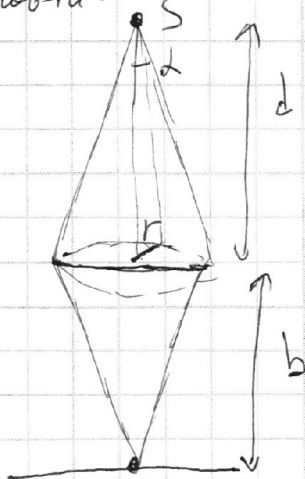
$$\Rightarrow \frac{u_2}{u_1} = \frac{\frac{b(n-1)}{r_2+1} - R_0}{\frac{b(n-1)}{r_1+1} - R_0} = \frac{\frac{24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 2}{\frac{24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{3}{3}} - 2} = \frac{6-2}{1-1} = 3$$

ответ
на п. 2

~~если $r_2 = \frac{1}{3}$:~~

~~$$\frac{u_2}{u_1} = \frac{\frac{24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{4}{3}} - 2}{\frac{24 \cdot \frac{1}{3}}{\frac{3}{3}} - 2} = \frac{6-2}{1-1} = 10$$~~

r - радиус плоской
пов-ти клетки



отношение освещенностей

$\frac{E_1}{E_2}$ = отношение телесных
углов, под которыми

видна ~~клетка~~ ^{клетка} сетка, т.к. все
лучи, попавшие в линзу,
собираются в 1-й точке
на экране

$$\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\alpha_1 = \frac{r}{d_1} \quad \alpha_2 = \frac{r}{d_2}$$

тел угол; отсекаемый ~~плоскостью~~
конусом с углом полураствора α

$$\Omega = \pi (1 - \cos \alpha) \approx \pi \frac{\alpha^2}{2} = \pi \alpha^2$$

$$r_1 = \frac{5}{3} = \frac{b}{d_1} \Rightarrow d_1 = \frac{b}{r_1}$$

$$r_2 = \frac{b}{d_2} \Rightarrow d_2 = \frac{b}{r_2}$$

$$\alpha_1 = \frac{r}{b} r_1 \quad \alpha_2 = \frac{r}{d_2} = \frac{r r_2}{b}$$



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.

☐☐☐☐☒☐☐

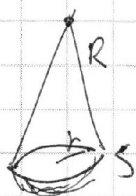
СТРАНИЦА
4 из 4

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!

$$\Rightarrow \lambda \frac{E_1}{E_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\lambda_1^2}{\lambda_2^2} = \frac{\Gamma_1^2}{\Gamma_2^2} = 5^2 = 25$$

ответ на пункт 3

Также это можно было
получить из соотношения того,
что $S \propto R^2$



$$S = \frac{S}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2} = \frac{r^2}{R^2} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{\Gamma_1^2}{\Gamma_2^2}$$

S - площадь поверхности сферы

11
25



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!

$$Q_1 = \frac{7}{2}R \left(\frac{5Q}{21R} - T_4 \right) = \frac{35Q}{42} - T_4 \frac{7}{2}R$$

$$Q_2 = \frac{7}{2}R \left(\frac{12Q}{21R} - T_1 \right) = \frac{6}{5+6-9} = \frac{6}{2} = 3$$

$$T_2 = T_3 \frac{12}{5}$$

$$Q_1 = \frac{7}{2}R \left(\frac{4Q}{7R} - T_1 \right) = 2Q - \frac{7}{2}T_1 R$$

$$\frac{4Q}{7R}$$

$$Q_1 = A + Q_2 + 2Q =$$

$$Q_2$$

$$\frac{x}{\Sigma} + (d-x) = \frac{U_0}{E(x)}$$

$$4R(T_4 - T_1) = \frac{Q}{4R}$$

$$T_3 - T_4 = \frac{2Q_2}{7R}$$

$$\left(\frac{U_0}{E} + x - d \right) = \frac{x}{\Sigma}$$

$$\Sigma = \frac{x}{\frac{U_0}{E} + x - d}$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{4R} + \frac{2Q_2}{7R} = T_3 - T_1$$

$$\frac{4R}{2R} = \frac{1}{2} = 3 = \frac{1}{2}$$

Реш

$$\begin{array}{r|l} 24 \cdot \frac{1}{3} & 1 \\ \hline 4 \cdot \frac{1}{3} & 1 \\ \hline 24 \cdot \frac{1}{3} & 1 \\ \hline 4 \cdot \frac{1}{3} & 1 \end{array}$$

$$Q_1 = Q + \frac{1}{2}Q = \frac{3}{2}Q$$

I ↑

$$3 = \frac{1}{2}$$



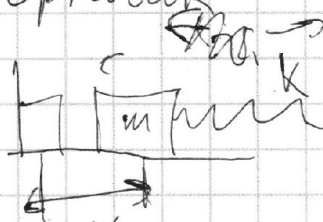
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!

Черновик



$$x_0 \Rightarrow$$
$$\frac{kx_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$mv_0^2$$

$$\frac{49}{9} v_0^2 - v_0^2 = v_c^2$$

$$56 = 4 \cdot 14$$

$$32 = 2^5 = 4 \cdot 4 \cdot 2$$

$$\frac{T_2}{T_3} = \frac{4}{3} = \frac{T_4 - T_1}{T_2 - T_3}$$

$$4R(T_4 - T_1) = Q \rightarrow$$

$$3R(-T_3 + T_2) = Q$$

$$Q_1 = \frac{7}{2} R(T_2 - T_1) \Rightarrow \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_4} = \frac{Q_1}{Q_2}$$
$$Q_2 = (T_3 - T_4) \cdot \frac{7}{2} R$$

$$\left(\frac{21}{5} T_3 = 4T_4 - 4T_1 \right)$$

$$23^2 = (20+3)^2 = 20^2 + 3^2 + 2 \cdot 3 \cdot 20$$

$$400 + 120 + 9$$

$$529 - 81$$

$$= 528 - 80$$
$$= 448$$

$$\frac{23^2 - 9^2}{9^2} = \frac{(23+9)(23-9)}{9^2}$$

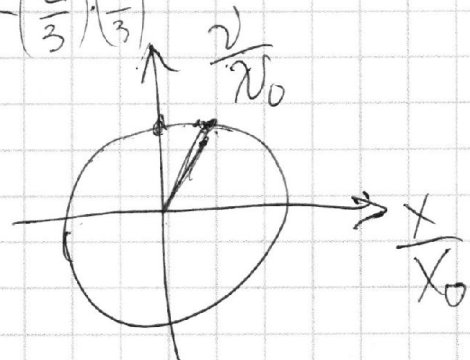
$$8 \cdot 7 = 20 + 16$$

$$8\sqrt{7} = \sqrt{64 \cdot 7}$$

$$6\sqrt{10} = \sqrt{36 \cdot 10}$$

$$\left(\frac{8}{9} \right)^8 = \left(\frac{2}{3} \right)^4 \cdot \left(\frac{4}{3} \right)^4$$

$$64$$



$$4 \cdot 112 = 4 \cdot 4 \cdot 28$$

$$4 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 7$$

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{7(T_2 - T_1)}{6(T_2 - T_3)}$$

$$Q_1 - Q_2 = \frac{7}{2} R(T_2 - T_3 + T_4 - T_1)$$