



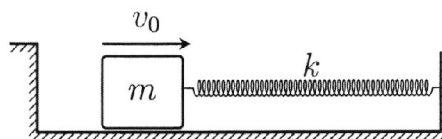
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



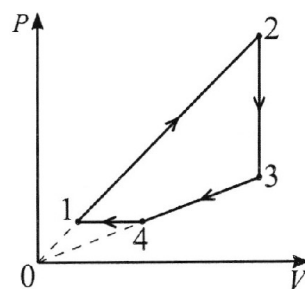
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k (см. рис.). Уступ находится на таком расстоянии от тела, что если тело прижать к уступу и отпустить без начальной скорости, то положение равновесия тело пройдет со скоростью 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?

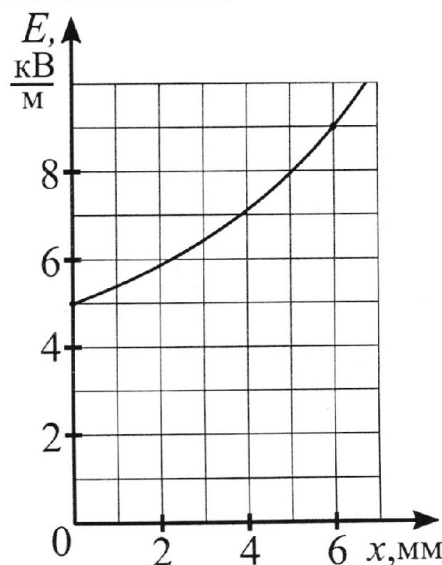
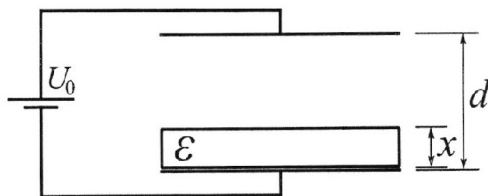
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

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.



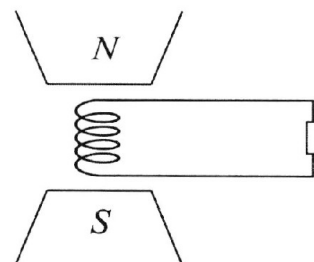
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-06

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



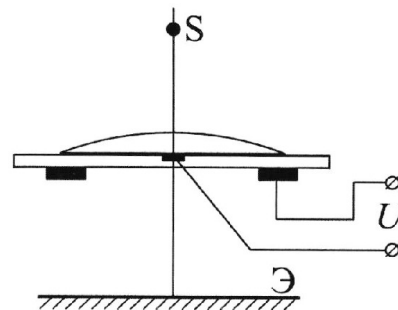
4. Катушка индуктивностью L с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле, направленном перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ . За время выключения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

Сопр отвлечением 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**.

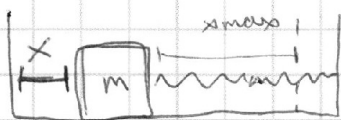
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!

N1



x - расстояние от полож. равновесия до упруга
 $x_{\max}$ - максим. сжатие пружины до первого удара

$$1) \frac{Kx^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{mV_0^2}{K}} = V_0 \sqrt{\frac{m}{K}}$$

$$\frac{m \cdot 23^2 V_0^2}{2 \cdot g^2} = \frac{K x_{\max}^2}{2} \Rightarrow x_{\max} = \frac{23 V_0 \sqrt{m}}{g \sqrt{K}}$$

Так как при максим. сжатии скорость тела должна быть нулевой, чтобы все кинетич. энергия перешла в ~~потенц.~~ энергию при сжатии пружины.

$$2) \frac{23^2 m V_0^2}{g^2 \cdot 2} = \frac{K x^2}{2} + \frac{m V^2}{2}$$

$$\frac{23^2 m V_0^2}{g^2} = m V_0^2 + m V^2$$

V - скорость тела перед 1-м ударом
 α - коэф. отном. кинетич. энергий после удара

$$\begin{array}{r} \times 23 \\ 23 \\ + 69 \\ \hline 460 \\ + 529 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$3) \frac{m V^2}{2\alpha} + \frac{K x^2}{2} = \frac{m \cdot 7^2 V_0^2}{2 \cdot 3^2}$$

$$\frac{V^2}{\alpha} = \frac{7^2 V_0^2}{3^2} - V_0^2 = \frac{23^2 V_0^2}{g^2} - V_0^2$$

$$\alpha = \frac{\frac{23^2}{g^2} - 1}{\frac{7^2}{3^2} - 1} = \frac{23^2 - g^2}{9(7^2 - 9)} = \frac{529 - 81}{9(49 - 9)} = \frac{(23 - 9)(23 + 9) \cdot 9}{9^2 (7 - 3)(7 + 3)}$$

$$= \frac{832 \cdot 14 \cdot 9}{9 \cdot 4 \cdot 105} = \frac{56}{45}$$

$$4) \frac{m V^2}{2\alpha^2} + \frac{K x^2}{2} = \frac{m V_2^2}{2}$$

$$\frac{m V^2}{\alpha^2} + m V_0^2 = m V_2^2$$

V_2 - скорость тела в полож. равнов. после второго удара

$$\frac{45^2}{56^2} V_0^2 \left(\frac{23^2}{g^2} - 1 \right) + V_0^2 = V_2^2$$

$$\frac{5^2}{56^2} V_0^2 (23 - 9)(23 + 9) + V_0^2 = \frac{5^2}{56^2} V_0^2 \cdot 32 \cdot 14 + V_0^2 = \frac{5^2 \cdot 8 \cdot 8 \cdot V_0^2}{7^2 \cdot 2^2} + V_0^2$$

$$= \frac{5^2}{7} V_0^2 + V_0^2 = \frac{32}{7} V_0^2 = V_2^2$$

$$V_2 = V_0 \sqrt{\frac{32}{7}}$$



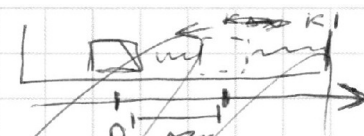
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

5) ~~сжатие~~ сжатие пружины - 

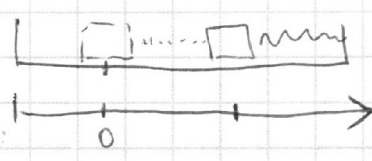
$$-Kx = m\ddot{x}$$

$$\frac{Kx}{m} = \ddot{x} = \omega^2 x = \frac{K}{m} x$$

частота колебаний

$$\frac{T}{2} = \frac{\pi}{\omega} - \text{половина периода} = \pi \sqrt{\frac{m}{K}}$$

5) 1 - сжатие пружины
для момента, когда
тело еще не ударило:



$$x = x_{\max} \sin \omega t$$

$$\frac{-Kx}{m} = \ddot{x} \Rightarrow \omega^2 = \frac{K}{m} \quad \omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

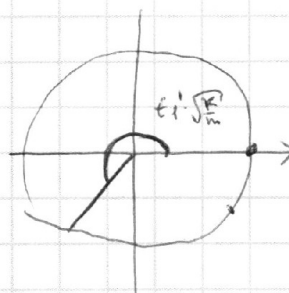
частота колебаний

$$-x = x_{\max} \sin \sqrt{\frac{K}{m}} \cdot t_1$$

$$-\sqrt{\frac{m}{K}} = \frac{23}{9} \sqrt{\frac{m}{K}} \cdot \sin \sqrt{\frac{K}{m}} t_1$$

$$-\frac{9}{23} = \sin \sqrt{\frac{K}{m}} \cdot t_1$$

$$\sqrt{\frac{K}{m}} \cdot t_1 = \pi + \arcsin \frac{9}{23}$$



6) ~~длина~~ ~~угла~~ ~~колеб.~~ макс. сжат. пруж. после 1-го удара

$$\frac{2 \cdot V_0^2 m}{3 \cdot 2} = \frac{K A^2}{2} \Rightarrow A = \frac{2}{3} V_0 \sqrt{\frac{m}{K}}$$

теперь: $-x = A \sin(\omega t + \varphi)$ $A \sin \varphi$

$$A \sin(\omega t_1 + \varphi) = 0$$

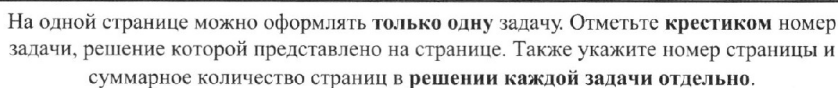
$$\varphi = \arcsin \frac{-x}{A} = \arcsin -\frac{3}{7}$$

$$\omega t_1 = -\arcsin -\frac{3}{7} = \arcsin \frac{3}{7}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{K}} \arcsin \frac{3}{7}$$

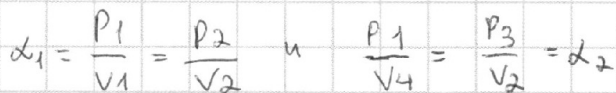
$$t_1 = \sqrt{\frac{m}{K}} \left(\pi + \arcsin \frac{3}{7} + \arcsin \frac{9}{23} \right)$$

Ответ: $\frac{23V_0}{9} \sqrt{\frac{m}{K}}; V_0 \sqrt{\frac{32}{9}}; \sqrt{\frac{m}{K}} \left(\pi + \arcsin \frac{3}{7} + \arcsin \frac{9}{23} \right)$



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!



$$dQ = n \cdot R dT + P \cdot dV$$

коэф.^т зависящ. от кол-ва атомов

$$\frac{12}{5} V_1 = V_4$$

$$1) \frac{dQ_{\text{из}}}{dT \cdot \nu} = nR + \frac{p dV}{dT \cdot \nu} = C \text{ где } n \text{ пояз. 1-2}$$

$$DRT_B = U_{\text{из}}^2 \cdot \lambda_1 - \text{где } n_{\text{пов.}} = 1-2$$

$$dR/dT = (V + dV)^2 \cdot \alpha_1 = \cancel{V^2} + \cancel{2dV} + \cancel{dV^2} = 2dV \alpha_1$$

$$C = nR + \cancel{\frac{1}{2} nR} \cdot \frac{\frac{dR}{dT}}{\frac{dU}{dT}} = nR + \frac{R}{2} = \frac{7R}{2}$$

$$\eta = 3$$

2) на участке 2-3 $dQ = nRdT$, т.к. $dU = 0$

$$C_{2-3} = nR = 3R$$

$$Q = 30R(T_2 - T_3) = \frac{30RT_3 \cdot 7}{5}$$

3) ~~гидр. проц. 1-2%~~

$$p dV = dA_{1-2} = \alpha_1 V dV$$

~~$$A_{1-2} = \frac{\alpha_1 U_2}{2} \bigg|_{v_1}^{v_2} = \frac{\alpha_1}{2} (v_2^2 - v_1^2)$$~~

70) $\Delta R T_2 = \cancel{\alpha_1} V_2^2$

$$PRT_3 = \cancel{\alpha_2} U_2^2 = \frac{5Q}{21}$$

~~$$x_1 V_2^2 = \frac{x_1 5 Q}{21 x_2} = \frac{12 Q}{21}$$~~

$$\alpha_1 V_1 dV + n \cdot \partial R dT$$

$$pV = pV = \frac{1}{2} \rho V^2$$

~~$$dK/dt = \frac{1}{2}(V+dv)^2 - \frac{1}{2}V^2 = V dv$$~~

$$4) \alpha = P_1(\bar{V}_4 - V_1)$$

$$5) \frac{T_2}{T_3} = \frac{P_2 V_2}{P_3 V_3} = \frac{P_2}{P_3} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{12}{5}$$

$$6) P_1(V_4 - V_1) = \alpha_2 V_4^2 - \alpha_1 V_1^2 = Q$$

~~$\alpha_2 / V_2^2 = V_1 \alpha_1$~~

$$\alpha_2 V_4^2 - \frac{V_4^2 \alpha_2^2}{2} = Q$$

$$2V_4^2 - 5V_4^2 \cdot \frac{2}{12} = 0$$

$$\frac{1}{2} Q = \alpha_2 V_4^2$$

$$2 \times V_1^2 = \frac{5V_4^2 \times 2}{12} = \frac{50}{4}$$



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 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!

$$2) Q = nR(T_2 - T_3), \text{ т.к. } dU = 0$$

$$Q = \frac{5nR}{5} T_3$$

$$dQ = nRdT$$

$$C_{2-3} = \frac{dQ}{dT} = nR$$

$$R T_2 = \alpha_1 V_2^2$$

$$R T_3 = \alpha_2 V_2^2 = \frac{5Q}{7n}$$

$$\alpha_1 V_2^2 = \frac{5Q \cdot \alpha_1}{7n \alpha_2}$$

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{12}{5}$$

$$= \frac{12Q}{7n}$$

$$Q = P_1(V_4 - V_1) = \alpha_2 V_4^2 - \alpha_1 V_1^2 = \alpha_2 V_4^2 - \frac{\alpha_2^2 V_4^2}{\alpha_1}$$

$$\alpha_2 V_4^2 = \frac{Q}{1 - \frac{\alpha_2}{\alpha_1}} = \frac{Q}{1 - \frac{5}{12}} = \frac{12Q}{7}$$

$$\frac{\alpha_2^2 V_4^2}{\alpha_1} = \frac{12Q}{7} \cdot \frac{5}{12} = \frac{Q \cdot 5}{7}$$

$$\alpha_1 V_1^2$$

$$3) \text{ где } n \text{ по } 1-2:$$

$$dA_{1-2} = P dV = \alpha_1 V dV$$

$$A_{1-2} = \alpha_1 \frac{V^2}{2} \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{\alpha_1 (V_2^2 - V_1^2)}{2} = \frac{12Q}{7n} - \frac{5Q}{7} = \frac{Q}{14} \left(\frac{12}{n} - 5 \right)$$

$$A = A_{1-2} - Q - |A_{3-4}|, \text{ где } A - \text{всё работа}$$

$$A_{3-4} = \frac{\alpha_2 (V_4^2 - V_2^2)}{2} = \frac{1}{2} \left(\frac{12Q}{7} - \frac{5Q}{7n} \right) = \frac{Q}{14} \left(12 - \frac{5}{n} \right)$$

$$A = \frac{Q}{14} \left(\frac{12}{n} - 5 + 12 - \frac{5}{n} - 14 \right) = \frac{Q}{14n} (7 - 7n) = \frac{Q}{2n} (1 - n)$$

$$= -\frac{Q}{3}$$

$$4) \eta = \frac{A}{Q_+}$$

Q_+ - подведённое тепло

$$Q_+ = A_{1-2} + nR(T_2 - T_1) = \frac{\alpha_1 (V_2^2 - V_1^2)}{2} + n \alpha_1 (V_2^2 - V_1^2)$$

$$R T_2 = \alpha_1 V_2^2$$

$$R T_1 = \alpha_1 V_1^2$$

$$= \frac{\alpha_1}{2} 7n \alpha_1 (V_2^2 - V_1^2) \left(\frac{1}{2} + n \right) =$$

$$= -\frac{41Q}{7} \cdot \frac{7}{2} = -\frac{41Q}{2}$$

$$\eta = \frac{2}{3} \quad \text{Ответ: } 3; -\frac{Q}{3}; \frac{2}{3}$$



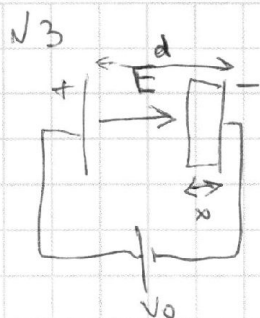
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА

1 ИЗ 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!



$$V_0 = E(d-x) + \frac{Ex}{\epsilon} = Ed + Ex\left(\frac{1}{\epsilon} - 1\right)$$

$$E_1 = \frac{5 \text{ кВ}}{\text{м}} \quad x_1 = 0 \text{ мм}$$

$$E_2 = \frac{9 \text{ кВ}}{\text{м}} \quad x_2 = 6 \text{ мм}$$

$$V_0 = E_1 d = 45 \text{ В}$$

$$\text{Итак } V_0 = E_2 d + E_2 x_2 \left(\frac{1}{\epsilon} - 1 \right)$$

$$\frac{V_0}{E_2} - d = \frac{x_2}{\epsilon} + 1 = \frac{1}{\epsilon} = \frac{5-9}{6} + 1 = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\epsilon = 3$$

Ответ: $45 \text{ В} = V_0$; $\epsilon = 3$



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 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!

N 4

~~$$L \dot{I} = RI \quad L \frac{dI}{dt} = R I \quad R t = L I \quad I = \frac{R t}{L}$$~~

~~$$\mathcal{E} = RI = - \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$~~

~~$$LI = BS_1 n$$~~

~~если ток постоянный, то $\frac{dB}{dt} = \text{const}$~~

$$1) L \dot{I} = RI = L \frac{dI}{dt}$$

$$R dq = L dI$$

$$R q = L I_1 \quad q = \frac{L I_1}{R}$$

$$2) RI = - \frac{dB}{dt} \cdot S_1 \cdot n$$

$$R dt \cdot I = - dB S_1 n$$

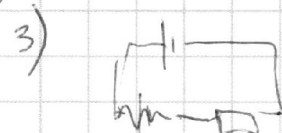
$$R dq = - dB S_1 n$$

$$R q = B_1 S_1 n$$

$$B_1 = \frac{R}{S_1 n} \cdot \frac{L I_1}{R} = \frac{L I_1}{S_1 n}$$

~~$$L \dot{I} = RI = L \frac{dI}{dt} \quad 3)$$~~

$$I dt = dq$$



$$- \frac{dB}{dt} S_1 n = L \dot{I} = RI$$

$$I = \alpha t, \text{ т.к. линейно}$$

$$- \frac{dB}{dt} = \frac{B_1}{\tau}$$

$$\frac{B_1 S_1 n}{\tau} - L \dot{I} = \alpha t R$$

$$\frac{B_1 S_1 n}{\tau} = \alpha \tau R$$

$$\frac{L I_1}{\tau^2 R} = \alpha$$

$$\dot{I} = \frac{L I_1}{\tau} - \frac{L I_1}{4 \tau^2}$$

$$= \frac{3 I_1}{4 \tau}$$

Ответ: $\frac{3 I_1}{4 \tau}$; $\frac{L I_1}{R}$; $\frac{L I_1}{S_1 n}$

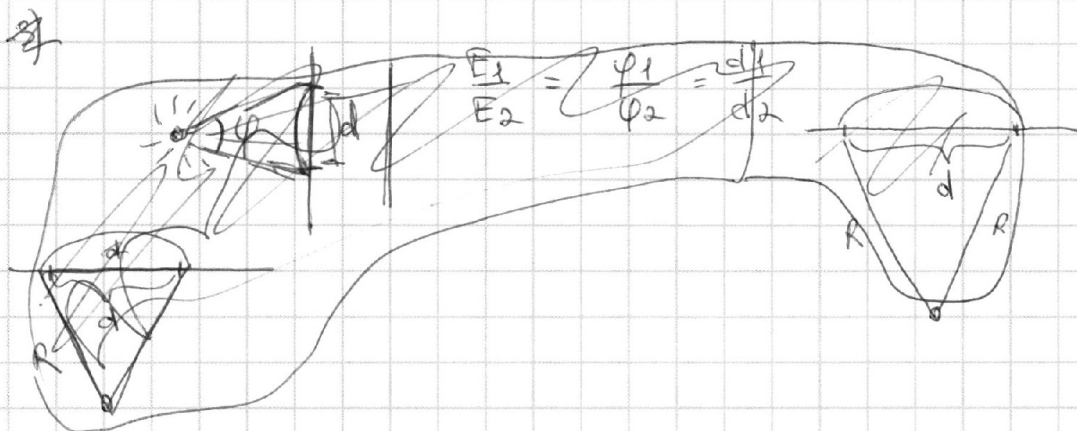


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

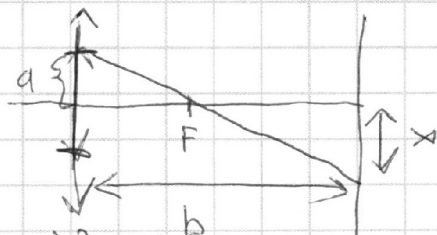
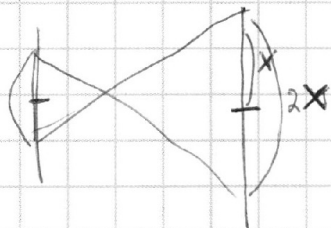
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



3) Т.к. расстояние от источника ~~до~~ ^{наимено} большего диаметра пучка, то будем считать, что энергия света проходит ~~и~~ через каплю $\pm$ огня и та же. $\Rightarrow a = \text{const}$

$$E = \frac{E_{\text{св}}}{\pi x^2}$$

Будем считать каплю собирающей линзой;
тогда:



$$\frac{a}{F} = \frac{x}{b-F}$$

$$\frac{a(b-F)}{F} = x$$

$a = \text{const}$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{x_2^2}{x_1^2} = \frac{(b-F_2)^2 \cdot F_1^2}{F_2^2 (b-F_1)^2}$$

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{b}{1+F_1} & F_2 &= \frac{b}{1+F_2} \\ &= \frac{24}{1+\frac{5}{3}} & &= \frac{6 \cdot 24 \cdot 3}{4} = 18 \\ &= \frac{3 \cdot 24 \cdot 3}{8} = 9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{E_1}{E_2} &= \frac{(24-18)^2 \cdot 9^2}{18^2 \cdot (24-9)^2} = \frac{6^2 \cdot 9^2}{15^2 \cdot 18^2} \\ &= \frac{3^2 \cdot 2^2 \cdot 9^2}{3^2 \cdot 5^2 \cdot 2^2 \cdot 9^2} = \frac{1}{25} \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{Rn}{n-1}$; 2; $\frac{1}{25}$



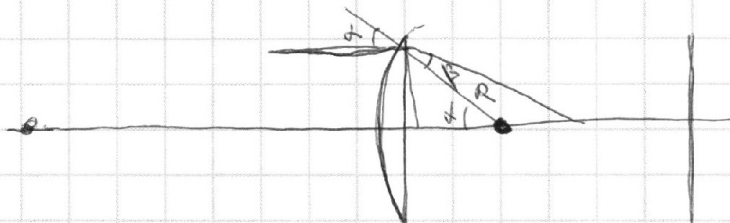
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
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!

N5

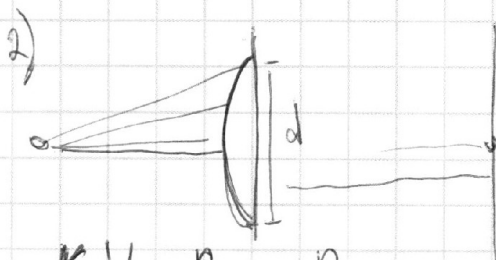


1) $\sin \alpha = n \sin \beta$ ~~$R \sin \alpha$~~ ~~т.к. $\sin \alpha = n \sin \beta$~~

$$\frac{F}{R \sin \alpha} = \tan\left(\beta + \frac{\pi}{2} - \alpha\right) \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}$$

$$\begin{aligned} F &= R \sin \alpha \cdot \tan\left(\beta + \frac{\pi}{2} - \alpha\right) = \frac{R \sin \alpha \cdot (\sin \beta \cos(\frac{\pi}{2} - \alpha) + \cos \beta \sin(\frac{\pi}{2} - \alpha))}{\cos(\beta + \frac{\pi}{2} - \alpha)} \\ &= \frac{R \sin \alpha (\sin \beta \sin \alpha + \cos \beta \cos \alpha)}{\cos \beta \cos \frac{\pi}{2} - \alpha - \sin \beta \sin \frac{\pi}{2} - \alpha} = \frac{R \sin \alpha (\sin \beta \sin \alpha + \cos \beta \cos \alpha)}{\cos \beta \sin \alpha - \sin \beta \cos \alpha} \\ &= \frac{R \sin \alpha (\frac{\sin^2 \alpha}{n} + \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}})}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}} \sin \alpha - \frac{\sin \alpha}{n} \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}} \\ &= \frac{R (\frac{\sin^2 \alpha}{n} + \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}})}{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}} - \frac{\sqrt{1 - \frac{\sin^2 \alpha}{n^2}}}{n}} = \frac{R}{1 - \frac{1}{n}} = \frac{Rn}{n-1} \end{aligned}$$

т.к. α - малый угол



$$\frac{b-F}{F} = \Gamma \quad \frac{b}{1+\Gamma} = F$$

$$KV + R_0 = R$$

$$\frac{b}{1+\Gamma} = F = \frac{Rn}{n-1}$$

$$\frac{b(n-1)}{(1+\Gamma)n} = KV + R_0$$

$$V = \frac{b(n-1)}{(1+\Gamma)n} - R_0$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{b(n-1)}{(1+\Gamma_2)n} - R_0}{\frac{b(n-1)}{(1+\Gamma_1)n} - R_0}$$

$$\frac{\frac{b}{4\Gamma_2} - R_0}{\frac{b}{4\Gamma_1} - R_0} = \frac{18-2}{\frac{18}{5}-2} = \frac{216 \cdot 5}{8} = 135$$

$$= \frac{10}{5} = 2$$



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!

$$P' = \alpha_1 V$$

$$P'' = \alpha_2 V$$

$$\partial RT_1 = \alpha_1 V_1^2$$

$$\partial RT_2 = \alpha_1 V_2^2$$

$$\frac{1}{12} T_2 n R = Q \quad \frac{4}{3} \quad \frac{8}{3}$$

$$\partial RT_2 = \alpha_1 V_2^2$$

$$\alpha_1 = \frac{12}{5} \alpha_2$$

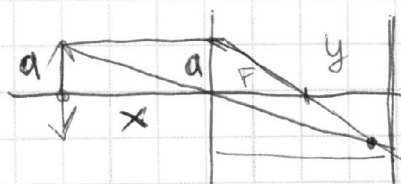
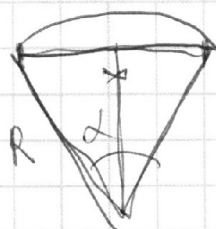
$$\frac{5Q}{T_n} = \alpha_2 V_2^2$$

$$V_2^2 = \frac{5Q}{T_n \alpha_2}$$

$$\frac{12Q}{T_n} < \frac{5Q}{T_n}$$

$$\frac{12Q}{T_n} < \frac{5Q}{T_n}$$

$$\alpha_1 V_2^2 - \alpha_1 V_1^2 = \frac{12Q}{T_n} - \frac{5Q}{T_n}$$



$$Q_{12} = A_{12} + n R (T_2 - T_1) \quad F.$$

$$\frac{12Q}{T_n} = \alpha_1 V_2^2$$

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin 30 \cos 60 + \cos 30 \sin 60$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\cos(30 + 60) = \cos 30 \cdot \cos 60 - \sin 30 \sin 60$$

$$\cos 90 = 0 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\alpha_1 V_1 = \alpha_2 V_4$$

$$\frac{12}{5} V_1 = V_4$$

$$P_1 \left(\frac{7V_1}{5} \right) = Q$$

$$\alpha_1 \cdot \frac{V_1^2 \cdot 7}{5} = Q$$

$$\alpha_1 V_1^2 = \frac{5Q}{7}$$

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

$$\frac{R \cos \frac{\alpha}{2} \cdot x}{2} = R \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$\frac{\alpha R^2}{2} - \frac{R x \cos \frac{\alpha}{2}}{2} = \text{const}$$

$$\frac{a}{F} = \frac{b}{y-F} \quad \left(\frac{F}{y} \right)$$

$$\frac{\alpha R^2}{2} - \frac{R^2 \sin \alpha}{4} = \text{const}$$

$$\frac{F}{F} = \frac{x}{b}$$

$$\frac{\alpha R^2}{2} \cdot \frac{x F}{b}$$



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**.

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!

