



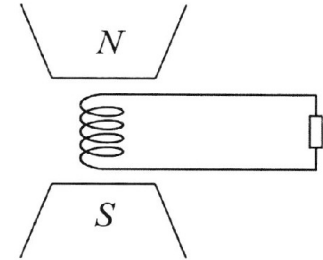
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



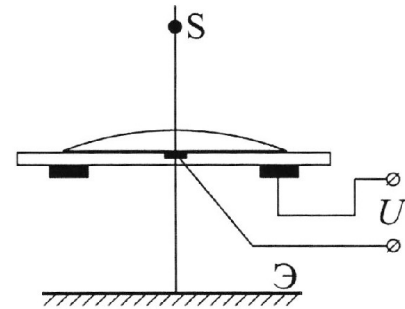
4. Катушка с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля направлены перпендикулярно плоскости каждого витка (см. рис.). Концы катушки замкнуты на резистор сопротивлением R . Внешнее поле выключают в течение времени τ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



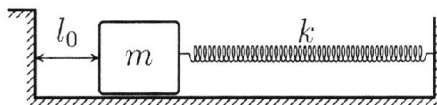
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-05

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



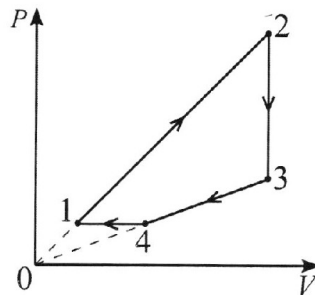
1. Покоящееся на гладкой горизонтальной поверхности тело массой m прикреплено к стене легкой достаточно длинной пружиной жесткостью k . На расстоянии l_0 от тела находится вертикальный уступ, как показано на рисунке. Сжимая пружину на $11l_0/4$, тело придвигают к стене и отпускают без начальной скорости. После первого удара тела о уступ максимальное сжатие пружины оказалось $5l_0/2$. Все удары о уступ считать частично упругими, при которых отношение кинетических энергий после удара и до удара можно считать постоянным. Каждая точка тела движется вдоль одной горизонтальной прямой.



- 1) Определите скорость тела при прохождении положения равновесия перед первым ударом.
- 2) Определите величину максимального сжатия пружины после второго удара.
- 3) Сколько времени прошло между моментом отпускания тела и моментом максимального сжатия пружины после первого удара?

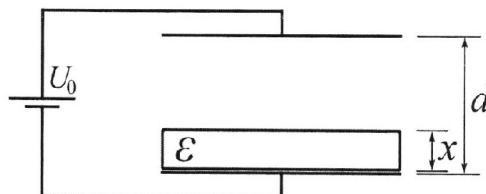
В ответе допустимы обратные тригонометрические функции.

2. Рабочим телом тепловой машины, работающей по циклу 1-2-3-4-1, является идеальный газ (см. рис.). Участки цикла 1-2 и 3-4 лежат на прямых, проходящих через начало координат, 2-3 – изохора, 4-1 – изобара. На каждом из участков 2-3 и 4-1 от газа было отведено количество теплоты Q ($Q > 0$). Молярная теплоёмкость газа в процессе 3-4 равна $C = 3R$, R – универсальная газовая постоянная. Отношение температур $T_4/T_1 = 5/2$.

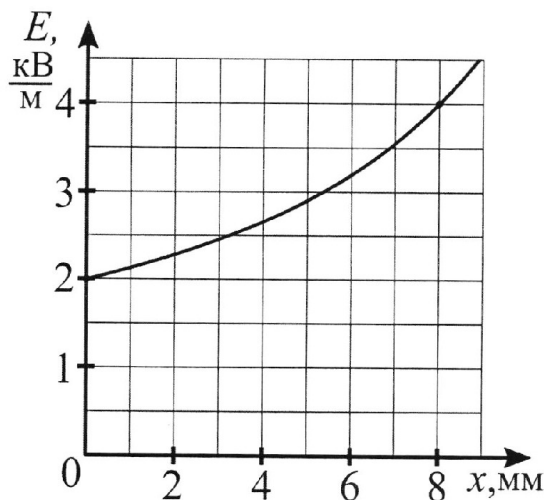


- 1) Найти молярную теплоёмкость газа в процессе 4-1.
- 2) Найти работу газа за цикл.
- 3) Найти КПД цикла.

3. Плоский конденсатор подсоединен к источнику постоянного напряжения. Расстояние между обкладками $d = 12$ мм (см. рис.). В конденсатор вставляется пластина из диэлектрика толщиной x (пластина занимает часть объема конденсатора, равную x/d). Известна часть графика зависимости напряженности электрического поля в воздушном зазоре от толщины пластины x (см. рис.). Диэлектрическую проницаемость воздуха принять равной единице.



- 1) Найти напряжение U_0 источника.
- 2) Найти диэлектрическую проницаемость ϵ диэлектрика.



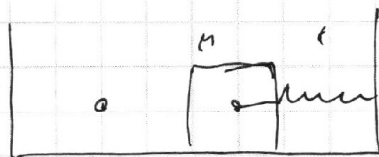
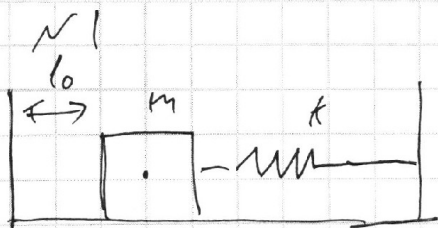


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.



СТРАНИЦА
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!



в положении равновесия:

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} ; \text{ где } V_0 - \text{амплитудная скорость}$$

x_0 - амплитуда

$$x_0 = \frac{11}{4} l_0$$

$$m V_0^2 = k x_0^2 \Rightarrow V_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$\frac{K_1}{K_2} = 2 \quad \text{где } K_1 \text{ и } K_2 - \text{кинетическая энергия}$$

тел и после удара

$$K_1 + \Delta W = W_0 ; K_1 = W_0 - \Delta W = \frac{k x_0^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2}$$

$$\text{где } l_0 = \frac{11}{4} l_0$$

$$K_1 = \frac{k \frac{121}{16} l_0^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2} = \frac{109}{2} k l_0^2$$

аналогично

$$K_2 = W_0 - \Delta W = \frac{k x_0^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2} ; \text{ где } x_0 = \frac{9}{2} l_0$$

$$K_2 = \frac{21}{8} k l_0^2$$



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!

80154

$$\frac{k_1}{k_2} = \cos \alpha = \alpha = \frac{\frac{105}{39}}{\frac{21}{8}} = \frac{105 \cdot 8}{21 \cdot 39} = \frac{8}{13} = 1,75$$

80154 $\frac{k_2}{k_3} = \frac{8}{9} \Rightarrow k_3 = \frac{9}{8} k_2 = \frac{9}{8} \cdot \frac{21}{8} k l_0^2 = \frac{21}{10} k l_0^2$

k_3 — кин. энергия после 2-го удара, 80154

$$k_3 + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k x_2^2}{2}; \text{ где } x_2 \text{ — амплитуда после 2-го удара}$$

$$\frac{21}{10} k l_0^2 + \frac{k l_0^2}{2} = \frac{k x_2^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{k}$$

$$\frac{21}{5} l_0^2 + l_0^2 = x_2^2 \Rightarrow x_2 = \sqrt{\frac{26}{5}} \cdot l_0$$

данное уравнение является гармоническим

колебаниям, 80154 где $\dot{x}(0) = 0$
 $x(0) = x_0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow x = x_0 \cos \omega t; \text{ где } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

80154 $T_1 = T + t$, где T_1 — время от отскока до 1-го удара; t — время от момента удара до начала движения и T — период.



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!

$$l_0 = \frac{11}{4} l_0 \cos(\omega t_1) \Rightarrow t_1 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{4}{11}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega};$$

$$T_1 = \frac{T}{4} + t_1 = \frac{1}{\omega} \left(\frac{\pi}{2} + \arccos \frac{4}{11} \right)$$

$T_2 = \frac{T}{4} + t_2$ — амплитудно T_2 — время после $x=0$
 от стены до макс. удлинения,
 t_2 от стены до момента равновесия.

$$l_0 = \frac{9}{2} l_0 \cos(\omega t_2) \Rightarrow t_2 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{2}{9}$$

$$T_0 = T_1 + T_2 = \frac{1}{\omega} \left(\pi + \arccos \frac{4}{11} + \arccos \frac{2}{9} \right) =$$

$$= \sqrt{\frac{m}{k}} \left(\pi + \arccos \frac{4}{11} + \arccos \frac{2}{9} \right)$$

ответ: 1) $U_0 = \frac{11}{4} l_0 \sqrt{\frac{k}{m}}$

2) $x_2 = \sqrt{\frac{26}{9}} l_0$

3) $T_0 = \left(\pi + \arccos \frac{4}{11} + \arccos \frac{2}{9} \right) \sqrt{\frac{m}{k}}$

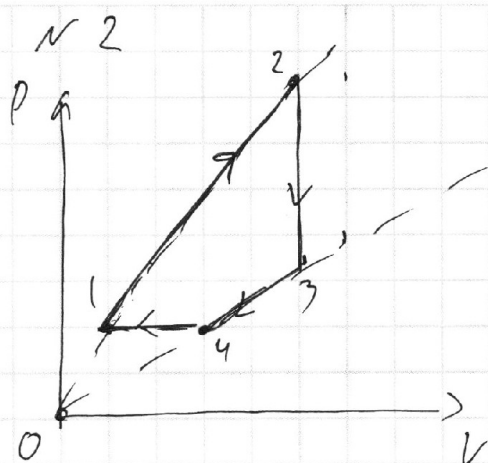


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Для процесса 12 и 34

$$P = \text{const}, \text{ т.е. } PV^{-1} = \text{const}$$

$$\text{тогда } PV^n = \text{const} \quad n = -1$$

$$\text{где } n = \frac{C_p - C}{C_v - C}$$

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

$$-1 = \frac{C_p - C}{C_v - C} \quad i - \frac{i}{2} R + 3R = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R - 3R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow i = 5$$

$$\text{тогда } C_{p1} = C_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{7}{2} R$$

Пусть $T_1; T_2; T_3$ и T_4 - температуры в соответствующих точках.

Тогда

$$\text{для } 23: Q = \frac{5}{2} R \Delta(T_2 - T_3) \quad \text{т.к. } Q < 0$$

$$\text{для } 14: Q = \frac{7}{2} R \Delta(T_4 - T_1)$$

$$\Delta T_{14} = T_4 - T_1 = \frac{2}{7} \frac{Q}{R \Delta} \quad ; \quad T_2 - T_3 = \frac{2}{5} \frac{Q}{R \Delta} = \Delta T_{23}$$

$$Q_{12} = A_{12} + \frac{5}{2} \Delta R \Delta T_{12} = A_{12} + \frac{5}{2} \Delta R (T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} = A_{34} + \frac{5}{2} \Delta R (T_4 - T_3)$$

$$\text{Итак } Q_{12} = 3R \Delta(T_2 - T_1)$$

$$Q_{34} = 3R \Delta(T_4 - T_3)$$



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
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!

отсюда

$$A_{12} = \frac{1}{2} \partial R (\gamma_2 - \gamma_1)$$

$$A_{34} = \frac{1}{2} \partial R (-\gamma_4 + \gamma_3)$$

$$\Delta \gamma_{14} + \Delta \gamma_{23} = \gamma_4 - \gamma_3 + \gamma_2 - \gamma_1 = \frac{2}{7} \frac{Q}{R\partial} + \frac{2}{9} \frac{Q}{R\partial} =$$

$$= \frac{24}{35} \frac{Q}{R\partial} \quad | \cdot \frac{1}{2} R\partial$$

$$\frac{12}{35} Q = -\frac{1}{2} R \partial (-\gamma_4 + \gamma_3) + \frac{1}{2} R \partial (\gamma_2 - \gamma_1) = A_{12} + A_{34}$$

$$A_{23} = 0$$

$$A_{14} = Q_{14} - \Delta U_{14} = \frac{7}{2} \partial R (\gamma_4 - \gamma_1) - \frac{9}{2} \partial R (\gamma_4 - \gamma_1) =$$

$$= \partial R (\gamma_4 - \gamma_1) = \frac{2}{7} Q$$

тогда

$$A_y = A_{12} + A_{34} + A_{23} + A_{41} = -\frac{2}{7} Q + \frac{12}{35} Q = \frac{2}{35} Q$$

$$\eta = \frac{A_y}{Q_m}$$

$$Q_m = Q_{12} = 3 R \partial (\gamma_2 - \gamma_1)$$

или 12 - 34

$$p \bar{V}^{-1} = \text{const}$$

$$p = \frac{\partial R T}{V} \quad \Rightarrow \quad V T^{-2} = \text{const}$$

$$\gamma_1 V_1^{-2} = \gamma_2 V_2^{-2}$$

$$\gamma_3 V_3^{-2} = \gamma_4 V_4^{-2} ; V_2 = V_3 \quad \gamma_3 V_2^{-2} = \gamma_4 V_4^{-2}$$



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!

$$\frac{v_1}{\gamma_1} = \frac{v_4}{\gamma_4} \quad \text{т.к. } p = \text{const}$$

$$\gamma_2 = \gamma_1 \cdot v_1^{-2} \cdot v_2^2 = \gamma_1 \cdot \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \gamma_1 \cdot \frac{\gamma_3}{\gamma_4} \cdot \frac{v_4^2}{v_1^2} = \frac{\gamma_3 \gamma_4^2}{\gamma_4 \gamma_1^2} \cdot \gamma_1 =$$

$$= \gamma_3 \frac{\gamma_4}{\gamma_1} = \frac{9}{2} \gamma_3$$

$$Q = (\gamma_2 - \gamma_3) \cdot \frac{9}{2} R D = \frac{3}{2} \cdot \frac{9}{2} R D \gamma_3 = \frac{3}{2} R D \gamma_2$$

$$\gamma_2 = \frac{2}{3} \frac{Q}{R D} \quad ; \quad Q = \frac{9}{2} R D \cdot \frac{3}{2} \gamma_1 = \frac{7}{2} R D (\gamma_2 - \gamma_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_1 = \frac{4}{21} \frac{Q}{R D}$$

$$\eta = \frac{A_g}{Q_n} = \frac{\frac{2}{35} Q}{3 R D \left(\frac{2}{3} \frac{Q}{R D} - \frac{4}{21} \frac{Q}{R D} \right)} = \frac{2}{35 \left(2 - \frac{4}{7} \right)} =$$

$$= \frac{2}{70 - 20} = \frac{2}{50} = \frac{1}{25} = 0,04 = 4\%$$

Ответ: 1) $C_{14} = C_p = \frac{7}{2} R$

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

3) $\eta = \frac{1}{25} = 0,04$



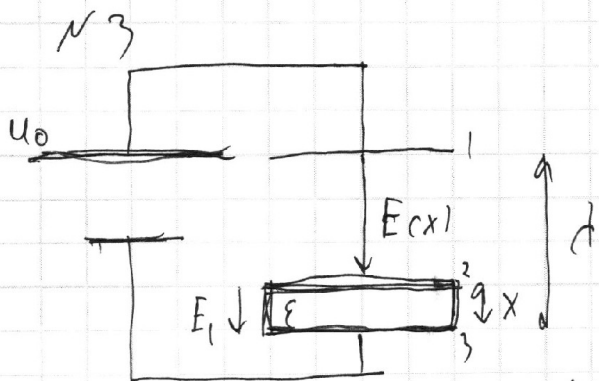
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



при $x=0$ слои с

бл электриком мед

10299

$$U_0 = E d = E(0) d ;$$

из зр-ка $E(0) = 2 \cdot 10^3 \text{ В/м}$

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

Напряжённости электростатического поля в диэлектрике в ϵ раз меньше внешней, тогда:

$$E_1 = \frac{1}{\epsilon} E(x)$$

$$\Delta \varphi_{12} = U_0 = E(x)(d-x) + \frac{E(x)}{\epsilon} x$$

возьмём точку $x=8 \text{ мм}$ $E(8) = 4 \frac{\text{кВ}}{\text{м}}$

$$24 = 4 \cdot 4 + \frac{4 \cdot 8}{\epsilon} ; \quad 8 = \frac{32}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = 4$$

Ответ: 1) $U_0 = 24 \text{ В}$

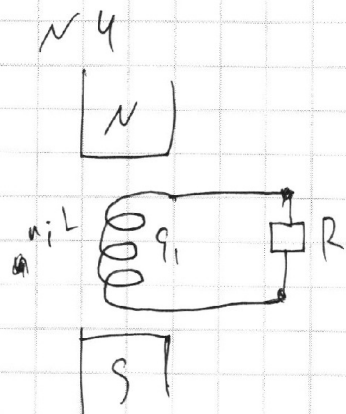
2) $\epsilon = 4$



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 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!



$$I = \lambda t + I_0 ; \text{ т.к. } \text{взяли момент}$$

$$\text{от } q_1 \text{ до } q_0 \quad I_1 \Rightarrow I_0 = 0$$

$$I = \lambda t ; \quad I_1 = \lambda \tau ; \quad \lambda = \frac{I_1}{\tau}$$

$$\frac{dI}{dt} = \lambda = \frac{I_1}{\tau} \Rightarrow \text{скорость возрастания}$$

Рамка ток в в момент $\tau/3$ $\frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau}$

$$-n\mathcal{E}_s = I R ; \quad -nL \frac{dI}{dt} = I R \quad | \text{од } dt$$

$-nL dI = \Delta \Phi \cdot R$ просуммировав все эти малые.

кно изменения получим: $-nL \Delta I = q \cdot R$

$$\Delta I = I_1 - 0 = I_1$$

$$q = \frac{-n I_1 L}{R}$$

с другой стороны $\mathcal{E}_s = -L n \frac{dI}{dt} = -n S_1 \frac{dB}{dt} \Rightarrow$

$$\Rightarrow L dI = S_1 dB \quad \text{снова просуммируем}$$

$$L \Delta I = S_1 \Delta B ; \quad L = S_1 \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{S_1 B_0}{I_1} \text{ и}$$

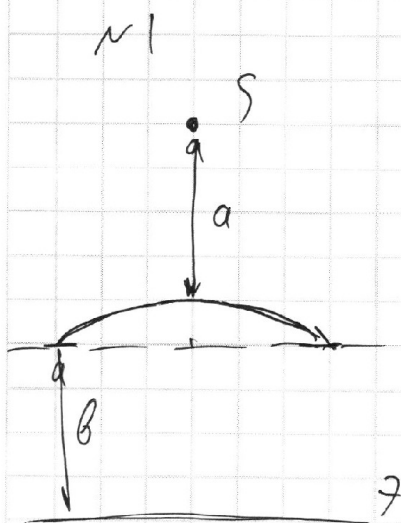
$$|q| = \frac{n B_0 S_1}{R} \quad \text{ответ: } \frac{dI}{dt} = \frac{I_1}{\tau} ; \quad q = \frac{n B_0 S_1}{R} ; \quad L = \frac{B_0 S_1}{I_1}$$



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
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!



$$D = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \left(\frac{n_1}{n_{cp}} - 1 \right)$$

$$n_{cp} = 1; n_1 = n$$

$$R_2 \rightarrow \infty$$

$$R_1 = R$$

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

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

$R = 2u + R_0$; тогда для получения изоб-
разения голочно выполняем условие тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$

$$1) \quad \frac{n-1}{R_1} = \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b} = \frac{4}{10 R_1} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} = \frac{3}{12} = \frac{1}{4} \Rightarrow R_1 = 1,6 \text{ см}$$

$$2) \quad \frac{n-1}{R_2} = \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b} = \frac{4}{10 R_2} = \frac{1}{18} + \frac{1}{6} = \frac{4}{18} \Rightarrow R_2 = 1,8 \text{ см}$$

8 2159

$$1,6 = 2u + R_0 \quad | \cdot 2$$

$$1,8 = 2u + R_0$$

$$\begin{aligned} 3,2 &= 2u + 2R_0 \\ 1,8 &= 2u + R_0 \end{aligned} \Rightarrow R_0 = 1,4 \text{ см}$$



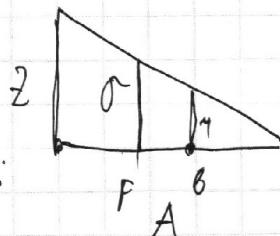
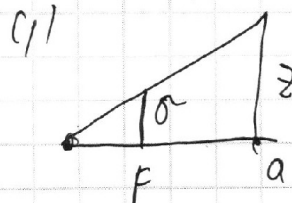
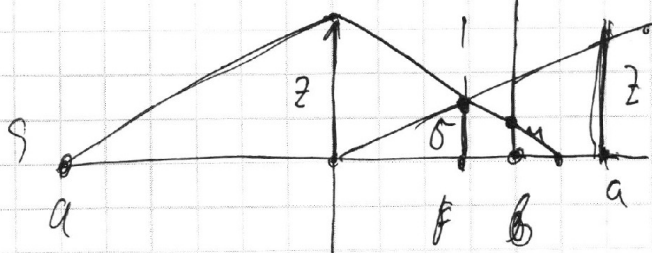
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Для точки на поверхности радиуса светлого мяча
построим хорду ~~луча~~ крайнего падающего
на каплю луча, причём каплю будем считать
тонкой линзой.



из подобия треугольников:

$$(1) \frac{z}{\sigma} = \frac{F}{F}$$

$$(2) \frac{z}{\sigma} = \frac{A}{F}; \quad \frac{z}{\gamma} = \frac{A}{B} \quad \frac{z}{\sigma} = \frac{A}{F} = \frac{\gamma}{F} \Rightarrow A = F$$

$$\frac{z}{\gamma} = \frac{F}{B} \Rightarrow \gamma = z \frac{B}{F}$$

$$\gamma_1 = z \frac{B_1}{F_1}$$

$$\gamma_2 = z \frac{B_2}{F_2}$$

$$\text{где } z = \cos \theta$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\frac{W}{S_1 \Delta t}}{\frac{W}{S_2 \Delta t}} = \frac{S_2}{S_1} = \frac{\pi \gamma_2^2}{\pi \gamma_1^2} = \frac{a_1^2}{a_2^2} = \frac{12^2}{18^2} = \frac{4}{9}$$

ответ: 1) $F = \frac{R}{n-1}$; 2) $R_0 = 4.4 \text{ см}$; 3) $\frac{E_1}{E_2} = \frac{4}{9}$

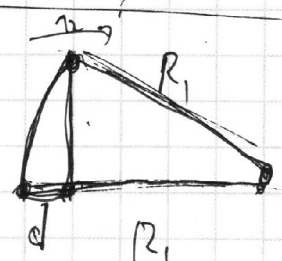
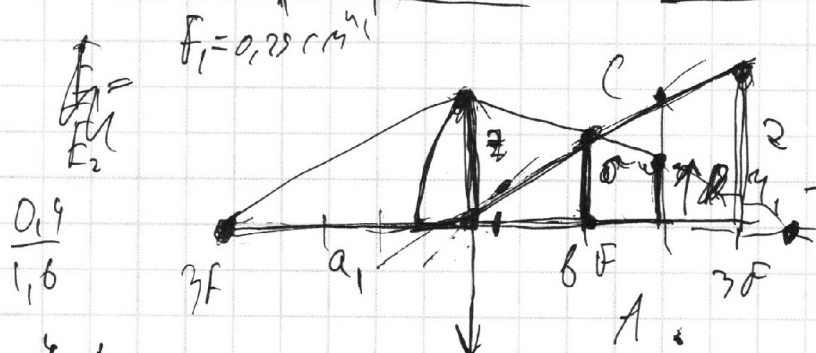
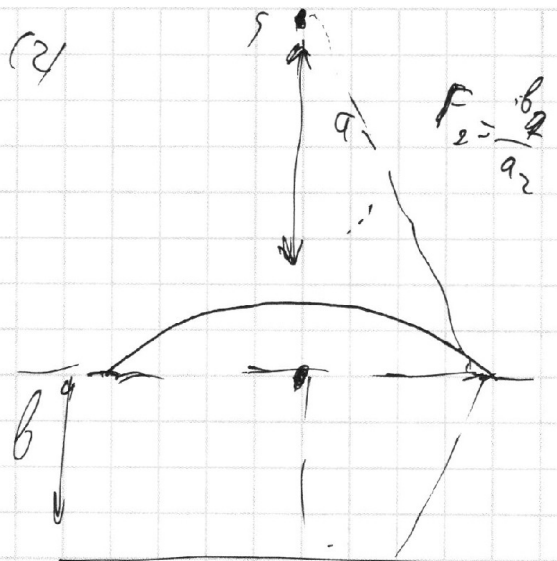
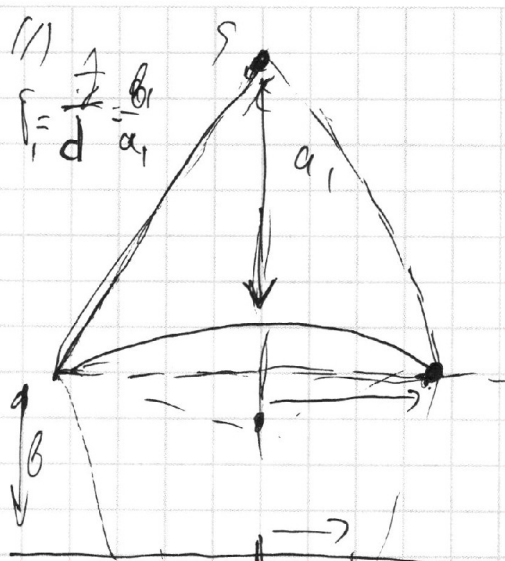


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



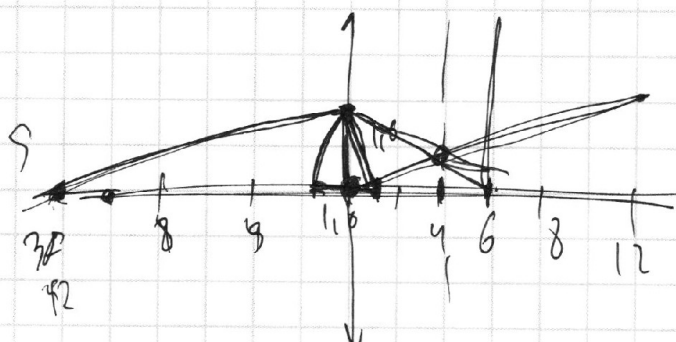
$\frac{0,9}{1,6}$

$\frac{1}{1,6} = 4$

$F = \frac{R}{n-1} = \frac{1,6}{0,4} = 4 \text{ cm}$

$\frac{A}{b} = \frac{z}{R}$, $\frac{A}{F} = \frac{z}{a}$

$F_2 = \frac{1,8}{0,4} = \frac{18}{4} = 4,5$



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

$3F = 2$

$\frac{A}{F} = 3$; $A = 3F$

$\frac{3F}{b} = \frac{z}{a}$



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
☐

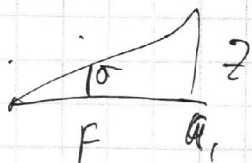
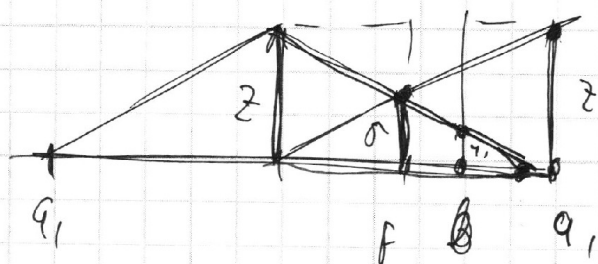
5
☐

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!



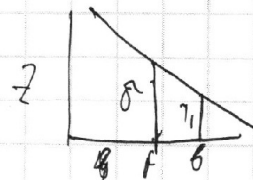
$$\frac{q_1}{F} = \frac{z}{\sigma}$$

аналогично для 2-го случая

$$\frac{q_2}{\sigma} = \frac{z}{\gamma_2}$$

$$\gamma_2 = z \frac{\sigma}{q_2} ; \gamma_1 = z \frac{\sigma}{q_1}$$

$$\frac{F_{\text{тр}}}{F_2} = \frac{\gamma_1^2}{\gamma_2^2} = \frac{q_2^2}{q_1^2} = \frac{18^2}{10^2} = \frac{9 \cdot 2^2}{2 \cdot 8^2} = \frac{81}{64}$$



$$\frac{A}{F} = \frac{z}{\sigma} = \frac{q_1}{F} ; A = q_1$$

$$\frac{A}{\sigma} = \frac{z}{\gamma_1} = \frac{q_1}{\sigma} = \frac{z}{\gamma_1}$$



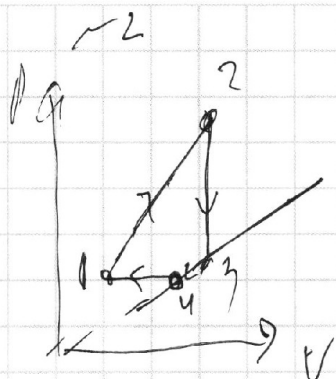
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$1-2: p = \alpha V$$

$$3-4: p = \alpha V$$

$$C = 3R$$

$$p = \alpha V \Rightarrow pV^{-1} = \text{const}$$

$$\kappa = \frac{C_p - C}{C_v - C} = \frac{5R - C}{3R - C}$$

$$\kappa = -1 = \frac{\frac{1+2}{2} R - C}{\frac{1}{2} R - C}$$

$$-\frac{1}{2}R + 3R = \frac{1+2}{2}R - 3R$$

$$6 = \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2}; i =$$

$$s = i; \text{ тогда } 4 - 1 \quad p = \text{const}$$

$$C_{41} = C_p = \frac{s+2}{2} R = \frac{7}{2} R$$

$A = ?$

$$p = \alpha V; A = \int p dV = \alpha \frac{V^2}{2}$$

$$A_4 = A_{12} - A_{14} - A_{43}; A_{23} = 0$$

$$A_{12} = \alpha$$

$$A_{44} =$$

$$V_2 = V_3; p_1 = p_4$$

$$\frac{V}{T} = \alpha$$



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!

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{9}{7}; \quad T_2 = T_1; \quad \rho V^{n-1} = T V^{-2}$$

$$\bullet T_1 V_1^{-2} = T_2 V_2^{-2}$$

$$P_1 V_1^{-1} = P_2 V_2^{-1}$$

$$V_2 = V_3; \quad \frac{P}{V} = \text{const} \bullet \frac{P_2}{V_2} = \frac{P_3}{V_3}$$

$$T_4 = \frac{9}{7} T_1$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{T_1}{T_4} \bullet \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{T_4}{T_1}$$

$$\bullet T_3 \frac{V_3}{V_2} = T_4 \frac{V_4}{V_1}$$

$$P_3 V_3^{-1} = P_4 V_4^{-1}$$

$$V_1 T_4 = V_4 T_1; \quad T_3 V_2^{-2} = T_4 V_4^{-2}$$

V_4

$$T_2 \sim T_4; \quad T_2 \sim T_1$$

$$T_2 = T_1 V_1^{-2} \bullet V_2^2 = T_1 \frac{V_2^2}{V_1^2} = T_1 \frac{T_3}{T_4} \frac{V_4^2}{V_1^2} = T_1 \frac{T_3}{T_4} \frac{T_4^2}{T_1^2} =$$

$$T_3 V_2^{-2} = T_4 V_4^{-2}$$

$$\frac{T_3}{T_1} = \frac{5}{2} \frac{T_3}{T_4}$$

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

2,5

$$T_3 = \frac{5}{2} T_4$$

$$Q_n = 3R D (T_2 - T_1) = 3R D \left(\frac{5}{2} T_3 - T_1 \right)$$

$$Q_{13} = \frac{5}{2} R D (T_3 - T_1)$$

$$Q = (T_2 - T_3) \frac{5}{2} R D = \frac{3}{2} \cdot \frac{5}{2} R D T_3 = \frac{15}{4} R D T_3$$

$$= \frac{\pi \cdot 18^3}{3 \cdot \pi \cdot 2} R D T_2 = \frac{3}{2} R D T_2; \quad Q = \frac{4}{2} R D \cdot \frac{3}{2} T_1$$

$$T_1 = \frac{4}{21} \frac{Q}{R D}$$



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!

$$\begin{array}{c} V_4 \\ \downarrow \\ \uparrow \\ V_3 \end{array} ; \quad Q = A_4 + A_2$$

$$A_{12} = \frac{\rho}{2} (V_2^2 - V_1^2) \quad A_{34} = \frac{\rho}{2} (V_3^2 - V_4^2)$$

$$A_{14} = P_1 (V_4 - V_1) ;$$

$$Q_{23} = Q_{41} = Q ; \quad C_V = \frac{9}{2} R ;$$

$$23: - Q = \frac{9}{2} R \Delta T_3 - T_2 ; \quad Q = \frac{9}{2} R \Delta T_2 - T_3$$

$$14: Q = \frac{7}{2} R \Delta T_4 - T_1$$

$$T_4 - T_1 = \frac{2}{7} \frac{Q}{R \Delta T} \quad T_2 - T_3 = \frac{2}{9} \frac{Q}{R \Delta T}$$

$$Q_{41} = A_{14} + A_4 = + A_{14} + \frac{9}{2} R \Delta T_4 - T_1 = Q = \frac{7}{2} R \Delta T_4 - T_1$$

$$A_{14} = R \Delta T_4 - T_1 = \frac{2}{7} Q$$

$$12: Q_{12} = A_{12} + \frac{9}{2} R \Delta T_{21} = 3 R \Delta T_{21}$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} R \Delta T_{21} \quad A_{34} = 3 R \Delta T_{34} - \frac{9}{2} = \frac{1}{2} R \Delta T_4 - T_3$$

$$(T_2 - T_1) + (T_4 - T_3) = \frac{29}{39} \frac{Q}{R \Delta T} \quad 1 \cdot \frac{1}{2} R \Delta T$$

$$A_{12} + A_{34} = \frac{12}{39} Q$$

$$A_{34} = \left(\frac{12}{39} - \frac{2}{7} \right) Q = \frac{2}{39} Q ; \quad Q_{41} = Q_{12} = 3 R \Delta T_2 - T_1$$

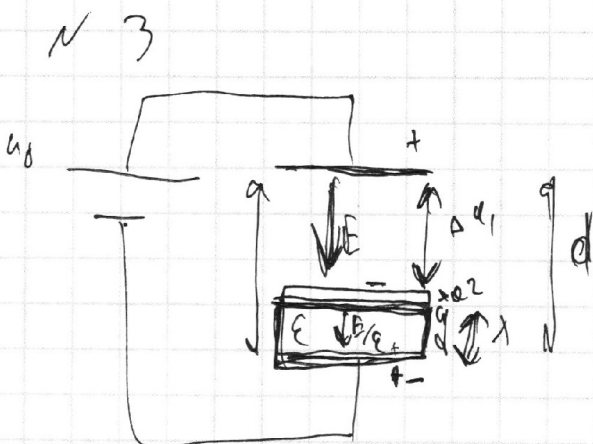
$$\eta = \frac{A}{Q_4} = \frac{\frac{2}{39} Q}{3 \left(\frac{2}{39} Q - \frac{4}{7} Q \right)} = \frac{2 Q}{39 (2 Q - \frac{4}{7} Q)} = \frac{2 Q}{40 Q - 20 Q} = \frac{2}{20} = \frac{1}{10} = 10\%$$

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!



$$\Delta \varphi = U_0 = E d$$

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

$$x = 0$$

$$E \cdot d = U_0$$

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

$$U_0 = 24 \text{ В.}$$

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

$$24 =$$

$$E(x)$$

$$; E(8) = 4 \frac{\text{В}}{\text{м}}$$

$$U_0 = 24$$

$$q_1 = q_2 = -q_3$$

$$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 + \varphi_2 - \varphi_3 = U_0$$

$$= U_0 = 24$$

$$E d - E x +$$

$$\frac{U_0}{d} = E + \frac{E}{\epsilon}; \quad E = \frac{U_0}{d \left(1 + \frac{1}{\epsilon} \right)} = \frac{U_0}{d} \frac{\epsilon}{\epsilon + 1} + \frac{E}{\epsilon} x = 24$$

$$8 = \frac{32}{\epsilon}$$

$$\frac{E d}{U_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon + 1}; \quad \frac{E d}{U_0} = \frac{1}{\frac{\epsilon + 1}{\epsilon}} = 1 + \frac{1}{\epsilon} \quad \boxed{\epsilon = 4}$$

$$\frac{U_0}{E d} - 1 = \frac{1}{\epsilon} \Rightarrow \epsilon = \frac{E d}{U_0 - E d} = 24 - 4 \cdot 10^3$$



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
 __ 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!

$$\Delta x = \frac{11}{4} l_0$$

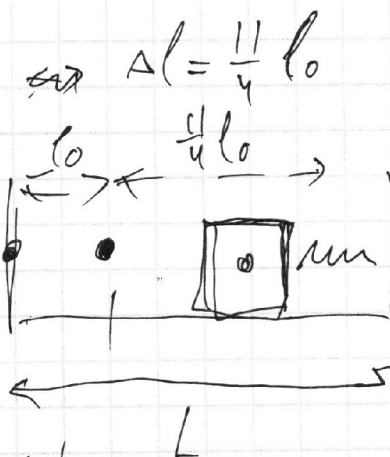
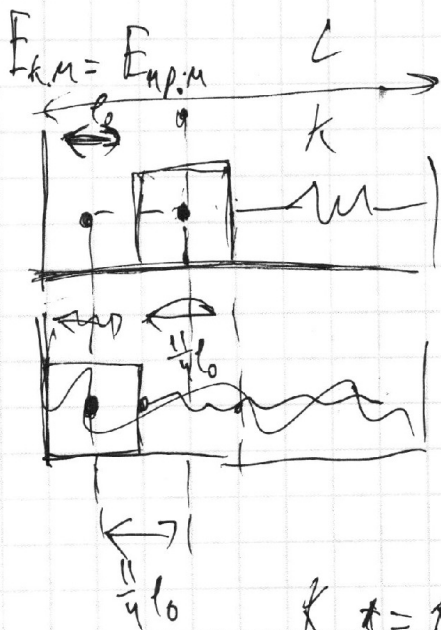
$$V = \frac{11}{4} l_0$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$$

$$\frac{3 \cdot 2^2 \cdot 2^2}{3 \cdot 3 \cdot 2^2} = \frac{4}{9}$$

$$V = \sqrt{\frac{k}{m}} x \Rightarrow V = \sqrt{\frac{k}{m}} \frac{11}{4} l_0$$

$$\frac{k_1}{k_2} = 2$$



$$\frac{121}{109}$$

$$\frac{3261}{13}$$

$$\frac{109}{9}$$

$$\frac{13}{19}$$

$$k_0 = k_1 + \Delta W$$

$$\frac{k \Delta l^2}{2} = k_1 + \frac{k l_0^2}{2}$$

$$k_1 = \frac{109}{32} k l_0^2$$

$$k_2 = k_0' - \Delta W = \frac{k 25}{4} l_0^2 - \frac{k l_0^2}{2}$$

$$= \frac{21}{8} k l_0^2$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{109}{32}}{\frac{21}{8}} = \frac{109 \cdot 8}{21 \cdot 32} = \frac{9}{4} = 2.25$$

$$\Delta = 1.25$$



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
__ ИЗ __

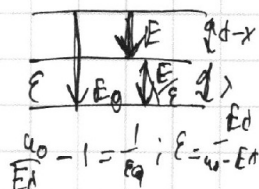
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{u_0}{d} = E + \frac{u_0}{\epsilon d} \quad ; \quad \frac{u_0}{d} - E = \frac{u_0}{\epsilon d} \Rightarrow \epsilon = \frac{u_0}{E d}$$

$$\Delta \varphi_1 + \Delta \varphi_2 = u_0$$

$$E \cdot (d-x) + \frac{u_0}{\epsilon d} x = \frac{u_0}{\epsilon d}$$

$$\left(\frac{u_0}{d}\right) = E \left(1 + \frac{1}{\epsilon}\right)$$



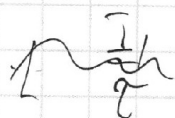
$$u_0 - E(d-x) = \frac{u_0}{\epsilon d} x \Rightarrow \epsilon = \frac{u_0 x}{d(u_0 - E(d-x))}$$

$$= \frac{24 \cdot 8 \cdot 10^{-7}}{12 \cdot 10^{-7} (24 - 4 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-7})} = \frac{24 \cdot 8}{12 \cdot 8} = 2$$

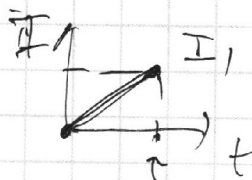
нч

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

$$\epsilon_s = I R ; n L \frac{dI}{dt} = I R ; n L dI = q R$$



$$\epsilon_s = \frac{dB}{dt} S \eta =$$



$$S_1 \frac{dB}{dt} = L \frac{dI}{dt}$$

$$S_1 dB = L dI \Rightarrow S_1 \Delta B = L \Delta I ; L = S_1 \frac{\Delta B}{\Delta I} =$$

$$\frac{n L \Delta I}{R} = q$$

$$q = \frac{n L I_1}{R} = \frac{S_1 B_0 \eta}{R}$$

$$\begin{aligned} \Phi &= L I \\ \dot{\Phi} &= L \dot{I} \\ \dot{B} S &= L \dot{I} \\ \Delta B \cdot S &= \Delta I \cdot L \end{aligned}$$

$$= \frac{0 - B_0}{\Delta t} S_1 = \frac{S_1 B_0}{\frac{I_1}{n}}$$



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
 _ 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!

$$\frac{k_2}{k_3} = 1,25$$

$$k_3 = \frac{4}{3} k_2$$

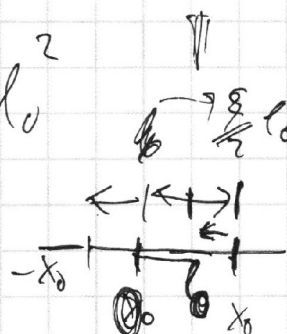
9,2

$$k_3 = \frac{k x_m^2}{2} - \frac{k l_0^2}{2} = \frac{4}{3} \cdot \frac{21}{8} k l_0^2 \cdot \frac{1}{k}$$

$$x_m^2 = \frac{4}{3} \cdot \frac{21}{8} l_0^2 + \frac{1}{9} l_0^2 = \frac{26}{9} l_0^2$$

после 7-го
 401-го

$$x_m = \sqrt{\frac{26}{9}} l_0 = l_0 \sqrt{\frac{26}{9}}$$



$$x = x_0 \cos(\omega t) \quad \text{где } \omega = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{k}{m}} + \frac{1}{4} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$l_0 = \frac{1}{4} l_0 \cos \omega t_1 \quad ; \quad t_1 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{4}{11} ; \quad \text{где } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T_1 = t_1 + T = \frac{1}{\omega} \arccos \left(\frac{4}{11} \right) + 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi$$

после 1-го

$$l_0 = \frac{9}{2} l_0 \cos \omega t_2 \quad ; \quad t_2 = \frac{1}{\omega} \arccos \frac{2}{5}$$

$$T_2 = T + t_2 = 2 \quad T_0 = T_1 + t_2 = \frac{1}{\omega} (4\pi + \arccos \frac{2}{5} + \arccos \frac{4}{11})$$



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!

$$D = \left(\frac{n_{\text{ср}}}{n_{\text{м}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad \frac{1}{R} \left(\frac{n}{n} - 1 \right) = \frac{1}{F} \quad * E = \frac{W}{S \cdot t}$$

$$F = R \left(\frac{n}{n-1} \right)^{-1} = \frac{Rn}{n-1}$$

$$R = dU + R_0 \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{R_0}$$

$$\frac{n-1}{R_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{R_0} \quad \frac{0,4}{R_1} = \frac{1}{12} + \frac{1}{R_0} = \frac{3}{12}$$

$$R_1 = \frac{4}{10} \cdot \frac{12^4}{3} = 1,6 \text{ см}$$

$$\frac{0,4}{R_2} = \frac{1}{18} + \frac{1}{R_0} = \frac{4}{18} = \frac{4}{10 R_2} \quad ; R_2 = 1,8 \text{ см.}$$

$$1,8 = 2d + R_0 \quad \frac{3}{18} = \frac{1}{18} + \frac{1}{R_0} \quad \frac{2}{18} = \frac{1}{R_0} \quad R_0 = 9$$

$$1,6 = 2d + R_0 \quad 1,2 = 3,2 = 2d + 2R_0 \quad 1,8 = 2d + R_0$$

$$1,4 \text{ см} = R_0 ;$$