



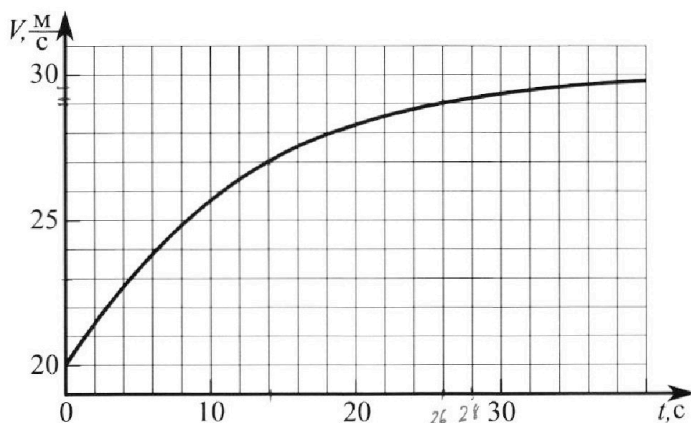
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 300$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 405$ Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости $V_1 = 27$ м/с.

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

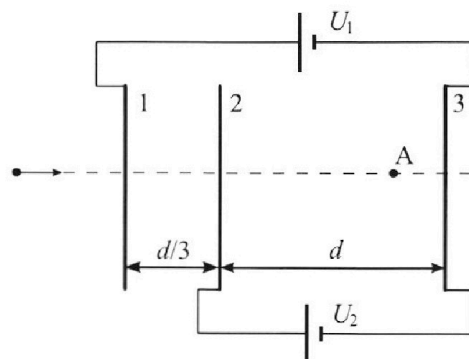
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/6$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

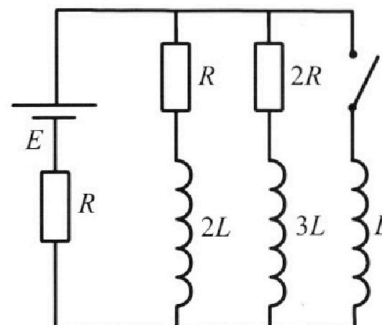


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с ч-исловыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

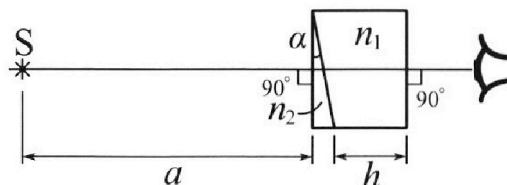


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,6$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,8$, $n_2 = 1,6$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

W1

- 1) Если провести касательную к точке $O(14)$, она пересечет ось в точке $(0; 23)$. а значение a угла наклона $a = \frac{27-23}{14} = \frac{4}{14} = \frac{2}{7}$

- 2) В ~~модели~~ ^{законе} сохранения энергии где малое
интервал времени Δt $\propto \ln(1+x)^2$

$$E_k = \frac{m v^2}{2} - \text{кинетическая энергия}$$

$$P_{\text{int}} = \Delta E_k + F_c(t) \cdot v(t) \Delta t$$

Р-наука

$$p = \frac{\Delta E_k}{\Delta t} + E(t) \cdot v(t) \quad \frac{\Delta E_k}{\Delta t} = E_k' = m v(t) \cdot v'(t)$$

$$P = m \dot{U}(t) \cdot U(t) + F_c(t) \cdot U(t)$$

$$E(t) = \frac{p}{v(t)} - \underbrace{mv'(t)}_{ma(t)}$$

в конусе разгона $d(t)=0$, $F_k = \frac{P}{v_k} \Rightarrow P = F_k \cdot v_k = 405 \cdot 29,8$

$$b_k = 29,8$$

$$\begin{aligned} F_1 &= \frac{P}{27} - m \cdot \frac{2}{7} = \frac{405 \cdot 29,8}{27} - \frac{600}{7} = \frac{12150,9}{3} - \frac{600}{7} = \\ &= 15 \cdot 29,8 - \frac{600}{7} = 447 - \frac{855}{7} = 361 \frac{2}{7} \text{ H} \end{aligned}$$

- 3) ~~Wahl~~ ~~8~~ ~~Samstag~~

- 3) n — часть от φ , которая тратится на преодоление τ_e

$$n = \frac{F_{ac} V(t)_{ot}}{P_{at}}$$

$$h_1 = \frac{F_1 \cdot v_1}{P} = \frac{\frac{2529}{7} \cdot 27}{405 \cdot 29,8} = \frac{2529 \cdot 27}{7 \cdot 405 \cdot 29,8} = \frac{2529 \cdot 3}{7 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 29,8} = \frac{843}{7 \cdot 5 \cdot 29,8} = \frac{843}{7149} = \frac{843}{1043}$$

Omben: 1) $\frac{2}{7}$; 2) $361\frac{2}{7}$; 3) $\frac{843}{1043}$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

u2 (сравнение 2)

$$V_B = -\frac{5}{12} \cdot \frac{3}{2} \cdot V_0 = -\frac{5}{8} V_0 \Rightarrow \text{возврат сжатия}$$

$$\text{тогда } V_B = \frac{p_A V}{\mu} = \frac{p_A V}{\mu}$$

$$V_{\text{изм.}} = V_{\text{возв.}} = \frac{5}{8} V$$

$$p_A \cdot \frac{V}{6} = 2\gamma \cdot RT = (p_y + p_0) \cdot \frac{V}{6}$$

$$p_y \cdot \frac{5V}{6} = 2\gamma(1 + kRT_0) RT$$

$$\frac{p_y + p_0}{p_y} \cdot \frac{V}{6} = \frac{2\gamma}{2\gamma(1 + kRT_0)}$$

$$kRT_0 = \frac{3}{4} kRT = \frac{3 \cdot 8.6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{4} =$$

$$= \frac{9.06}{4} = \frac{9.06}{2} = 2.7 = 1.35$$

$$\left(1 + \frac{p_0}{p_y}\right) \frac{1}{6} \cdot \frac{6}{5} = \frac{2}{1+1.35}$$

$$\left(1 + \frac{p_0}{p_y}\right) = \frac{10}{2.35} = 4 + \frac{0.6}{2.35} = 4 + \frac{6}{235}$$

$$\frac{p_0}{p_y} = 3 + \frac{6}{235} = \frac{711}{235} \Rightarrow p_y = \frac{235}{711} p_0$$

$$p_{\text{общ}} = p_y + p_0 = \left(1 + \frac{235}{711}\right) p_0 = \frac{946}{711} p_0$$

Ответ: 1) $\frac{p_A}{p_y} = 2$, 2) $p_{\text{общ}} = \frac{946}{711} p_0$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

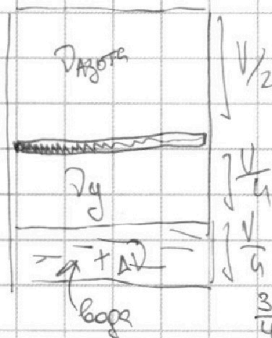
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2 (страница 1)

до:



1) сверху только D_A молей азота, снизу D_y молей углекислого газа; еще $A D$ растворено в воде, и вода в объеме V_0 .

Уравнение Клапейрона-Менделеева для газов:

$$\begin{aligned} D_A R T_0 &= p_0 \frac{V}{2} \\ D_y R T_0 &= p_0 \frac{V}{4} \end{aligned} \Rightarrow D_A = 2 D_y \Rightarrow \frac{D_A}{D_y} = 2$$

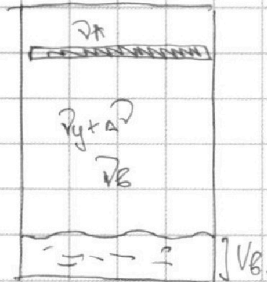
$$A D = p_0 \frac{V}{4} = p R T_0 \cdot D_y$$

$$\frac{3}{4} T_0 = T_0 = \frac{10}{7} 373 = 279,75 \text{ K} = 6,75^\circ \text{C} - \text{все вода - пар}$$

2) в конце:

$373 \text{ K} = 100^\circ \text{C}$ - температура кипения воды

$\Rightarrow$ часть испарится



$$\frac{p V}{4} = p V_0 + \mu D_0, \text{ т.к. суммарная масса воды не меняется}$$

$p_A = p_y + p_0$, где p_0 - давление насыщенного пара воды
 p_A - давление азота
 p_y - давление углекислого газа

$$p_A \cdot \frac{V}{6} = D_A \cdot R T \quad (1)$$

$$p_y \cdot \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right) = (D_y + A D) R T \quad (2)$$

$$p_0 \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right) = D_0 R T \quad (3)$$

$$(2+3): (p_y + p_0) \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right) = (D_y + A D + D_0) R T$$

$$\frac{D_A R T}{V/6} = \frac{(D_y + A D + D_0) R T}{(5/6 V - V_0)} \quad V_0 = \frac{p}{\mu} \left(\frac{V}{4} - V_0 \right)$$

$$\frac{p R T}{\mu} \cdot \frac{1}{p_0} = \frac{10^3 \cdot 10^3 \cdot 3}{18} - 10^5 =$$

$$= 10^5 \left(\frac{30}{18} - 1 \right) = 10^5 \cdot \frac{12}{18} = \frac{2}{3} \cdot 10^5$$

$$\frac{p R T}{\mu} - \frac{5}{6} p_0 = \frac{10^3 \cdot 10^3 \cdot 3}{6} - \frac{5 \cdot 10^5}{6} =$$

$$= 10^5 \left(\frac{30}{6} - \frac{5}{6} \right) = 10^5 \left(\frac{25}{6} - \frac{5}{6} \right) = \frac{5}{12} \cdot 10^5$$

$$p_0 \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right) = \frac{p}{\mu} \left(\frac{V}{4} - V_0 \right) \cdot R T$$

$$\frac{5}{6} p_0 V - p_0 V_0 = \frac{p R T}{\mu} V - \frac{p R T}{\mu} V_0$$

$$V_0 \left(\frac{p R T}{\mu} - p_0 \right) = \left(\frac{p R T}{\mu} - \frac{5}{6} p_0 \right) V$$

$$V_0 = \frac{2}{3} \cdot 10^5 = -\frac{5}{12} \cdot 10^5 \cdot V$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

 w_3

1) Сетки проводимости $\Rightarrow$ можно представить сетку 2 как две сетки, соединенные проводом, и таким образом получить схему из двух конденсаторов C_{21} и C_{22}

$$U_D = U_1 - U_2 = U$$

$$U_{23} = U_2 = U$$

для конденсатора верно, что $E d = U$, причем вектор напряженности направлен от плюса к минусу:

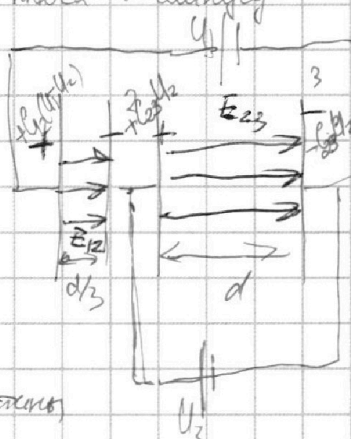
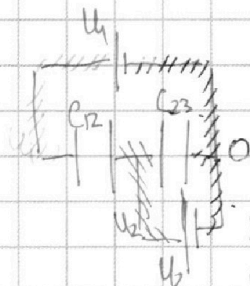
$$E_{23} = \frac{U_{23}}{d} = \frac{U_2}{d} = \frac{q}{d}$$

Записи второй закон Ньютона

для частицы в поле E_{23}

$$m\bar{a} = \frac{1}{23} \cdot q$$

$$\Rightarrow a = \frac{F_{23} \cdot q}{m} = \frac{U q}{d m}$$



2) вектор E в обоих случаях сонаправлен со скоростью частицы $\Rightarrow$ ^{поле} он будет её равнодействующей

$K_2 = K_0 + \frac{1}{2} \cdot C_{\text{конт}} - \text{контр. расходы около 2 миллионов}$

$$K_{23} = K_2 + qU_{23} - \text{кинет. энергия около 3 пластины}$$

$$\Rightarrow K_3 - K_2 = qU_{23} = qU$$

3) Т.к. поле однородное в обоих конденсаторах, то сила, действующая на пластину, постоянна.

$$\Rightarrow K_A = K_0 + E_{k2} \cdot g \cdot \frac{d}{3} + E_{k3} \cdot g \cdot \frac{2}{3} d$$

с которой,
с которой
частицу

дверная, коническая
из проходов
части С23

$$\Rightarrow \frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + U_{12} \cdot q + \frac{2}{3} q \cdot U_{23}$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + qU + \frac{2}{3} qU - \frac{m v_0^2}{2} + \frac{5}{3} qU$$

$$v_A^2 = v_0^2 + \frac{594.2}{3 \text{ m}} = v_0^2 + \frac{198.1}{\text{m}}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{1094}{3 \text{ km}}}$$

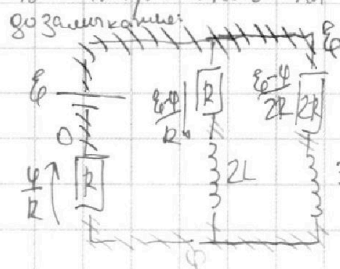
Answer: 1) $\frac{U_0}{dm}$; 2) qU ; 3) $\sqrt{U_0^2 + \frac{10qU}{3m}}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) Рассмотрим схему до замыкания ключа в установившемся режиме. Т.к. ток в установившемся режиме практически постоянен, то напряжение на катушках 0.



Рассмотрим потенциал

$$\frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{2R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{R}; \quad \frac{\varphi}{R} = \frac{3}{2} \left(\frac{\varepsilon - \varphi}{R} \right)$$

$$\varphi = \frac{3}{2} \varepsilon - \frac{3}{2} \varphi; \quad \frac{5}{2} \varphi = \frac{3}{2} \varepsilon; \quad \varphi = \frac{3}{5} \varepsilon$$

Ток через резистор 2R: $I_{2R} = \frac{\varepsilon - \frac{3}{5} \varepsilon}{2R} = \frac{\frac{2}{5} \varepsilon}{2R} = \frac{\varepsilon}{5R}$

2) Ключ замыкают, т.к. токи на катушках не имеют скачков, то не меняется ток через батарею: $I_0 = I_L + I_{2L} + I_{3L}$, где I_L, I_{2L}, I_{3L} - токи через катушки L, 2L, 3L соответственно.



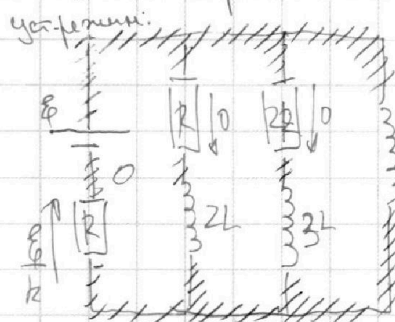
Напряжение на катушке инд. L: $U_L = \varepsilon - R \cdot \frac{3\varepsilon}{5R}$

$$U_L = \frac{2}{5} \varepsilon = L I_L', \text{ где } I_L' - \text{ток через катушку } L$$

$$I_L' = \frac{2\varepsilon}{5L} - \text{скорость возрастания тока на катушке}$$

L сразу после замыкания ключа

3) Рассмотрим токи в схеме в установившемся режиме:



Т.к. режим установившийся, напряжение на катушках 0.

Заметим, что через резисторы R и 2R не будет течь ток → весь ток, идущий через батарею, будет течь через L.

Рассмотрим схему в любой момент времени:

напряжение $U_L = U_{2R} + U_{2L}$

$$\Rightarrow L I_L' = I_{2L} \cdot 2R + 3L \cdot I_{2L}'$$

$$L \frac{\Delta I_L}{\Delta t} = I_{2L} \cdot 2R + 3L \frac{\Delta I_{2L}}{\Delta t} \quad | \cdot \Delta t$$

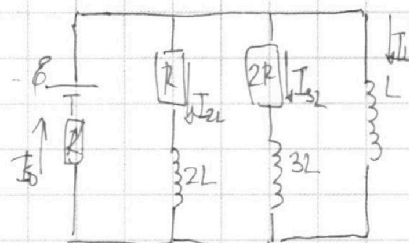
$$L \Delta I_L = I_{2L} \Delta t \cdot 2R + 3L \Delta I_{2L} \quad - \text{проинтегрируем}$$

$$L \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0 \right) = 2R I_{2R} \Delta t + 3L \left(0 - \frac{\varepsilon}{5R} \right) \quad \frac{5L\varepsilon}{R} + \frac{3\varepsilon L}{5R} = \frac{8\varepsilon L}{5R}$$

$$\frac{L\varepsilon}{R} = 2R I_{2R} \Delta t + \frac{3\varepsilon L}{5R} \quad 2R I_{2R} \Delta t = \frac{8\varepsilon L}{5R} \quad I_{2R} = \frac{4\varepsilon L}{5R^2 \Delta t}$$

$$I_{2R} = \frac{4\varepsilon L}{5R^2}$$

Ответ: 1) $\frac{\varepsilon}{5R}$; 2) $\frac{2\varepsilon}{5L}$; 3) $\frac{4\varepsilon L}{5R^2}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

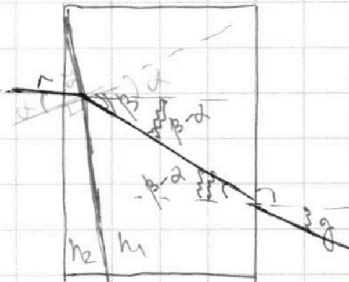
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



W5

- 1) рассмотрим преломление в призме с ~~отклонением~~ преломл. n_1 и n_2 , а после замещения $n_1 = 1$. Угол малы $\rightarrow$ сразу замкнуто n_1 на x



$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

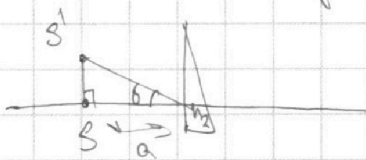
$$\beta - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\frac{\beta - \alpha}{\alpha} = \frac{1}{n_1}$$

$$\gamma = n_1 (\beta - \alpha) = n_1 \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = \alpha (n_2 - n_1)$$

отклонение от луча при $n_1 = 1$ $\Rightarrow \delta = \alpha (n_2 - 1) = 0,05 \cdot (1,6 - 1) = 0,03 \text{ рад}$

- 2) т.к. все лучи отклонятся на δ , то и источник будет казаться отклоненным на угол δ :

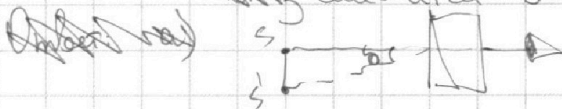


$$SS' = a \tan \delta = a \delta = a \alpha (n_2 - 1) = 200 \cdot 0,05 \cdot (1,6 - 1) = 2 \cdot 5 \cdot 0,6 = 6 \text{ см}$$

- 3) аналогично пункту 2, все лучи отклонятся на $\delta = \alpha (n_2 - n_1)$

$$SS' = a \tan \delta = a \delta = a \alpha (n_2 - n_1) = 200 \cdot 0,05 \cdot (1,6 - 1,8) = -2 \cdot 5 \cdot 0,2 = -2 \text{ см}$$

$\Rightarrow$ ~~вниз~~ сместится ~~вниз~~ на 2 см.



Ответ: 1) $\alpha (n_2 - 1) = 0,03 \text{ рад}$; 2) $a \alpha (n_2 - 1) = 6 \text{ см}$; 3) $|a \alpha (n_2 - n_1)| = 2 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



сей конф.

в конце ~~рациона~~ $a=0$

$$F_r = \frac{P}{29,8}$$

$$U(t) = \alpha t + U_0$$

$$P_{\Delta t} = m \frac{(U+a\Delta t)^2}{2} - \frac{mU^2}{2} \quad F_r = \frac{P}{29,8} - m \cdot a$$

$$P_{\Delta t} = m U a \Delta t + \frac{m U^2 a^2 \Delta t^2}{2}$$

$$P = m U a + \frac{m}{2} a^2 \Delta t$$

$$P = m U U' + \frac{m}{2} (U')^2 \Delta t$$

$$\Delta E_k = P \Delta t$$

$$\frac{\Delta E_k}{\Delta t} = P$$

$$E_k' = P \Rightarrow E_k(t) = Pt + E_0$$

$$E_0 = \frac{mU_0^2}{2} = \frac{300 \cdot 20^2}{2} = \frac{300 \cdot 400}{2} = 6 \cdot 10^4$$

$$U \sim \sqrt{at} + c$$



$$ma = \frac{P}{U(t)} - F(U)$$

$$F(U) = \frac{P}{U(t)} - mU'(t)$$

$$\Delta E_k' = P_{\Delta t} - F_c(U) \cdot U(t) \Delta t$$

$$mU'(t) \cdot U(t) + F_c(U) \cdot U(t) = P$$

$$E_k' = P - F_c(U) U(t)$$

$$F_c(U) = mU \frac{P}{U(t)} -$$

$$E_k = \frac{mU^2}{2} + \dots \left(\frac{m(U(t))^2}{2} \right)' = P - F_c(U) U(t)$$

$$mU(t) \cdot a(t) = P - F_c(U) U(t)$$

$$U(t) \cdot (ma(t) + F_c(U)) = P$$

$$U'(t) (ma(t) + F_c(U)) + (a'(t) + a \cdot F_c'(U)) U = 0$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{2}{1 + \frac{p_0}{p_y}} = \frac{(p_0 + p_y) \cdot \frac{1}{6}}{p_y \cdot \frac{5}{12} V}$$

$$\frac{2}{1 + 1,35} = \left(\frac{p_0}{p_y} + 1 \right) \cdot \frac{12}{5 \cdot 6}$$

$$\frac{2}{5 \cdot 6} = \frac{2}{5}$$

$$\left(\frac{p_0}{p_y} + 1 \right) = \frac{5}{2} \cdot \frac{2}{2,35} = \frac{5}{2,35} = 2 + \frac{0,3}{2,35} = 2 + \frac{30}{235} = 2 + \frac{6}{47}$$

$$\frac{p_0}{p_y} + 1 = 2 + \frac{6}{47}$$

$$\frac{p_0}{p_y} = 1 + \frac{6}{47} = \frac{53}{47}$$

$$p_y = \frac{47}{53} p_0$$

$$p_{0y} = \left(1 + \frac{47}{53} \right) p_0 = \frac{100}{53} p_0$$

$$\frac{2,35}{2} = 1,175$$

$$\begin{array}{r} 235 \overline{) 5} \\ - 235 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 2,35 \\ \hline 940 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 235 \\ \hline 33 \\ \hline 7105 \\ \hline 711 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 711 \\ + 935 \\ \hline 546 \end{array}$$

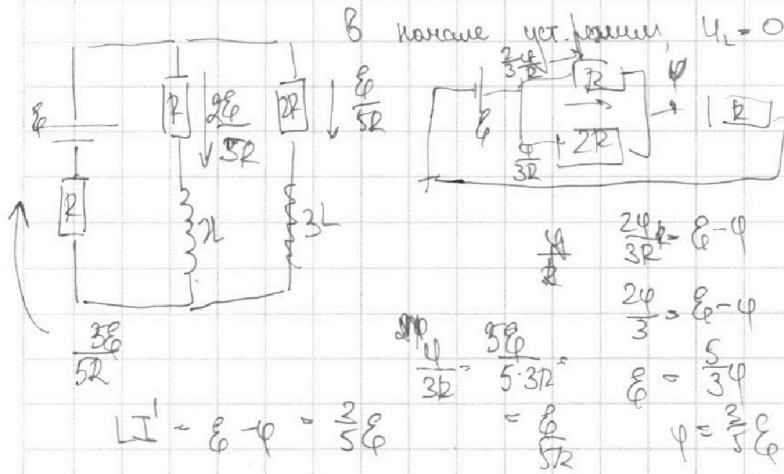
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

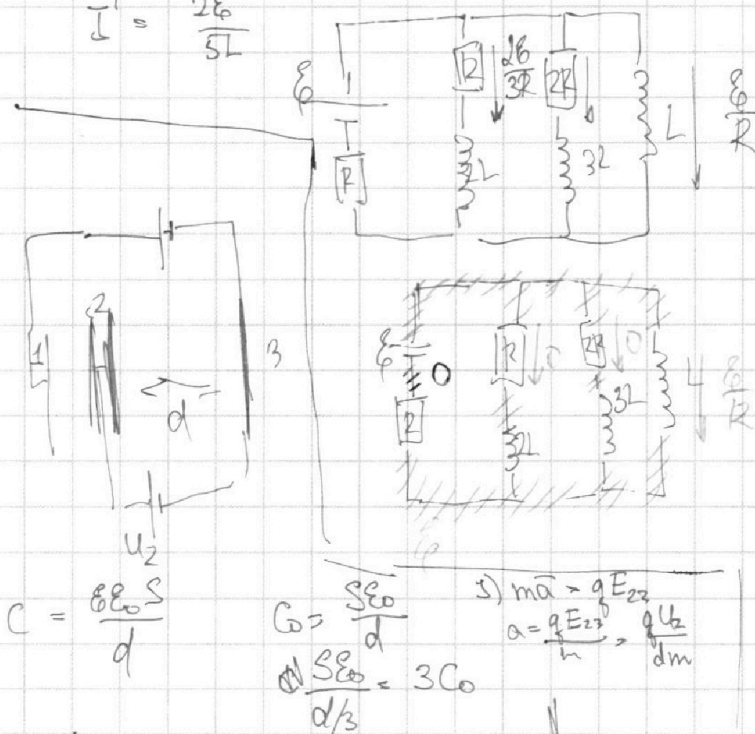
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

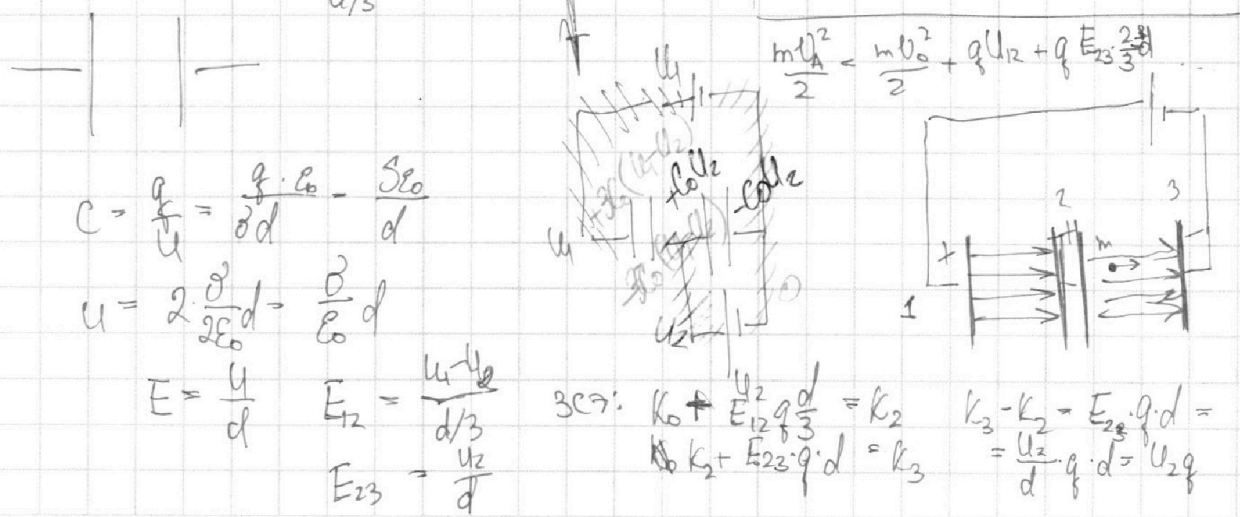
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



На $3L$ не менялось напряжение, т.к. не менялось общее напр. кон + ref.



$2R \cdot I_2 \cdot 3L + 3L I_2' = L I_2'$
 $2R I_{\text{до}} + 3L I_{\text{до}}' = L I_2' \Delta t$
 $2R \Delta q + 3L \Delta I_2 = L \Delta I_2$
 $2R q + 3L (0 - \frac{E}{5R}) = L (\frac{E}{R} - 0)$
 $2R q = -\frac{3EL}{5R} - \frac{LE}{R}$
 $2R q = \frac{LE}{R} + \frac{3EL}{5R} = \frac{5LE + 3EL}{5R}$
 $2R q = \frac{8EL}{5R}$
 $q = \frac{8EL}{2R \cdot 5R} = \frac{4EL}{5R^2}$



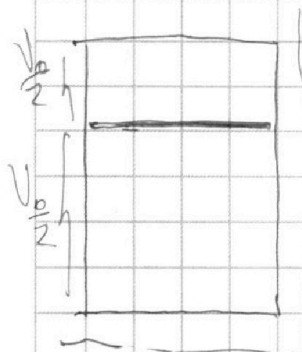
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$a = v'$$

на заданном участке $t: 26-28$ график почти прямой

$\Rightarrow v = at + v_0$, где $a = v'(t)$ - по углу наклона

$$v(26) = 29 \text{ м/с} \quad v(28) = 29,2 \text{ м/с}$$

$$29 = 26a + v_0$$

$$29,2 = 28a + v_0$$

$$a = \frac{29,2 - 29}{28 - 26} = \frac{0,2}{2} = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$P_{\text{ат}} - F_c(t) \cdot v(t) \Delta t = \frac{dE}{dt} = \frac{m v^2(t)}{2} \quad F_{\text{соед}} \sim v^2$$

$$F_1 \sim v_1^2$$

$$v_2 = 29,8 \text{ (по графику)}$$

$$\alpha = \frac{405}{29,8^2} = \frac{20500}{298} = \frac{405 \cdot 100}{199^2 \cdot 4}$$

$$\frac{F_1}{v_1^2} = \frac{F_k}{v_k^2}$$

$$F_1 = F_k \cdot \frac{v_1^2}{v_k^2}$$

$$P_{\text{ат}} = \frac{m v^2}{2} - F_c(v) \cdot v(t) \Delta t$$

$$P_{\text{ат}} = F_c(v) \cdot v(t) \Delta t$$

$$\Delta E = \frac{m(v(t+\Delta t) - v(t))^2}{2} - \frac{m v^2(t)}{2} = \frac{m}{2} (v(t+\Delta t)^2 - 2v(t)v(t+\Delta t) + v^2(t))$$

$$\Delta E = \frac{m(v(t+\Delta t))^2}{2} - \frac{m v^2(t)}{2} = \frac{m}{2} (\Delta v^2 + 2v \Delta v)$$

$$P_{\text{ат}} = \Delta E - F_c(v) v(t) \Delta t$$

$$P = \frac{m}{2} a^2 \Delta t + m v a - F_c(v) v(t) \Delta t$$

$$F_c(v) =$$

$$m v' = \frac{P_{\text{ат}}}{v \Delta t}$$

$$v_0 \cdot \left(1 - \frac{8 \cdot 10^5}{18 \cdot 10^3}\right) = v \left(\frac{5}{6} - \frac{305}{4 \cdot 18 \cdot 10^3}\right)$$

$$= \frac{2}{3} v_0$$

$$\frac{5}{6} - \frac{5}{12} = \frac{5}{12}$$

$$\frac{5}{6} v - \frac{5}{6} v =$$

$$\frac{5}{12} \cdot \frac{2}{4} = \frac{5}{8} v$$

$$= \frac{5}{2} v \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{4}\right) =$$

$$= \frac{5}{2} \left(\frac{1}{12}\right) = \frac{5}{24} v$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$n_1 \sin \alpha_1 = n_2 \sin \alpha_2$$

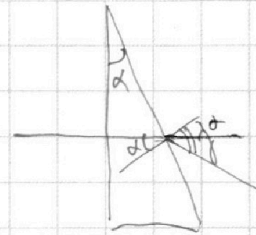
$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\delta = \gamma - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\gamma = n_1 \alpha$$

$$\frac{\alpha}{\gamma} = \frac{n_1}{n_2}$$

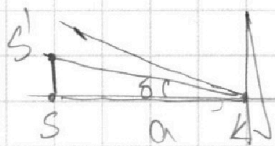
$$\alpha \gamma = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$



Т.к. все лучи отклоняются на δ , то δ будет минимальным значением

изображения

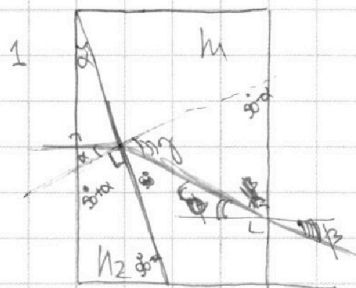
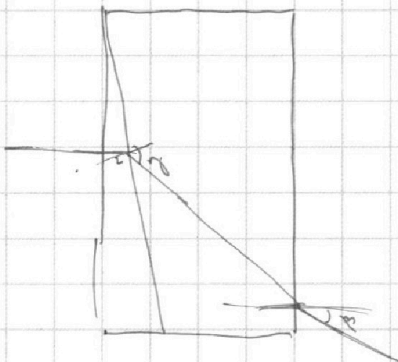
такое что $\angle S'KS = \delta$



$$\delta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$SS' = \frac{a}{\cos \delta} \cdot \sin \delta = a \tan \delta = a \delta = a \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

на



$$\frac{\delta}{\beta} = \frac{1}{n_2}$$

$$\delta n_2 = \beta$$

$$\alpha \gamma - \alpha \gamma = 90^\circ + \beta$$

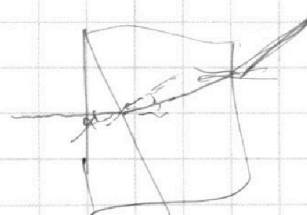
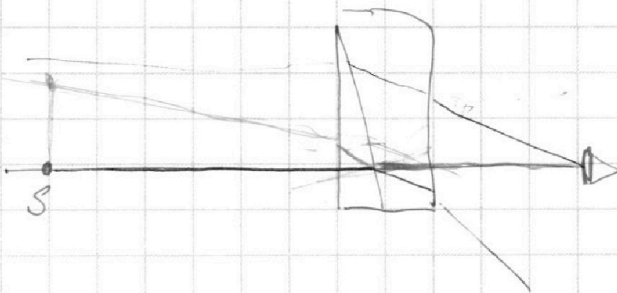
$$\beta = \gamma - \alpha = \delta$$

$$\beta = n_1 \delta = \alpha n_1 \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) = \alpha (n_2 - n_1)$$

Все лучи отклоняются на β

$$\Rightarrow \angle S'SK = \beta, SS' = a \tan \beta = a \alpha (n_2 - n_1)$$

$$\begin{array}{r} 0,05 \\ \times 0,6 \\ \hline 0,030 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$T_0 = \frac{3}{4} \cdot 373 \approx 279,75 \text{ K} = 6,75^\circ \text{C}$$

$$\frac{373,14}{3} = 124,38$$

$$\frac{93,25}{3} = 31,08$$

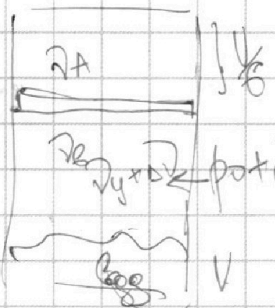
$$\frac{279,75}{273}$$

всё в воде
в воде
нигде

$$p_y RT_0 = p_{y0} V_y$$

$$\Rightarrow V_A = 2V_y$$

$$p_A RT_0 = p_{y0} \frac{V}{2}$$



$$p_y = k p_{y0} = k p_{y0} V_y = p_y RT_0 k$$

$$\Delta V = RT_0 k \cdot V_y$$

$$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{3}{4} \cdot 8 \cdot 10^3 =$$

$$= \frac{0,6 \cdot 9}{4} = \frac{0,3 \cdot 9}{2} =$$

$$= \frac{2,7}{2} = 1,35$$

$$p_y RT = p_{y0} \frac{V}{6} = (p_0 + p_y) \frac{V}{6}$$

$$(p_y + \Delta p) RT = p_y \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right)$$

$$p_y RT = p_0 \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right)$$

$$\mu V_0 = p \left(\frac{V}{4} - V_0 \right)$$

$$V_A = 2V_y$$

$$V_y + \Delta V = V_y (1 + k RT_0)$$

$$2V_y RT = (p_0 + p_y) \frac{V}{6}$$

$$\mu_0 = 2,1 + 1,6 = 3,7$$

$$\frac{p}{\mu} \left(\frac{V}{4} - V_0 \right) RT = p_0 \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right)$$

$$\frac{p RT}{\mu} V - \frac{p RT}{\mu} V_0 = p_0 \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right)$$

$$= p_0 \frac{5}{6} V - p_0 V_0$$

$$2V_y (1 + k RT_0) RT = \frac{5}{6} p_y \left(\frac{5}{6} V - V_0 \right)$$

$$V_0 \left(p_0 - \frac{p RT}{\mu} \right) = V \left(\frac{5}{6} p_0 - \frac{p RT}{4 \mu} \right)$$

$$V_0 \left(100000 - \frac{1000 \cdot 8 \cdot 10^3}{18} \right) = V \left(\frac{5}{6} \cdot 10^5 - \frac{10^3 \cdot 3 \cdot 10^3}{4 \cdot 18} \right) \cdot 10^5$$

$$V_0 \left(1 - \frac{3 \cdot 10}{18} \right) = V \left(\frac{5}{6} - \frac{30}{4 \cdot 18} \right)$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

