



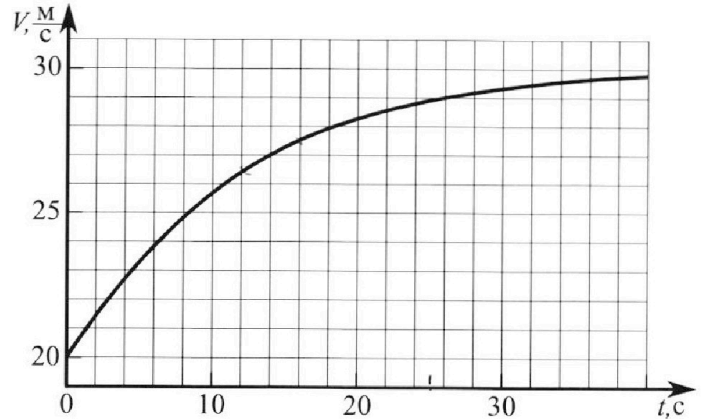
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

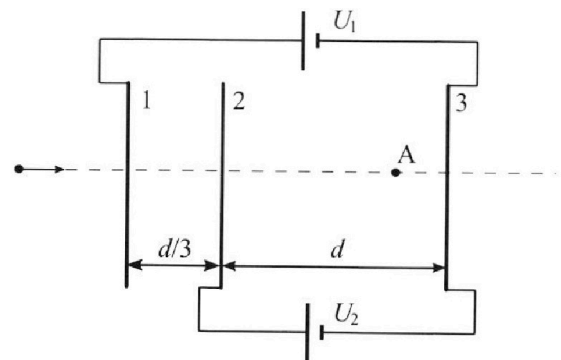
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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 Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. 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 А на расстоянии $2d/3$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-02

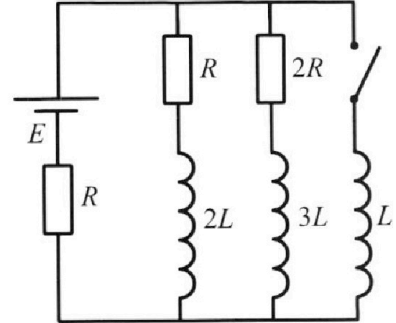
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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) Как ой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми 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.

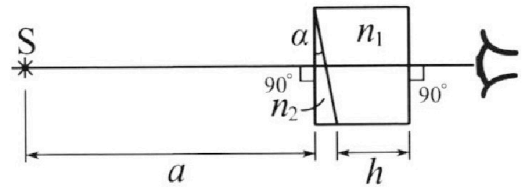


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

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!



Дано: $m = 300 \text{ кг}$

$P = \text{const}$

$F_k = 405 \text{ Н}$

1) $a_0 = v'(t_1)$, где $t_1 = 14 \text{ с}$ при v_1

Страница 7.

Рассмотрим участок графика от $t = 12 \text{ с}$

1) $a_1 = ?$

2) $F_2 = ?$

3) $\alpha = ?$

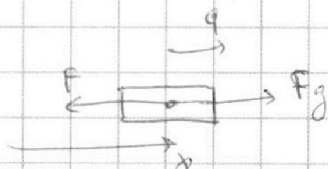
до $t = 16 \text{ с}$. Проверим расчеты в

моменты $(v_1; t_1)$.

$$a_1 = \frac{v(16 \text{ с}) - v(12 \text{ с})}{16 \text{ с} - 12 \text{ с}} =$$

$$= \frac{27.5 \text{ м/с} - 26.5 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 9.25 \text{ м/с}^2$$

2) Рассмотрим давление звонка мотоцикла



23Н для мотоцикла в произвольный момент t .

$$x: m \frac{dv}{dt} = F_g - F$$

$$P = \frac{\delta A q}{dt} = \frac{F_g(t) \delta S}{dt} = F_g(t) v(t) = \text{const}$$

23Н в момент времени $t = t_1$: $ma_1 = \frac{P}{v_1} - F_1$

в момент времени $t = t_k$: $0 = \frac{P}{v_k} - F_k \Rightarrow$

$a_k = 0, v_k = 30 \text{ м/с}$

$\Rightarrow P = v_k F_k = (30 \cdot 405) \text{ Вт}$

$$F_2 = \frac{P}{v_2} - ma_2 = \frac{v_k F_k}{v_2} - ma_2 = \frac{30 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{7}{9} =$$

$= 375 \text{ Н}$

$$3) \alpha = \frac{A \text{ const}}{A g} = \frac{P \text{ const}}{P} = \frac{F_2 v_2}{P} = \frac{375 \cdot 27}{30 \cdot 405} = \frac{5}{6}$$

Ответ: 1) 9.25 м/с^2 ; 2) 375 Н ; 3) $\frac{5}{6}$.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

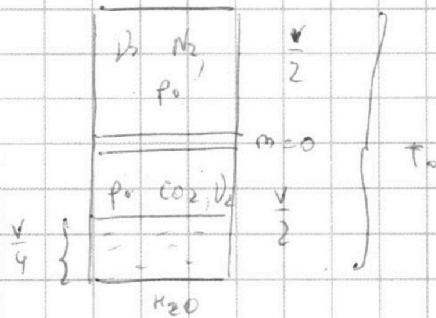
МФТИ

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



Страница 7.

1) В колбе:



$$T = \frac{4T_0}{3} = 373 \text{ K}$$

$$\Delta V = \kappa p W$$

Закон Менделеева - Клапейрона для N_2 : $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$ (1)

Поскольку поршень подвижный, то давления N_2 и CO_2 равны $2p$.

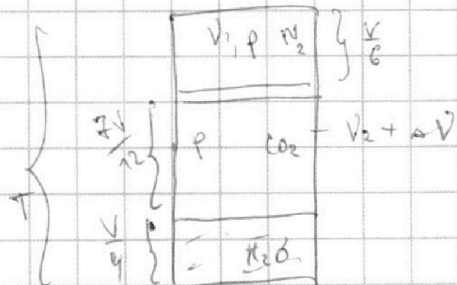
Закон Менделеева - Клапейрона для растворенного CO_2 :
Поскольку давление паров при T_0 пренебрежимо, то давление CO_2 во всем объеме p_0 .

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0$$
 (2), ν_2 - количество растворенного CO_2

$$\Delta V = \kappa p_0 \frac{V}{4} \text{ - кол-во растворенного } CO_2$$

(1) поделим на (2) $\Rightarrow \frac{2}{1} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \nu_1 = 2\nu_2$

2) После изгиба



Закон Менделеева - Клапейрона для N_2

$$p \frac{V}{6} = \nu_1 RT$$
 (3)

(1) поделим на (3)

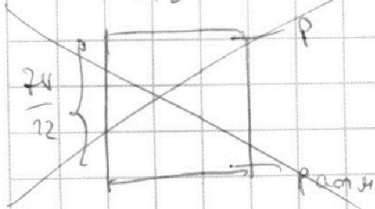
$$\frac{3p_0}{p} = \frac{3}{4} \Rightarrow p = 4p_0$$

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{2p} = \frac{T_0}{T}$$

Закон Менделеева - Клапейрона для растворенного CO_2 :

$$p \left(V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (\nu_2 + \Delta \nu) RT$$
 (4)

(4) поделим на (3): $\frac{7 \cdot 8}{22} = \frac{\nu_2 + \Delta \nu}{\nu_2}$ $7 \cdot 8 = 2\nu_2 + 2\Delta \nu$
 $14\nu_2 = 2\nu_2 + 2\Delta \nu$



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!

Страница 2
 При $T = 373\text{K}$ давление насыщенного водяного пара равно.

p_{CO_2} - давление CO_2 при T .

из 23K газа парника $\Rightarrow pS = p_{\text{CO}_2}S + p_{\text{атм}}S$

$$\frac{7 p_{\text{CO}_2} V}{12} = (V_2 + \Delta V) RT = \frac{4T_0}{3R(V_2 + \Delta V)} (p = p_{\text{CO}_2} + p_{\text{атм}})$$

$\Delta V = \frac{\kappa p_0 V}{4}$, $V_2 = \frac{p_0 V}{4RT_0}$, $p = 4p_0 = ?$ $\kappa = 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Па}}$

$$\frac{7 p_{\text{CO}_2} V}{12} = \frac{p_0 V}{3} + \frac{T_0 R \kappa p_0 V}{3}$$

$\frac{4T_0}{3} R = 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}}$

$p_{\text{CO}_2} = \frac{1}{7} (4p_0 + 4T_0 \kappa p_0 R) = \frac{4p_0 (1 + T_0 \kappa R)}{7}$ $T_0 R = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \frac{\text{Па}}{\text{моль}}$

$4p_0 = \frac{4p_0 (1 + T_0 \kappa R)}{7} + p_{\text{атм}}$

$4p_0 \left(1 - \frac{1 + T_0 \kappa R}{7}\right) = p_{\text{атм}}$

$4p_0 \left(\frac{6 - T_0 \kappa R}{7}\right) = p_{\text{атм}} \Rightarrow 4p_0 = \frac{7 p_{\text{атм}}}{6 - T_0 \kappa R} = p$

$$p = \frac{7 p_{\text{атм}}}{6 - \frac{9}{4} \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{5} \cdot 10^{-3}} = \frac{7 p_{\text{атм}} \cdot 20}{120 - 27} = \frac{140 p_{\text{атм}}}{93}$$

$= 1 \frac{47}{93} p_{\text{атм}}$

ответ: 1) 2 ; 2) $\frac{140}{93} p_{\text{атм}}$,

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!



Страница 1.

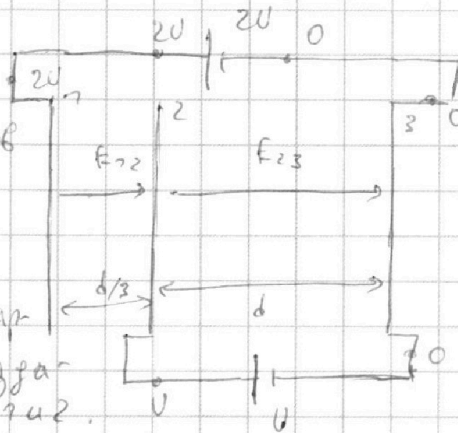
$U_1 = 2U, U_2 = U, m, q > 0, U_0$

$\theta = ?$

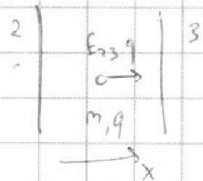
1) Используем метод потенциалов

$\varphi_1 = 2U, \varphi_2 = U, \varphi_3 = 0$

E_{12} - напряженность суммарного электрического поля, создаваемого между обкладками 1 и 2.



E_{23} - напряженность суммарного ^{электр.} поля, создаваемого ^{между} обкладками 2, 3 между обкладками 2 и 3.



ЗЗК для заставки $m: x: m q = E_{23} q$

$$E_{23} = \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{d} = \frac{U}{d}$$

$$a = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{U q}{m d}$$

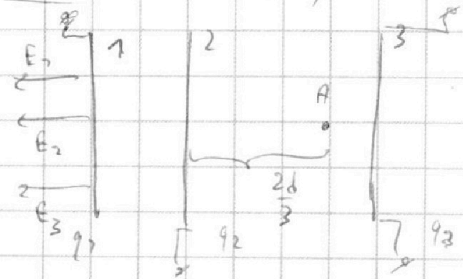
2) П.и.н. кеплотену. сил кет, то верек ЗСЭ в точках 2 и 3.

$E_2 = E_3$

$$K_2 + \varphi_2 q = K_3 + \varphi_3 q$$

$$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3) q = E_{23} d q = U q$$

3) ЗСЭ



ЗСЭ в точках: $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

Пусть $q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 > 0$

$$E_2 = E_1 + E_2 + E_3 =$$

$$= \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2 \epsilon_0 S} = 0$$

~~ее скоростью U_0 .~~

~~застава заостает через обкладку~~

ЗСЭ $\text{ом } E_2 \text{ } \text{го т. А: } \frac{m v_0^2}{2} < 0 = \frac{m v_A^2}{2} + q_A q$

$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + (0 - \varphi_1) q + (\varphi_1 - \varphi_2) q + (\varphi_2 - \varphi_A) q$$

П.и.н. $E_2 = 0$, то $(0 - \varphi_1) q = 0$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

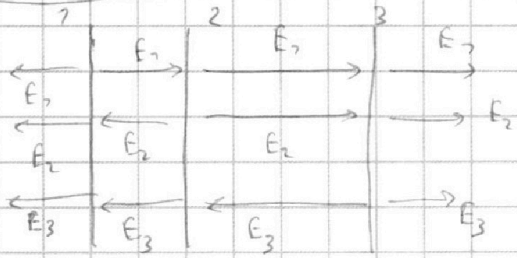


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + E_{12} \frac{d}{3} q + E_{23} \frac{2d}{3} q$$

Страница 2



5-плоскостная пластина
Пренебрежем краевыми эффектами и будем считать поле однородным

$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S} \quad E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \quad E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{3U}{d} \Rightarrow q_1 - q_2 - q_3 = \frac{6\epsilon_0 S U}{d}$$

$$E_{23} = E_1 + E_2 - E_3 = \frac{q_1 + q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U}{d} \Rightarrow q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$

$$\frac{q_1 - q_2 - q_3}{q_1 + q_2 - q_3} = 3 \quad 3q_1 + 3q_2 - 3q_3 = q_1 - q_2 - q_3$$

$$2q_1 + 4q_2 - 2q_3 = 0$$

$$2q_2 = q_3 - q_1$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$q_1 + q_3 + \frac{q_3 - q_1}{2} = 0 \quad 2q_1 + 2q_3 + q_3 - q_1 = 0$$

$$-3q_3 = q_1 \quad \text{Пусть } q_3 = Q$$

$$q_1 = -3Q$$

$$Q_2 = \frac{Q + 3Q}{2} = 2Q$$

$$-3Q - 2Q - Q = \frac{6\epsilon_0 S U}{d}$$

$$-6Q = \frac{6\epsilon_0 S U}{d} \quad Q = -\frac{\epsilon_0 S U}{d}$$

$$E_{23} = \frac{U}{d} \quad E_{12} = \frac{3U}{d} = \frac{(q_3 - q_2)3}{d}$$

$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + \frac{3U}{d} \frac{d}{3} q + \frac{U}{d} \frac{2d}{3} q \quad \frac{m v_A^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} + Uq + \frac{2Uq}{3}$$

$$v_A^2 = \frac{2}{m} \left(\frac{m v_0^2}{2} + \frac{5Uq}{3} \right) = v_0^2 + \frac{10Uq}{3m}$$

$$v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$$

Ответы: 1) $\frac{Uq}{md}$; 2) Uq ; 3) $\sqrt{v_0^2 + \frac{10Uq}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

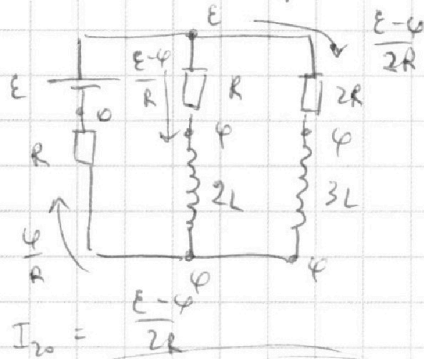
МФТИ

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



Страница 7.

1) Рассмотрим цепь до замыкания К. Цели в установившемся состоянии. Напряжения на катушках равны 0.



Используем метод потенциалов.

Из следствия ЗСЗ: $\frac{E-\varphi}{R} + \frac{E-\varphi}{2R} = \frac{\varphi}{R}$

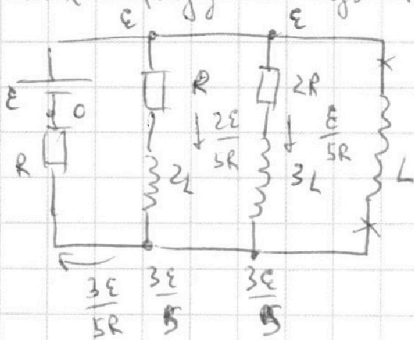
$$2E - 2\varphi + E - \varphi = 2\varphi$$

$$3E = 5\varphi \Rightarrow \varphi = \frac{3E}{5}$$

$$I_{20} = \frac{E-\varphi}{2R}$$

$$I_{20} = \frac{2E}{5 \cdot 2R} = \frac{E}{5R}$$

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания К. Токи на катушках сразу не изменяются. $I_L(0) = 0$, $I_{2L}(0) = \frac{2E}{5R}$, $I_{3L}(0) = \frac{E}{5R}$



$$I_L'(0) = I_{3L}'(0) = ?$$

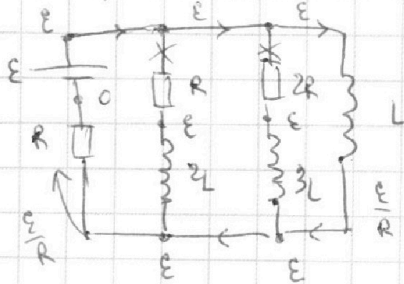
Используем метод потенциалов.

$$U_L(0) = I_L'(0)L \Rightarrow I_L'(0) = \frac{U_L(0)}{L}$$

$$U_L(0) = E - \frac{3E}{5} = \frac{2E}{5}$$

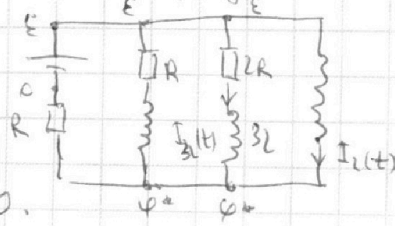
$$I_L'(0) = \frac{2E}{5L}$$

3) Рассмотрим установившееся состояние цепи при К. Напряжения на катушках нет.



$$I_L(t_{уст}) = \frac{E}{R}, \quad I_{3L}(t_{уст}) = 0.$$

4) Рассмотрим промежуточное состояние (произвольный момент).



$$E - \varphi^* = I_L'(t)L = 2R I_{2L}(t) + 3L I_{3L}'(t)$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



Справка 2

$$\dot{I}_L L = 2R I_{3L} + 3L \dot{I}_{3L} \quad \frac{\Delta I_L}{\Delta t} L = 2R I_{3L} + 3L \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} \quad / \cdot \Delta t$$

$$\Delta I_L L = 2R \Delta q + 3L \frac{\Delta I_{3L}}{\Delta t} \quad (*)$$

Процессим процесс (*) от $t=0$ до $t=t_{уст}$:

$$(I_L(t_{уст}) - I_L(0))L = 2Rq + 3L(I_{3L}(t_{уст}) - I_{3L}(0))$$

$$\left(\frac{\varepsilon}{R} - 0\right)L = 2Rq + 3L\left(0 - \frac{\varepsilon}{5R}\right)$$

$$\frac{\varepsilon L}{R} = 2Rq - \frac{3\varepsilon L}{5R} \quad 2Rq = \frac{8\varepsilon L}{5R}$$

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

МФТИ

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

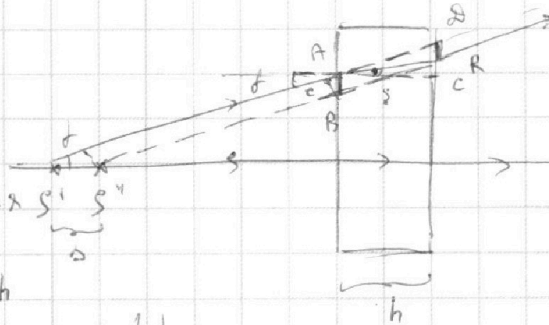


Страница 3.

Вывод Δ :

δ - угол падения

ξ - угол преломления S_1, S_2



$$CD = h \tan \delta = \delta h$$

$$CR = h \tan \xi = h \xi = \frac{h \delta}{n_2}$$

по закону Снеллиуса: $\sin \delta = \sin \xi n_2$ $\delta = \xi n_2$

$$AB = CR = \delta h - \frac{h \delta}{n_2} = h \delta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) \quad \xi = \frac{\delta}{n_2}$$

$$AB \sim CB = h \delta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

$$\Delta = \frac{CB}{\sin \delta} = \frac{CB}{\delta} = h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$$

Ответ: 1) 403 мкм; 2) 6 см; 3) 255 см.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

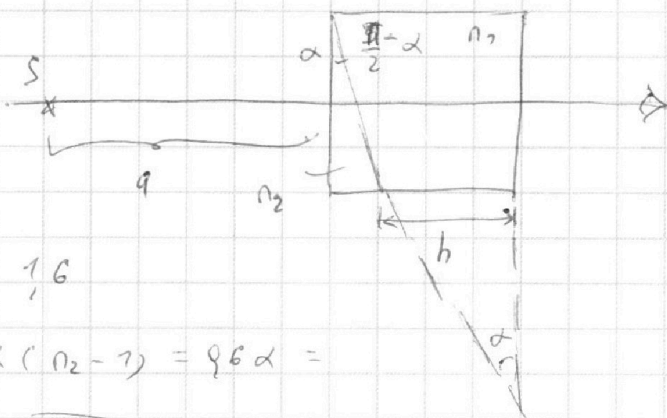
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

Страница ?
 $n_1 = 1,2$
 $a = 200 \text{ м}$
 $\alpha = 9,05 \text{ рад}$
 $h = 0,09 \text{ м}$



1) $n_1 = n_0 = 1, n_2 = 1,6$

$\varphi^* = ?$ $\varphi^* = \alpha (n_2 - n_1) = 9,05 \alpha =$

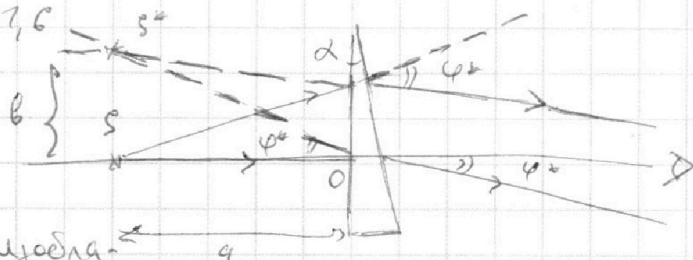
$= \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{100} = 9,03 \text{ рад}$

(Используем готовую формулу для

определения угла отклонения луча, проходящего через α -ую призму)

Призма с показателем n_1 выходя не дает.

2) $n_1 = n_0, n_2 = 1,6$



α^* - искомое углубл.

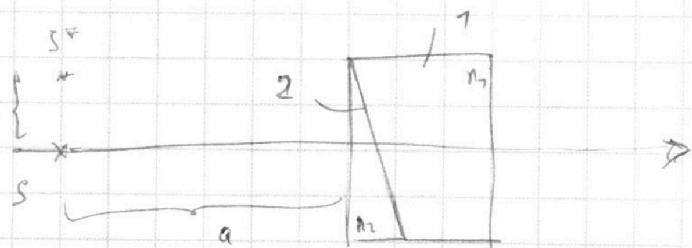
расстояния предмета S в системе призмы

$b = ?$ Рас-ии $\triangle OSS^*$: $b = \tan \varphi^* a = \varphi^* a, \text{ м.к.}$

φ^* - малый угол $b = 9,03 \cdot 200 \text{ см} = 6 \text{ см}$

3) $n_1 = 1,8, n_2 = 1,6$

Полоска между призмой



1 и призмой 2 плоско-параллельно

мельче пластины с бесконечно малой толщиной

с показателем преломления n_1 , она не изменит направления параллельно

лучу.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

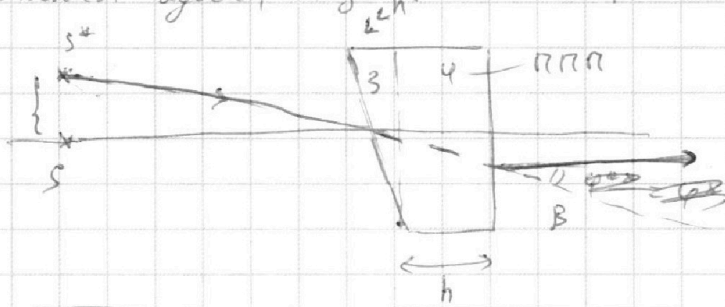


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

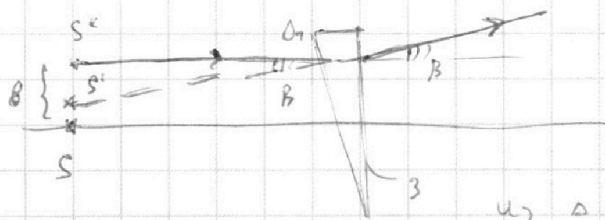


Страница 2.

S^* - действительный предмет для призмы γ на расстоянии a от нее.
 $\beta = \alpha(n_2 - 1) = \varphi \beta \alpha = 5 \cdot 700 = 3500$ - угол отклонения лучей, исходящих от S^* .



Разрежем призму γ на плоскопараллельную пластину толщиной h и призму с углом α при вершине. Поместим между ними ППП с показателем преломления n_2 .



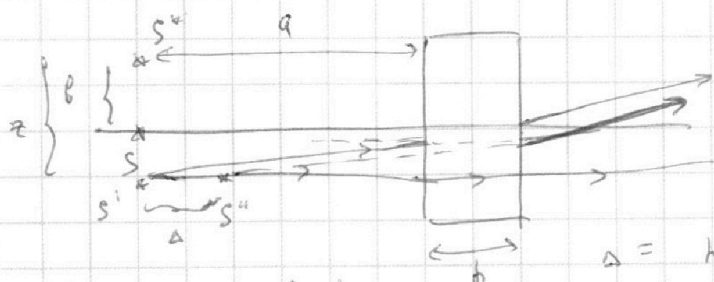
S' - реальное изображение предмета S^* в ППП.

z - расстояние от S^* до S' .

из $\Delta S^*O_1S'$: $z = \tan \beta a = \beta a$

$z = 3500 \cdot 200 = 700000 \text{ см} > h \Rightarrow S'$ ниже S .

S' - действительный предмет для ППП.



ППП параллельно смещает падающий луч. расстояние между S' и изображением S'' в ППП.

$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_2}\right)$ (Используем эту

формулу) вывод будет ниже на стр. 3)

$\Delta = 3 \text{ см} \left(1 - \frac{1}{1,8}\right) = 3 \text{ см} \left(1 - \frac{10}{18}\right) = 3 \text{ см} \left(1 - \frac{5}{9}\right) = \frac{3 \cdot 4}{9} = 4 \text{ см}$

S^*S'' - расстояние от источника до изображения S'' ответ на стр. 3.

$S^*S'' = \sqrt{(2-6)^2 + \Delta^2} = \sqrt{16 + 16} = 2\sqrt{5} \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

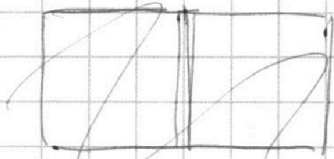
- 1 2 3 4 5 6 7



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



№2



$\kappa = 0$

$$\frac{375 - 25}{30 \cdot 405} = \frac{5}{6}$$

$$\frac{70}{45} = \frac{5}{6}$$

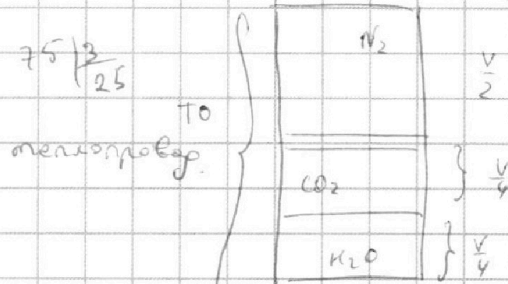
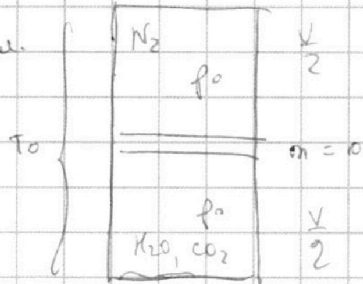
✓

$\frac{V}{2}$ $\frac{V}{2}$

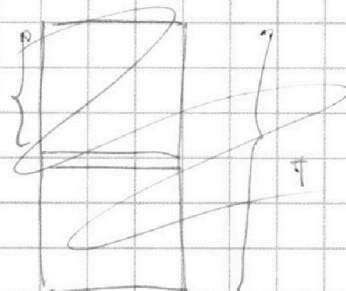
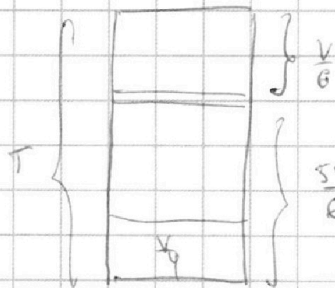
$$375 \left| \frac{5}{75} \right.$$

$$405 \left| \frac{3}{45} \right.$$

p_0 - газы
 $\kappa = 0$



$$T = \frac{4T_0}{3} = 373 \text{ K}$$



$$\frac{5V}{6} - \frac{V}{6} = \frac{70V - 30V}{72} = \frac{20}{72}$$

$$\Delta V = \kappa p_0 V$$

ΔV - кол-во
раствор.
газа

$$\kappa = 96 \cdot 10^{-3} \text{ моль/м}^3 R_0 (T_0)$$

$$\kappa = 0 \text{ (при } T \text{)}$$

объем газа $\neq \text{const}$

$$p_0 \Delta V = \kappa p_0 V \Rightarrow \Delta V = \kappa V$$

κ - объем
газа

до перем. $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$

до перем. $p_0 \frac{V}{2} = \nu_2 R T_0$

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$\nu_1 = \text{const}$

$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

$$\Delta V = \kappa p_0 \frac{V}{4}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = 2$$

после перем.

$$p \frac{V}{72} = (\nu_2 + \nu_1) R T$$

$$p \frac{V}{6} = \nu_1 R T$$

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!



N7. $F_k = 405 \text{ Н}$

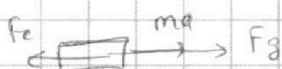
$v_1 = 27 \text{ м/с}$

1) $a_1 = \frac{dv}{dt} = v'(t)$

$v_2 = 27 \text{ м/с}$ $t = 1 \text{ с}$

$$\frac{10 \cdot 405}{5} = 4270$$

$$\frac{405}{5} = 45$$



~~$F_g = \dots$~~

$P = \frac{dA}{dt} = F_g v = \text{const}$

$\frac{m \Delta v}{\Delta t} = F_g - kv^2$

$450 - 3 \cdot 25$

$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27,5 - 26,5}{4 \text{ с}} = 0,25 \text{ м/с}^2$

$$\frac{450}{26} = 375$$

$$\frac{405}{5} = 45$$

$0 = \frac{P}{v_k} - F_k$

$P = N \cdot F_k = 30 \cdot 405 \text{ Вт}$

$ma_1 = \frac{P}{v_1} - F_1$

$\Rightarrow F_1 = \frac{P}{v_1} - ma_1 = \frac{30 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{1}{4}$

$= \frac{30 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{1}{4} = 450 - 3 \cdot 25 = 375 \text{ Н}$

$\frac{F_1 \cdot v_1}{P} = \frac{27 \cdot 375}{30 \cdot 405} = \frac{27 \cdot 375}{30 \cdot 405} = \frac{5}{6}$

N2

(N3)

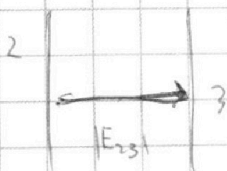
Условие $q_3 = q$

$q_2 = -4q$

$q_1 = 3q$

$\frac{2 \cdot 2 \cdot \epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d} = 9 - 3q + 4q = 2q$

$q = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d}$



$ma = \frac{E_{23} \cdot Q}{m}$

$q = \frac{UQ}{dm}$

$E_{23} = \frac{3q - 4q - q}{2 \epsilon_0 S} = -\frac{q}{\epsilon_0 S}$

$E_{12} = \frac{3q + 4q - q}{2 \epsilon_0 S} = \frac{3q}{\epsilon_0 S}$

$|E_{23}| = \frac{\epsilon_0 \cdot S \cdot U}{d \cdot \epsilon_0 \cdot S} = \frac{U}{d}$

$$\frac{375}{25} = 15$$

$$\frac{375 \cdot 15}{90 \cdot 405} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{375}{25} = 15$$

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!



№ 3, указ. не задается

$$U_1 = 2U, U_2 = U$$

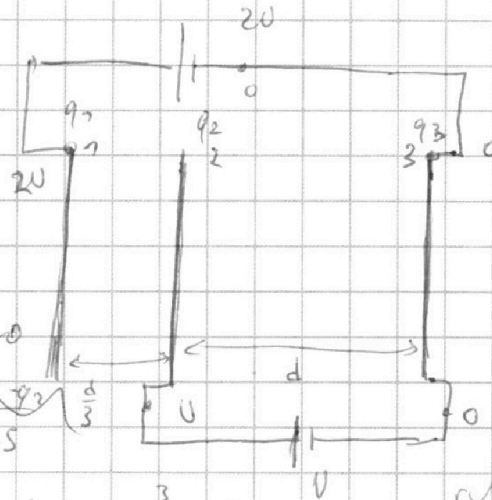
(M), $Q > 0$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0, q_1 \geq 0, q_2 \geq 0, q_3 \geq 0$$

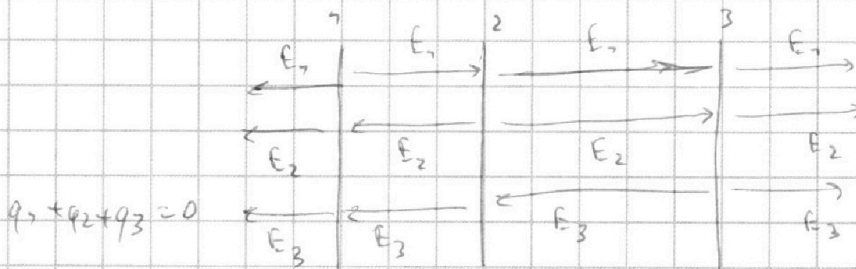
$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{21} = E_1 + E_2 + E_3 = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S} = 0$$

$$E_{22} = -(E_2 + E_3 - E_1) = -\frac{q_2 + q_3 - q_1}{2\epsilon_0 S}$$



$$E_{23} = \frac{-(q_2 + q_3 - q_1)}{2\epsilon_0 S}$$

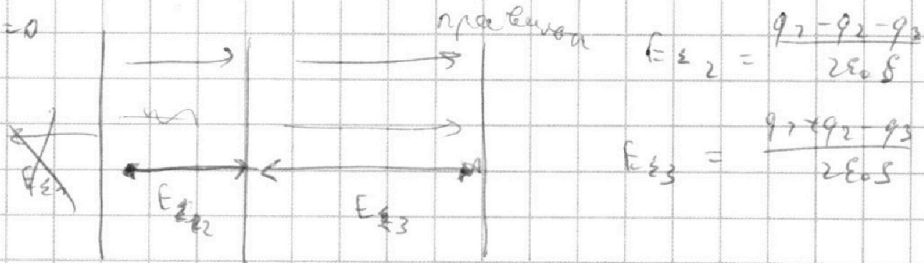


$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$2q_3 - 2q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$3q_3 - q_1 = 0$$

$$q_1 = 3q_3$$



$$E_{22} = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{23} = \frac{q_1 + q_2 + q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = E_{22} \frac{d}{3} = \frac{(q_1 - q_2 - q_3) d}{6\epsilon_0 S}$$

$$\varphi_2 - \varphi_3 = U = -E_{23} d = \frac{(q_3 - q_1 - q_2) d}{2\epsilon_0 S}$$

$$\frac{6\epsilon_0 S U}{d} = q_1 - q_2 - q_3 \quad 3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{q_3 - q_1 - q_2}$$

$$\varphi_3 - \varphi_1 - 2q_2 = 0 \quad \frac{2\epsilon_0 S U}{d} = q_3 - q_1 - q_2 \quad 3q_3 - 3q_1 - 3q_2 = q_1 - q_2 - q_3$$

$$2(q_3 - q_1) = q_2$$

$$= q_1 - q_2 - q_3$$

$$q_2 = 2(q_3 - 3q_3) = -4q_3$$

$$2q_3 - 2q_1 = 4q_3$$

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!



$$\frac{7z^2}{8 \cdot 7} = \frac{V_1}{V_2 + \Delta V}$$

$$2V_2 + 2\Delta V = 7V_1 \quad V_1 = 2V_2$$

$$2V_2 + 2\Delta V = 14V_2 \quad 72V_2 = 2\Delta V$$

$$6V_2 = \Delta V$$

$$V_2 = \frac{\Delta V}{6}$$

$$V_2 = \frac{V_1}{2}$$

~~В~~

$$\text{---} = 6V_2 = p_0 K \frac{V}{4}$$

$$\frac{p_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$3V_1 = \Delta V = p_0 K \frac{V}{4}$$

$$V_1 = \frac{p_0 K V}{12}$$

$$\frac{\Delta V}{6RT} = p_0 K V$$

$$\frac{pV}{6} = V_1 RT$$

$$\frac{p_0 V}{2p} = \frac{T_0}{T}$$

$$\frac{3p_0}{p} = \frac{T_0 3}{4T_0} = \frac{3}{4}$$

$$p_0 = \frac{p}{4}$$

$$\frac{p_0 V}{2} = \frac{p_0 K V}{12} RT$$

$$p_0 = \frac{4V_1 RT_0}{V}$$

$$V \frac{p_0 V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 2$$

$$\text{---} V p_0 p$$

$$\frac{p_0 V}{4} = V_2 RT_0$$

$$\frac{pV 7}{72} = (V_2 + \Delta V) RT$$

$$\Delta V = \frac{p_0 K V}{4}$$

рама

$$\frac{pV}{6} = V_1 RT$$

$$p_0 = \frac{p}{4}$$

$$\frac{7pV}{72} =$$

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!



2) $K_3 = \frac{mV_0^2}{2}$ $E = \text{const}$

$E_3 - E_2 = 0$

~~mV_0^2~~ $K_3 + \varphi_3 Q - K_2 - \varphi_2 Q = 0$

$K_3 - K_2 = (\varphi_2 - \varphi_3) Q = UQ$

$E_3 - E_A = 0$

$\frac{mV_0^2}{2} + \varphi_3 Q - \varphi_A Q - \frac{mV_A^2}{2} = 0$

$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = (\varphi_3 - \varphi_A) Q = (E_{12} \frac{d}{3} + E_{23} \frac{2d}{3})$

14. Найти разность потенциалов у ст. вет.

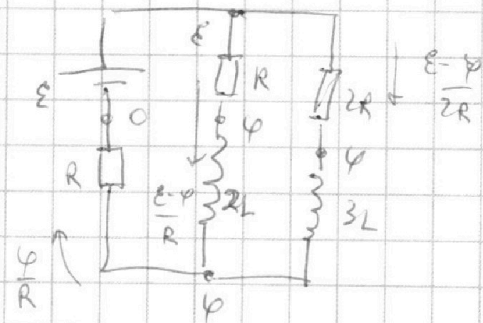
поу через амт. = 0

$\frac{E - \varphi}{R} + \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{\varphi}{R}$
 $2E - 2\varphi + E - \varphi = 2\varphi$

$3E = 5\varphi$ $\varphi = \frac{3E}{5}$

$I_{20} = \frac{E - \varphi}{2R} = \frac{2E}{5R} = \frac{E}{5R}$

$\frac{12 - 2 - 3}{12} V =$

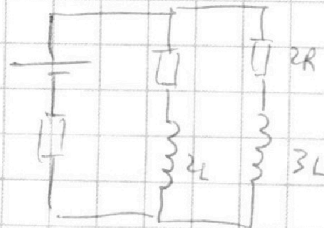


спраж после замык. К.

$I_{2L}(0) = \frac{E - \varphi}{R} = \frac{2E}{5R}$

$I_{3L}(0) = \frac{E}{5R}$

$I_L(0) = 0$



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!



$$G_{12} = \Delta V$$

$$\Delta V = k p_0 \frac{V}{\gamma}$$

$$G_{12} = \frac{k p_0 V}{\gamma}$$

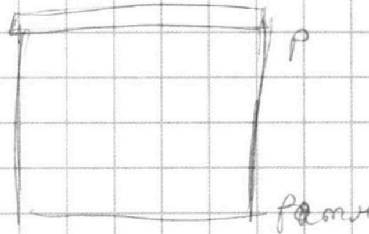
$$Q = 0$$

$$p_0$$

$$A_{\text{тол}} = 0$$

$$\Sigma p_{\text{тол}} V = \frac{\Sigma}{2} l$$

$$p = p_{\text{тол}} + p_{\text{атм}}$$



$$\begin{array}{r} 20 \\ 27 \\ \hline 33 \\ 7 \end{array} \Bigg| \frac{2}{7}$$

$$\begin{array}{r} 20 \\ 20 \\ \hline 40 \\ 7 \end{array}$$

$$d \alpha \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

$$\begin{array}{l} d \alpha \left(1 - \frac{1}{n} \right) \\ d \alpha \left(1 - \frac{1}{n} \right) \end{array}$$