



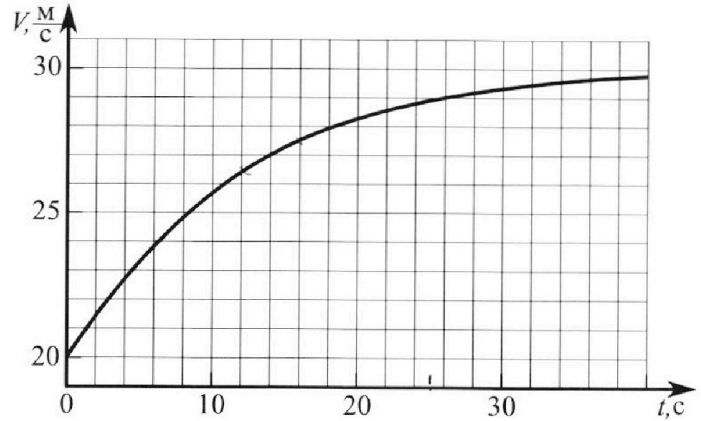
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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%.

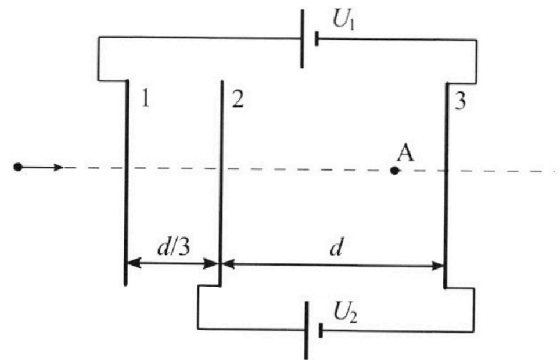
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

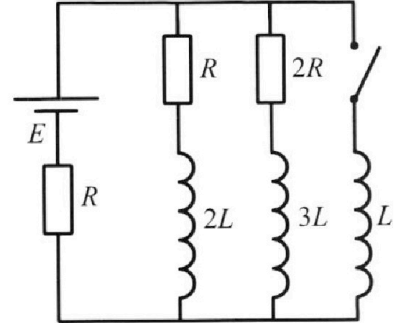
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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.

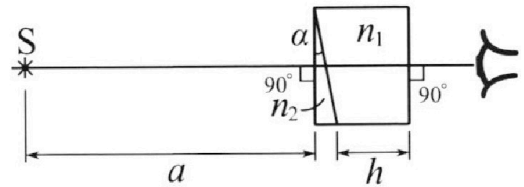


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 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)  $a_1 = ?$

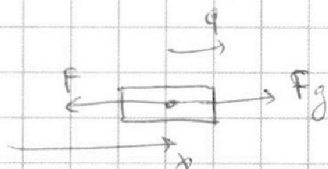
2)  $F_2 = ?$

3)  $\alpha = ?$

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

моменты  $(v_1; t_1)$ .  $a_1 = \frac{v(16 \text{ с}) - v(12 \text{ с})}{16 \text{ с} - 12 \text{ с}} = \frac{27.5 \text{ м/с} - 26.5 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = 0.25 \text{ м/с}^2$

2) Рассмотрим давление звонка мотоциклиста.



23Н для мотоциклиста в произвольный момент  $t$ .  
 $x: m \frac{dv}{dt} = F_g - F$

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

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

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

$a_k = 0, v_k = 30 \text{ м/с}$

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

$F_2 = \frac{P}{v_1} - ma_1 = \frac{v_k F_k}{v_1} - ma_1 = \frac{30 \cdot 405}{27} - 300 \cdot \frac{1}{4} =$

$= 375 \text{ Н}$

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

Ответ: 1)  $0.25 \text{ м/с}^2$ ; 2)  $375 \text{ Н}$ ; 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

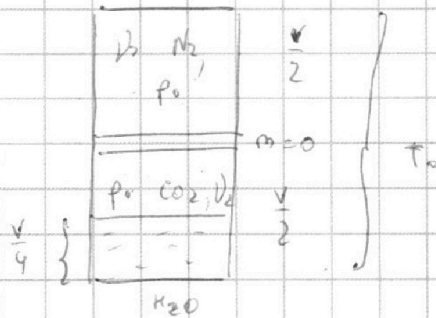
**МФТИ**

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)

П.и. поршень увеличился, то давления  $N_2$  и  $CO_2$  равны  $4p_0$ .

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

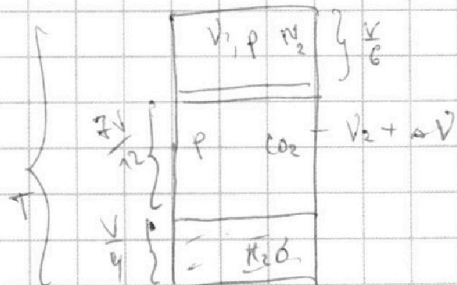
$$p_0 \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0$$
 (2),  $\nu_2$  - количество растворенного  $CO_2$

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

(1) поделим на (2)

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

2) После казбевакия



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  $CO_2$ :

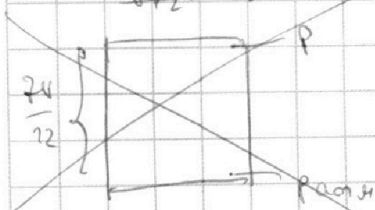
$$p \left( V - \frac{V}{6} - \frac{V}{4} \right) = (\nu_2 + \Delta \nu) RT$$
 (4)

(4) поделим на (3)

$$6V_2 = \Delta \nu$$

$$\frac{7 \cdot 8}{22} = \frac{V_2 + \Delta V}{V_2} \quad 7V_2 = 2V_2 + 2\Delta V$$

$$5V_2 = 2\Delta V$$



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!



Страница 2

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

$p_{\text{CO}_2}$  - давление  $\text{CO}_2$  при  $T$ .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$= 1 \frac{47}{93} p_{\text{атм}}$

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.

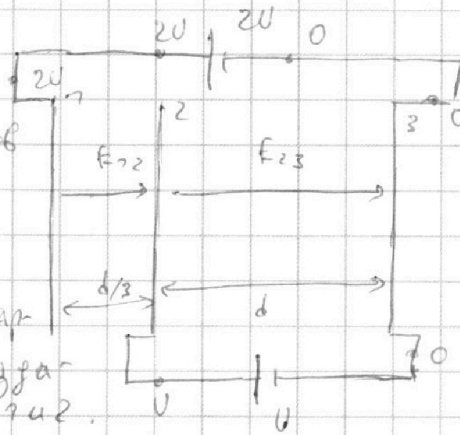
$U_1 = 2U, U_2 = U, m, q > 0, U_0$

$\theta = ?$

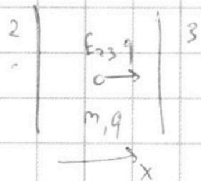
1) Используем метод потенциалов

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

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



$E_{23}$  - напряженность суммарного <sup>электр.</sup> поля, создаваемого <sup>между</sup> обкладками 2, 3 между обкладками 2 и 3.



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

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

$$a = \frac{E_{23} q}{m} = \frac{Uq}{md}$$

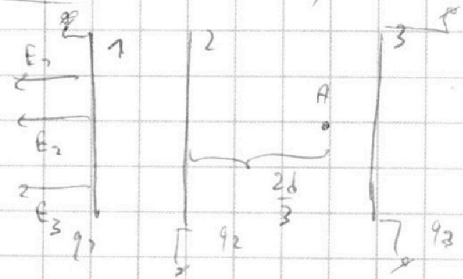
2) П.и. кеплотену. сил кет, то верек ЗСЭ в полях 2 и 3.

$E_2 = E_3$

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

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

3) ЗСЭ



ЗСЭ в точке:  $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

Пусть  $q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 > 0$

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

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

~~ее скоростью  $U_0$ .~~

~~заставка 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.  $E_A = 0$ , 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

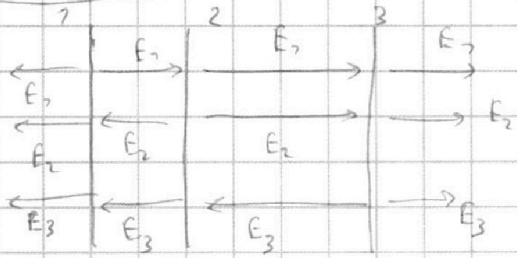


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

Страница 2



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

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

$$E_{12} = E_1 - E_2 - E_3 = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$= \frac{3U}{d}$$

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

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

$$= \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow q_1 + q_2 - q_3 = \frac{2\epsilon_0 S U}{d}$$

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

$$3q_1 + 3q_2 - 3q_3 = q_1 - q_2 - q_3$$

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

$$2q_2 = q_3 - q_1$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

$$q_2 = \frac{Q + 3Q}{2} = 2Q$$

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

$$q_1 = -3Q$$

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

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

$$E_{23} = \frac{U}{d} \quad E_{12} = \frac{3U}{d} = \frac{(q_1 - q_2)3}{d}$$

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

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

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

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

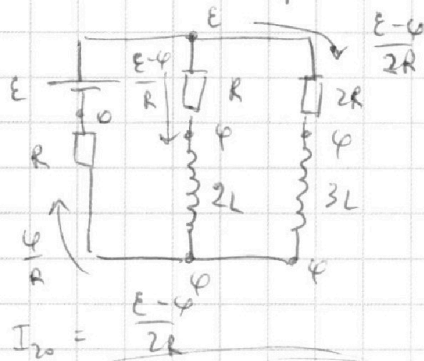
**МФТИ**

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

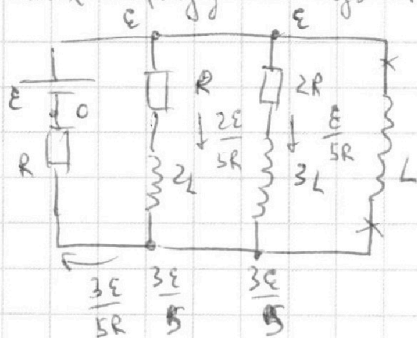
$2E - 2\varphi + E - \varphi = 2\varphi$

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

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

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

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



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

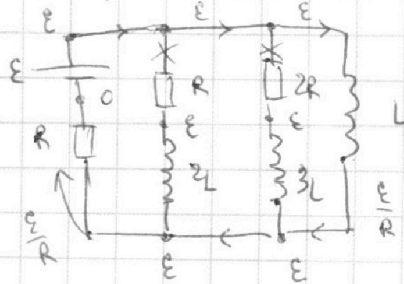
Используем метод потенциалов.

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

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

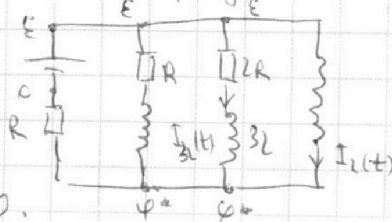
$I_L'(0) = \frac{2E}{5L}$

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



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

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!

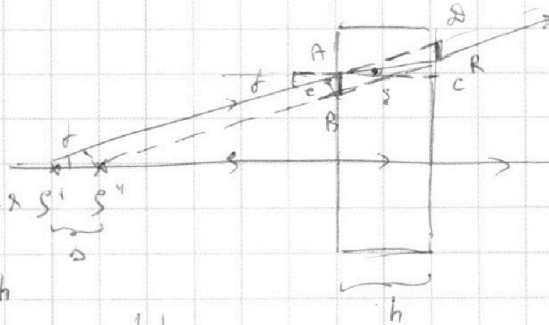


Страница 3.

Вывод  $\Delta$ :

$\delta$  - угол падения

$\xi$  - 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.

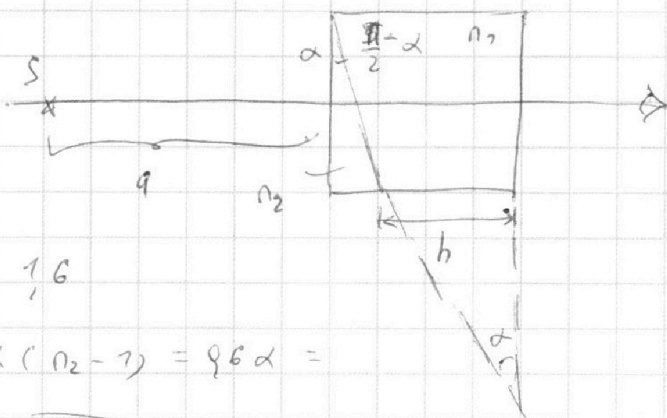
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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 ?  
 $n_1 = 1,2$   
 $a = 200 \text{ м}$   
 $\alpha = 9,05 \text{ рад}$   
 $h = 0,03 \text{ м}$



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

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

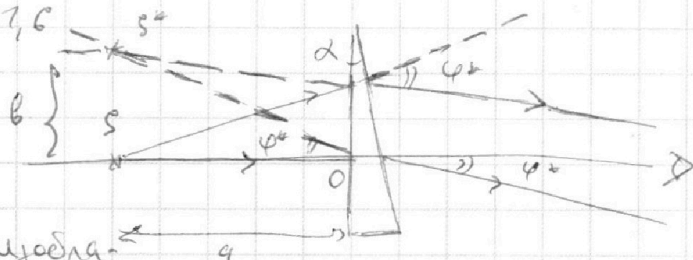
$= \frac{3}{5} \cdot \frac{5}{100} = 9,03 \text{ рад}$

(Используем готовую формулу для

определения угла отклонения луча, проходящего через  $\alpha$ -ую призму)

Призма с показателем  $n_1$  выходя не дает.

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



$S^*$  - искомое изображение

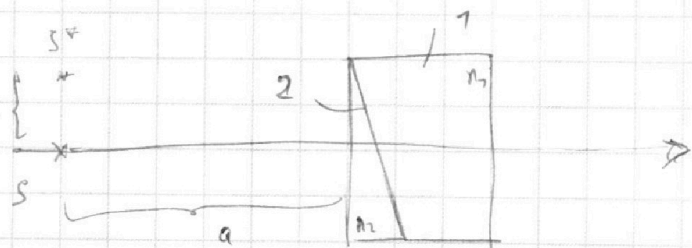
вещи предмета S в системе призм

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

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

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

Полоска между призмами



1 и призмой 2 плоско-парал- S

мелькую пластинку с бесконечно малой толщиной

с показателем преломления  $n_0$ , она не изменит направления парал-

лель лучей.

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

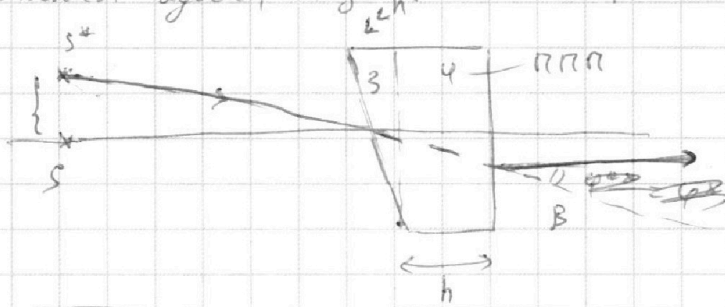


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

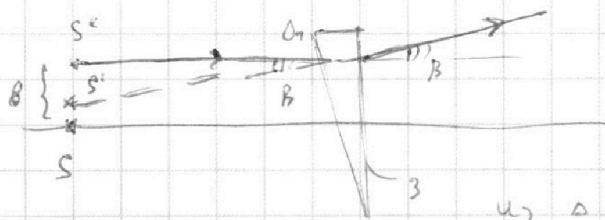


Страница 2.

$S^*$  - действительный предмет для призмы  $\gamma$  на расстоянии  $a$  от нее.  
 $\beta = \alpha(n_2 - 1) = \varphi \beta \alpha = 5 \cdot 700 = 904$  угл. - угол отклонения лучей, исходящих от  $S^*$ .



Разрежем призму  $\gamma$  на плоскопараллельную пластину толщиной  $h$  и призму с углом  $\alpha$  при вершине. Поместим между ними ППП с показателем преломления  $n$ .



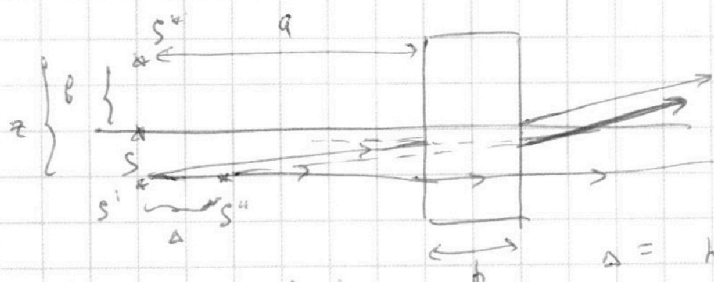
$S'$  - искомое изображение предмета  $S^*$  в призме  $\beta$ .

$z$  - расстояние от  $S^*$  до  $S'$ .

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

$z = 904 \cdot 200 = 8 \text{ см} > h \Rightarrow S'$  ниже  $S$ .

$S'$  - действительный предмет для ППП.



ППП параллельно смещает падающий луч.  
 $\Delta$  - смещение между  $S'$  и изображением  $S''$  в ППП.

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

всю формулу) вывод будет ниже на стр. 3)

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

$S S''$  - расстояние от источника до изображения  
 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:

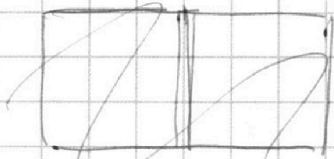
- 1  2  3  4  5  6  7



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



№2



$\kappa = 0$

$$\frac{375 - 27}{30 - 405} = \frac{5}{6}$$

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

✓

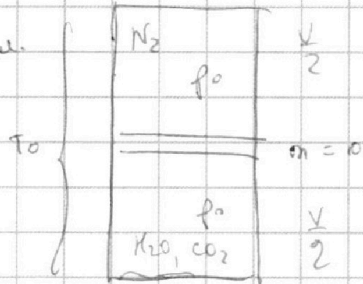
$\frac{V}{2}$   $\frac{V}{2}$

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

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

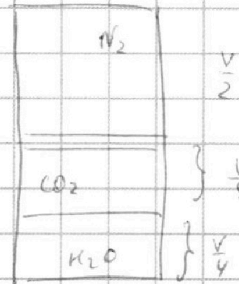
Корпус 1

$p_0$  - газы  
 $n_{H_2O}$

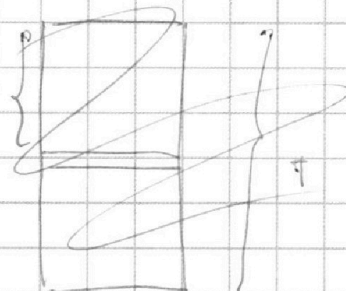
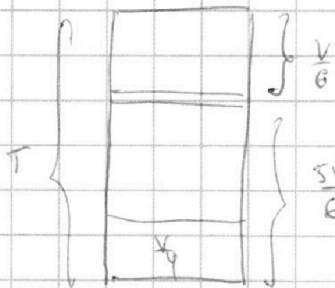


$$75 \left| \frac{3}{25} \right.$$

$n = 0$  теплопровод.



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



$$\frac{5V}{6} - \frac{V}{6} = \frac{70V - 3V}{72} = \frac{7V}{72}$$

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

$\Delta V$  - кол-во раствор. газа

$$\kappa = \rho G \cdot 70 - 3 \text{ моль} / \mu^3 R_0 (T_0)$$

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

общий числ. равенст

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

$\kappa$  - общ. числ.

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

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

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

$\nu_1 = \text{const}$

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

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

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

числ. числ. рав.

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

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

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.  $F_k = 405 \text{ H}$

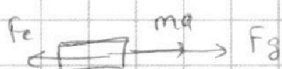
$v_1 = 27 \text{ м/с}$

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

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

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

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



~~$F_g = \dots$~~

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

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

$450 - 3 \cdot 25$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

N2

(N3)

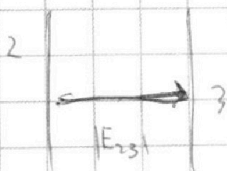
Условие  $q_3 = q$

$q_2 = -4q$

$q_1 = 3q$

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

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



$ma = E_{23} \cdot Q$

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7



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

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

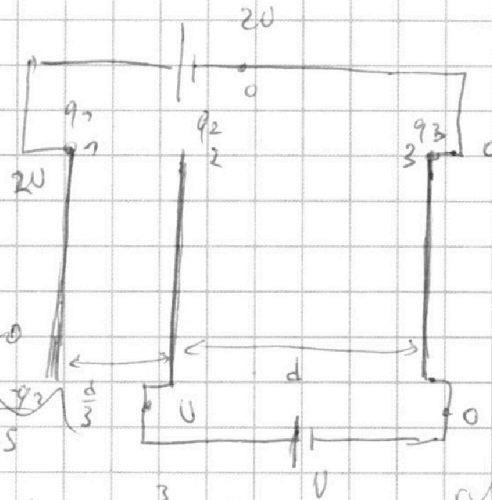
(M),  $Q > 0$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0, q_1 > 0, q_2 > 0, q_3 > 0$$

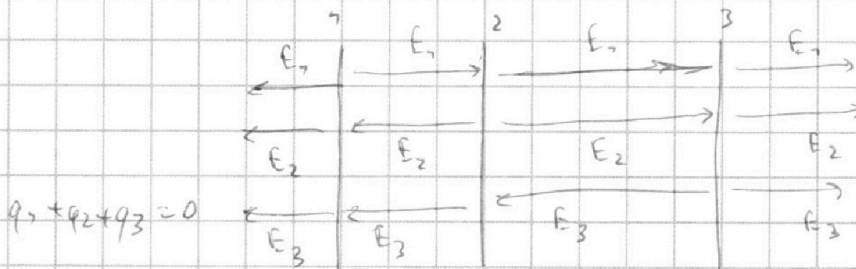
$$E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

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

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



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

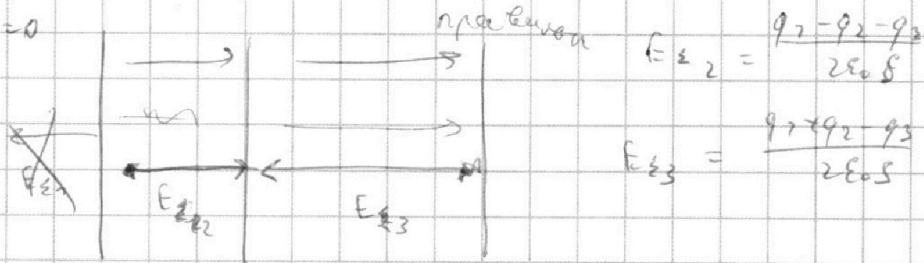


$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

$$3q_3 - q_1 = 0$$

$$q_1 = 3q_3$$



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

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

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U = E_{22} d = \frac{(q_1 - q_2 - q_3) d}{2\epsilon_0 S}$$

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

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

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

$$= q_1 - q_2 - q_3$$

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

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

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~~

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

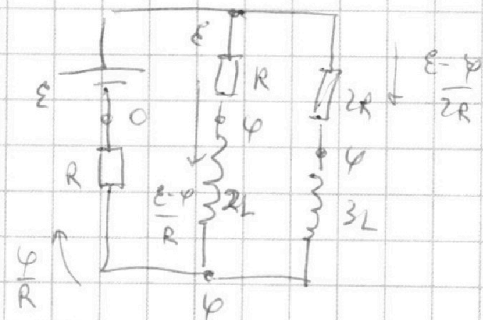
поу через амт. = 0

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

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

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

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

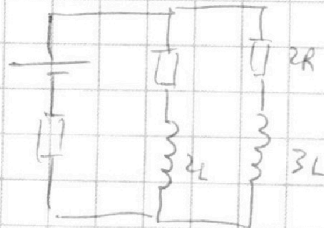


справа после замыкания К.

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

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

$I_L(0) = 0$



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!



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

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

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

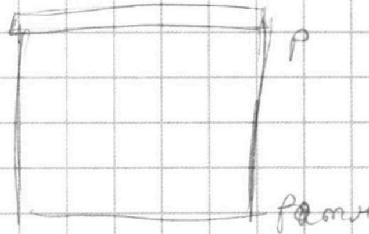
$$Q = 0$$

$$p_0$$

$$A_{\text{тол}} = 0$$

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

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



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

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

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

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