



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01



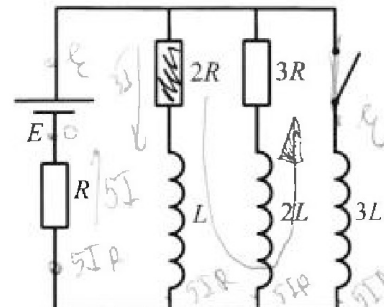
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = - \frac{\Delta (LI)}{\Delta t} = - L \frac{\Delta I}{\Delta t} \Rightarrow U = L \cdot I'$$

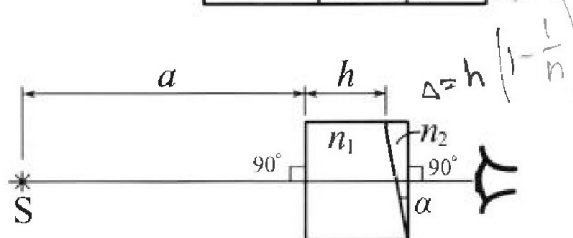
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Отв ты 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 $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Handwritten calculations and diagrams for problem 5.

Diagram 1: A prism with refractive index n_1 and thickness h . A light ray enters from the left, passes through the prism, and exits to the right. The angle of deviation is Δ .

Diagram 2: A prism with refractive index n_2 and thickness h . A light ray enters from the left, passes through the prism, and exits to the right. The angle of deviation is Δ .

Diagram 3: A prism with refractive index n_1 and thickness h . A light ray enters from the left, passes through the prism, and exits to the right. The angle of deviation is Δ .

Diagram 4: A prism with refractive index n_2 and thickness h . A light ray enters from the left, passes through the prism, and exits to the right. The angle of deviation is Δ .

Handwritten calculations:

$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$
$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{1,7} \right) = 9 \cdot \frac{0,7}{1,7} = 4,7$$
$$\Delta = h \left(1 - \frac{1}{1,5} \right) = 9 \cdot \frac{0,5}{1,5} = 3$$

Other calculations:

$$194 - 4,7 = 189,3$$
$$194 - 3 = 191$$
$$194 - 4,7 = 189,3$$
$$194 - 3 = 191$$



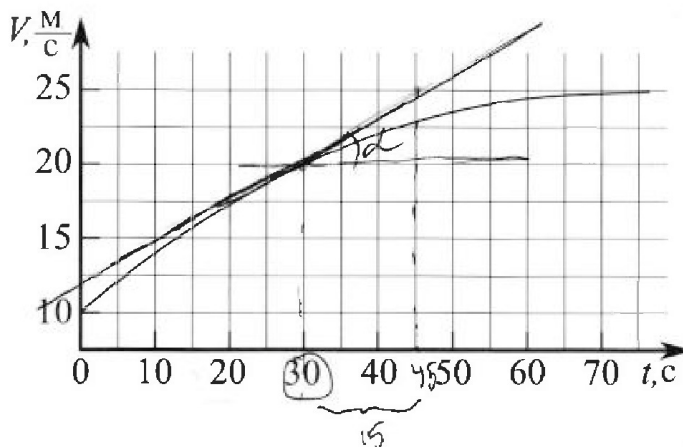
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

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



1. Автомобиль массой $m = 1800$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.

2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .

3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Треб умая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

$$T = \frac{5}{4} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{4}{5} T$$

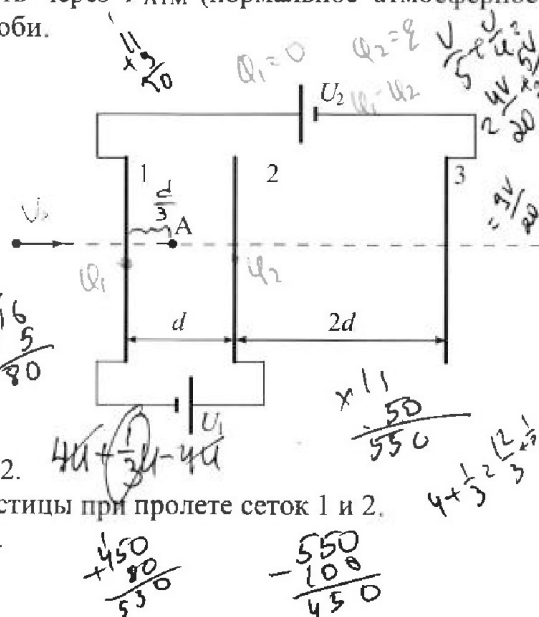
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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 начальное давление в сосуде P_0 . 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 $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 1 и 2.

2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

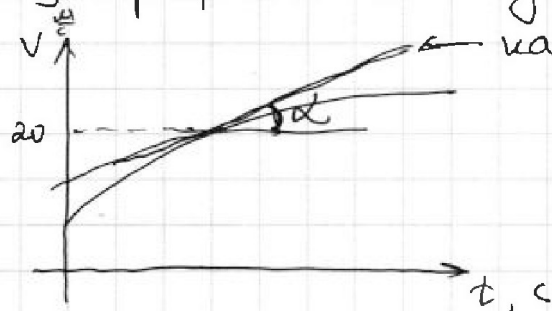
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

№ 1

1) $a = \frac{dV}{dt} = \dot{V} \Rightarrow a$ - тангенс угла наклона касательной

в точке, где $V = V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

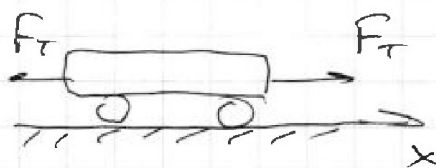
Из графика ~~tg~~ $\tan \alpha = \frac{5}{15} = \frac{1}{3} \Rightarrow a_1 = \frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



II 3. Ньютона на Ox :

2) $ma_1 = F_T - F_c$ - при $V = V_1$

~~ma~~ $a_k = 0$ (в конце скорости



установилась) $\Rightarrow F_T = F_c = F_k \Rightarrow k \cdot V_k = F_k$

По графику $V_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k}$

$ma_1 = F_T - kV_1 \Rightarrow F_T = ma_1 + kV_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k}$

$\Rightarrow F_T = 1800 \cdot \frac{1}{3} + 500 \cdot \frac{20}{25} = 1000 \text{ Н}$

3) $N_1 = F_T \cdot V_1 = 1000 \cdot 20 = 20000 \text{ Вт} = P_1$

Ответ: 1) $a_1 = \frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) $F_1 = ma_1 + F_k \cdot \frac{V_1}{V_k} = 1000 \text{ Н}$

3) ~~P~~ $P_1 = F_1 \cdot V_1 = 20000 \text{ Вт}$

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 (продолжение):

$$\frac{V}{2} = \frac{5p_0 V}{16 RT}$$

$$\Delta V = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p_0 V$$

$$\text{Условие: } \frac{25}{8} p_0 = \frac{20 RT}{11 V} \cdot \left(\frac{p_{\text{атм}} \cdot 11 V}{20 RT} + \frac{5 p_0 V}{16 RT} - \frac{k p_0 V}{4} \right)$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{20 RT}{11 V} \cdot \frac{5 p_0 V}{16 RT} - \frac{20 RT}{11 V} \cdot \frac{k p_0 V}{4}$$

$$\frac{25}{8} p_0 = p_{\text{атм}} + \frac{100}{16 \cdot 11} p_0 - \frac{5 RT \cdot k}{11} p_0$$

$$\left(\frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right) p_0 = p_{\text{атм}} \quad \text{①}$$

$$\left(\frac{25 \cdot 2 \cdot 11 - 100 + 5 \cdot 16 \cdot RT \cdot k}{16 \cdot 11} \right) p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{550 - 100 + 80 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^{-3}}{16 \cdot 11} p_0 = p_{\text{атм}}$$

$$\frac{530}{16 \cdot 11} p_0 = p_{\text{атм}} \Rightarrow p_0 = \frac{16 \cdot 11}{530} p_{\text{атм}} =$$

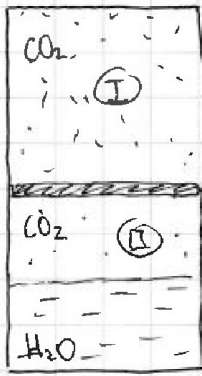
$$= \frac{8 \cdot 11}{265} = \frac{88}{265} p_{\text{атм}}$$

Ответ: 1) $\frac{V}{V_2} = 2$

2) $p_0 = \frac{p_{\text{атм}}}{\left(\frac{25}{8} - \frac{100}{16 \cdot 11} + \frac{5 \cdot RT \cdot k}{11} \right)} = \frac{88}{265} p_{\text{атм}}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

№2

1)  Поршень легкий $\Rightarrow$ давление сверху равно давлению снизу

(I) $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 \Rightarrow \frac{4}{2} = \frac{\nu}{\nu_2} = 2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu$

(II) $p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$

$\Rightarrow \nu = \frac{p_0 V}{2 R T_0} = \frac{p_0 V \cdot 5}{2 R \cdot 4 T} = \frac{5 p_0 V}{8 R T}$

2)  $\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ (I)} \\ \text{CO}_2 \text{ (II)} \\ \text{H}_2\text{O (III)} \end{array} \right\} \frac{V}{5}$

$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20} V$

$\left. \begin{array}{l} \text{CO}_2 \text{ (I)} \\ \text{CO}_2 \text{ (II)} \end{array} \right\} \frac{V}{4}$

(I): $p \cdot \frac{V}{5} = \nu R \cdot T$

аналог: $p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu R T_0 = \nu R \cdot \frac{4}{5} T$

$\frac{2}{5} \cdot \frac{p}{p_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow \frac{p}{p_0} = \frac{25}{8} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$

(II): $p = p_{\text{н.п.}} + p_r$

$\frac{25}{8} p_0 = \frac{\nu_{\text{н.п.}} R T}{\frac{11}{20} V} + \frac{(\frac{V}{2} - \Delta V) R T}{\frac{11}{20} V}$

$\frac{25}{8} p_0 = \frac{20 \cdot R \cdot T}{11 V} \left(\nu_{\text{н.п.}} + \frac{V}{2} - \Delta V \right)$

$p_{\text{атм}} \cdot \frac{11}{20} V = \nu_{\text{н.п.}} R T \Rightarrow \nu_{\text{н.п.}} = \frac{p_{\text{атм}} \cdot 11 V}{20 R T}$

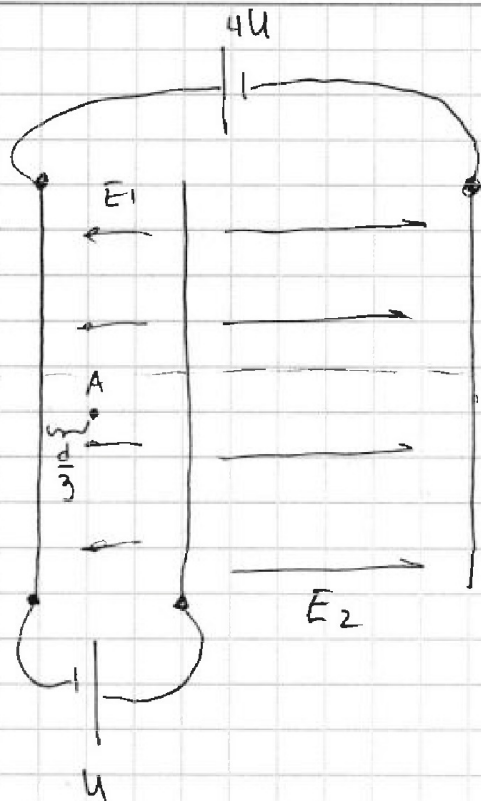
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



1) ~~Рассчитать напряженность электрического поля~~

$$u = E_1 \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{u}{d}$$

$$5u = E_2 \cdot d \Rightarrow E_2 = \frac{5u}{d}$$

$$ma_{12} = F_k \quad (\text{II з. Ньютона})$$

$$ma_{12} = q \cdot E_1 = \frac{qu}{d} \Rightarrow$$

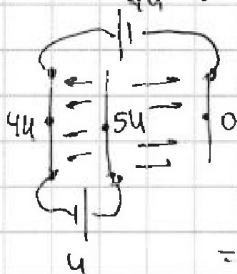
$$\Rightarrow a_{12} = \frac{qu}{dm}$$

2) Th. об изменении кинетической энергии:

$$K_2 - K_1 = \Sigma A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -qu \Rightarrow K_1 - K_2 = qu$$

3) Th. об изменении кинетической энергии:

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q(\varphi_A - 4u)$$



$$\varphi_A - 4u = E_1 \cdot \frac{d}{3} = \frac{u}{d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{1}{3}u \Rightarrow \varphi_A = \frac{13}{3}u$$

$$mV_A^2 - mV_0^2 = 2q\left(\frac{13}{3}u - 4u\right) = 2q \cdot \frac{1}{3}u =$$

$$\Rightarrow mV_A^2 = mV_0^2 + \frac{2}{3}qu \Rightarrow V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qu}{3m}}$$

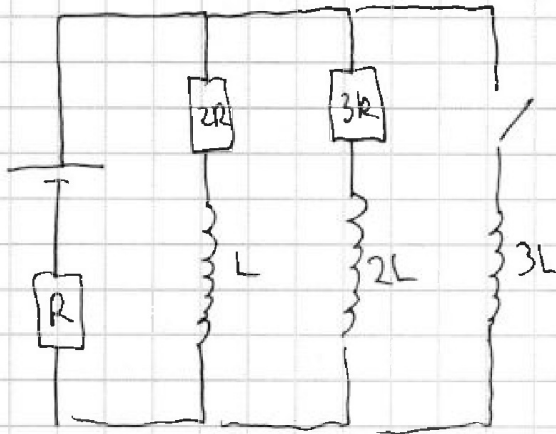
Ответ: 1) $a = \frac{qu}{dm}$; 2) $K_1 - K_2 = qu$; 3) $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{2qu}{3m}}$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

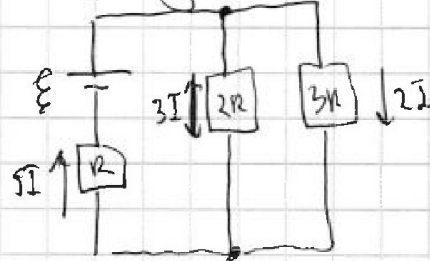
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4



1) В уст. regime катушки ведут себя как идеальный проводники $\Rightarrow$



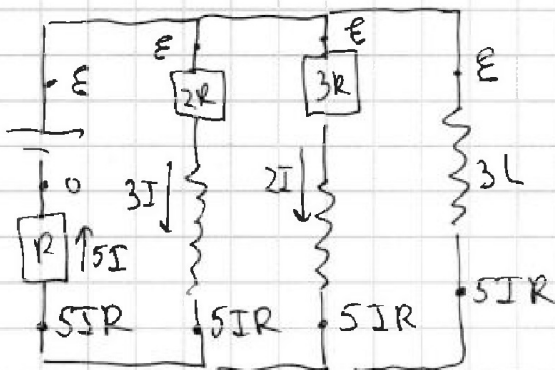
Пусть I через $2R$ равен $3I$, тогда через $3R$ равен $2I$
(напряжения равны: $3I \cdot 2R = 3R \cdot I_3 \Rightarrow I_3 = 2I$)

Общий ток: $5I$: $\mathcal{E} = 5I \cdot R_{\text{общ}}$

$$R_{\text{общ}} = R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6R^2}{5R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = 5I \cdot \frac{11}{5}R \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{11R} \Rightarrow 3I = I_{10} = \boxed{\frac{3\mathcal{E}}{11R}}$$

2) Сразу после замыкания ключа ток через катушки не изменится:



Расставим потенциалы в цепи пользуясь законом Ома

$$U_{3L} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} - 5IR = 3L \cdot I'_{3L}$$

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

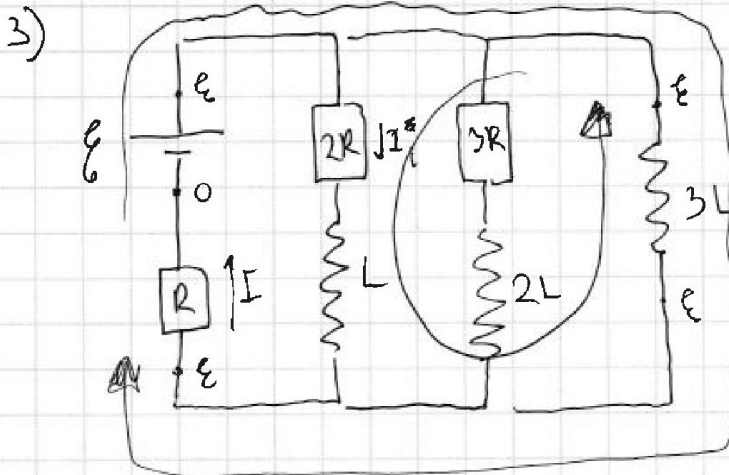
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№4 (продолжение)

$$\mathcal{E} - 5 \cdot \frac{\mathcal{E}}{11R} \cdot R = 3L \cdot I'_{3L}$$

$$\frac{6}{11} \mathcal{E} = 3L \cdot I'_{3L} \Rightarrow I'_{3L} = \frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \boxed{\frac{2\mathcal{E}}{11 \cdot L}}$$



Ток в уст. режиме
будет течь только
через $3L$ (т.к.
капак в уст. реж.
= ид. проводник)

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

~~Или так~~

~~3. Кирхгофа:~~ $\circlearrowleft -L \cdot \frac{dI_L}{dt} + 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2RI_i$

$$+ 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = 2RI_i + L \cdot \frac{dI_L}{dt} \quad | dt$$

$$+ 3L \cdot dI_{3L} = 2R(I_i \cdot dt)^{q_{2R}} + L \cdot dI_L$$

$$+ 3L \cdot dI_{3L} = 2R q_{2R} + L dI_L$$

Просуммируем:

$$+ 3L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) = 2R \cdot q_{2R} + L \left(0 - \frac{3\mathcal{E}}{11R} \right)$$

$$+ \frac{3\mathcal{E}L}{R} = 2R \cdot q_{2R} - \frac{3\mathcal{E}L}{11R}$$

$$2R \cdot q = \frac{3\mathcal{E}L}{R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{33\mathcal{E}L}{11R} + \frac{3\mathcal{E}L}{11R} = \frac{36\mathcal{E}L}{11R}$$

$$q = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$; 2) $I'_{3L} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}$; 3) $q = \frac{18\mathcal{E}L}{11R^2}$

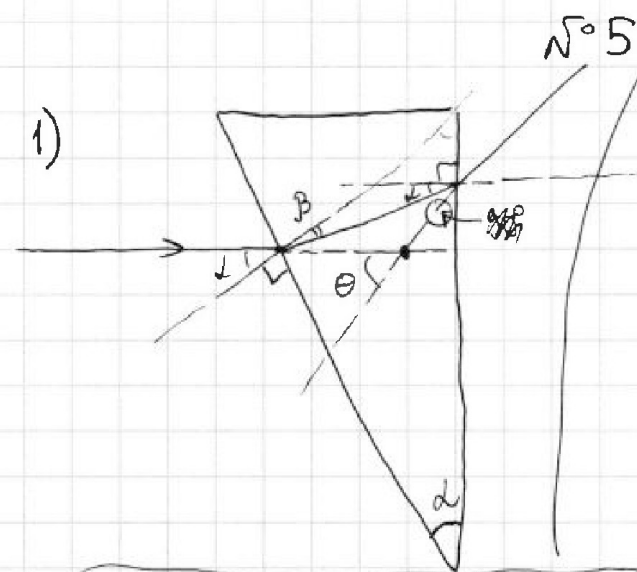
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



МФТИ

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



№ 5

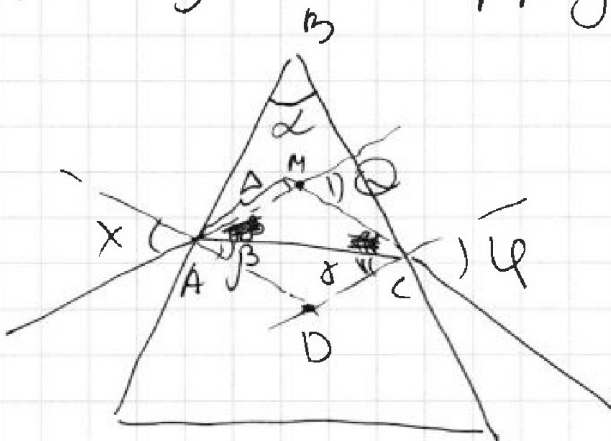
θ - угол отклонения

$$\theta = \alpha \cdot (n - 1)$$

(Т.к. у плоскопараллельной
пластины $n = 1$ она никак
не влияет на θ)

$$\theta = 0,1 \cdot (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад}$$

Доказательство формулы: $\theta = \alpha \cdot (n - 1)$



При малых углах закон
Снеллиуса:

$$X = n \cdot \beta$$

$$Y = n \cdot \gamma \Rightarrow X + Y = n(\beta + \gamma)$$

$$\text{Из } ABCD: \alpha + \angle D = 180^\circ$$

$$\Rightarrow \alpha + (180^\circ - (\beta + \gamma)) = 180^\circ \Rightarrow \beta + \gamma = \alpha$$

$$\theta \text{ (как внешний угол } \triangle ACM: \theta = \angle MAC + \angle MCA = \\ = X - \beta + Y - \gamma = X + Y - (\beta + \gamma) = n \cdot \alpha - \alpha = \alpha(n - 1)$$

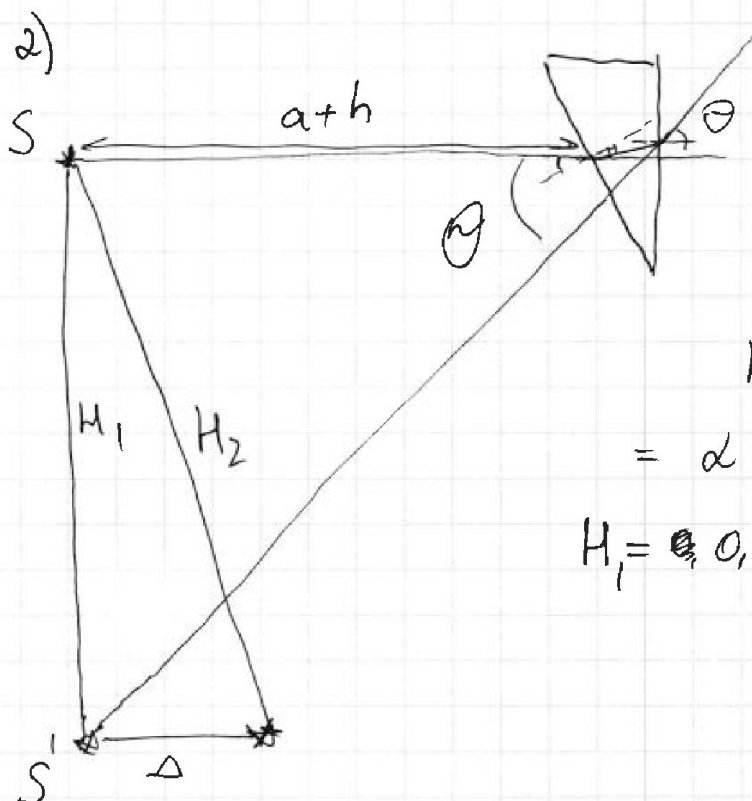
Найти?



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

№5 (продолжение)

2)



H - расстояние
между S и S'

$$\tan \theta = \theta = \frac{H}{a+b}$$

$$H_1 = \Theta \cdot (a+h) = \alpha(n_2 - 1) \cdot (a+h)$$

$$H_1 = 0,07 \cdot 203 \text{ cm} = 17,21 \text{ cm}$$

3) Система: плоскопараллельная пластинка + призма:

Плоскопараллельная пластина сдвига на

$$\Delta = h \cdot \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) = \frac{h}{2} \approx 3,1 \text{ nm}$$

Призма сімусает на $H = 2(n-1) \cdot (a+h)$

$$H_2 = \sqrt{\Delta^2 + H_1^2} = \sqrt{3,21^2 + 17,21^2} \text{ cm} \approx 17,5, \sqrt{298} \text{ cm}$$

Umbern: 1) $\theta = \alpha(n-1) \approx 0,07 \text{ pag}$

$$2) H = \alpha (n_2 - 1) \cdot (a + h) \approx 17,21 \text{ cm}$$

$$3) \sqrt{h^2 \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 + d^2 (n_2 - 1)^2 (a + h)} \approx \sqrt{298} \text{ cm}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

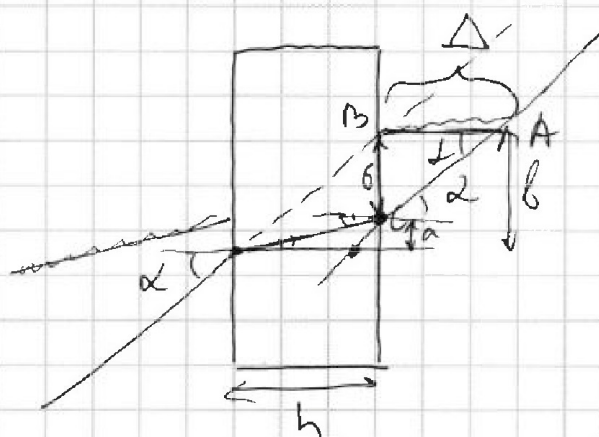
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№5 (продолжение)



Доказательство

формулы $\Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha = \frac{b}{h}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \beta = \frac{a}{h}$$

$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot n \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \beta \cdot n \Rightarrow \beta = \frac{1}{n} \alpha$$

$$b = h - a = \alpha h - \beta h = \alpha h - \frac{1}{n} \alpha h =$$

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

$$\text{В } \triangle ABC: \operatorname{tg} \alpha = \frac{b}{\Delta} = \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\alpha \cdot h \left(1 - \frac{1}{n}\right)}{\Delta} \Rightarrow \Delta = h \left(1 - \frac{1}{n_1}\right)$$

ч.т.д.



доказательство формулы, использовавшее
в решении задачи №5



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!

ЧЕРНОВИК



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

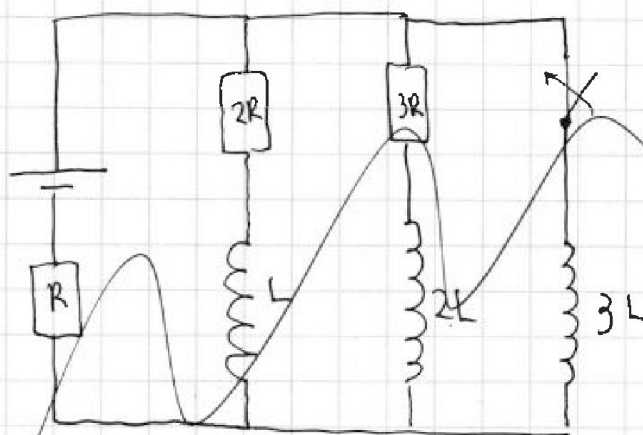
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

№ 4



1) В уст. режиме при размыкании ключа катушка ведет себя как идеальный проводник $\Rightarrow$ в уст. режиме весь ток потечет через резистор R и катушку $3L$
 $\Rightarrow I_{2R} = 0 = I_{10}$

2)

$$-L I_1' + 3L \cdot I_3' = I_1 \cdot 2R$$

$$\begin{array}{r} 36 \sqrt{18} \\ - 2 \\ \hline 16 \end{array}$$



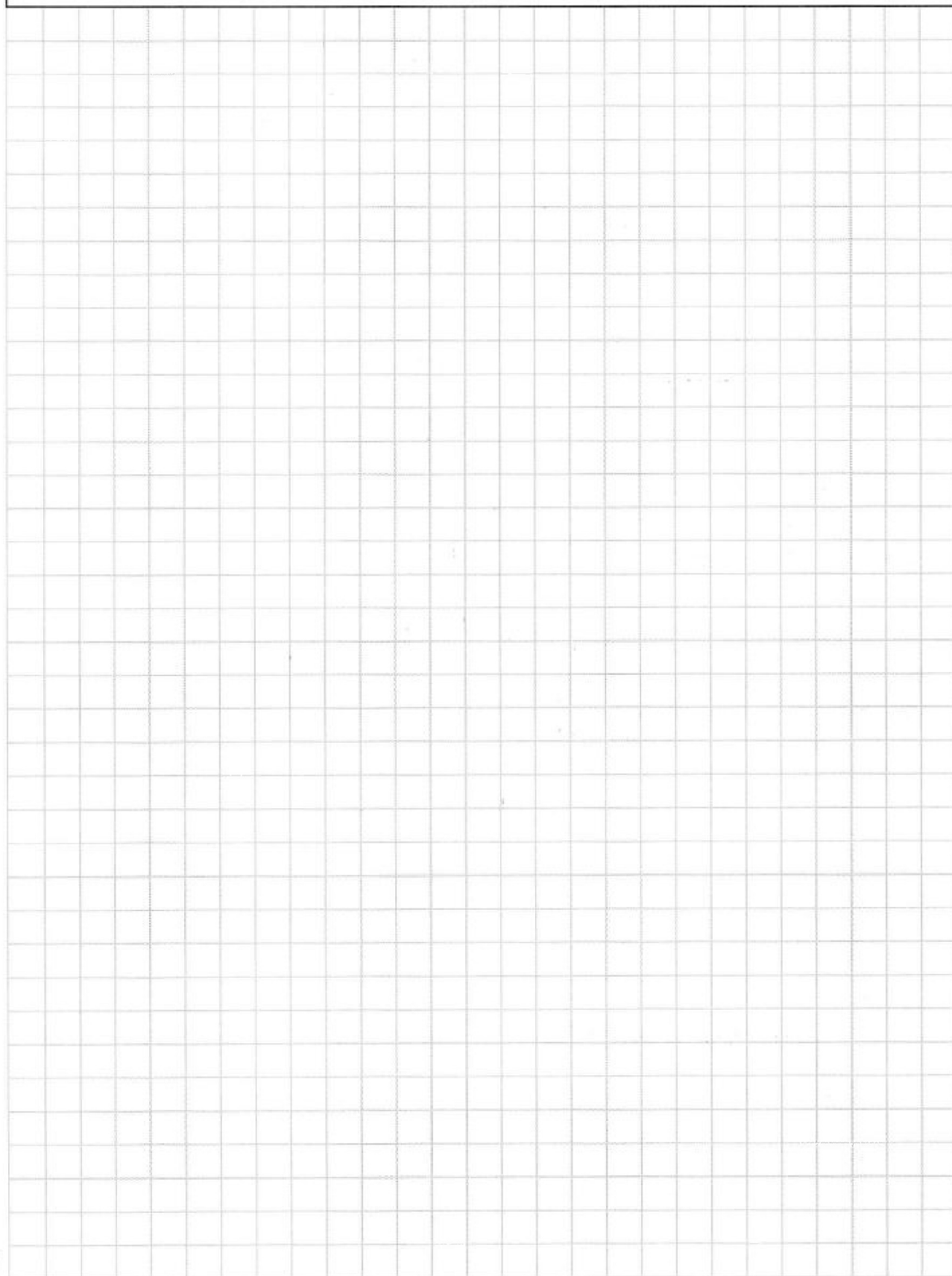
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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





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

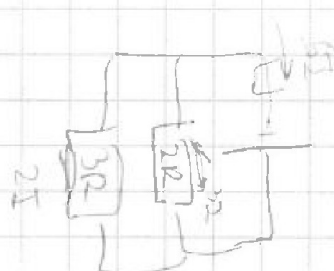
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = V - \left(\frac{V}{5} + \frac{V}{4} \right) = V - \frac{4V+5V}{20} = V - \frac{9V}{20} = \frac{11}{20}V$$



$$-L \cdot \dot{I}_L + 3L \cdot \dot{I}_L = 2R \cdot q$$

$$-L \cdot \dot{I}_L + 3L \cdot \dot{I}_L = 2R \cdot q$$

$$-L(0 - 3\dot{I}) + 3L\left(\frac{q}{R} - 0\right) = 2Rq$$

$$3\dot{I}L + 3L \cdot \frac{q}{R} = 2Rq$$

$$2Rq = 3 \cdot \frac{q}{R}L + 3L \cdot \frac{q}{R}$$

$$= \frac{3\dot{I}L}{R} + \frac{3L\dot{I}}{R}$$

$$= \frac{3\dot{I}L + 3L\dot{I}}{R} = \frac{3\dot{I}L}{R}$$

$$q = \frac{3\dot{I}L}{11R} \approx 2$$

$$\text{из } \mathcal{E} = 5I \cdot R_{\text{общ}}$$

$$R + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$\mathcal{E} = 5I \cdot \frac{11}{5}R = 11I \cdot R$$

$$410 = 35 \cdot \frac{3\dot{I}}{11R}$$

$$U = L \cdot \dot{I}$$

$$U = 3L \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I} = \frac{U}{3L}$$

$$U = \mathcal{E} - 5IR = \mathcal{E} - 5 \cdot \frac{q}{R} \cdot R =$$

$$= \mathcal{E} - \frac{5q}{R} = \frac{6}{11}\mathcal{E}$$

$$\frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3L} = \frac{6 \cdot 2\mathcal{E}}{11L}$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{11L} = \frac{12\mathcal{E}}{11L}$$

$$\frac{3\mathcal{E}}{11L} = \frac{12\mathcal{E}}{11L}$$



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!

$$\Delta U = k p \omega = k p \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p V$$

$$\Delta U = \underbrace{k \cdot \frac{V}{4}}_{const} p$$

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

$$p \frac{V}{5} = \nu R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$p \cdot V_x = \nu R T_x$$

$$\begin{array}{r} 530 \\ - \frac{4}{15} \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 530 \\ - \frac{4}{13} \\ \hline 265 \end{array}$$

$$p = p_{\text{н.п.}} + p_0$$

$$p = \frac{\nu_{\text{н.п.}} R T}{\frac{4}{5} V} + \frac{(\nu - \Delta \nu) R T}{\frac{4}{5} V} = \left(\nu_{\text{н.п.}} + \frac{\nu - \Delta \nu}{2} \right) \cdot \frac{R T}{\frac{4}{5} V}$$

$$\Delta U = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} p_0 V$$

$$p_{\text{н.п.}} \cdot \frac{4}{5} V = \nu_{\text{н.п.}} R T$$

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

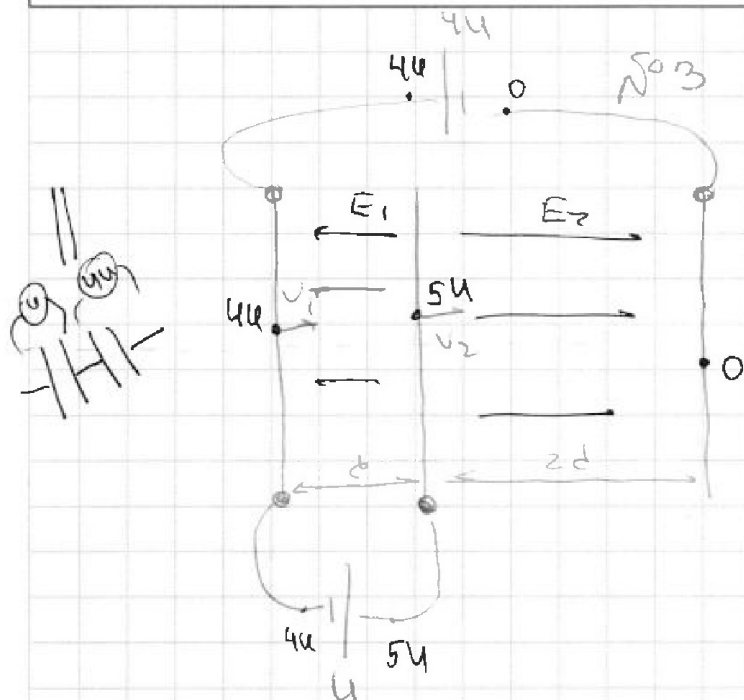
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

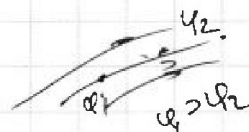
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$F = qE$$



$$U = E \cdot d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

$$5U = E_2 \cdot d \Rightarrow E_2 = \frac{5U}{d}$$

$$U_1 = E_1 \cdot d_1$$

$$1) ma = F_k =$$

$$ma = q \cdot E_1 = \frac{qU}{d}$$

$$a = \frac{qU}{dm}$$

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$$

$$2) K_1 - K_2 = ?$$

$$K_1 = \frac{mV_1^2}{2}$$

$$K_2 = \frac{mV_2^2}{2}$$

Th о max кин. энер...

$$K_2 - K_1 = \frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = q \cdot (4U - 5U) = -qU$$

$$\Rightarrow K_1 - K_2 = qU$$

~~max~~

3) Th об max кин. энергии от 8 кА:

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{01}$$

$$\oplus \left\{ \begin{aligned} \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} &= A_{01} \\ \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} &= A_{1A} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = A_{0A} = q \cdot (0 - \varphi_A)$$

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!



$$E_1 = U_A - 4U$$

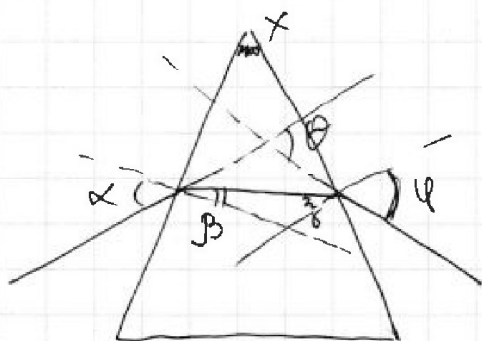
$$U_A - 4U = E_1 \cdot \frac{d}{3}$$

$$U_A = 4U + \frac{4}{d} \cdot \frac{d}{3} = 4U + \frac{4}{3} = \frac{12U}{3} + \frac{4}{3} = \frac{12U + 4}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{mV_A^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = q \cdot \left(0 - \frac{12U + 4}{3}\right)$$

$$X + 180 - \beta - \gamma = 180^\circ$$

$$X = \beta + \gamma$$



$$\alpha = n \cdot \beta$$

$$\varphi = n \cdot \gamma$$

$$\theta = \alpha - \beta + \varphi + \gamma = \alpha + \varphi - (\beta + \gamma)$$

$$\theta = n(\beta + \gamma) - X$$

$$\theta = n \cdot X - X$$

$$\theta = X(n - 1)$$

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!

$$a_1 = \frac{\frac{N}{v_1} - k v_1}{m} = \frac{\frac{12500}{20} - 20 \cdot 20}{1800} = 625 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\begin{array}{r} 12500 \\ -12000 \\ \hline 500 \\ -400 \\ \hline 100 \end{array} \quad \begin{array}{r} 400 \\ -625 \\ \hline 225 \end{array} \quad \frac{225}{1800} = \frac{45}{360} = \frac{9}{72} = \frac{1}{8} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\begin{array}{r} 1800 \cdot 2 \\ \hline 3600 \end{array} \quad \begin{array}{r} 200 \\ -25 \\ \hline 175 \end{array} \quad \begin{array}{r} 360 \\ -300 \\ \hline 60 \end{array}$$

$$7 \cdot 9 = 63$$

$$8 \cdot 9 = 72$$

$$2) F_1 = \frac{N}{v_1} = \frac{12500}{20} = 625 \text{ Н}$$

$$3) N = 12500 \text{ Вт}$$



$$N = F \cdot v$$

$$a = v'$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

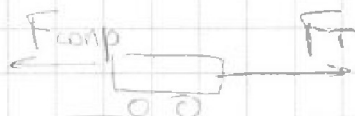
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$F_k = 500 \text{ Н}$$



$$F_{\text{comp}} = kV$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F = \frac{N}{V}$$

$$ma = F_T - F_{\text{comp}}$$

$$ma = F_T - kV \Rightarrow a = \frac{F_T - kV_0}{m}$$

$$\frac{500}{20} = 25$$

$$P = \frac{A}{\Delta t} = \frac{F \cdot \Delta s}{\Delta t} = FV$$

$$F_T = F_{\text{comp}}$$

$$P = \frac{F}{V} \Rightarrow F = NV$$

$$500 \text{ Н} = k \cdot V_k \Rightarrow k = \frac{500 \text{ Н}}{V_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25} = 20$$

$$k = 20$$

$$F_T = N \cdot V$$

$$N - \text{мощность} \quad N = \frac{A}{\Delta t}$$

$$ma_1 = N \cdot V_1 - kV_1$$

$$N \cdot V_k = 500 \text{ Н} = F_k$$

$$N = \frac{F_k}{V_k} = \frac{500 \text{ Н}}{25} = 20$$

$$a_1 = \frac{NV_1 - kV_1}{m} = \frac{20 \cdot 20 - 20 \cdot 20}{m}$$

$$a = \frac{F_T - kV}{m}$$

$$F_T = ? \quad F_T = N \cdot V$$

$$a = \frac{V_1 (N - k)}{m}$$

$$a = \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{2 \cdot 25}{12500} = 500$$

$$ma = F_T - F_{\text{comp}}$$

$$m \frac{dV}{dt} = NV - kV$$

1) B house:

$$F_T = F_c = 500 \text{ Н} = F_k$$

$$\frac{N}{V_k} = F_k \Rightarrow N = F_k \cdot V_k = 12500$$

$$kV_k = F_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{V_k} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

$$a_1 = \frac{F_T - kV_1}{m} = \frac{N}{V_1} - kV_1 =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

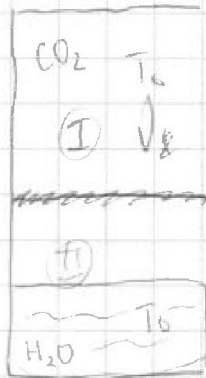
МФТИ

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

$\omega_1, i=5$

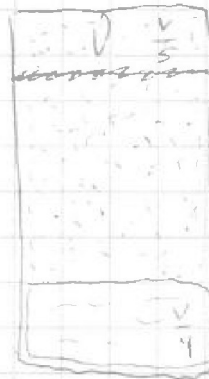
№2

$\frac{1}{2}V - \frac{1}{4}V = \frac{1}{4}V$



$m=0$

$\frac{V}{4}$



$$p = p_{\text{г}} + p_{\text{л}}$$

$$\Delta V = k p \cdot W$$

ΔV - количество растворенного газа

p - давление газа в этот момент

W - объем жидкости, $W = \frac{V}{4}$

1) Выводим:

$$\textcircled{1}: p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$\textcircled{2}: p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 R T_0$$

$$\frac{4}{2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2 \Rightarrow \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_1 \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_1}{\frac{1}{2} \nu_1} = \boxed{2}$$

2) В равновесии находим:



$\frac{3}{4}V - V_1$

$$p_i V_1 = \nu_i R T_i$$

$$p_i \left(\frac{3}{4}V - V_1 \right) = \nu_i R T_i$$

$$p_i V_1 = \frac{3}{4} p_i V - p_i V_1$$

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!

~~$$2pV = \frac{3}{4} pV$$~~

$$pV = \nu RT$$

~~##~~

$$\Delta U = k \cdot p \cdot \frac{V}{4}$$

$$\Delta U = \frac{kV}{4} \cdot p = \frac{k}{4} pV$$

$$= \frac{k}{4} pV$$

$$\Delta(pV) = \Delta(\nu RT)$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T + \Delta \nu RT$$

||

$$\frac{kV}{4} p$$

$$p \Delta V + V \Delta p = \nu R \Delta T + kVp$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu RT_0$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = \nu R \cdot \frac{5}{4} T_0$$

$$\frac{p_0}{p} \cdot \frac{5}{2} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{p_0}{p} = \frac{8}{25} \Rightarrow p = \frac{25}{8} p_0$$

$$\begin{cases} p_0 = p_0 \\ p_k = \frac{25}{8} p_0 \end{cases}$$

$$\textcircled{K}: p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0$$

$$\frac{25}{8} p_0$$

$$\Delta U = k \cdot p \cdot \frac{V}{4} = \frac{k}{4} pV = \frac{k}{4} \nu RT$$

$$Q_{\text{вх}} = \frac{k}{4} \nu R \Sigma T$$

$$pV = (\nu - \Delta \nu) RT$$

$$pV = \nu RT - \Delta \nu RT$$

$$pV = \nu RT - \frac{k}{4} pV \cdot RT$$

$$pV \left(1 + \frac{kRT}{4} \right) = \nu RT$$