



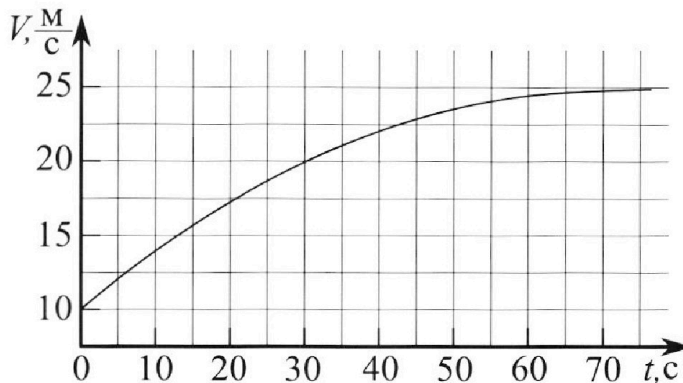
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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



1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.

2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.

3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

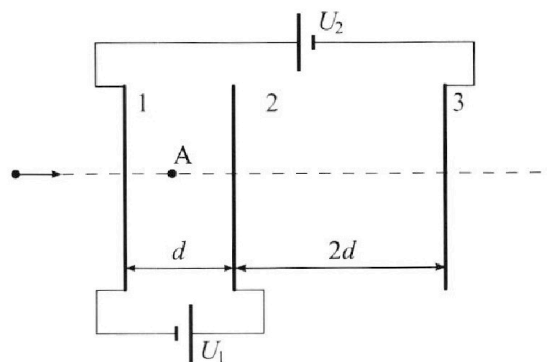
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{ATM}}/2$ (P_{ATM} - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

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 $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

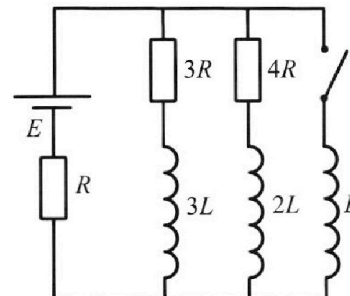
Вариант 11-03

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_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $a = 90$ 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 $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

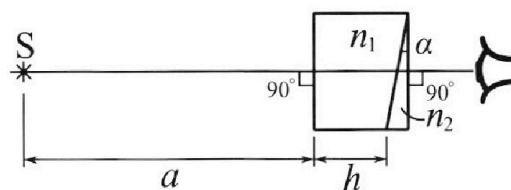


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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 $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, 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 ☐

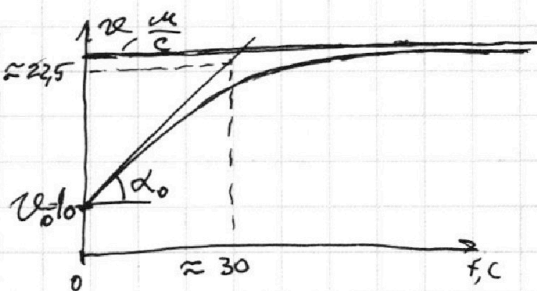
МФТИ

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



№1
 $m = 1500 \text{ кг}$
 $F_k = 600 \text{ Н}$
 $F_{\text{con}} = \lambda v$

$a(0) = ?$
 $F_0 = ?$
 $P_0 = ?$



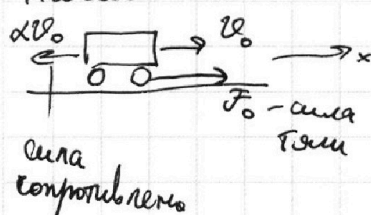
$a = \frac{dv}{dt}$ - касательная к графику

$a(0) = \frac{v_k}{t_0}$ - в точке 0

протянув касательную получаем примерные значения

$$a(0) = \frac{(22.5 - 10) \frac{\text{м}}{\text{с}}}{(30 - 0) \text{ с}} = \frac{12.5}{30} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \approx 0.417 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Начальный момент:



ИЗН ок: $ma(0) = F_0 - \lambda v_0$

Заметим, что график $v(t)$ выхлещет асимптоту при $t \rightarrow \infty$ в виде $v_k \approx 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $v_k = \text{const}$ характеризует конечный момент, когда $a_k = 0$, тогда $F_{\text{con}}(v_k) = F_k$

$$\lambda v_k = F_k$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{F_k}{v_k}$$

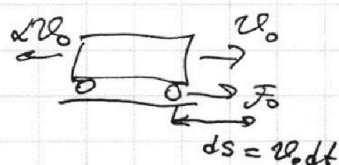
тогда: $F_0 = ma(0) + \frac{F_k}{v_k} v_0 \approx 865 \text{ Н}$

$$a(0) = 0.417 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v_k = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Начальный момент, смотрим $dt \rightarrow 0$:



$$dA_{\text{гл}} = F_0 \cdot ds = F_0 \cdot v_0 dt$$

$$P_0 = \frac{dA_{\text{гл}}}{dt} = F_0 v_0 \approx 8.65 \text{ кВт}$$

Ответ. $a(0) = 0.417 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$F_0 = 865 \text{ Н}$$

$$P_0 = 8.65 \text{ кВт}$$

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 (начало)

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

$$T = 373 \text{ K}$$

$$V/5, V/4$$

$$\Delta \nu = k p w$$

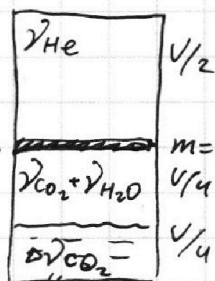
$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{H}_2\text{O}}} - ?$$

$$\frac{T}{T_0} - ?$$

Начало:



сказано, что $p_{\text{H}_2\text{O}} \ll p_{\text{CO}_2}$

$$\text{УМК: } p_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{\nu_{\text{H}_2\text{O}} RT_0}{V/4}$$

$$p_{\text{CO}_2} = \frac{\nu_{\text{CO}_2} RT_0}{V/4}$$

$$\Rightarrow \nu_{\text{H}_2\text{O}} \ll \nu_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$p_0 = p_{\text{CO}_2}$$

тогда, УМК:

$$\text{верх: } \nu_{\text{He}} RT_0 = p_0 \cdot \frac{V}{2}$$

$$\text{низ: } \nu_{\text{H}_2\text{O}} RT_0 = p_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$\frac{\nu_{\text{He}}}{\nu_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{p_0 V \cdot 4}{2 p_0 V} = 2$$

пусть $\nu_{\text{CO}_2} = \nu = \nu_{\text{H}_2\text{O}}$
тогда $\nu_{\text{He}} = 2\nu$

$$\text{закон Генри: } \Delta \nu = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = k p_A V \cdot \frac{1}{8}$$

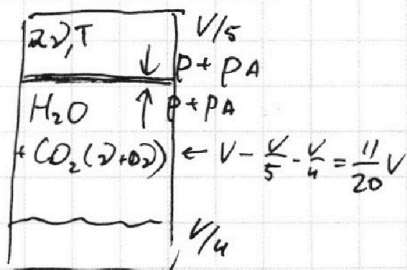
Конечу:

т.к. $\Delta \nu_{\text{возд}}$ мал и в сосуде она еще осталась $p_{\text{возд}} = p_{\text{нас}}$

$$p_{\text{нас}} (T = 373 \text{ K}) = p_A$$

$$\text{пусть } p'_{\text{CO}_2} = p$$

$\nu'_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu$ — т.к. весь газ вышел из воды и больше в нем не растворяется:



$$\text{УМК: верх: } (p + p_A) \frac{V}{5} = 2\nu RT \Rightarrow p = \frac{10\nu RT}{V} - p_A$$

$$(2) \text{ низ для CO}_2: p \cdot \frac{11V}{20} = (\nu + \Delta \nu) RT$$

$$\text{из начала: } \begin{cases} \Delta \nu = k p_A V \cdot \frac{1}{8} \\ \frac{p_A V}{4} = 2\nu RT_0 \Rightarrow \nu = \frac{p_A V}{8 RT_0} \end{cases}$$

$$(2): \left(\frac{10 RT}{V} \cdot \frac{p_A V}{8 RT_0} - p_A \right) \cdot \frac{11}{20} V = RT \cdot \left(\frac{p_A V}{8 RT_0} + k p_A V \cdot \frac{1}{8} \right)$$

$$V p_A \cdot \frac{11}{20} \left(\frac{5 T}{4 T_0} - 1 \right) = p_A V \cdot RT \left(\frac{1}{8 RT_0} + \frac{k}{8} \right)$$

пропускаем ↓

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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

№2 (продолжение 1)

$$\frac{T}{T_0} = \alpha$$

$$\frac{11}{20} \left(\frac{5}{4} \alpha - 1 \right) = \frac{1}{8} \alpha + RT \cdot \frac{k}{8}$$

$$\frac{11 \cdot 8}{8 \cdot 4 \cdot 4} \alpha - \frac{11}{20} = \frac{1}{8} \alpha + \frac{RTk}{8}$$

$$\frac{11}{16} \alpha - \frac{2}{16} \alpha = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8}$$

$$\frac{9}{16} \alpha = \frac{11}{20} + \frac{RTk}{8}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{дн} \cdot \text{е}}{\text{моль}}; \quad k = 0,5 \cdot 10^3 \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\alpha = \frac{16 \cdot 11}{20 \cdot 9} + \frac{16 \cdot RTk}{9 \cdot 8} = \frac{44}{45} + \frac{2RTk}{9} = \frac{44}{45} + \frac{2}{9} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} = \frac{44}{45} + \frac{1}{3} = \frac{59}{45}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44}{45} + \frac{2RTk}{9} = \frac{59}{45}$$

Ответ. $\frac{\gamma_{\text{не}}}{\gamma_{\text{мин}}} = 2$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{44}{45} + \frac{2RTk}{9} = \frac{59}{45}$$

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

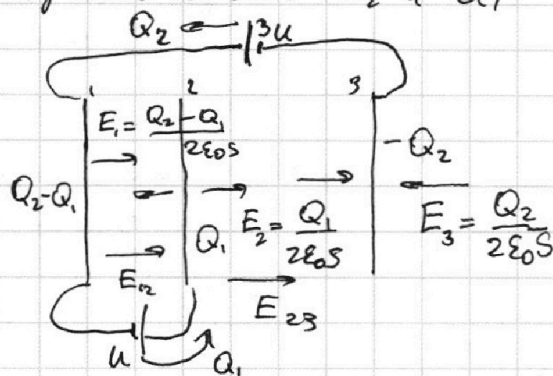
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№3 $d \ll S$
 $d, 2d$
 $U_1 = U$
 $U_2 = 3U$
 m, q, φ_0
 $q \ll Q$
 $Q_{12} = ?$
 $K_1 - K_2 = ?$
 $\varphi_A = ?$

НАЧАЛО!

Найдем установившиеся на сетках заряды после подключения U_2 и U_1 .



Е от пластины = $\frac{q_{\text{пластины}}}{2S\epsilon_0}$
 т.к. пластины близко
 друг к другу и
 поле как от
 бесконечной
 пластины

$$3U = E_1 d + E_{23} \cdot 2d \quad \text{— условие установившегося состояния}$$

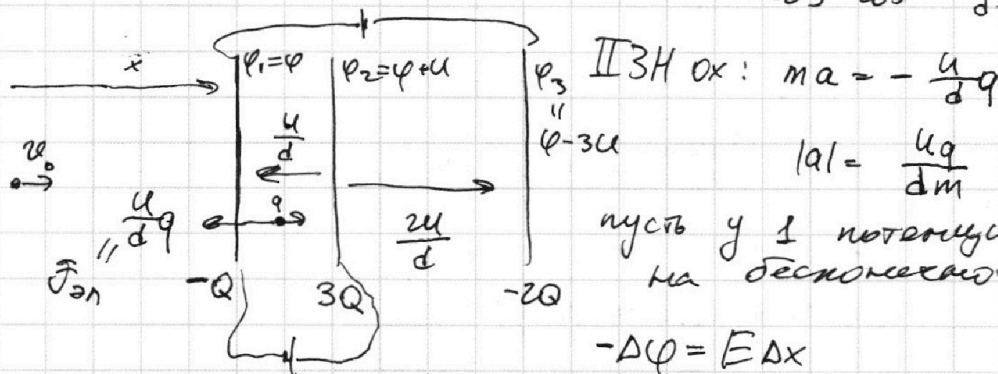
$$U = -E_{12} d$$

$$\begin{cases} 3U = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (Q_2 - Q_1) \cdot 3 + Q_2 \cdot 3 - Q_1 + 2Q_2 = (6Q_2 - 2Q_1) \frac{d}{2\epsilon_0 S} \\ U = \frac{d}{2\epsilon_0 S} (Q_1 - (Q_2 - Q_1) - (Q_2)) = (2Q_1 - 2Q_2) \frac{d}{2\epsilon_0 S} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 6Q_1 - 6Q_2 = 6Q_2 - 2Q_1 \Rightarrow 2Q_1 = 3Q_2 \quad \text{пусть } Q_2 = 2Q$$

$$E_{12} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_2 - Q_1 + Q_2 - Q_1) = -\frac{2Q}{2\epsilon_0 S} = -E_{21} \quad \Rightarrow Q = \frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

$$E_{23} = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (Q_2 - Q_1 + Q_2 + Q_1) = \frac{4Q}{2\epsilon_0 S} = \frac{2Q}{\epsilon_0 S} = \frac{2U\epsilon_0 S}{d \cdot \epsilon_0 S} = \frac{2U}{d}$$



$$\text{IIЗН } \partial x: m a = -\frac{U}{d} q$$

$$|a| = \frac{Uq}{dm}$$

пусть y — потенциал $\varphi_1 = 0$
 на бесконечности $\varphi = 0$

$$-\Delta\varphi = E \Delta x$$

$$12: -(\varphi_2 - \varphi_1) = -\frac{U}{d} \cdot d \Rightarrow \varphi_2 = \varphi_1 + U = \varphi + U$$

$$23: -(\varphi_3 - \varphi_2) = \frac{2U}{d} \cdot 2d \Rightarrow \varphi_3 = \varphi_1 - 3U = \varphi - 3U$$

продолжение! ↓

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!



продолжение: ↓

ЗСЭ для системы: $K_1 + \varphi_1 q = K_2 + \varphi_2 q$

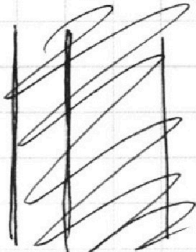
$$K_1 - K_2 = q \cdot (\varphi_2 - \varphi_1) = q \cdot (\varphi + u - \varphi) = qu$$

ВКЭ для системы после
того как возмущения
исчезли:

$$A \delta \varphi_1 + A \delta \varphi_2 = \varphi_1 Q_1 + \varphi_2 Q_2 + \varphi_3 Q_3$$

$$u_1 Q_1 + u_2 Q_2$$

или $\varphi_{\text{лево}} = \varphi_{\text{право}}$



или

$$u \cdot 3Q + 3u \cdot 2Q = \varphi \cdot (-Q) + (\varphi + u) \cdot 3Q +$$

$$+ (\varphi + 3u) \cdot (-2Q)$$

На бесконечности система выглядит как
один конденсатор у которого $\varphi_{\text{правого}} = -\varphi_{\text{левого}}$
тогда $\varphi = 3u - \varphi \Rightarrow \varphi = \frac{3}{2}u$

$\varphi(x)$ линейн в областях
 $E = \text{const}$

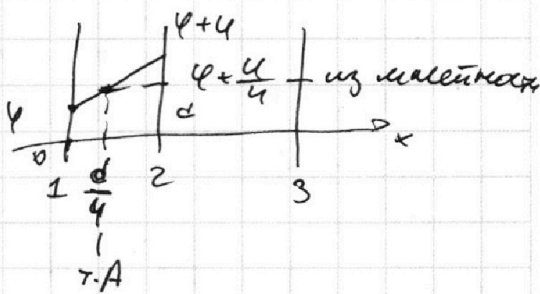
тогда

ЗСЭ для q :

$$\frac{mv_0^2}{2} + \varphi_0 q = \frac{mv_A^2}{2} + (\varphi + \frac{u}{4}) \cdot q$$

$$v_0^2 = v_A^2 + \frac{2}{m} q \cdot \frac{7}{4} u$$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{7qu}{2m}}$$



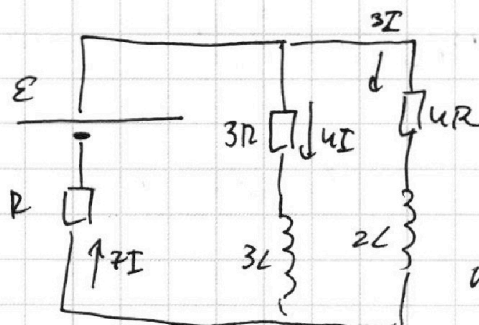
Ответ: $|a_{n2}| = \frac{uq}{dm}$
 $K_1 - K_2 = qu$
 $v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{7qu}{2m}}$

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
 $I_{10} - ?$
 $\mathcal{U}_I(0) - ?$
 $q_{3R} - ?$



До замыкания:
установившееся
режим I_{3L} и $I_{2L} = \text{const}$

$\Rightarrow \mathcal{U}_{3L}$ и $\mathcal{U}_{2L} = 0$ - проводка

иначе $I_{3R} = 4I = I_{10}$ - закон Ома

тогда $I_{4R} = 3I$

Итог
правило Кирхгофа:

$$\varepsilon = 7IR + 12IR = 19IR \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{19R} \Rightarrow I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

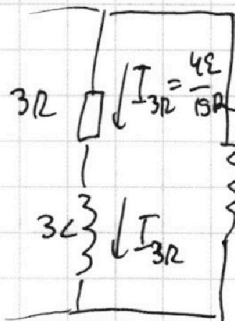
Ключ замыкаем, ~~иначе~~ I катушек не может мгновенно поменяться следовательно I_{3R} и I_{4R} остались такими же, значит и во всей цепи ток не изменился

$$\Rightarrow \text{и} I = \frac{\varepsilon}{19R}$$

$$\varepsilon = 7IR + 12IR + \dot{I}_{3L}L \Rightarrow \dot{I}_{3L} = 0$$

$$\Rightarrow \mathcal{U}_L = 3R \cdot 4I = \frac{12}{19}\varepsilon = \dot{I}_L L = \frac{12}{19}\varepsilon$$

$$\Rightarrow \mathcal{U}_I = \frac{12\varepsilon}{19L}$$



С замыканием ключом установившегося
варианта, когда $I_L' = \text{const} \Rightarrow \mathcal{U}_L' = 0 \Rightarrow \mathcal{U}_{3R}'$ и $\mathcal{U}_{4R}' = 0$

Итак:

$$\varepsilon = I'R \Rightarrow I' = \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I_{3R}' \text{ и } I_{4R}' = 0$$

= const

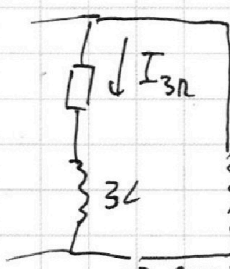
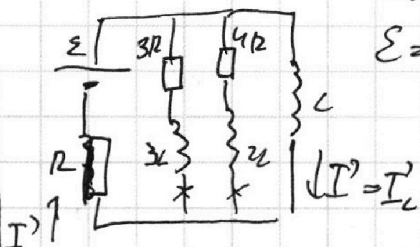
$$\mathcal{U}_{3L}' \text{ и } \mathcal{U}_{2L}' = 0$$

Ответ:

$$I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$$

$$\mathcal{U}_I = \frac{12\varepsilon}{19L}$$

$$q_{3R} = \frac{31\varepsilon L}{57R^2}$$



$$I_{3R} \cdot 3R + \dot{I}_{3R} \cdot 3L = \dot{I}_L L - \text{параллельно ветви}$$

$$\frac{dI_{3R}}{dt} \cdot 3R + \frac{dI_{3R}}{dt} \cdot 3L = \frac{dI_L}{dt} L$$

$$\Rightarrow q_{3R} \cdot 3R = \Delta I_L L - \Delta I_{3R} \cdot 3L =$$

$$= \left(\frac{\varepsilon}{R} - 0\right)L - \left(0 - \frac{4\varepsilon}{19R}\right)3L = \frac{31\varepsilon L}{19R}$$

$$\Rightarrow q_{3R} = \frac{31\varepsilon L}{57R^2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐

МФТИ

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

$\sqrt{5}$ (maximal)

$$n_1 = 1, n_2 = 17$$

$$a = 90 \text{ cm}$$

$$h = 14 \text{ cm}$$

$\alpha = 0,1$ pag-man

1) $n_1 = n_2$

$\Delta\varphi = ?$

2) $n_1 = n_2$

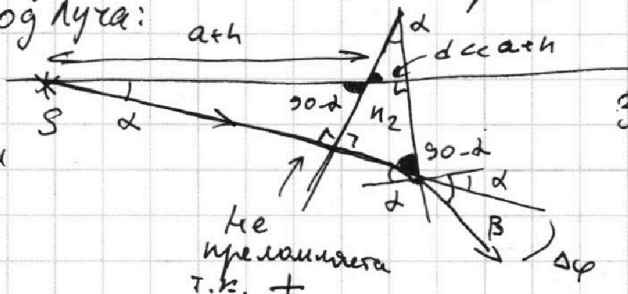
$x - ?$

$$2) n_1 = 1,4$$

$y - ?$

пункты 1 и 2 первой группы мет:

Ходьба:



преимущества
т.к. +

Земля Снежицка

$$\sin \alpha \cdot n_2 = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$S_{ind} \approx \alpha$$

$$\sin \beta \approx \beta \quad \text{т.к.}$$

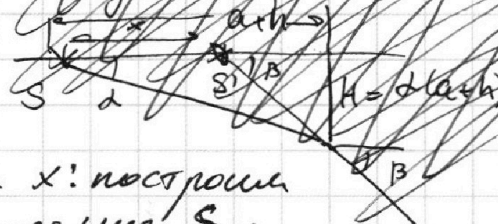
$$\Rightarrow \beta = \frac{n_2}{n_1} \alpha$$

$$\Delta\varphi = \beta - \alpha = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \alpha = 0,04 \text{ рад}$$

Henderson x:

тогда приращение u по значению функции u вычисляется

10/29/21



~~$$\alpha(a+h) = \beta(a+h-x) = \frac{n_2}{n_1} \alpha(a+h-x)$$~~

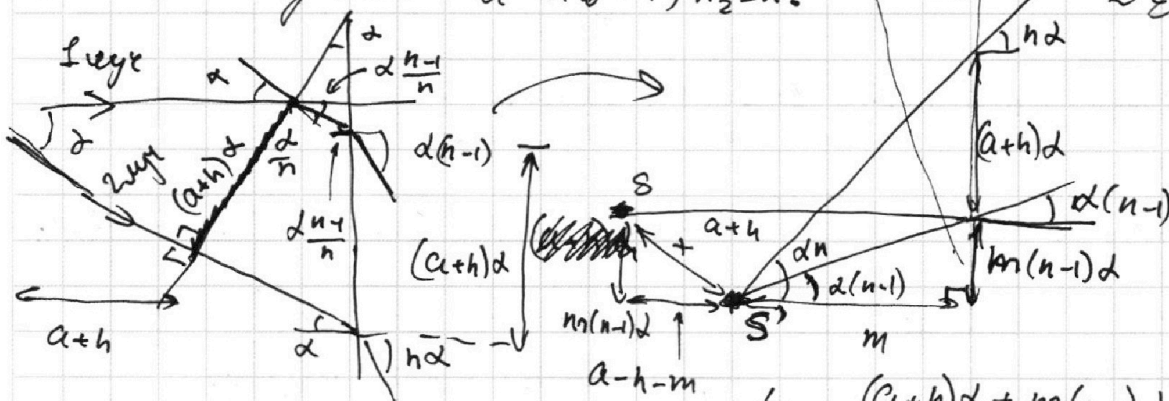
~~$$n(a+b) = (n \cdot a) + (n \cdot b) = n \cdot$$~~

~~Handwritten scribbles and crossed-out text.~~

~~$$x = (a+b) \frac{n_2 - n_1}{n_2} = 25 \frac{5}{7} \text{ cm} \approx$$~~

$n: \quad \frac{1}{\sqrt{n^2}} \approx 25 \text{ cm}$

Найдем x : построим изображение S с помощью двух лучей, ход лучей с учетом малости углов и $n_b = 1$; $n_2 = n$:



$$L_n = \frac{(a+h)\alpha + m(n-1)\alpha}{m}$$

$$m_n = (a+h) + m(n-1)$$

$$m = a + b$$

4,16 cm

Terga $x = m(n-1)\alpha = (a+h)(n-1)\alpha$ 1)

продолжение ↓

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

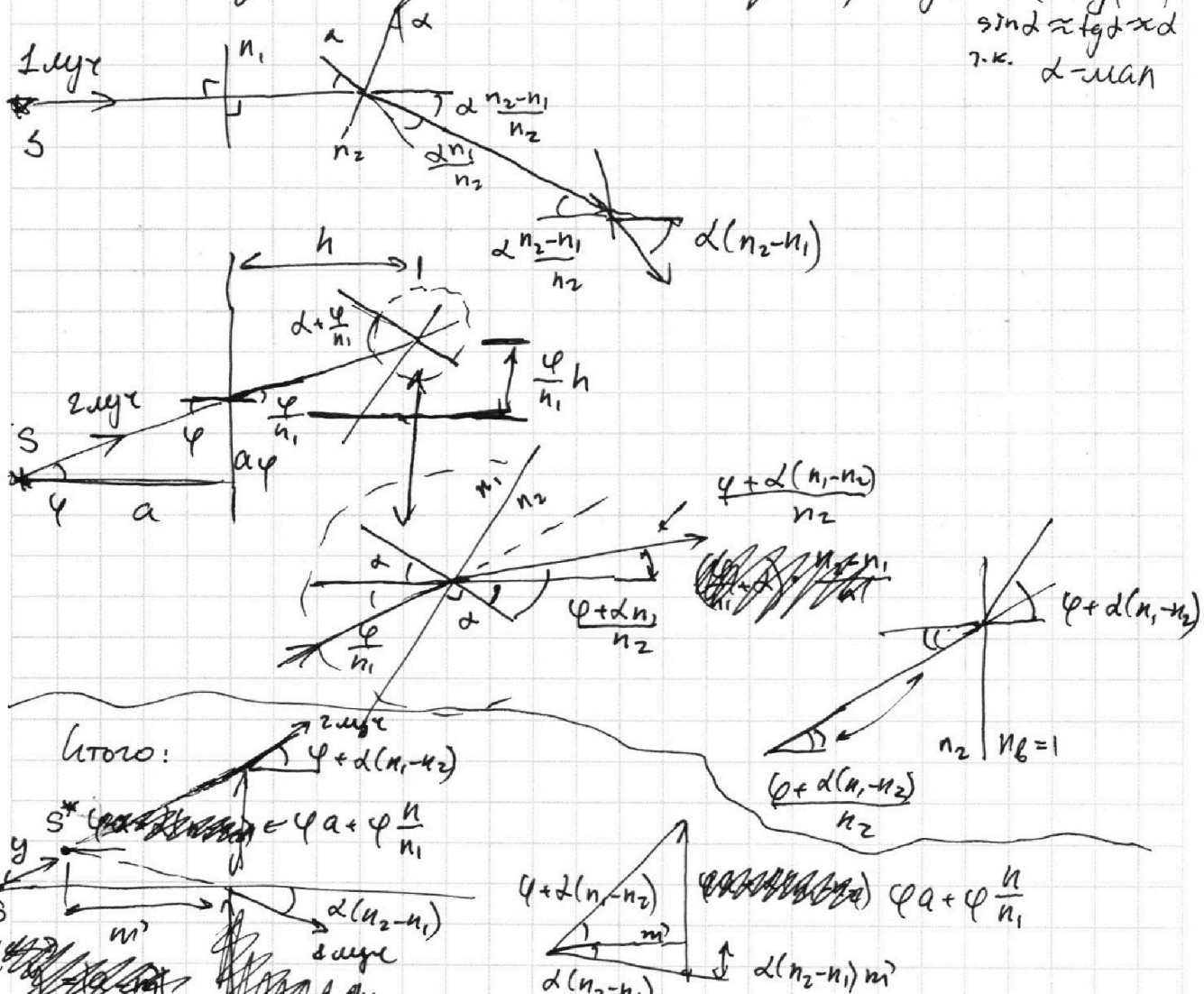
МФТИ

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

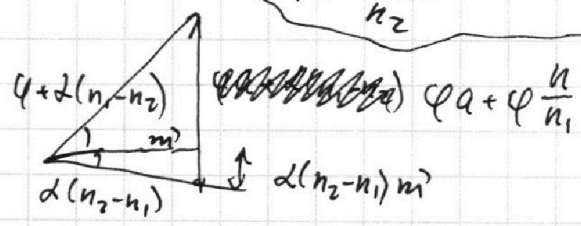
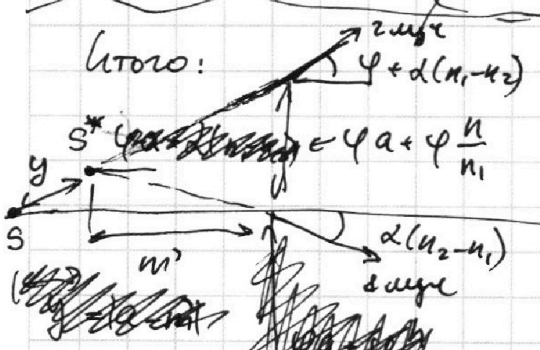


продолжается

Найдем у ~~двух~~ ~~случае~~ $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$ построив изображение S с помощью двух лучей, которые мы построим с учетом тонкости призмы n_2 и с помощью строксильных лучей, когда $\sin \varphi \approx \tan \varphi \approx \varphi$
т.к. Δ мал



Итого:



Отв. $\Delta \varphi = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \Delta = 0,04 \text{ рад}$
 $X = (a + h)(n_2 - 1) \Delta = 4,16 \text{ см}$
 $y = \frac{h}{n_1} = 10 \text{ см}$

$\varphi m' + \Delta m'(n_1 - n_2) = \varphi a + \varphi \frac{h}{n_1} + \Delta(n_1 - n_2) m'$
 $m' = a + \frac{h}{n_1}$, т.к. $\Delta(n_2 - n_1) m' \ll m'$
 $y = (a - m')$



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!

$$1500 \cdot \frac{12,5}{80} + \frac{600}{80} \cdot 12,5^2 = \frac{1200}{5} \cdot 10 \cdot \frac{120}{5} = 240$$

$$\begin{array}{r} 5 \cdot 12,5 + 240 \\ 12,5 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 + 240 = \\ 625 \\ + 240 \\ \hline 865 \end{array}$$

$$n_0 = 1$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\lambda = 0,1 \text{ рад} - \text{мал}$$

$$h = 14 \text{ см}$$

$$\frac{90+14}{1,4} \cdot 0,1 = \frac{2}{7} \cdot (90+14) = 20 + \frac{40}{7} + 4$$

$$\frac{70+20}{7} + 14 = 24 + 5 + \frac{5}{7}$$

$$\frac{(4 \alpha \alpha)}{1,4} = 10 \alpha$$

$$\left(\frac{\varphi}{n_1} + \alpha \right) n_1 = \beta n_2$$

$$(a+h)(n-1) = x$$

$$\begin{array}{r} 50 \mid 7 \\ 43 \\ \hline 10 \\ 7 \\ \hline 30 \end{array}$$

$$\frac{n_1 - n_2}{n_2}$$

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

$$\varphi = \frac{n_2 - n_1}{n_2}$$

$$\frac{\varphi}{n_2} + \alpha \frac{n_1}{n_2} - \alpha \frac{n_2}{n_2}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$M = 1500 \text{ кг}$$

0:00

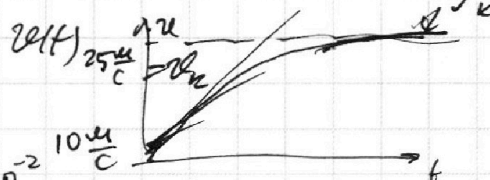
$$v_k = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

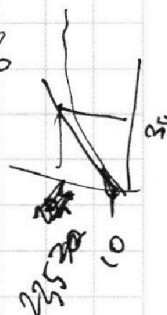
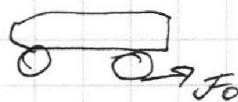
0:00
0:07

$$F_k = 600 \text{ Н}$$

$$F_{\text{кон}} \sim v$$



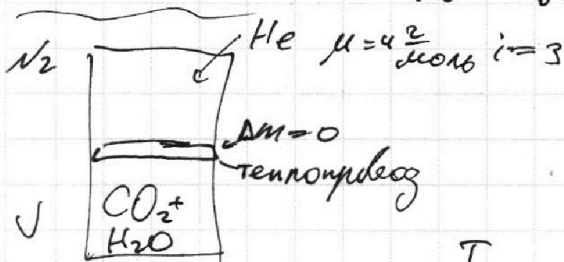
$$P = \frac{dA}{dt} = \frac{F_0 \cdot dS}{dt} = F_0 v_0$$



$$\frac{125}{0.5} \cdot \frac{1}{41.6} \cdot 10^{-2} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$F_k = 600 \text{ Н} = v_k \cdot k$$

$$F_0 - v_0 k = ma$$



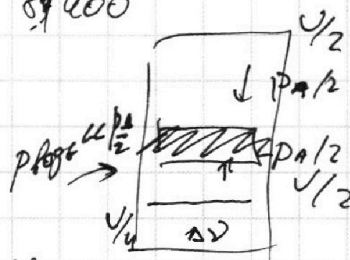
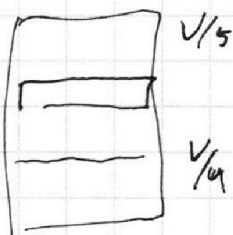
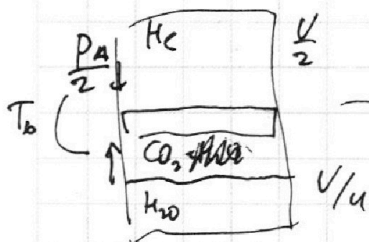
$$\Delta v = k p w$$

$$\omega = \Delta v$$

0:07
0:15

$$m a = \rho \frac{1}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{E_0 S u}{4}$$

$$a = \frac{u q}{4 m}$$



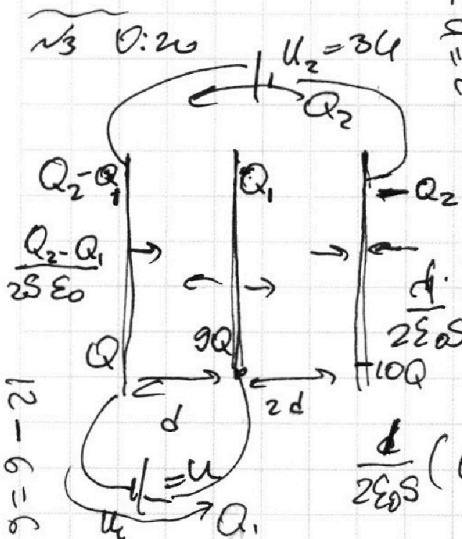
$$\frac{V}{2} \cdot \frac{p_A}{2} = \nu_{He} p T_0$$

$$\frac{V}{2} \cdot \frac{p_A}{2} = \nu_{CO_2} p T_0$$

$$6Q_1 - 6Q_2 = 6Q_2 - 2Q_1$$

$$8Q_1 = 12Q_2$$

$$2Q_1 = 3Q_2$$



$$\frac{d}{2 \epsilon_0 S} ((Q_2 - Q_1) \cdot 3d + Q_2 \cdot 3d - Q_1 \cdot d + 2Q_1 \cdot d) =$$

$$= 3Q_2 - 3Q_1 + 3Q_2 + Q_1 = 6Q_2 - 4Q_1 = \frac{2 \epsilon_0 S \cdot 3u}{d}$$

$$\frac{d}{2 \epsilon_0 S} (Q_1 \cdot d - (Q_2 - Q_1) \cdot d) = \frac{2 \epsilon_0 S}{d} u$$

$$8Q_1 - 3Q_2 = 6Q_2 - 4Q_1$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S u}{4}$$

$$E_{12} = \frac{1}{2 \epsilon_0 S} (Q_2 - Q_1 - Q_2 + Q_1) =$$

$$= \frac{Q_2 - Q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{Q}{\epsilon_0 S}$$

$$10Q_1 = 9Q_2$$

$$Q_1 = \frac{9Q_2}{10}$$

$$Q_2 = 10Q$$

$$Q_1 = 9Q$$

$$Q = \frac{\epsilon_0 S u}{4}$$



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!



1:45

$\Pi a \cdot \omega^3$

$\Pi a = \frac{H}{\omega^2}$

I_2

$3R$

$4R$

$3L$

$3L$

I_1

I_3

$I = RT \approx 3 \cdot 10^{-3}$

$I = k = 0.5 \cdot 10^{-3}$

$\Delta v = k \cdot \frac{P_A}{2} \cdot \frac{V}{4}$

$\varepsilon = V - \frac{V}{4} - \frac{2V}{5} = \frac{3}{4} - \frac{1}{5} = \frac{11}{20}$

$T = 373 K$

$\frac{15-4}{20} = \frac{11}{20}$

$\frac{45}{192} = \frac{\varepsilon}{R} L$

$v = \frac{PAU}{8RT_0} \frac{\varepsilon L}{R}$

$\frac{44 \cdot 15}{45} = 15$

$\frac{11}{20} \cdot \frac{464}{9} + 3L(I_2 - 4I) = 4Rq + 2L(I_1 - 2I)$

$4PA \left(\frac{10T}{8T_0} - 1 \right) \cdot \frac{11}{20} = \frac{\varepsilon L}{PAU \cdot RT} \left(\frac{1}{8RT_0} + \frac{k}{8} \right) = \frac{T}{T_0 \cdot 8} + \frac{k}{8RT}$

Handwritten diagrams and calculations for a thermodynamic problem involving a piston-cylinder system with two chambers, each containing a gas (CO₂ and He) and a piston. The system is connected to a reservoir at pressure P₀ and temperature T₀. The piston is initially at height h and is released. The final state is reached when the piston is at height h/2. The problem involves calculating the final pressure P, the final temperature T, and the final volume V of the gas.



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

[illegible]

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

МФТИ

