



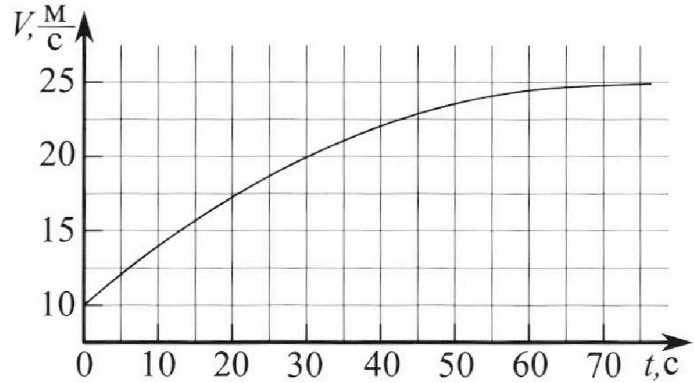
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

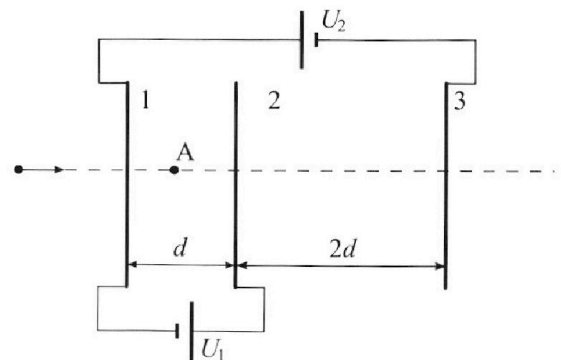
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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/($\text{м}^3 \cdot \text{Па}$). 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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

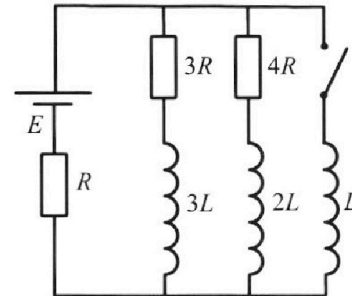
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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.

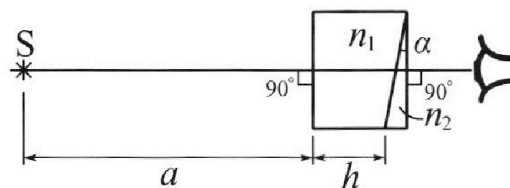


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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.

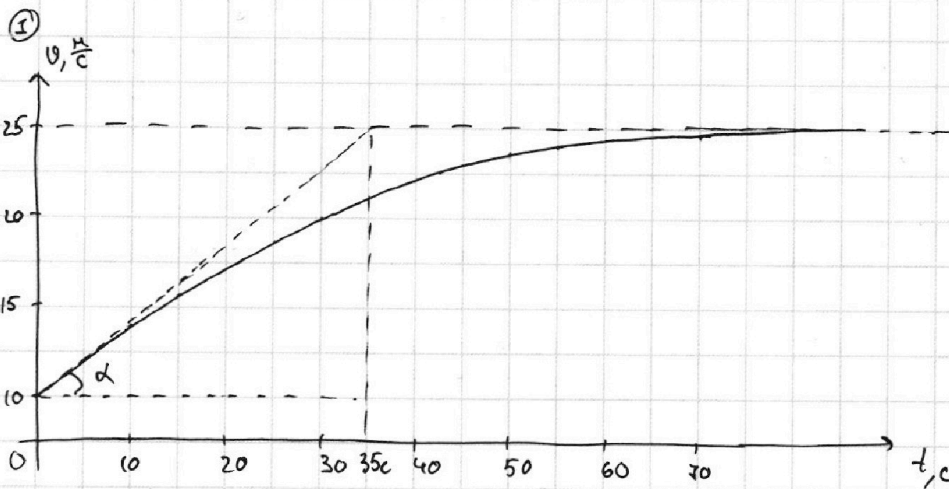
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

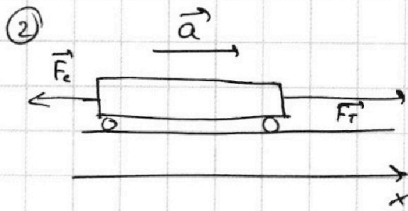
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$a = \frac{dv}{dt} = v' \Rightarrow \text{тангенс наклона угла касательной к графику}$$

$v(t)$ в начальный момент времени - ускорение в начальный момент времени

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{(25-10) \frac{\text{м}}{\text{с}}}{35 \text{ с}} = \frac{15}{35} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = a_0 \approx 0,43 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



По II-з-му Ньютона!

F_c - сила сопротивления

$$m\vec{a} = \vec{F}_T - \vec{F}_c$$

F_T - сила тяги

$$\vec{F}_c = -k\vec{v}_0$$

$$\text{OX: } ma = F_T - kv_0 \quad (1)$$

При $v = v_1 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} = \text{const}$

$$a = 0 \Rightarrow \vec{F}_T - \vec{F}_c = 0$$

$$(2) \rightarrow (1): ma_0 = F_T - \frac{F_{Tk}}{v_s} \cdot v_0$$

$$\vec{F}_{Tk} = \vec{F}_c$$

$$ma_0 + \frac{F_{Tk}}{v_s} \cdot v_0 = F_T$$

$$\text{OX: } F_{Tk} = kv_s \Rightarrow k = \frac{F_{Tk}}{v_s} \quad (2)$$

$$F_T = 1500 \text{ кг} \cdot \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{600 \text{ Н}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\approx 885 \text{ Н}$$

$$(3) P_0 = |F_0| v_0 \cdot \cos \alpha = F_0 v_0$$

$$F_{0T} \approx 885 \text{ Н}$$

$$P_0 = 885 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8,85 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $a = \frac{3}{7} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ 2) $P_0 = 8,85 \text{ кВт}$

$$3) F_0 = 885 \text{ Н}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

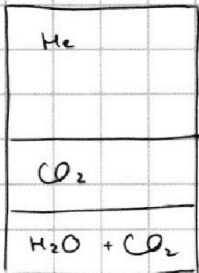
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



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!



$$1) p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0$$

уравнение Менделеева

$$2) p_0 \cdot \left(\frac{V}{2} - \frac{V}{4} \right) = \nu_{CO_2(gas)} R T_0$$

Клапейрона в газе

$$(1) : (2) \Rightarrow \frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_0 \frac{V}{4}} = \frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2(gas)}} = 2 \Rightarrow \boxed{\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2}$$

2) В конце нагрева газ He над поршнем

$$\begin{cases} p \frac{V}{5} = \nu_{He} R T \\ p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{p}{p_0} = \frac{5}{2} \frac{T}{T_0}}$$

Вода осталась жидкой, весь CO₂ вышел из воды
Пусть в воде было $\Delta \nu_{CO_2(l)} = \Delta \nu$

$$p_0 \text{ 3-ю Генри: } \Delta \nu = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4} = \frac{k V p_0}{4} \Rightarrow \nu_{CO_2} = \nu_{CO_2(gas)} + \Delta \nu$$

$$\nu_{CO_2(l)} = \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$p V_{CO_2} = \nu_{CO_2} R T - \text{в конце}$$

$$V_{CO_2} = \left(V - \frac{V}{5} \right) - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V ; \nu_{CO_2} = \nu_{CO_2(gas)} + \Delta \nu = \frac{k V p_0}{4} + \frac{p_0 V}{4 R T_0}$$

$$\Rightarrow p \cdot \frac{11}{20} V = \left(\frac{k V p_0}{4} + \frac{p_0 V}{4 R T_0} \right) R T \Rightarrow \frac{44}{20} \frac{p}{p_0} = k R T + \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{5}{2} \frac{T}{T_0}$$

$$\Rightarrow \frac{11}{20} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{T}{T_0} = k R T$$

$$\nu_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{p_{H_2O} \cdot V}{M_{H_2O} \cdot 4}$$

$$\frac{9}{2} \frac{T}{T_0} = k R T$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2 k R T}{9} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}}{9} = \frac{1}{3}$$

Ответ: 1) $\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2$

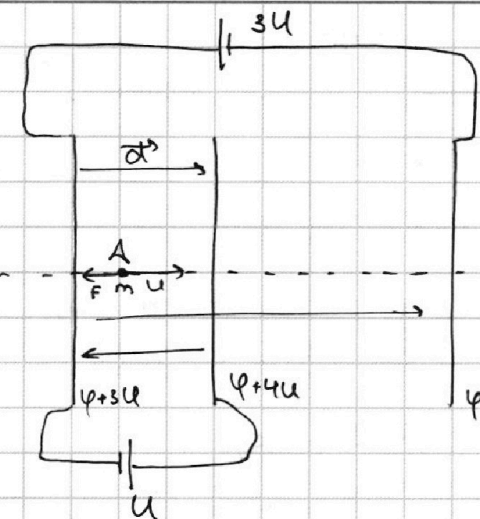
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



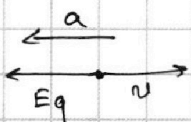
~~$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$~~

~~$$\vec{E}_A = \vec{E}_{22} + \vec{E}_{33} \Rightarrow E_A = E_2 - E_{31}$$~~

~~$$|\vec{E}_{21}| = \frac{\Delta\varphi_{21}}{d} = \frac{U}{d} \quad E_A = E_{21} - E_{31}$$~~

~~$$|\vec{E}_{31}| = \frac{\Delta\varphi_{31}}{3d} = \frac{3U}{3d}$$~~

$$E_A = \frac{\Delta\varphi}{d} = \frac{U}{d}$$



$$q\vec{E}_A = m\vec{a} \quad - \text{II закон Ньютона}$$

$$\vec{F}_3 = \vec{E}_A \cdot q$$

$$Ox: -qE_A = -ma \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a = \frac{qE}{m} = \frac{qU}{dm}$$

$$(2) \Delta K = A_{ум} = |\vec{F}_3| \cdot |\vec{d}| \cdot \cos\alpha$$

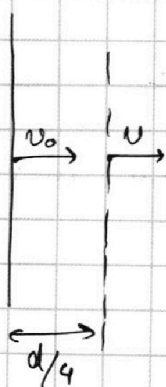
$$K_2 - K_1 = -\vec{E}_A \cdot q \cdot d$$

$$K_1 - K_2 = E_A \cdot q \cdot d = \frac{U}{d} \cdot q \cdot d = Uq$$

$$K_1 - K_2 = Uq$$

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

(3)



$$K_1 - K_2' = \frac{Uq}{d} \cdot \frac{d}{4} = \frac{Uq}{4}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = \frac{Uq}{4} \Rightarrow m(v_0^2 - v^2) = \frac{Uq}{2}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

Ответ: 3) $a = \frac{qU}{dm}$

3) $v = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$

2) $K_1 - K_2 = Uq$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

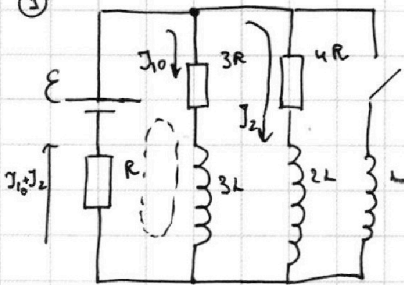
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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



В установившемся режиме $J_{3L} = \text{const}$
 $J_{2L} = \text{const}$

$$\Rightarrow L \frac{dJ_{3L}}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \quad \begin{cases} \mathcal{E}_{3L} = 0 \\ \mathcal{E}_{2L} = 0 \end{cases}$$

$$L \cdot \frac{dJ_{2L}}{dt} = 0$$

Пусть через резистор $3R$ течёт ток J_{20} , а через резистор $4R$ ток J_2 , тогда

По пр-му Кирхгофа: $\mathcal{E} = (J_{10} + J_2)R + 3R \cdot J_{10}$ (1)

При параллельном соединении: $3R \cdot J_{10} = J_2 \cdot 4R$

$$J_2 = \frac{3}{4} J_{10} \quad (2)$$

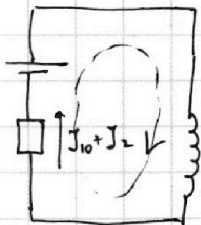
(2) → (1): $\mathcal{E} = \left(\frac{3}{4} J_{10} + J_{10}\right)R + 3R \cdot J_{10} = \frac{7}{4} J_{10} R + 3R J_{10}$

$$J_{10} = \frac{\mathcal{E}}{\left(\frac{7}{4} + 3\right)R} = \frac{4\mathcal{E}}{19R} \Rightarrow \boxed{J_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}}$$

2 Сразу после замыкания ключа: $J_L = 0$

$$J_{3L} = J_{10}$$

$$J_{2L} = J_2$$



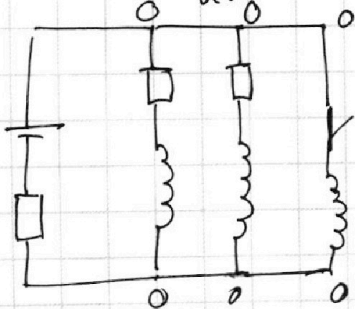
По пр-му Кирхгофа: $\mathcal{E} - L \frac{dJ_L}{dt} = (J_{10} + J_2)R$

$$\mathcal{E} - L \frac{dJ_L}{dt} = \frac{3}{19} \frac{\mathcal{E}}{R} \cdot R$$

$$j_L = \frac{dJ_L}{dt} = \boxed{\frac{16\mathcal{E}}{19L} = \frac{dJ_L}{dt}}$$

3 Когда режим установится:

$\mathcal{E}_{iL} = 0 \Rightarrow \frac{dJ}{dt} = 0 \Rightarrow J_2 = \text{const} \Rightarrow J_L = 0$ — тока в цепи нет.
 $U_R = 0$



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

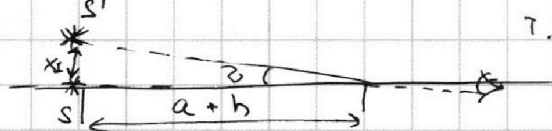
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

При введении призмы изображение будет смещаться на угол β .

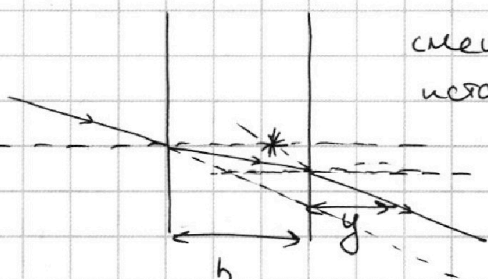


т.к. β очень мал

$$\operatorname{tg} \beta \approx \sin \beta = \beta$$

$$\text{Тогда } x_1 = (a+h)\beta = (30+14)\text{ см} \cdot 0,07 = \underline{\underline{7,28 \text{ см}}}$$

При введении призмы; толщиной h изображение

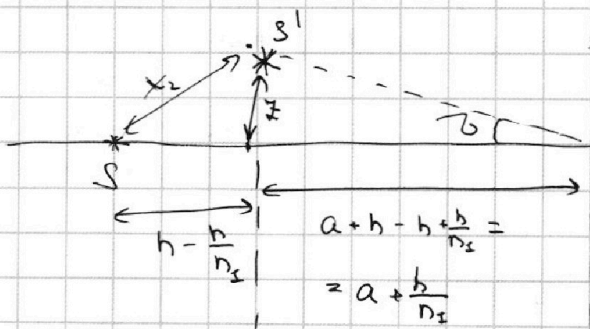


смещается на y вправо относительно источника

$$y = h - \frac{h}{n}$$

Тогда при призме и углестине изображение "предвинется" на величину $y = h - \frac{h}{n}$ и

повернется на угол β : $z = \left(a + \frac{h}{n_2}\right) \sin \beta \approx \left(a + \frac{h}{n_1}\right) \beta = (30+10)\text{ см} \cdot 0,07 = 7 \text{ см}$



~~$$x_2 = \sqrt{z^2 + \left(h - \frac{h}{n_2}\right)^2} = \dots$$~~

По т. Пифагора:

$$\begin{aligned} x_2 &= \sqrt{z^2 + \left(h - \frac{h}{n_2}\right)^2} = \\ &= \sqrt{(7 \text{ см})^2 + \left(44 - \frac{14}{1,4}\right)^2} = \\ &= \sqrt{7^2 + 4^2} \text{ см} = \sqrt{65} \text{ см} \approx 8,1 \text{ см} \end{aligned}$$

Ответ: 1) $\beta = 0,07 \text{ рад}$

2) $x_1 = 7,28 \text{ см}$

3) $x_2 = \sqrt{65} \text{ см} \approx 8,1 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

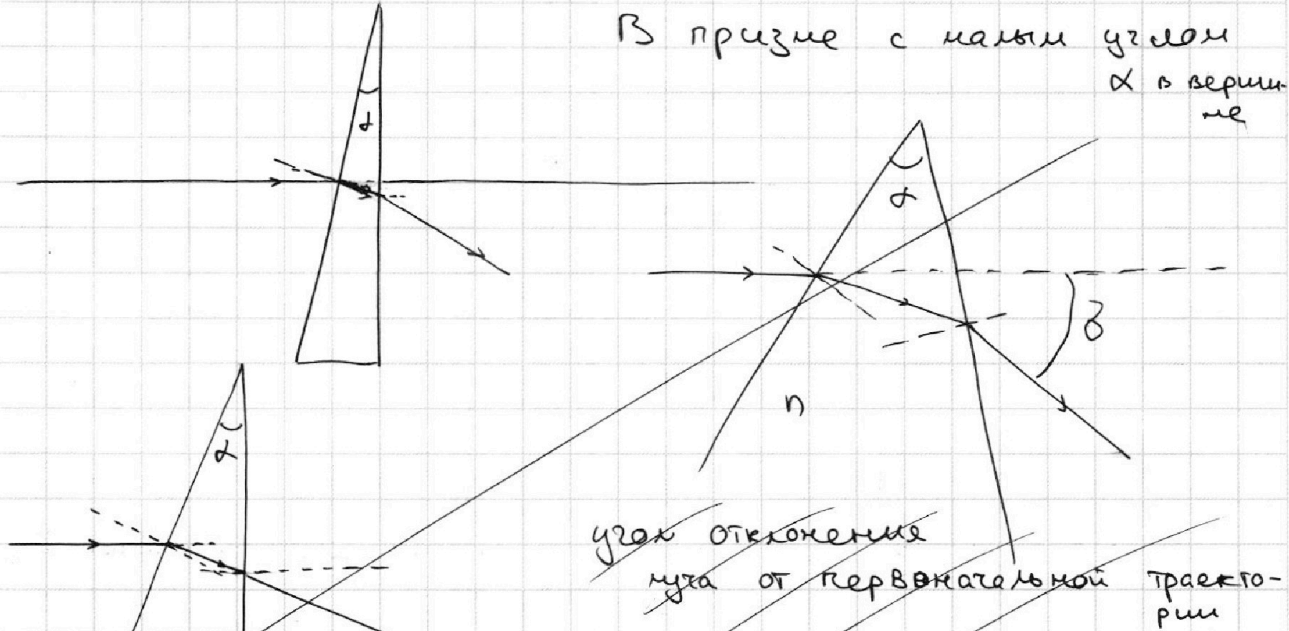
1 2 3 4 5 6 7



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

1) При $n_2 = 3$ можно считать, что призма 1 метр

В призме с малым углом α в вершине



~~угол отклонения~~
мута от первоначальной траектории

$$\delta = \alpha(n-1)$$

1) $\sin \alpha \approx \alpha$
 $\sin \beta \approx \beta$

2) угол отклонения мута от первоначальной траектории в призме с малым углом α равен:

$$\alpha = n\beta$$

$$\beta = \frac{\alpha}{n}$$

$$(\alpha - \beta)n = \delta$$

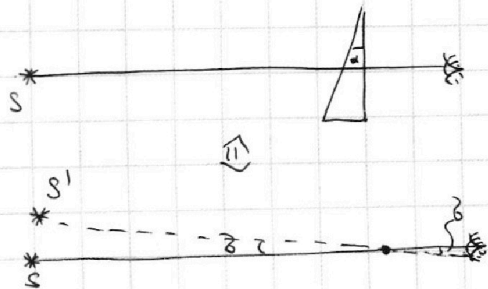
$$(\alpha - \frac{\alpha}{n})n = \delta$$

$$\delta = \alpha(n-1)$$

$\delta = \alpha(n-1)$, где n - показатель преломления

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

2) Сделаем эквивалентное преобразование:



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!

$$\left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4}\right) p = (V + \Delta V) RT$$

$$\frac{9}{20} pV = \left(\frac{p_0 \cdot \frac{V}{4}}{RT_0} + k \cdot \frac{V}{4} \cdot p_0\right) \cdot RT$$

$$\frac{9}{20} pV = \frac{p_0 V}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k V p_0}{4} \cdot RT$$

$$\frac{9}{20} \frac{p}{p_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k}{4} \cdot RT$$

$$\frac{44}{20} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT$$

$$\frac{44}{50} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT$$

$$\frac{4}{5} V \cdot p = \left(\frac{p_0 V}{4RT_0} + \frac{k V p_0}{4} + \frac{p \cdot V}{p_0 4M}\right) RT$$

$$\frac{4}{5} \frac{p}{p_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{kRT}{4} + \frac{p \cdot RT}{4M \cdot p_0} \quad \frac{2}{\mu\text{с}}$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{16}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{T}{T_0} + kRT + \frac{p \cdot RT}{M p_0}$$

$$\dot{q}_2 = \left(\frac{32}{25} - \frac{25}{25}\right) \frac{T}{T_0} = \left(k + \frac{p}{M \cdot p_0}\right) RT \quad \frac{10^6 \frac{2}{\mu\text{с}}}{18 \cdot \frac{2}{\mu\text{с}} \cdot 10^5 \text{Па}} \cdot 3$$

$$\varepsilon = 3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_1 + \dot{q}_2 \quad \frac{7}{25} \frac{T}{T_0} = \left(5 \cdot 10^{-24} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}} + \frac{10 \cdot 2 \cdot \mu\text{с}}{18 \cdot \text{м}^3 \cdot \text{Па}}\right) \cdot 3 \cdot 10^3$$

$$\varepsilon = 3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_1 + (\dot{q}_1 + \dot{q}_2) R$$

$$3\dot{q}_1 R + 3L\ddot{q}_1 = L\ddot{q}_1 \quad \frac{7}{25} \frac{T}{T_0} = 1,5 +$$

$$1500 \cdot \frac{3}{7} = \frac{21}{49} = \frac{42}{98} \approx \frac{44}{100} = \frac{22}{50}$$

$$L \frac{dJ}{dt} = \varepsilon - JR$$

$$\varepsilon = \varepsilon = J_1 \cdot 3R + 3L \frac{dJ_1}{dt} + JR (J_1 + J_2) R$$

$$\varepsilon = L \frac{dJ_1}{dt} - JR$$

$$\frac{\varepsilon - JR}{L}$$

$$\begin{aligned} & \frac{dJ_1}{dt} + \frac{dJ_2}{dt} = \frac{dJ}{dt} \\ & 3R \frac{dJ_1}{dt} + 3L \frac{d^2 J_1}{dt^2} = \varepsilon - JR \\ & \frac{dJ_1}{dt} + 2L \frac{d^2 J_1}{dt^2} = \frac{\varepsilon - JR}{3R} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 4500 \quad | \quad 7 \\ \hline 15 \cdot 43 + 240 \\ \hline \times 15 \\ 43 \\ \hline 60 \\ \hline 645 \\ \hline 240 \\ \hline 885 \end{array}$$

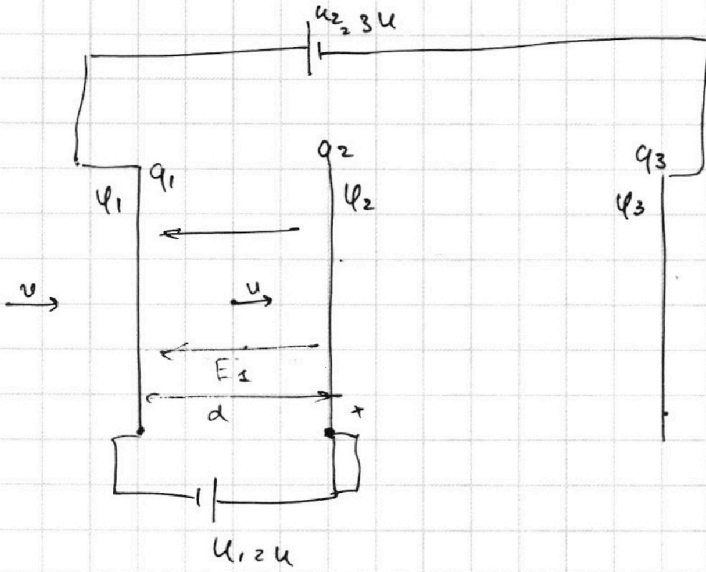
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\varphi_2 - \varphi_1 = U$$

$$\varphi_1 - \varphi_3 = 3U$$

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

$$E \cdot q = ma$$

$$a = \frac{E \cdot q}{m}$$

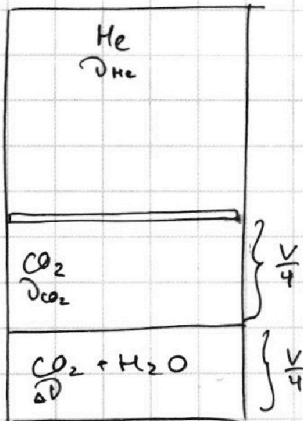
$$\frac{U}{d} \cdot q = ma$$

$$a = \frac{Uq}{d}$$

$$u = E \cdot d \quad Uq = \Delta K$$

$$Uq = \dots$$

$$A = \Delta E_k$$



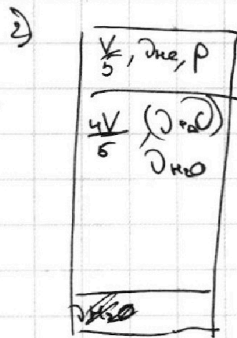
$$1) \quad p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

$$p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT_0$$

$$\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = 2 \Rightarrow \nu$$

$$pV = 50RT$$

$$p_0V = 20RT_0$$



$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} RT_0$$

$$p \frac{V}{5} = \nu_{He} RT \Rightarrow \frac{p_0}{p} = \frac{5}{2} \frac{T_0}{T}$$

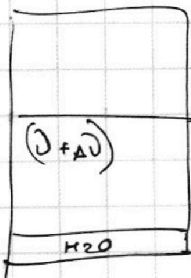
$$\frac{p}{p_0} = \frac{2}{5} \frac{T}{T_0}$$

$$\frac{4}{5} V \cdot p = (\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}) \cdot RT$$

$$\nu_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{\rho_{H_2O} \cdot V_{H_2O}}{M_{H_2O}}$$

$$\frac{4}{5} V \cdot p = \left(\frac{p_0 V}{4RT_0} + k p_0 \frac{V}{4} + \frac{\rho_{H_2O} \cdot V}{4M_{H_2O}} \right) RT$$

$$\frac{4}{5} p = \left(\frac{p_0}{4} \frac{T}{T_0} + k p_0 \frac{T}{4RT} + \frac{\rho_{H_2O} \cdot RT}{4M_{H_2O}} \right)$$



$$\left(\frac{4V}{5} - \frac{V}{4} \right) p = (\nu_{CO_2} + \nu_{H_2O}) RT$$

$$\frac{4}{5} p = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + k \frac{p_0}{4} \frac{T}{RT} + \frac{\rho_{H_2O} \cdot RT}{4M_{H_2O}}$$

$$\frac{4}{5} \frac{p}{p_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \frac{k}{4} \frac{RT}{RT} + \frac{\rho_{H_2O}}{4M_{H_2O}} \cdot RT$$

$$\frac{4}{5} \cdot \frac{2}{5} \frac{T}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{T}{T_0} + \left(\frac{kM_{H_2O} + \rho_{H_2O}}{4M_{H_2O}} \right) RT$$

$$\left(\frac{32 - 0,25}{0,07} \right) \frac{T}{T_0} = 3 \cdot 10^3 \cdot \left(\frac{0,5 \cdot 10^{-3}}{4} + \dots \right)$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} = \frac{373}{298} \cdot \frac{2}{5}$$

$$1 \frac{T}{30} \cdot \frac{37}{30} \cdot \frac{2}{5} = \frac{37}{35} = \frac{p}{p_0}$$

$$p = \frac{37}{35} p_0$$



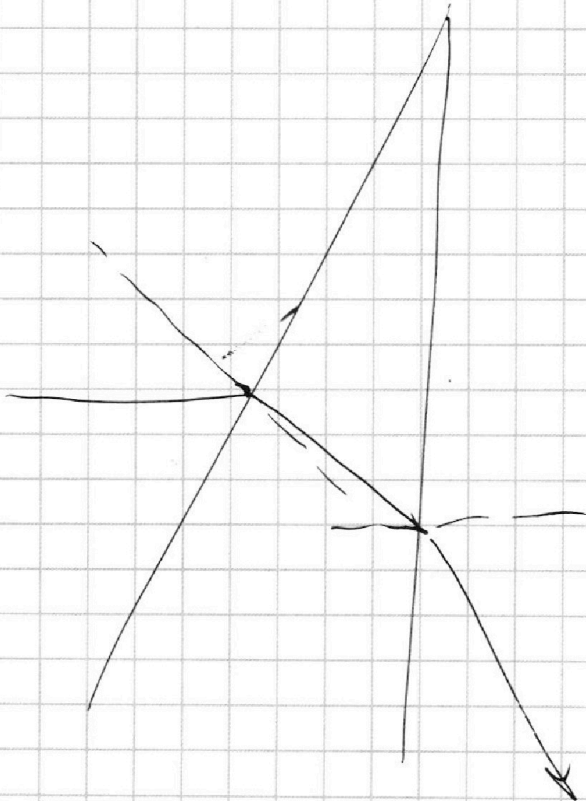
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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





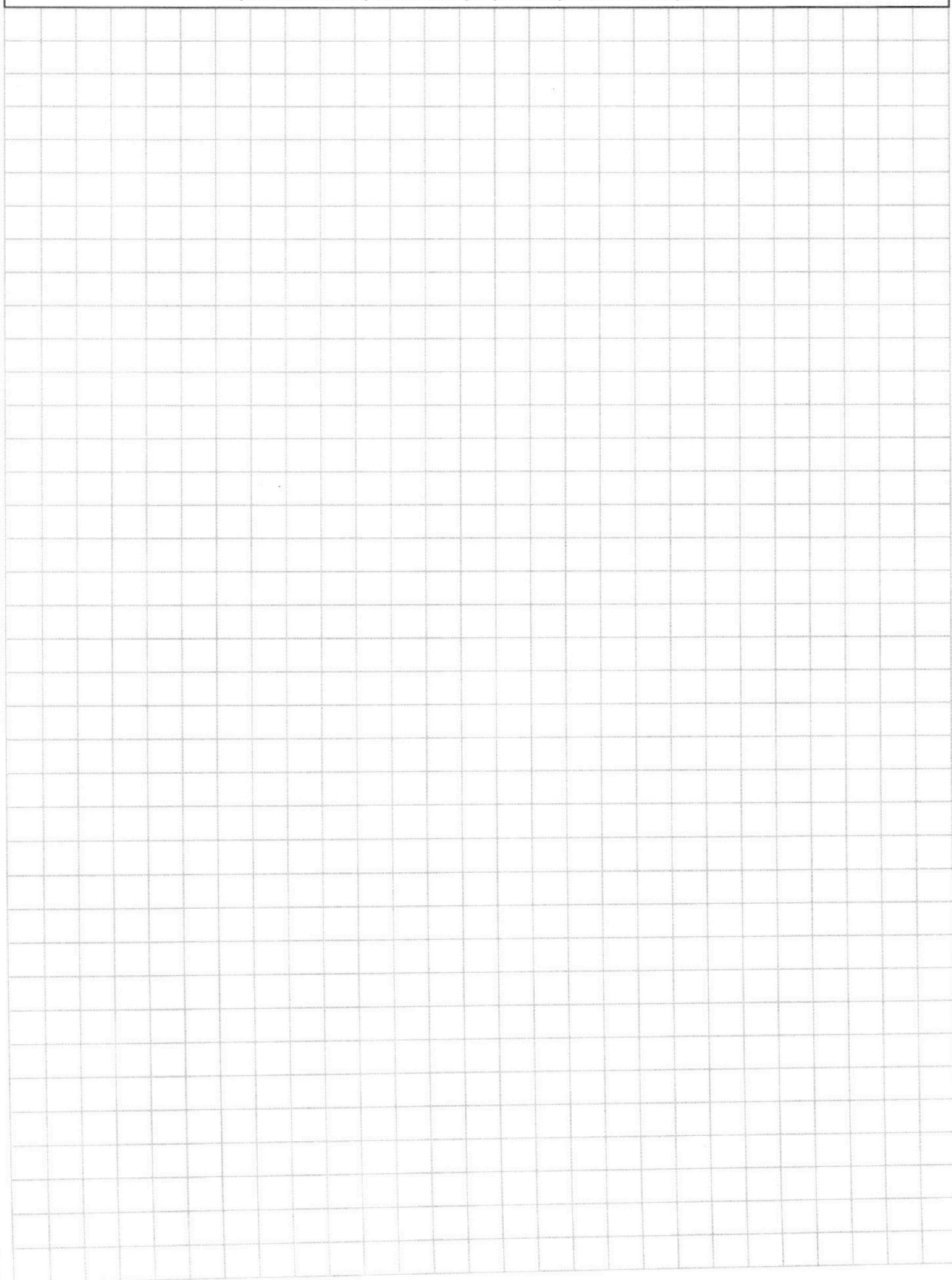
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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





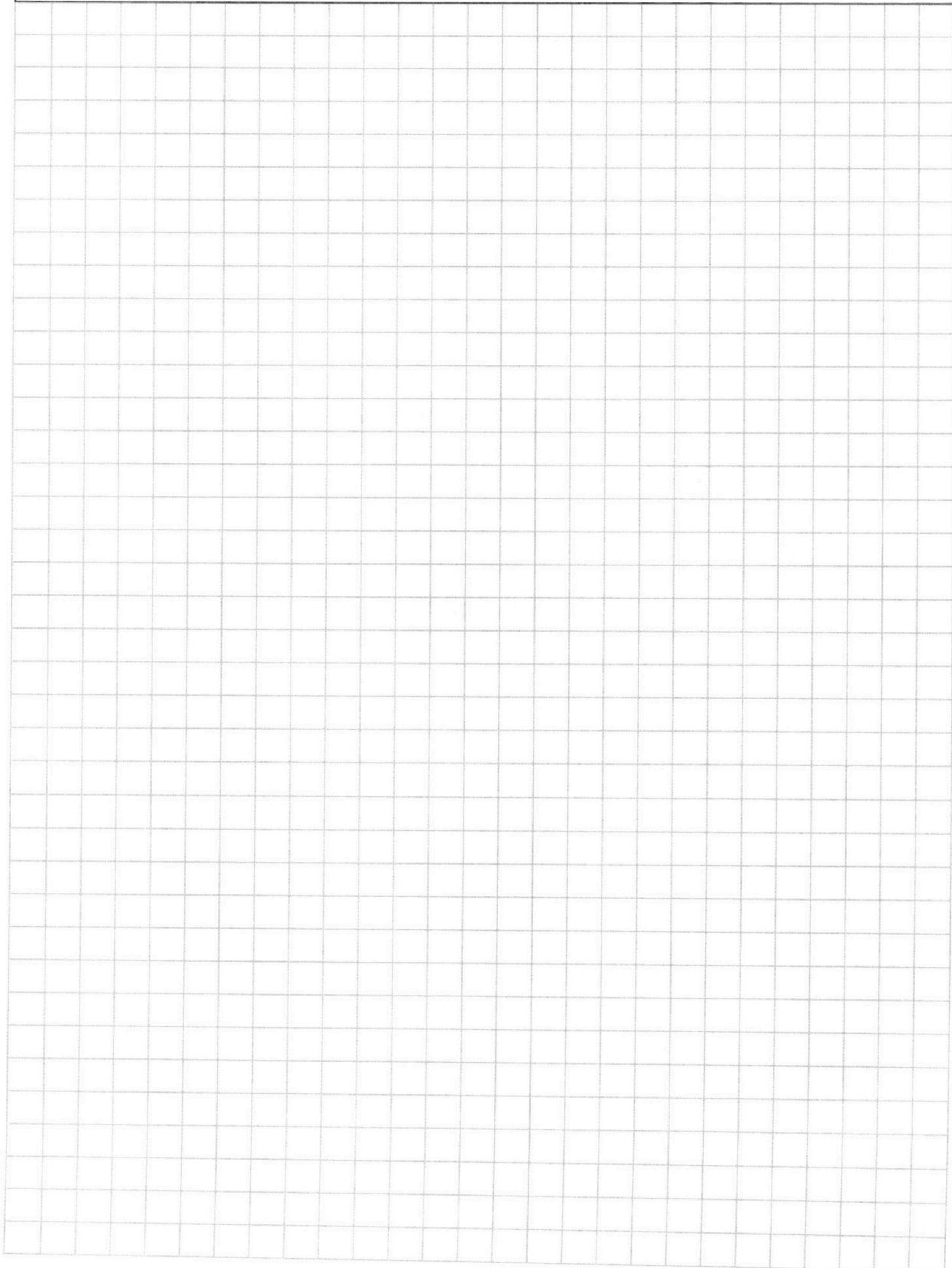
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



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



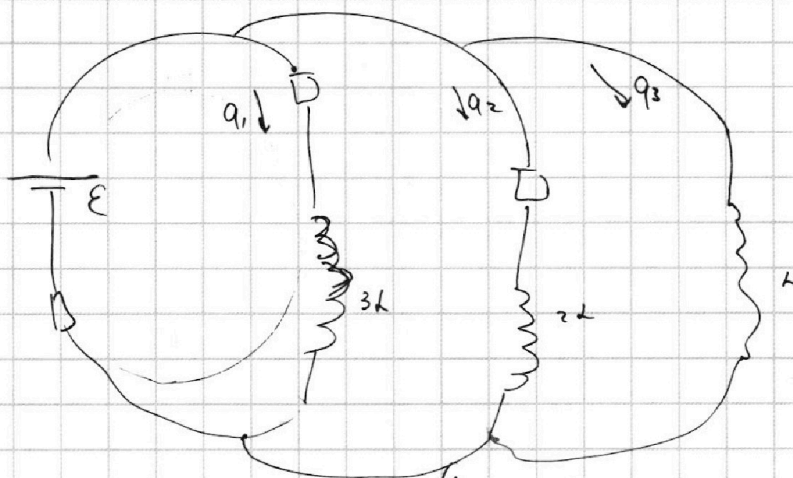
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



$$\dot{q}_1 \sim \dot{J}_3$$

$$\mathcal{E} = \frac{dq_1 + dq_2 + dq_3}{dt} (\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3) \cdot R + q_1 \cdot 3R + 3L \cdot \dot{J}_2$$

$$\mathcal{E} = 4R \dot{q}_1 + \dot{J}_2 \cdot 3L + (\dot{q}_2 + \dot{q}_3) R$$

$$\mathcal{E} = 5R \dot{q}_2 + R(\dot{q}_2 + \dot{q}_3) + \dot{J}_2 \cdot 2L$$

$$\mathcal{E} = (\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3) R + \dot{J}_3 \cdot L$$

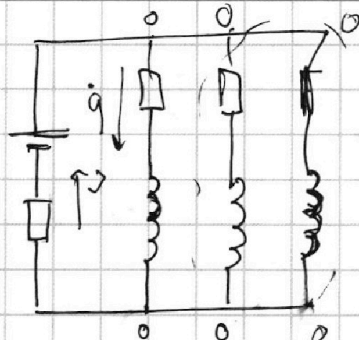
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



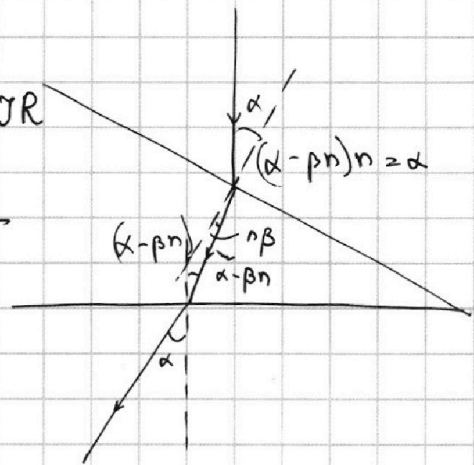
$$J_n = 0$$

$$\varepsilon = L \frac{dJ}{dt} + JR$$

$$\frac{\varepsilon - JR}{L} = \frac{dJ}{dt}$$

$$3R \frac{dq}{dt} = L \frac{dJ}{dt}$$

$$3Rq = LJ$$



$$\frac{P}{5} \cdot \frac{5I}{2T_0}$$

$$\alpha(n-1)$$

k_e	$\frac{V_0 k_e}{1P}$
$\frac{V_0}{4} \cdot \omega \cdot P_0$	
$\uparrow \omega L$	
$\frac{P}{4} = H_2O + CO_2$	

$$q = 0$$

$$\begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = \partial RT_0 \\ P \frac{V}{5} = \partial RT \end{cases}$$

$$\partial \omega_2 = k \cdot P_{CO_2} \cdot \omega = k \cdot P_{CO_2} \cdot \frac{V}{4}$$

$$\textcircled{2} \begin{cases} P_0 \frac{V}{2} = \partial RT_0 \\ P \frac{V}{5} = \partial RT \end{cases} \text{ где } k_e$$

$$\textcircled{1} \begin{cases} P_0 \cdot \frac{V}{2} = \partial RT_0 \\ P_0 \cdot \frac{V}{4} = \partial \omega_2(n) \cdot RT_0 \end{cases}$$

$$\textcircled{2} \partial \omega_2 = \frac{\partial n_e}{2}$$

$$\text{где } CO_2: \begin{cases} P_{CO_2} \cdot \frac{4V}{5} = (\partial + \Delta \partial) RT \\ P_{H_2O} \cdot \frac{4V}{5} = (\partial_{H_2O}) \cdot RT \end{cases} \quad \left(P \cdot \frac{4V}{5} = (\partial + \Delta \partial) RT \right) \quad \begin{matrix} k_e \\ 4^2 + 4^2 \\ 14 - \frac{14}{4} = 4 \end{matrix}$$

$$\frac{P}{P_0} \frac{V}{5} = \frac{I}{T_0}$$

$$P \cdot \frac{4V}{5} = \cancel{\partial RT} + k P_0 \cdot \frac{V}{4} \cdot RT$$

$$m a = F_{\text{тяги}} - k v$$

$$v = \text{const} \Rightarrow a = 0$$

$$F_{\text{тяги}} = U_c \cdot k_e \Rightarrow k = \frac{F_{\text{тяги}}}{U_c}$$

$$m a = F_{\text{тяги}} - \frac{F_t}{U_c} \cdot v$$

$$m a = F_{\text{тяги}} \left(1 - \frac{v_0}{U_c} \right)$$

$$\textcircled{F_0 \cdot U_0 = P_0}$$

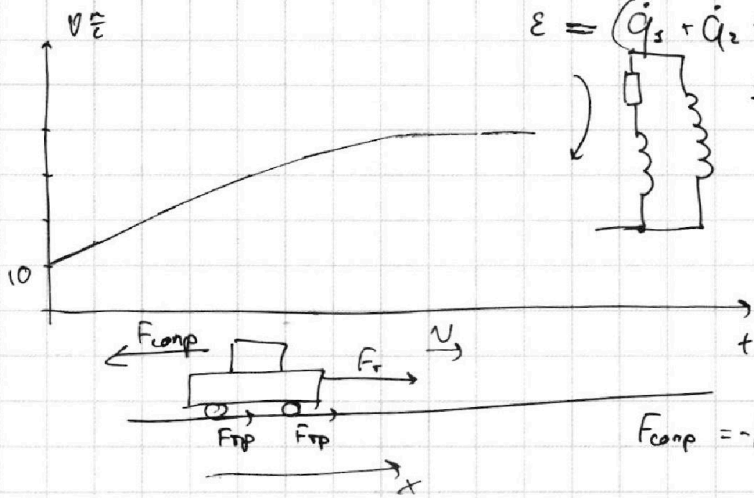
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

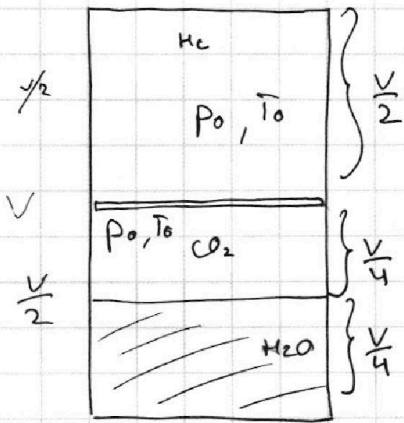
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$\mathcal{E} = (\dot{q}_1 + \dot{q}_2 + \dot{q}_3) R$$

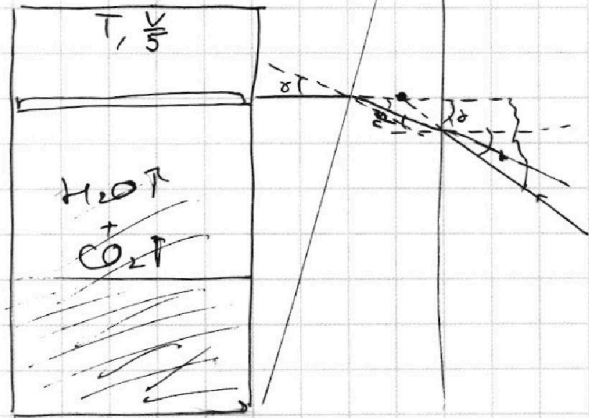
$$3R \frac{dq_1}{dt} + 3L \frac{dq_1}{dt} = L \frac{dJ_3}{dt}$$

$$4R \cdot \frac{dq_2}{dt} + 2L \cdot \frac{dq_2}{dt} = L \frac{dJ_3}{dt}$$



$$P_0 = \frac{P_a}{2}$$

$$T_0 \rightarrow T$$

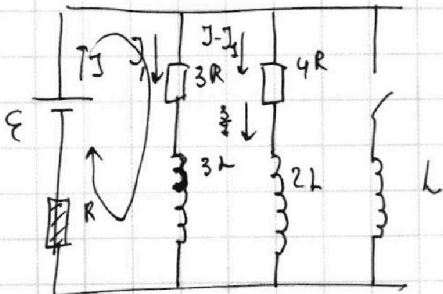


$$\Delta U = k \rho V$$

$$k = 0,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\mu 3. Pa}$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} \cdot R T_0$$



$$\mathcal{E} = 3R(J_1) + RJ$$

$$\mathcal{E} = (J - J_1) 3R$$

$$J_1 3R = 4R(J - J_1)$$

$$\mathcal{E} = 3R \cdot \frac{4}{7} J_1 + J_1 \cdot 3R = 4RJ - 4RJ_1$$

$$+ R \cdot \frac{4}{7} J_1 = 7RJ_1 = 4RJ$$

$$J_1 = \frac{4}{7} J \Rightarrow J = \frac{7}{4} J_1$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = \frac{19}{4} RJ_1$$

$$J_1 = \frac{\mathcal{E} \cdot 4}{19R}$$