



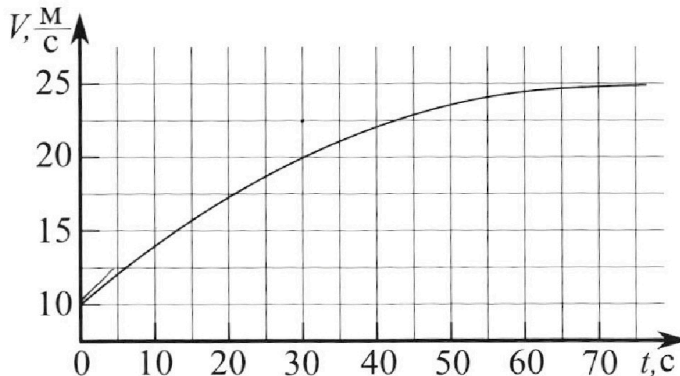
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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%.

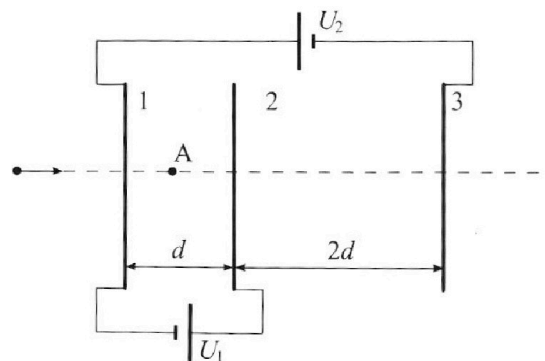
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - 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

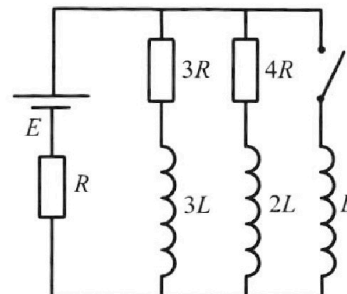
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_{10} 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 ч исловыми 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.

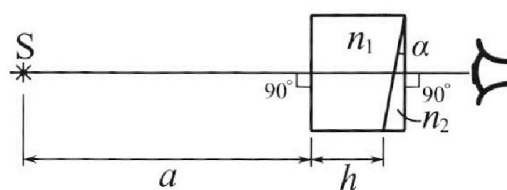


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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!

N1

Дано: $m = 1500 \text{ м.}$ | 1) $a = \frac{dv}{dt} = \pm g \times$ где $\times$ угол наклона касательной к графике $v(t)$

$F_k = 600 \text{ Н}$

$f_c = kv$

$a_0 = \frac{22.5 - 10}{30} = \frac{12.5}{30} = \frac{125}{300} = \frac{25}{60} = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$

2) 23 Н. $ma_0 = F_0 - f_c = F_0 - kv_0$ $v_0 = 10 \text{ м/с}$

Когда тело полностью разогналось значение

$a = 0$

$\Rightarrow F_k = f_c = kv_k = k \cdot 25 \text{ м/с}$

$600 \text{ Н} = k \cdot 25 \Rightarrow k = \frac{600}{25} = \frac{120}{5} = 24 \frac{\text{Нс}}{\text{м}} = *$

$\Rightarrow F_0 = ma_0 + kv_0 = 1500 \cdot \frac{5}{12} + 24 \cdot 10 = 865 \text{ Н}$

$1500 \cdot \frac{5}{12} = \frac{500 \cdot 5}{4} = 25 \cdot 25 = 625$

$\frac{625}{240} = 865$

3) $P_0 = F_0 v_0 = 865 \cdot 10 = 8650 \text{ Вт}$

Ответ: $a = \frac{5}{12} \text{ м/с}^2$; $F_0 = 865 \text{ Н}$; $P_0 = 8650 \text{ Вт}$

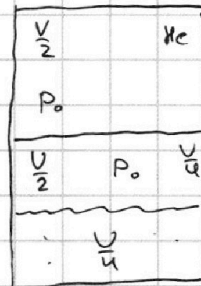
~~$\frac{5}{12}$; $\frac{8}{12}$~~

~~$\frac{1}{12}$; $\frac{1}{10}$~~

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) Дано: V ; $P_0 = \frac{P_{атм}}{2}$; T_0 ; $V_{He} = \frac{V}{4}$; $T = 373 K$; $V_a = \frac{V}{5}$; $\Delta P = k p w$
 $k = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ мм рт.ст.}$; $RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$
 1) $\frac{P_a}{P_0} = ?$ 2) $T/T_0 = ?$



1) Ур. состояния для He
 для газ. с. и кон. с.

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

$$\frac{P_k V}{5} = \nu_{He} R T \quad P_k = \frac{5 \nu_{He} R T}{V} = \frac{5 P_0 T}{2 T_0}$$

2) т.к. Объем воды большой и практически не
 меняется в конечном состоянии
 будет насыщенный пар т.к. есть вода
 и чем равновесие установилось

$$\Rightarrow \text{т.к. } T = 373 K \Rightarrow t = 100^\circ C$$

то давление насыщенного пара равно
 $P_{нс} = P_{атм} = 2 P_0$

и есть давление углекислого газа
 P_{CO_2}

В нач. момент. $\Delta P = k p w = \frac{k P_0 V}{4}$

из 1-го закона
 $P_k = \frac{5 \nu_{He} R T}{V} = 2 P_0 + P_{CO_2}$

$$P_0 = P_{He} + P_{CO_2} \quad \frac{P_0 V}{4} = \nu_{He} R T_0 \quad \frac{P_{CO_2} V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$P_0 = P_{He} + P_{CO_2} = \frac{4}{V} R T_0 (\nu_{He} + \nu_{CO_2})$$

$$\frac{P_0 V}{2}$$

Для каждой газовой смеси



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)

Зр. сост. для нижней части сосуда в нач. м.

$$P_A \approx 0$$

$$1 \Rightarrow P_0 = P_{\text{соз}} \quad \frac{P_0 V}{4} = \nu_{\text{соз}} RT_0 \quad \nu_{\text{соз}} = \frac{P_0 V}{4RT_0}$$

$$\text{т.к. } P_A \approx 0 \Rightarrow \nu_A \approx 0$$

$$\Rightarrow \frac{\nu_{\text{соз}}}{\nu_{\text{не}}} = \frac{\frac{P_0 V}{4}}{\frac{P_0 V}{2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\nu_{\text{не}}}{\nu_{\text{соз}}} = \frac{\nu_{\text{верх}}}{\nu_{\text{ниж}}} = \boxed{2}$$

$$\Delta V = k p \omega = k P_0 \frac{V}{4}$$

$$\nu_{\text{соз к}} = \nu_{\text{соз}} + \Delta V = \frac{k P_0 V}{4} + \frac{P_0 V}{4RT_0} = \frac{P_0 V}{4} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

Из второго пункта $P_A = 2P_0$

$\Rightarrow \nu_{\text{соз}} =$

$$\frac{P_{\text{соз}} V}{4} = \nu_{\text{соз к}} RT = \frac{P_0 V}{4} \left(k + \frac{1}{RT_0} \right) RT$$

$$P_k = P_{\text{соз}} + 2P_0 = P_0 k RT + P_0 \frac{T}{T_0} + 2P_0$$

$$\frac{P_k V}{5} = \nu_{\text{не}} RT_0 \Rightarrow P_k = \frac{5 P_0 T}{2 T_0}$$

$$\cancel{P_0} k RT + \cancel{P_0} \frac{T}{T_0} + 2\cancel{P_0} = \frac{5 \cancel{P_0} T}{2 T_0}$$

$$k RT + 2 = \frac{5}{2} \frac{T}{T_0} \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2 k RT}{3} + \frac{4}{3} = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3}{3} + \frac{4}{3}$$

$$\frac{T}{T_0} = \frac{7}{3}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\nu_A}{\nu_k} = 2; \quad \frac{T}{T_0} = \frac{7}{3}$$

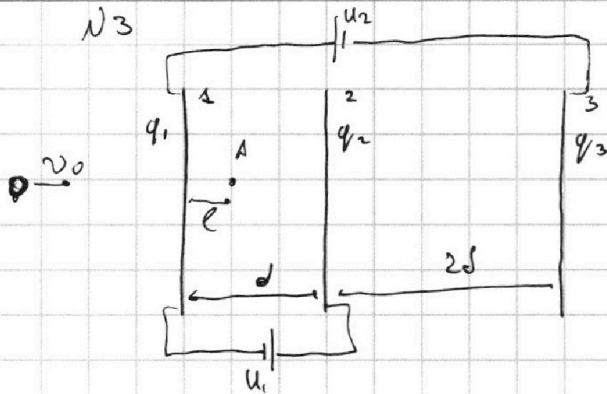
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



$$U_1 = U \quad U_2 = 3U$$

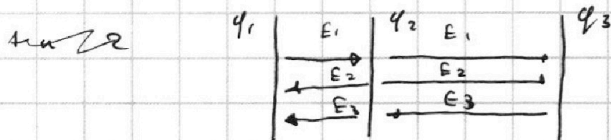
$$m; q > 0; v_0$$

$$l = \frac{d}{4}$$

1) q_1

Рассставим заряды
м.в. показано на рис.

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (ЗСЗ)$$



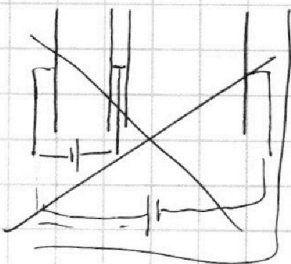
решения можно
рассмотреть как
таблички.

$$(E_1 - E_2 - E_3)d = U_1 \quad U_2 = -3E_1d + 3E_3d + E_2d$$

$$\frac{q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U_1}{d} = \frac{U}{d}$$

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

$$\frac{4q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{4q_1}{2\epsilon_0 S} = \frac{2U}{d} \quad q_1 - q_3 = \frac{2U\epsilon_0 S}{d} \quad \frac{q_1 - q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U}{2d}$$



$$U_1 = (E_2 + E_3 - E_1)d$$

$$U_2 = 3E_1d - 3E_3d + E_2d$$

$$\frac{U_1}{d} = \frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_1}{2\epsilon_0 S}$$

$$\frac{U_2}{d} = \frac{3U}{d} = \frac{3q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{3q_3}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} \quad \textcircled{-}$$

$$\frac{2U}{d} = \frac{4q_1}{2\epsilon_0 S} - \frac{4q_3}{2\epsilon_0 S} \quad \frac{q_1 - q_3}{2\epsilon_0 S} = \frac{U}{2d}$$

$$\frac{U}{d} = \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{U}{2d} \Rightarrow \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} = \frac{3U}{2d} \quad q_1 - q_3 = \frac{4U\epsilon_0 S}{d}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

№3 (продолжение)

$$q_1 = \frac{U}{d} - \frac{U \epsilon_0 \sigma}{d} \quad q_3 = q_1 - \frac{U \epsilon_0 \sigma}{d} = - \frac{2U \epsilon_0 \sigma}{d}$$

Докажем, что ~~левая~~ ~~и~~ ~~справа~~ от системы решеток ~~нет~~ напряженности

слева и справа

$$E_2 + E_1 + E_3 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 \sigma} + \frac{q_1}{2\epsilon_0 \sigma} + \frac{q_3}{2\epsilon_0 \sigma} = \frac{3U}{2d} - \frac{U}{d} - \frac{U}{2d} = 0$$

это и т.д. ~~решеткам~~
⇒ ~~заряд~~ ~~подлетает~~ и ~~массы~~ не ~~ускоряются~~

$$|E_{12}| = |E_2 + E_3 - E_1| = \frac{3U}{2d} - \frac{U}{d} + \frac{U}{2d} = \frac{U}{d}$$

$$\Rightarrow ma = E_{12} \cdot q = \frac{Uq}{d} \quad a = \frac{Uq}{md} \quad \begin{array}{l} \text{Кинетическая} \\ E_{\text{к}} \text{ можно найти} \\ E_{\text{к}} = U \end{array}$$

$$2) \quad K = \frac{mv_0^2}{2} \quad \text{Закон о кин. энергии}$$

$$\Delta K = K_1 - K_2 = \text{Абсорб} = E_{12} \cdot q \cdot d = Uq$$

$$3) \quad \frac{d}{4} = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a} \quad a = \frac{Uq}{md}$$

$$\frac{d}{4} \cdot \frac{2a}{2} = \frac{Uq}{2m} = v_0^2 - v_1^2$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

$$\text{Ответ: } a = \frac{Uq}{md}; \quad \Delta K = Uq; \quad v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

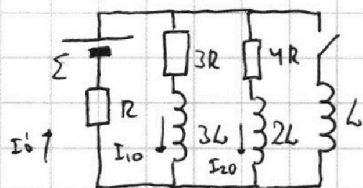
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



1/4. 1) I_{10} -? через $3R$ при разомкнутом K
2) $\frac{dI}{dt}$ -? 3) dq -?



1) $\frac{dI}{dt}$
1) при разомкнутом K в уст. реж.
ток через катушку не меняется

$$\Rightarrow 1) \quad \begin{aligned} \mathcal{E} &= 3I_{10}R + I_0'R \\ 3I_{10}R &= 4I_{20}R \quad I_0 + I_{20} = I_0' \\ I_{20}R &= \frac{3I_{10}R}{4} \end{aligned} \quad I_0'R = \mathcal{E} - 3I_{10}R$$

$$\Rightarrow \mathcal{E} = 3I_{10}R + I_{10}R + I_{20}R = 4I_{10}R + \frac{3I_{10}R}{4}$$

$$4\mathcal{E} = 19I_{10}R \quad \boxed{I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}} \Rightarrow I_0'R = \mathcal{E} - \frac{3 \cdot 4\mathcal{E} \cdot R}{19R} = \frac{7\mathcal{E}}{19}$$

2) когда замыкаем K , т.к. есть катушка ток сразу не увеличивается

$$\frac{dI}{dt}$$

$\Rightarrow I_0'$ не увеличивается

$$\Rightarrow \mathcal{E} = L \frac{dI}{dt} + I_0'R \Rightarrow L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - \frac{7}{19}\mathcal{E} = \frac{12}{19}\mathcal{E}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{dI}{dt} = \frac{12\mathcal{E}}{19L}}$$

$$3) \quad Q_{3R} = \int U_{3R} dq$$

$$U_{3R} + U_{3L} = L \frac{dI}{dt} = \mathcal{E} - I_0R = U_{4R} + U_{4L}$$

$$U_{0R} + 3L \frac{dI}{dt}$$

$$I_k = \frac{\mathcal{E}}{R} \quad I_{10} = \frac{4\mathcal{E}}{19R}$$

$$3R I_1 + \frac{3L dI_1}{dt} = \frac{L dI}{dt} \quad | \cdot dt$$

$$3R dq + 3L dI = L dI$$

$$3R \int_0^q dq + 3L \int_{I_{10}}^0 dI = L \int_0^{I_k} dI$$

$$\Rightarrow 3Rq - 3L \frac{4\mathcal{E}}{19R} = \frac{L\mathcal{E}}{19R}$$

$$3Rq = \frac{31L\mathcal{E}}{19R}$$

$$q = \frac{31L\mathcal{E}}{57R^2}$$

Ответ см $\rightarrow$



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 (продолжение)

Ответ: $I_0 = \frac{4\varepsilon}{19}$; $\frac{dI}{dt} = \frac{12\varepsilon}{19L}$; $\Delta q = \frac{316\varepsilon}{57R^2}$

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

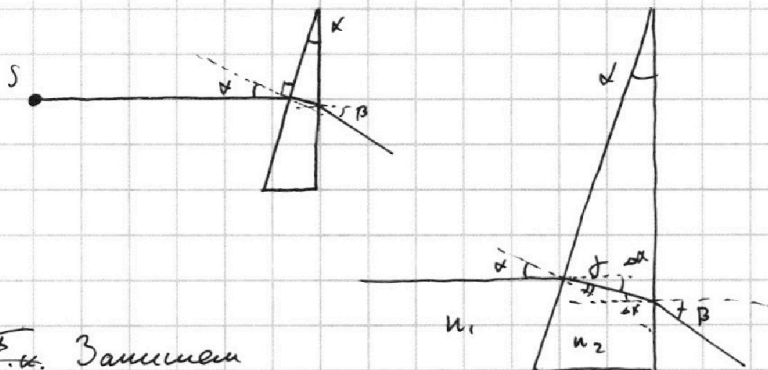
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5

I) 1) $n_1 = n_2 = 1$ $n_2 = 1.7$

левую границу можно не рассматривать



Решение. Запишем

3. Снеллиуса для луча

$$1) n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \delta$$

т.е. α малый $\Rightarrow$ и δ мал

$$\Rightarrow n_1 \alpha = n_2 \delta$$

$$n_1 = 1$$

Для $n_1 \neq 1$

$$\alpha = n_2 \delta$$

$$\delta = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\delta = \frac{n_1 \alpha}{n_2} \Rightarrow \alpha = \frac{\delta}{n_2} (n_2 - n_1)$$

$$\Delta \alpha = \alpha - \delta = \frac{\alpha}{n_2} (n_2 - 1)$$

$$\beta = \frac{n_2 \Delta \alpha}{n_1} = \frac{\alpha (n_2 - n_1)}{n_1} = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

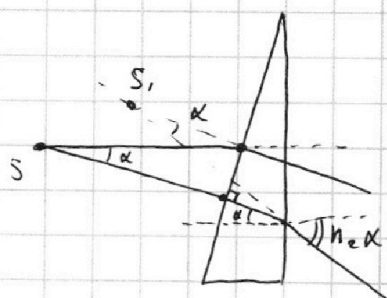
$$2) n_2 \alpha = n_1 \beta \Rightarrow \alpha (n_2 - 1) = \beta$$

$$\beta \Rightarrow \text{угол отклонения } \beta = \alpha (n_2 - 1) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад}$$

II) Первый луч у нас уже есть, это который перпендикулярен левой грани

$\Rightarrow$ рассмотрим малый который перпендикулярен как локотик м.м.

м.м. $n_1 = 1$ то луч, проходящий через левую грань не будет преломляться.



$$n_2 \alpha = n_1 \beta, \quad \beta = n_2 \alpha = 0.17 \text{ рад}$$

III. л. полтора малый

превращается в

можно считать что

лучи проходят через нее

не смешиваются по периметру.



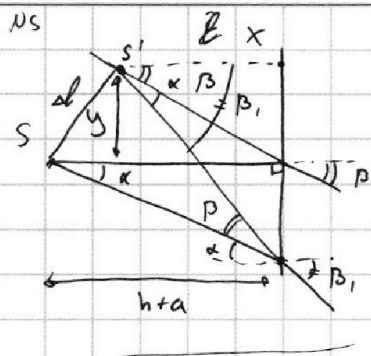
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

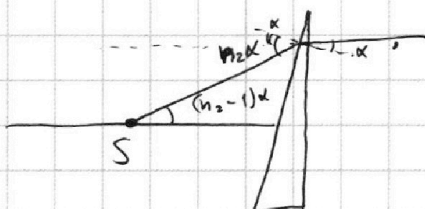
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



2) рассмотрим второй луч который выйдет параллельно перпендикулярно правой грани.

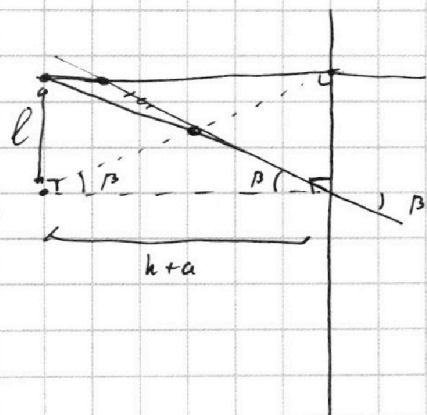


$$n_2 \alpha = \beta, \quad \delta = \beta - \alpha = (n_2 - 1) \alpha = 0.07 \text{ рад.} = \beta$$

$$\text{Если } n_1 \neq 1 \quad n_2 \alpha = n_1 \beta, \quad \delta = \beta - \alpha = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$\Rightarrow$ построим изображение.

таким образом и/г. $\Rightarrow$



$$\Rightarrow l = (h+a) \tan \beta = (h+a) (n_2 - 1) \alpha = 104 \cdot 0.07 = 7.28 \text{ см}$$

$$\frac{104}{7.28}$$

IV) Первый луч пойдет так же, но n, заменим. придется разобранное со вторым.

$$\beta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\delta = \beta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$n_1 \delta = \theta$$

$$\theta = \alpha (n_2 - n_1)$$

$$h_2 = a \tan \theta = a \alpha (n_2 - n_1)$$

$$h_1 = h + a \delta = h \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

$$\Delta h = h_2 + h_1 = a \alpha (n_2 - n_1) + \frac{h \alpha (n_2 - n_1)}{n_1} = \alpha (n_2 - n_1) \left(a + \frac{h}{n_1} \right)$$

$$\Delta l = \frac{\Delta h}{\tan \beta} = \frac{\Delta h \cdot n_1}{\alpha (n_2 - n_1)} = \frac{h}{n_1} (a + h/n_1) = (a n_1 + h)$$



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!

N (продолжение)

$$\Delta x = \Delta l - (a + h) = a(n_1 - 1)$$

по теореме Пифагора

$$l = \sqrt{\Delta x^2 + a^2} = \sqrt{a^2(n_1 - 1)^2 + n^2(n_2 - n_1)^2 \left(a + \frac{h}{n_1}\right)^2}$$

$$= \sqrt{90^2(0.4)^2 + (0.1)^2(0.3)^2 100^2} = \sqrt{90^2 \cdot 0.16 + 0.09 \cdot 100} =$$

$$= \sqrt{81 \cdot 16 + 9} = \sqrt{1296 + 9} = \sqrt{1305} \approx 36.1 \text{ см}$$

Ответ: $\rho = 0.07 \text{ рад}$; $l_1 = 7.28 \text{ см}$

$0.1 \cdot 0.3 \cdot 100$
 3 см

$$\begin{array}{r} 5 \\ 16 \\ 9 \\ \hline 144 \end{array}$$

Ответ: $\rho = 0.07 \text{ рад}$; $l_1 = 7.28 \text{ см}$; $l_2 = \sqrt{1305} \approx 36.1 \text{ см}$



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

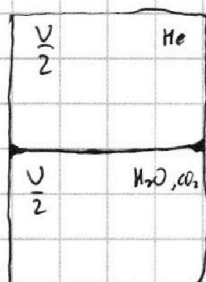
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

N2 Дано: V ; $P_0 = \frac{P_{атм}}{2}$; T_0 $U_{пл} = \frac{V}{4}$; $T = 373 \text{ K}$



$$U_R = U/5$$

$$\Delta D = K p \omega \quad K \approx 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

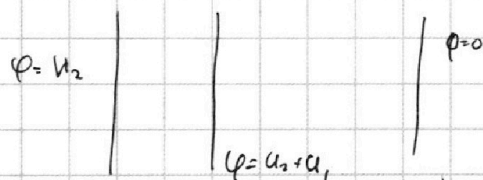
$$RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$$

- 1) Запишем уравнение состояния для He в начальный момент

$$I = \frac{dq}{dt}$$

$$I^2 R$$

$$I U \Delta t = \int U dq$$

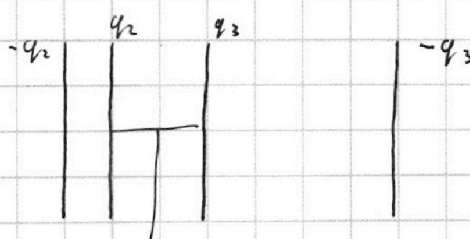


$$\epsilon_0 d = U_1$$

$$\epsilon_0 q = \frac{U_1}{d} q = m a$$

$$a = \frac{U_1 q}{m}$$

$$U_1 q$$



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

$$q_1 = -\frac{U \epsilon_0 S}{d}$$

$$q_3 = -\frac{2 U \epsilon_0 S}{d}$$

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

$$\frac{q_1}{2 \epsilon_0 S} = -\frac{U}{2 d}$$

$$\frac{2 U \epsilon_0 S}{d} = \alpha$$

$$q_3 + q_1 = -\frac{3}{2} \alpha$$

$$q_1 - q_2 = \frac{\alpha}{2}$$

$$2 q_1 = -\alpha$$

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





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!

