



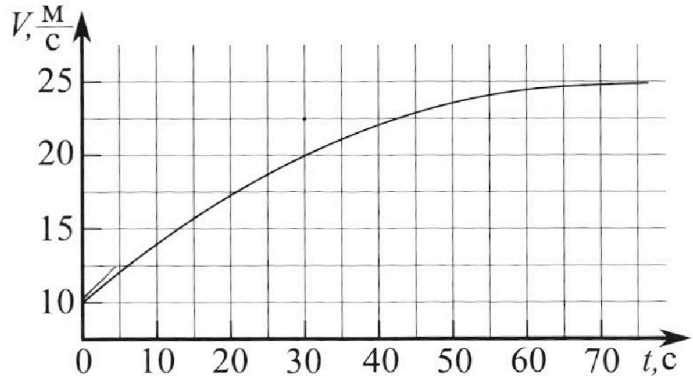
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

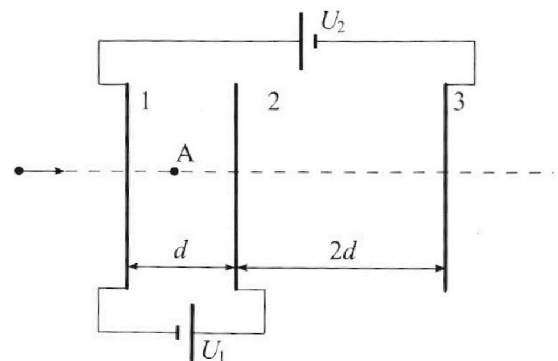
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - 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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

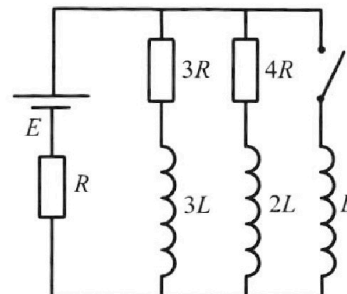


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

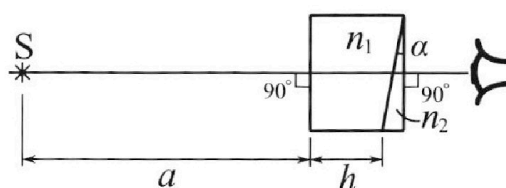
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 ч ислowymi 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 $n_b = 1,0$. 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.



1) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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:

 МФТИ

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!

N1

Дано: $m = 1500 \text{ кг}$
 $F_k = 600 \text{ Н}$
 $f_c = kv$

1) $a = \frac{dv}{dt} = \pm g \cdot k$ где k угол касательной к траектории $v(t)$

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

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

Когда тело полностью разогналось значением

$$a = 0$$

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

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

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

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

625
240
865

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

МФТИ

1 2 3 4 5 6 7

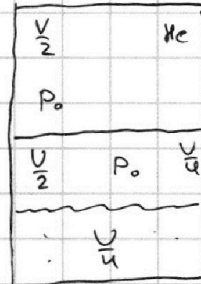
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



N2) Дано: V ; $P_0 = \frac{P_{\text{атм}}}{2}$; T_0 ; $V_{\text{жл}} = \frac{V}{4}$; $T = 373 \text{ K}$; $V_0 = \frac{V}{5}$; $\Delta P = \kappa p \omega$

$\kappa = 0.5 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$; $RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$

1) $\frac{P_0}{P_{\text{жл}}}$ -? 2) T/T_0 -?



1) Ур. состояния ~~для~~ He
для жидк. с. и кон. с.

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

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

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

$$\frac{P_{\text{жл}} V}{5} = \nu_{\text{He}} R T$$

$$P_{\text{жл}} = \frac{5 \nu_{\text{He}} R T}{V} = \frac{5 P_0 T}{2 T_0}$$

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

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

то давление насыщенного пара равно $P_{\text{жл}} = P_{\text{атм}} = 2 P_0$

и есть давление углекислого газа P_{CO_2}

В кон. момент. $\Delta P = \kappa p \omega = \frac{\kappa P_0 V_0}{4}$

из 1-го уравнения

$$P_{\text{жл}} = \frac{5 \nu_{\text{He}} R T}{V} = 2 P_0 + P_{\text{CO}_2}$$

~~$$P_0 = P_{\text{жл}} + P_{\text{CO}_2}$$~~

~~$$\frac{P_{\text{жл}} V}{4} = \nu_{\text{He}} R T_0$$~~

~~$$\frac{P_{\text{CO}_2} V}{4} = \nu_{\text{CO}_2} R T_0$$~~

~~$$P_0 = P_{\text{жл}} + P_{\text{CO}_2} = \frac{4}{V} R T_0 (\nu_{\text{He}} + \nu_{\text{CO}_2})$$~~

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

Для каждой части сосуда

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 checked="" 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!

N_2 (продолжение)

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

$$P_A \approx 0$$

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

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

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

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

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

Из второго условия $P_A = 2P_0$

$\Rightarrow \nu_{\text{соз}} =$

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

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

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

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

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

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

$$\text{Ответ: } \nu_{\text{не}}/\nu_{\text{соз}} = 2; \quad T/T_0 = 7/3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

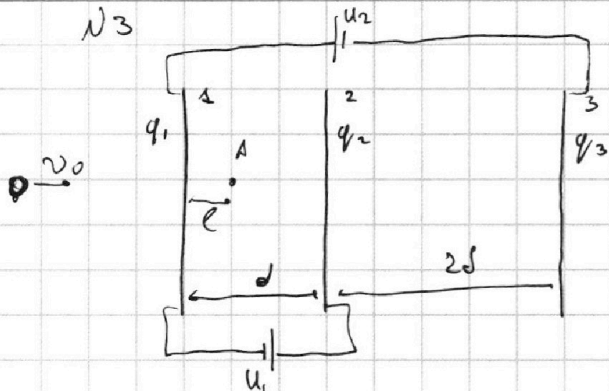
1 2 3 4 5 6 7



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



N3



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

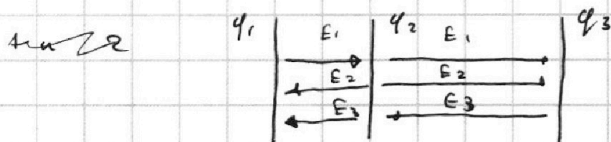
$$m; q > 0; v_0$$

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

1) q_1

Расставим заряды
м.к. показано на рис.

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \quad (\text{ЗСЗ})$$



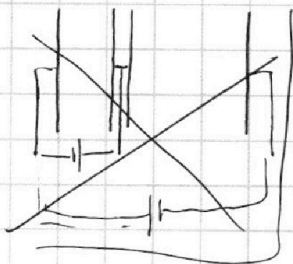
Решения можно рассмотреть как задачи.

$$(\epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_3)d = U_1 \quad U_2 = -3\epsilon_1 d + 3\epsilon_3 d + \epsilon_2 d$$

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

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

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



$$U_1 = (\epsilon_2 + \epsilon_3 - \epsilon_1)d$$

$$U_2 = 3\epsilon_1 d - 3\epsilon_3 d + \epsilon_2 d$$

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

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

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

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

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

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)

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

Докажем что ~~итого слева~~ и справа от системы решеток ~~нет~~ напряженности

слева и справа

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

это и т.д. решетки
 \Rightarrow заряд подлетает и ~~итого~~ не ускоряется

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

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

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

$$\Delta k = k_1 - k_2 = \text{Авсорб} = E_{\text{в}} \cdot q \cdot d = Uq$$

$$3) \quad \frac{d}{4} = \frac{mv_0^2 - mv_1^2}{2a} \quad a = \frac{Uq}{md}$$

$$\frac{d}{4} = \frac{mv_0^2 - mv_1^2}{2 \cdot \frac{Uq}{md}} \quad \frac{d}{2} = \frac{Uq}{2m} = v_0^2 - v_1^2$$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

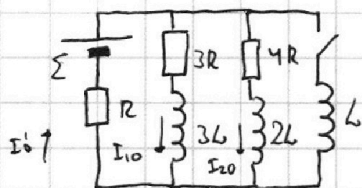
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№4.] 1) I_{10} -? через $3R$ при разомкнутом K
 2) $\frac{dI}{dt}$ -? 3) dq -?



1) ~~И~~
 1) Σ рд разомкнутом K в усм релк.
 ток через катушки не меняется

$$\Rightarrow 1) \Sigma = 3I_{10}R + I_0'R \quad I_0'R = \Sigma - 3I_{10}R$$

$$3I_{10}R = 4I_{20}R \quad I_{10} + I_{20} = I_0'$$

$$I_{20}R = \frac{3I_{10}R}{4}$$

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

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

2) ~~к~~ ~~к~~ ~~к~~ замыкаем т. т. к. есть катушки ток сразу не поменяется

~~$\frac{dI}{dt}$~~ $\Rightarrow I_0'$ не изменился

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

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

3) ~~$Q_{3R} = \int U dq$~~

~~$$U_{3R} + U_{3L} = L \frac{dI}{dt} = \Sigma - I_0R = U_{4R} + U_{2L}$$~~

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

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

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

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

$$3R \int_0^q dq + 3L \int_0^{I_0} dI = L \int_0^{I_k} dI \Rightarrow 3Rq - 3L \frac{4\Sigma}{19R} = \frac{L\Sigma}{19R}$$

$$3Rq = \frac{3L\Sigma}{19R} \quad q = \frac{3L\Sigma}{57R^2} \quad \text{Ответ см } \rightarrow$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 МФТИ

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

№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

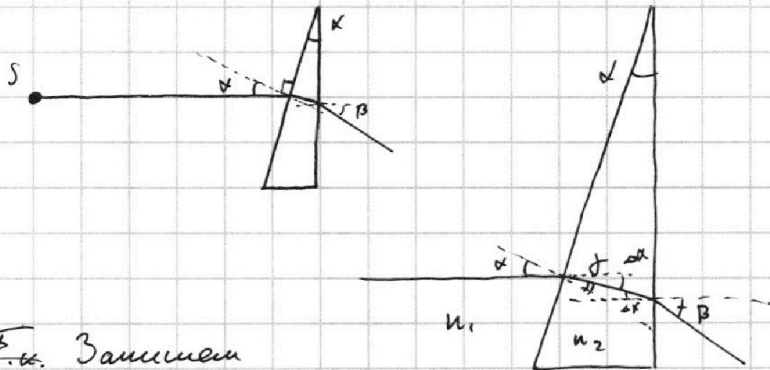
МФТИ

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. Заметим

3. Силусиса угла луча

1) $n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \delta$ т.к. α малый \Rightarrow и δ мал

$\Rightarrow n_1 \alpha = n_2 \delta$ $n_1 = 1$ Для $n_1 \neq 1$

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

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

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

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

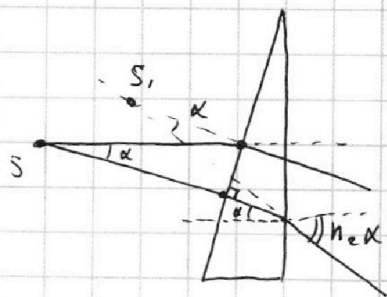
2) $n_2 \alpha = n_1 \beta \Rightarrow \alpha (n_2 - 1) = \beta$

$\beta \Rightarrow$ 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 т.е. т.е.

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



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

$\beta - \beta_0 = \alpha$

III. в. поправка малый

превращается в малый

можно считать что

лучи проходят через нее

не смешиваются с перпендикуляром.

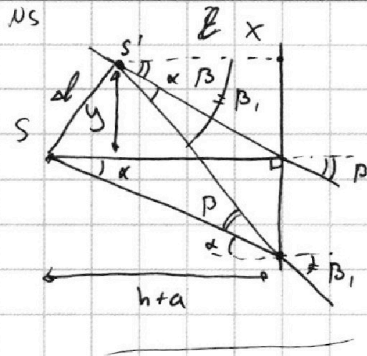
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

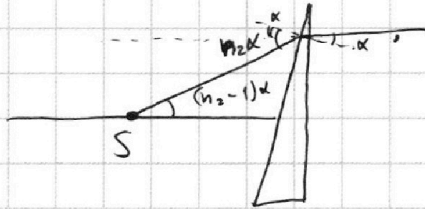
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



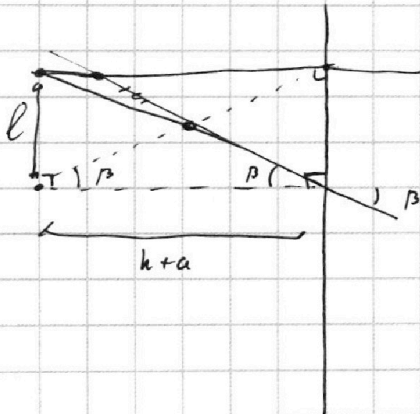
2) рассмотрим луч который выйдет параллельно перпендикулярно правой грани.



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

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

\Rightarrow построим изображение.
 так получим и/г. \Rightarrow



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

$$\frac{104}{\alpha} = 728$$

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

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

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

$$n_1 \delta = \theta$$

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

$$h_2 = \theta \tan \beta = \alpha \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right)$$

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

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

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



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 мере Δx Δl $(a+h)$ $a(n_1 - 1)$

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

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

$$= \sqrt{81 \cdot 16 + 9} = \sqrt{1305} \approx 36 \text{ см} = \sqrt{9(9 \cdot 16 + 1)} = 3\sqrt{145} \text{ см}$$

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

$$\frac{16}{9} = 1.777$$

$0.1 \cdot 0.3 \cdot 100 = 3 \text{ см}$

Ответ: $\beta = 0.07 \text{ рад}$; $l_1 = 7.28 \text{ см}$; $l_2 = 3\sqrt{145} \approx 36 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

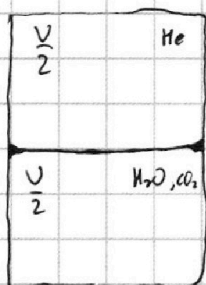
1 2 3 4 5 6 7

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 $U_{сл} = \frac{V}{4}$; $T = 373 K$



$$V_p = V/5$$

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

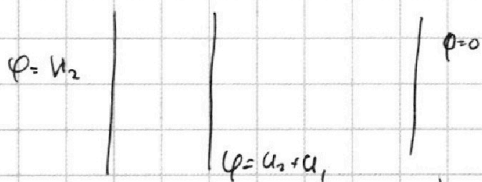
$$RT = 3 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль}$$

1) Запишем уравнение состояния газа He в начальной момент

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

$$I^2 R$$

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

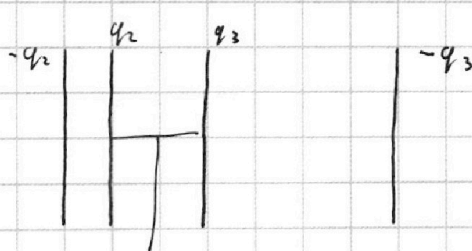


$$\epsilon_0 d = U_1$$

$$\epsilon_0 q = \frac{U_1}{d} q = ma$$

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

$$U_1 q$$



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

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

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

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

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

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

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

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

$$2q_1 = -\alpha$$

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

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



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!

