



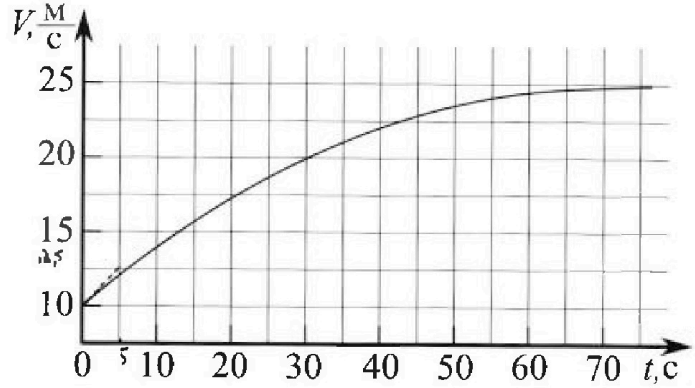
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

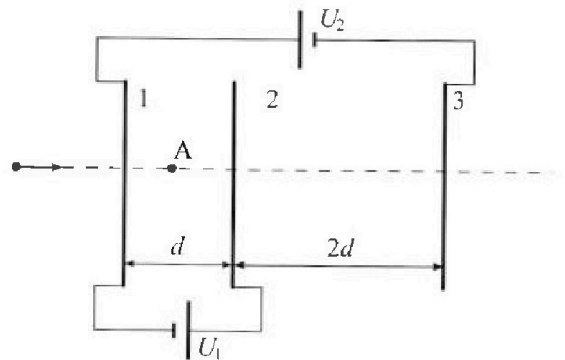
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 v пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpv$. 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

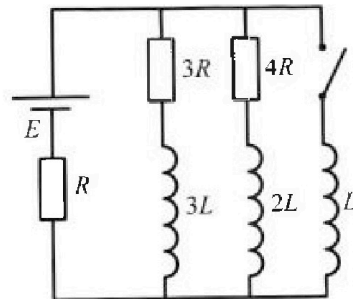
Вариант 11-03

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_{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 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.

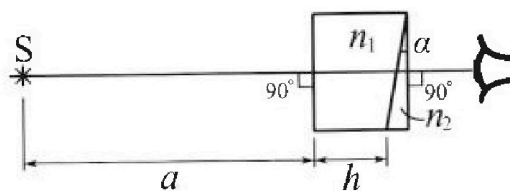


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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!

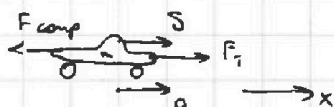
1) Угловую скорость, величину момента импульса консервировать

в начальной точке \Rightarrow т.к. угловая $\delta(t) \Rightarrow \text{tg } \alpha_0 = \frac{d\delta}{dt}$, что

соответствует угловому, т.к. зв-ие по углам $\Rightarrow a_n = 0 \Rightarrow a_i = a$,
 где $a_i = \frac{d\delta}{dt}$ - тангенциальное ускорение $\Rightarrow \text{tg } \alpha_0 = a_0$ - ускорение

в начале δ

 из угловой: $\text{tg } \alpha_0 = \frac{21,5 - 10}{5 - 0} \text{ м/с} = \frac{2,5}{5} \text{ м/с} = 0,5 \text{ м/с}$
 $\Rightarrow a_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$

2) рассмотреть зв-ие абсцисс в произвольной точке:
 (в центре)



23 кг груз m на x : $F_r - F_{\text{comp}} = ma(x)$

т.к. абсциссы привязаны к угловой

где F_r - сила натяжения, F_{comp} - сила сопротивления воздуха, \propto скорости:
 $F_{\text{comp}} = d \delta$,
 $d = \text{const}$

\Rightarrow т.к. при $t > 70 \text{ с}$ коэффициент к угловой $\delta(t)$ почти равен 0.

Итак \Rightarrow при $t > 70 \text{ с}$, $a = 0 \Rightarrow$ рассмотрим (x) в момент

$t > 70 \text{ с}$: $F_k - d_{70} \delta = 0 \Rightarrow d = \frac{F_k}{\delta_{70}} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = 24 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$
 - коэффициент $t = 70 \text{ с}$

$\Rightarrow (x)$ груз $t = 0$ - начальный момент: $F_0 - d \delta_0 = m a_0$, где

в начальный момент $\delta_0 = 10 \text{ м/с} \Rightarrow F_0 = d \delta_0 + m a_0 = (24 \cdot 10 + 1500 \cdot 0,5) \text{ Н} =$

$\Rightarrow F_0 = 990 \text{ Н}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" 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!

3) τ/μ / $P = dS$ - P / μ / dS - P / μ / dS - P / μ / dS

мощь перемещение (элементарное)

$$3) \tau/\mu. P = \frac{\delta A}{dt} = \frac{F_T \cdot dS \cdot \cos 0^\circ}{dt} = F_T \delta \rightarrow P_0 = F_0 \delta_0 = 990 \cdot 10 \text{ Вт} = 9900 \text{ Вт}$$

$\frac{\delta A}{dt}$ — $\frac{\text{мощь работы}}{\text{мощь времени}}$ $\delta = \frac{dS}{dt}$

Ответ: 1) $a_0 = \text{tg} \alpha_0 = 0,5 \text{ м/с}^2$

2) $F_0 = \frac{F_K}{\delta_{T_0}} \cdot \delta_0 + m a_0 = 990 \text{ Н}$

3) $P_0 = F_0 \delta_0 = 9900 \text{ Вт}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

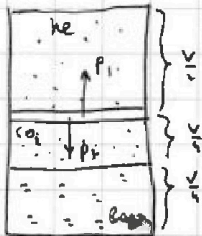
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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) рассмотрим до нагревания смеси:



T_0

Т.к. по условию p поправкам $= 0 \Rightarrow$

$$p_1 = p_{CO_2}$$

$$p_1 = p_{He}$$

т.к. по условию равновесие уже нормальное:

$$p_1 = p_3 \Rightarrow p_1 = p_3$$

т.к. по условию равновесие $n=1$ нормальное $p_0 = \frac{p_{atm}}{2} \Rightarrow p_1 = p_3 = p_0$

\Rightarrow т.к. $v_{He} = \frac{V}{2}$, $v_{CO_2} = \frac{V}{4}$, $T_{He} = T_{CO_2} = T_0$ по 3-му закону Менделеева:

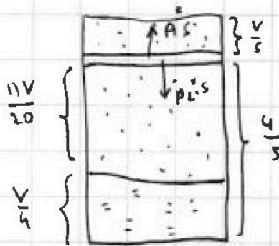
$$p_{He} v_{He} = \nu_{He} R T_0$$

$$p_{CO_2} v_{CO_2} = \nu_{CO_2} R T_0$$

$$\Rightarrow p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0 \quad (*)$$

$$\Rightarrow \left(\frac{\nu_{He}}{\nu_{CO_2}} = \frac{p_0 \frac{V}{2}}{p_0 \frac{V}{4}} = 2 \right)$$

2) рассмотрим состояние смеси (уже смешанное):



Т.к. условием равновесия не рассматривается

$$\Rightarrow \Delta D = k^* p_{CO_2} \frac{11V}{20} = 0 \Rightarrow k^* = 0$$

3-й закон Менделеева - закон: для He: $p^* \frac{V}{2} = \nu_{He} R T$ (*)

для CO2: $p_{CO_2} \frac{11V}{20} = \nu_{CO_2} R T$ (**)

$$p_1^* = p^*, \quad p_1^* = p_{air} + p_{CO_2}^*, \quad \text{т.к. } p_{He} = p_{He} = p_{air} \text{ при } T = 373 \text{ K,}$$

гов-ме p_1^* в смеси

3-й закон

т.к. установившееся состояние

взаим с нормальным равновесием.

$$\Rightarrow \text{т.к. } p^* = 2p_0 + p_{CO_2}^* \Rightarrow \text{из (*) и (**): } \frac{5p_0}{2p^*} = \frac{T_0}{T} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4p_0 + 2p_{CO_2}^*}{5p_0}$$

$$\text{т.к. } p_{CO_2}^* = \nu_{He} + \Delta D = \nu_{He} - \frac{k^* p_0 V}{4} \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{4p_0 + 2\left(\nu_{He} - \frac{k^* p_0 V}{4}\right)}{5p_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

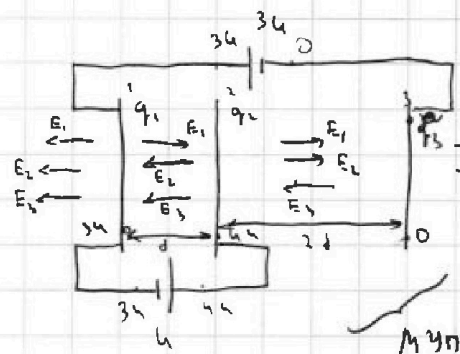
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



предположим, что при подключении

неизменяются потенциалы в системе

и так получим заряды $q_1, q_2, q_3 > 0$

$$\text{ЗСЗ: } q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

\Rightarrow м.к. напряженности максимум: $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 d}$ - т.к. розчет

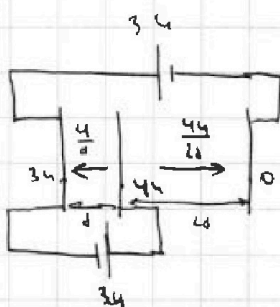
максимум $\Rightarrow d \Rightarrow E_1 = \frac{q_1}{2\epsilon_0 d}$

$$E_2 = \frac{q_2}{2\epsilon_0 d}$$

$$E_3 = \frac{q_3}{2\epsilon_0 d}$$

\Rightarrow т.к. энергия максимум:

или $\varphi_2 - \varphi_1 = E_{12} d \Rightarrow E_{12} = \frac{d\varphi_{12}}{d}$



$$\Rightarrow E_1 + E_3 - E_2 = \frac{\varphi}{d}$$

$$\Rightarrow E_2 = \frac{3\varphi}{4d}$$

$$E_1 + E_2 - E_3 = \frac{2\varphi}{d}$$

$$\Rightarrow \text{т.к. } q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow E_1 + E_2 + E_3 = \frac{q_1}{\epsilon_0 d} + \frac{q_2}{2\epsilon_0 d} + \frac{q_3}{\epsilon_0 d} = 0$$

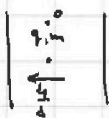
$$\Rightarrow E_1 - E_3 = \frac{\varphi}{4d}$$

$$E_1 = -\frac{5\varphi}{8d}$$

$$E_1 + E_3 = -\frac{3\varphi}{2d}$$

$$E_3 = -\frac{7\varphi}{8d}$$

1) рассмотрим q между т.к.:



2 ЗН где "н": $\frac{\varphi}{d} q = \varphi \Rightarrow$

$$q = \frac{4\varphi}{d}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

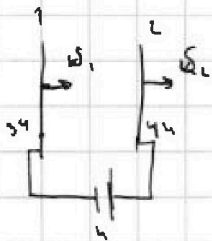
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

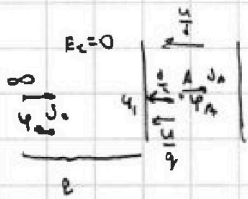
2) Т.к. q -ном равномерно зарядах пластины \Rightarrow поле пластин не меняется, где размер пластины $\ll d \Rightarrow$ поле внутри однородное \Rightarrow потенциал \Rightarrow потенциалы φ_1 и φ_2 не зависят от координат \Rightarrow берем 3 с.э.:



$$k_1 + \varphi_1 q = k_2 + \varphi_2 q \Rightarrow k_1 - k_2 = (\varphi_2 - \varphi_1) q \text{ где}$$

$$\varphi_1 - \varphi_2 = U \Rightarrow k_1 - k_2 = Uq$$

3) потенциал φ_0 в с.э. 1:



т.к. потенциал не зависит от радиуса \Rightarrow

берем 3 с.э.:

$$\frac{\sigma R^2}{2} + \varphi_0 q = \frac{\sigma R^2}{2} + \varphi_A q \Rightarrow \sigma_A^2 = \sigma_0^2 + \frac{2}{R}(\varphi_0 - \varphi_A)q$$

где $\varphi_0 - \varphi_A = \frac{\varphi_0 - \varphi_1 + \varphi_1 - \varphi_A}{0.2 - \frac{1}{4} \cdot \frac{d}{4}} = \frac{U}{0.2 - \frac{d}{16}}$ $\Rightarrow \sigma_A = \sqrt{\sigma_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

Ответ: 1) $q = \frac{Uq}{md}$

2) $k_1 - k_2 = Uq$

3) $\sigma_A = \sqrt{\sigma_0^2 + \frac{Uq}{2m}}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

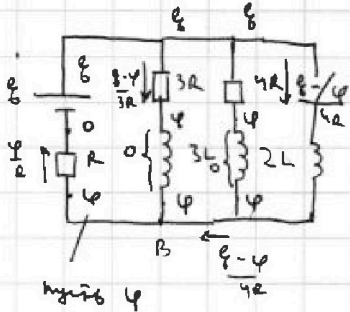
1 2 3 4 5 6 7



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



1) рассмотрим установившиеся режим при разомкнутом ключе:



в эти режимы при замыкании
резисторов компаримент
на $m = 0$

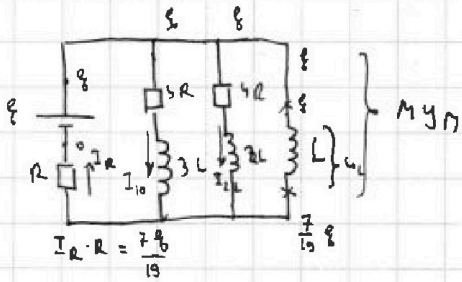
Т.к. $I_R = \frac{u_R}{R} \Rightarrow$ установившиеся I_{3R} Т.Б.: $\frac{\varphi}{R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} + \frac{\varepsilon - \varphi}{4R}$

$\Rightarrow 11\varphi = 4\varepsilon - 4\varphi + 3\varepsilon - 3\varphi \Rightarrow 19\varphi = 7\varepsilon \Rightarrow \varphi = \frac{7\varepsilon}{19}$

\Rightarrow макс. I_{3R} : $I_{3R} = \frac{\varepsilon - \varphi}{3R} = \frac{\varepsilon - \frac{7\varepsilon}{19}}{3R} = \frac{12\varepsilon}{57R} = \frac{4\varepsilon}{19R}$
 $I_R = \frac{\varphi}{R} = \frac{7\varepsilon}{19R}$
 $I_{2L} = \frac{3\varepsilon}{19R}$

2) чтобы найти установившиеся на катушке макс. скорости ил

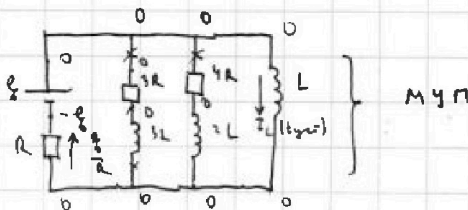
намагниченности:



$u_L = \varepsilon - \frac{7\varepsilon}{19} = \frac{12\varepsilon}{19}$

\Rightarrow Т.к. $u_L = L \cdot \dot{I} \Rightarrow \dot{I}(0) = \frac{12\varepsilon}{19L}$ - скорость
возврата
тока
катушке φ

3) рассмотрим элемент в установившемся режиме \Rightarrow комп. ил $m = 0$



$u_R = 0 \Rightarrow I_R = 0 \Rightarrow I_{3L}(\frac{dI}{dt}) = I_{2L}(\frac{dI}{dt}) = 0$

$I_L(t_{\text{уст}}) = \frac{\varepsilon}{R}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

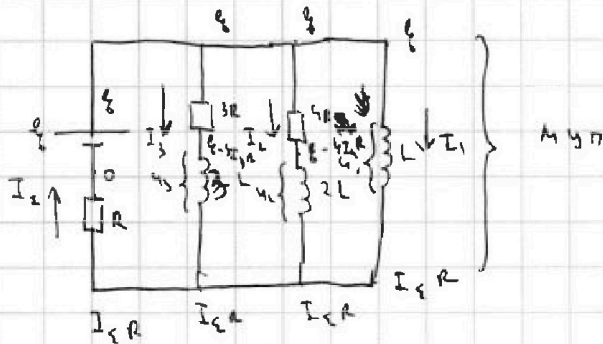
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

4) рассчитать в произвольный момент после замыкания цепи:



$$U_1 = \varepsilon - I_1 R \quad (1)$$

$$U_2 = \varepsilon - 4I_2 R - I_1 R$$

$$U_3 = \varepsilon - 3I_3 R - I_1 R \quad (2), \text{ где}$$

$$U_1 = \dot{I}_1 L \quad (3)$$

$$U_2 = 2\dot{I}_2 L$$

$$U_3 = 3\dot{I}_3 L \quad (4)$$

из (1) и (2):

$$U_2 - U_1 = -3I_3 R$$

$$\text{из (3) и (4): } 3\dot{I}_3 L - \dot{I}_1 L = -3I_3 R \quad | \cdot dt = 3L \Delta I_3 - L \Delta I_1 = -3R \Delta q_3 \quad (5)$$

применим закон сохранения энергии после замыкания цепи:

$$3L \int_{I_{10}}^0 \Delta I_1 - L \int_0^{q_3} \Delta I_3 = -3R \int_0^{q_3} \Delta q_3$$

$$\Rightarrow -3L I_{10} - L \frac{q_3}{R} = -3R q_3 \Rightarrow q_3 = \frac{\frac{4\varepsilon}{19R} L + \frac{q_3}{R} L}{3R} = \frac{23\varepsilon L}{57R^2}$$

ответ: 1) $I_{10} = \frac{4\varepsilon}{19R}$

2) $\dot{I}(0) = \frac{12\varepsilon}{19L}$

3) $q_3 = \frac{23\varepsilon L}{57R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

1) рассмотрим луч \perp правой грани призмы где $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$:

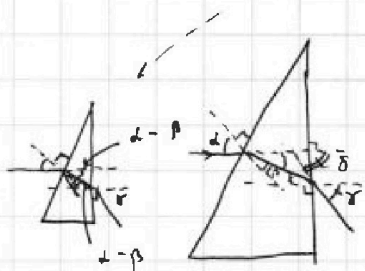


из 3-го закона Снеллиуса:

$$n_1 \cdot \sin \alpha = n_2 \cdot \sin \beta, \text{ где } \alpha = 90^\circ, \sin \alpha = 1 \Rightarrow d = d$$

$$\Rightarrow \sin \beta = \frac{d}{n_2} \Rightarrow \sin \beta = \frac{1}{1,7} \Rightarrow \beta = \arcsin \frac{1}{1,7}$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{d}{n_2}$$



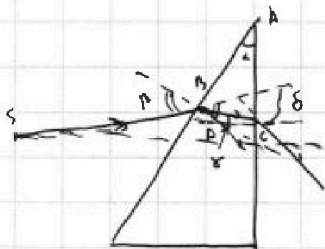
где вперед приближимся:

$$\sin(\alpha - \beta) n_2 = n_1 \cdot \sin \delta \Rightarrow (d - \beta) n_2 = \delta$$

где $\delta = \delta$ как смежные углы || прямых:

$$\Rightarrow \delta = \beta \left(1 - \frac{1}{n_2}\right) n_2 = \beta (n_2 - 1) = 0,1 \text{ рад} \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад}$$

2) рассмотрим нормально падающий луч в призме на стороне:



3-й закон Снеллиуса где $n_1 = 1$, $n_2 = 1,7$:

$$\sin \alpha = n_2 \sin \beta$$



$180^\circ - \alpha$ (т.к. $\triangle ABC$ - впис. вып. (т.к. $\triangle ABC$ - равноб. углы по 30°))

где по 1-му закону Снеллиуса: $\delta = \beta - \alpha + \varphi$, где $\delta + \varphi + 180^\circ - \alpha = 180^\circ$

$$\Rightarrow \alpha = \delta + \varphi, \quad \delta = \beta (n_2 - 1) + \varphi n_2 \Rightarrow \delta = (\delta + \varphi) (n_2 - 1) + \varphi n_2$$

\Rightarrow т.к. угол падения на одной грани \perp к правой грани призмы:

он будет нормально падающим лучом, где где норма лучей будет

$$\delta = 2(n_2 - 1)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



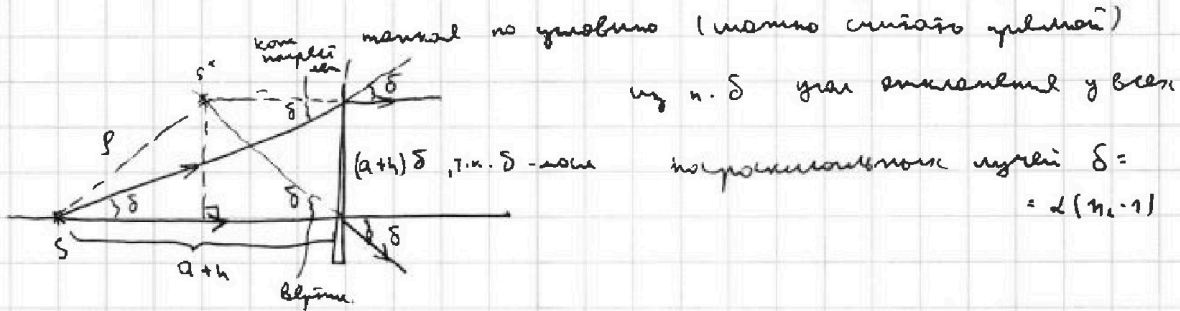
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7



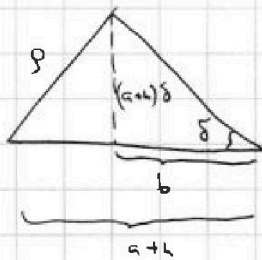
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) найти S^* - изображение точки S в зеркале \Rightarrow

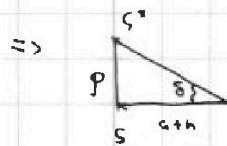
в S^* складываем все параллельные лучи \Rightarrow используем 2 луча (луч 0° и луч δ)



лучи $\rho(S; S^*) = \rho \Rightarrow$ из геометрии



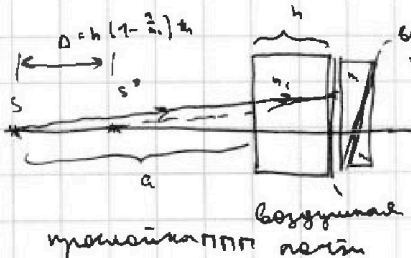
$$\text{tg } \delta = \delta = \frac{(a+h)\delta}{b} \Rightarrow b = a+h$$



$$\rho = \delta(a+h) = 0,07 \cdot 10^4 \text{ см} = \underline{7,48 \text{ см}}$$

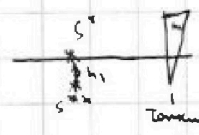
4) разобьем призму на ППП толщиной h и толщиной $\ll h$

т.к. в ППП имеем вращение луча относительно к ППП $\Delta = h(1 - \frac{1}{n_2})$, но



возникает эффект наклона

S^* - геометрич. изобр. S в зеркале



из н.б. S^* на высоте

вертикали на $h_2 = \delta_1(a+h)$

красная ППП перпен. к лучу
красная ППП перпен. к лучу
(не вносить изгиблений)

$$\text{т.е. } \delta_1 = 2(n_1 - 1)$$

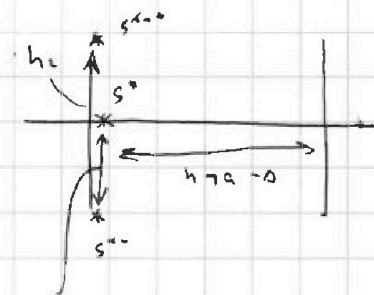
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



s^{*2} — уг. п. в на оптической оси, где

$$h_2 = d(n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) = 7 \text{ см}$$

$$d(n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) = 7 \text{ см}$$

$\Rightarrow \delta$ — ищем



$$\rho(s; s^{*2}) = \rho^* = \sqrt{\delta^2 + (h_1 - h_2)^2}$$

$$\rho^* = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + d^2 \left((n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) - (n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) \right)^2} = 5 \text{ см}$$

Ответ: 1) $\delta = d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ мкм}$

2) $\rho = d(n_2 - 1) (a + h) = 7,28 \text{ см}$

3) $\rho^* = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{n_1}\right)^2 h^2 + d^2 \left((n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) - (n_2 - 1) \left(a + h - \left(1 - \frac{1}{n_1}\right) h \right) \right)^2} = 5 \text{ см}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

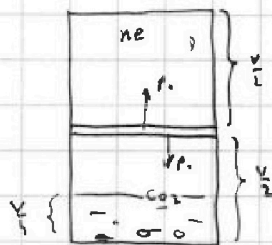


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№2.

$$\Delta = -\left(1 - \frac{1}{\alpha_1}\right) h = \left(1 - \frac{1}{\alpha_1}\right) h = \frac{2}{\alpha_1} h = 4 \text{ см}$$

$$\rho_{\text{нм}} = 10^5 \text{ Па}$$



$$\rho_0 \frac{V}{4} = D_1 R T_0$$

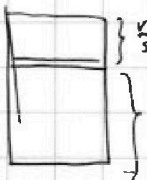


$$\Delta D = k \cdot p_0 \frac{V}{4}$$

$$h_1 = 0,7 \cdot 0,4 \cdot (10^5 - 10^4) = 4$$

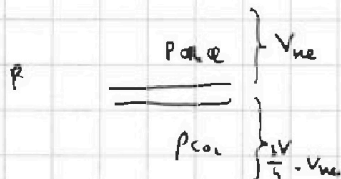
$$\rho_0 \frac{V}{4} = D_2 R T_0$$

$$h_2 = 0,7 \cdot 0,4 \cdot \frac{(10^5 - 4)}{100}$$



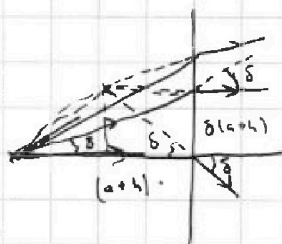
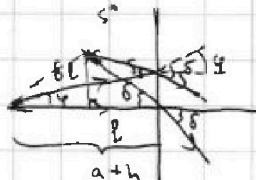
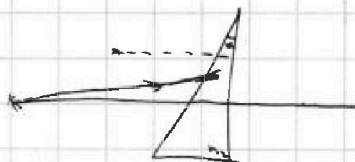
проекц.

$$\Delta D = k \rho_{\text{нм}} \left(\frac{V}{4} \right)$$



$$\rho_{\text{нм}} = \rho_{\text{сж}}$$

$$\rho_{\text{нм}} V_{\text{нм}} = D_{\text{нм}} R T$$



$$\frac{104}{7} = \frac{718}{7}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

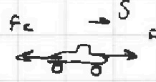


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



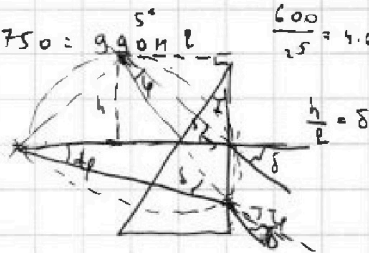
№ 1.

$$\vec{r}_c = 2\delta$$



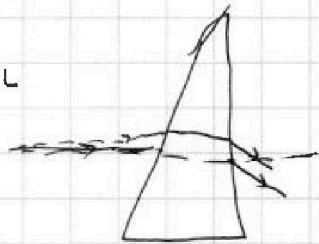
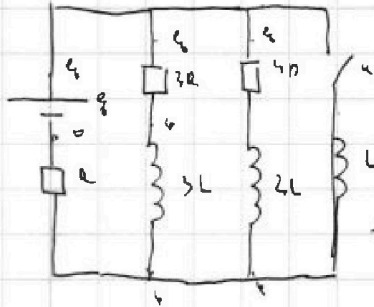
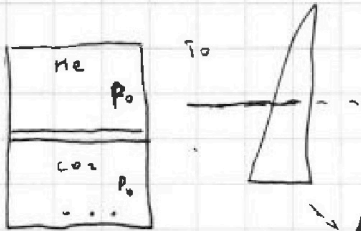
$$m = 1500 \text{ кг}, \quad \mu = 60 \text{ см}$$

$$240 + 750 = 990 \text{ Н} \quad \frac{600}{25} = 24 = 24$$

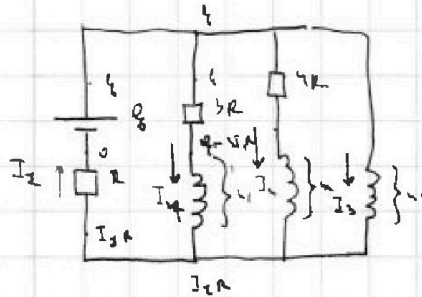
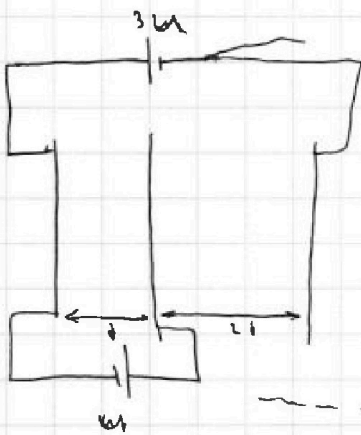


№ 2.

№ 4.



№ 3.



$$\begin{aligned} \varepsilon - I_1 r &= 3I_1 R + U_1 \\ \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r &= U_1 \\ U_2 &= \varepsilon - I_2 r - 2I_2 L \\ U_3 &= \varepsilon - I_3 r \end{aligned}$$

$$U_1 = I_1 \cdot L \Rightarrow \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r = I_1 L$$

$$\varepsilon - 4I_2 R - 2I_2 L = I_2 L$$

$$\varepsilon - I_3 r = I_3 R$$

$$I_2 = I_1 + I_3$$

$$a) \quad \varepsilon - 4I_2 R - 2I_2 L = I_2 L \Rightarrow \varepsilon - 3I_1 R - I_1 r = I_1 L - I_2 L$$

$$4I_2 R - 3I_2 L = \varepsilon - I_1 L - I_1 r$$

$$-3I_1 R = I_1 L - I_2 R$$

$$\delta = 270$$

$$\rho = 270$$

$$\varphi_{\text{пр}} = 9$$

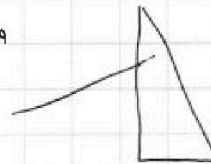
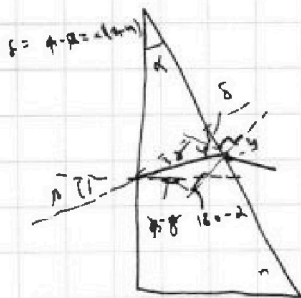
$$180 - 2 + \rho - 2 + 9 - \varphi = 180 \Rightarrow$$

$$L = (2 + \varphi)(n-1)$$

$$L = 2(n-1) + \varphi(n-1)$$

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

$$2 \times 270 \times 10^{-2}$$





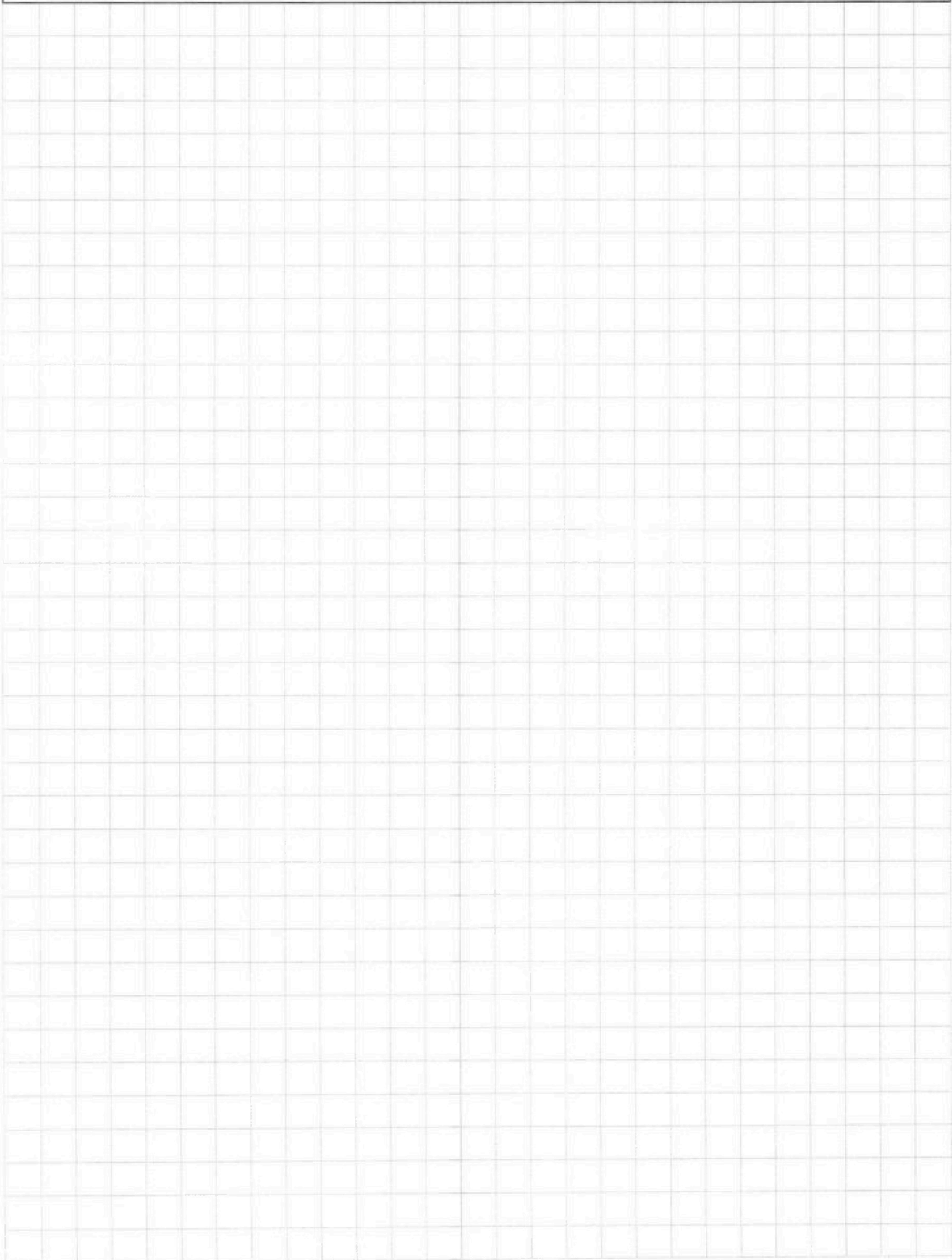
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

3)