



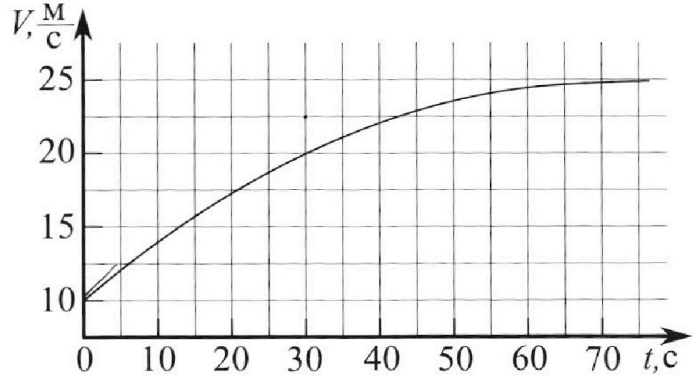
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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?

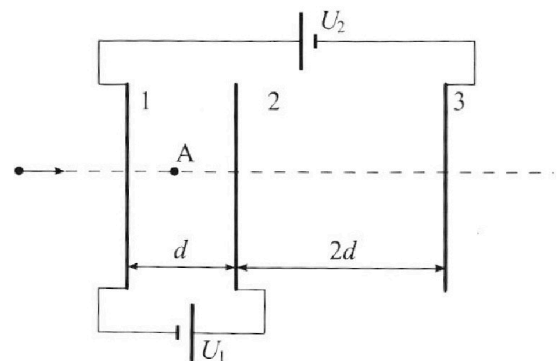
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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/(м<sup>3</sup>·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

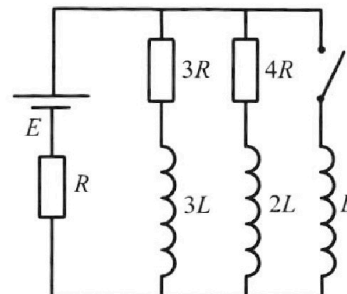


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

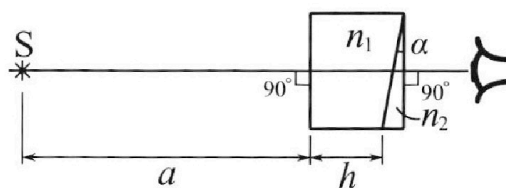
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 наклона 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

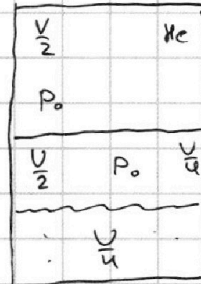
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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  $P_{\text{CO}_2}$

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

из 1-го закона  $P_{\text{жл}} = \frac{5 \nu_{\text{He}} R T}{V} = 2 P_0 + P_{\text{CO}_2}$

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

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

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

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

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

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.

$$P_A \approx 0$$

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

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

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

$$\Delta V = kP_0 = kP_0 \frac{V}{4}$$

$$\nu_{\text{соз}k} = \nu_{\text{соз}} + \Delta V = \frac{kP_0 V}{4} + \frac{P_0 V}{4RT_0} = \frac{P_0 V}{4} \left( k + \frac{1}{RT_0} \right)$$

Из второго условия  $P_A = 2P_0$

$\Rightarrow \nu_{\text{соз}} =$

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

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

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

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

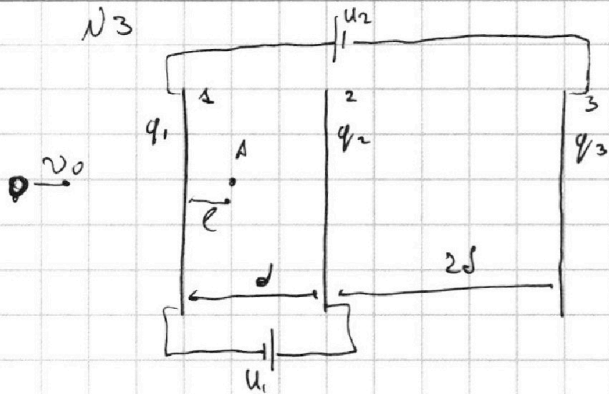
1  2  3  4  5  6  7



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



N3



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

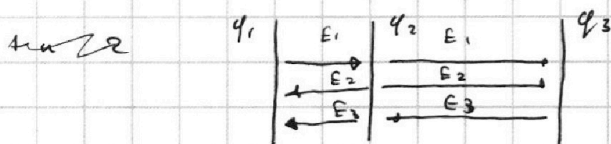
$$m; q > 0; v_0$$

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

1)  $q_1$

Расставим заряды м.к. показано на рис.

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



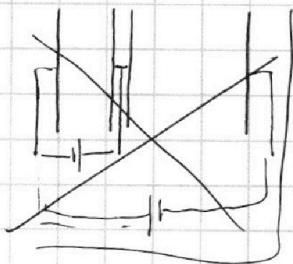
Решения можно рассмотреть как пластинки.

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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



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  
⇒ заряд ~~подлетает~~ и ~~массы не~~ не ~~замедляется~~

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

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

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

$$\Delta k = k_1 - k_2 = \text{Авсорб} = E_{12} \cdot q \cdot d = Uq$$

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

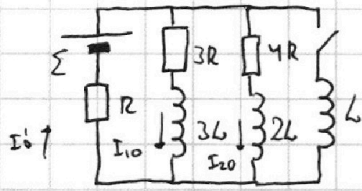
- 1  2  3  4  5  6  7

**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)  $\Sigma$  рд разомкнутым  $K$  в усм релк.  
 ток через катушки не меняется

$$\Rightarrow 1) \Sigma = 3I_{10}R + I_0'R \quad I_0'R = \Sigma - 3I_0R$$

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

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

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

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

2) ~~к~~ ~~л~~ ~~о~~ ~~з~~ 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)  ~~$Q_{3R} = \int U dq$~~

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

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

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

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

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

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

$$3Rq = \frac{31L\Sigma}{19R} \quad q = \frac{31L\Sigma}{57R^2} \quad \text{Ответ см } \rightarrow$$





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

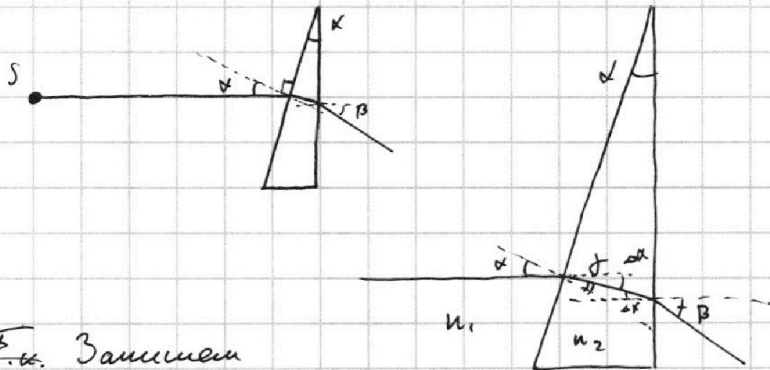


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5

I) 1)  $n_1 = n_2 = 1$   $n_2 = 1.7$  левую границу можно не рассматривать



Решение. Заметим

3. Силуэт для луча

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

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

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

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

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

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

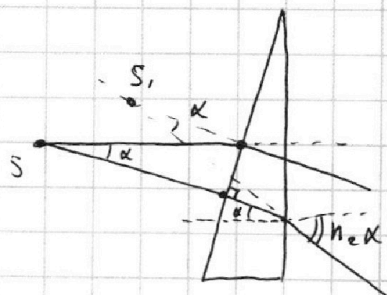
2)  $n_2 \alpha = n_1 \beta \Rightarrow \alpha (n_2 - 1) = \beta$

$\beta \Rightarrow$  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 такой который перпендикулярен как локоть т.е. т.е.

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



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

$\beta_1 - \beta_2 = \alpha$

III. в. поправка малый

прекращению света

можно считать что

лучи проходят через нее

не смешиваются со перпендикуляром.





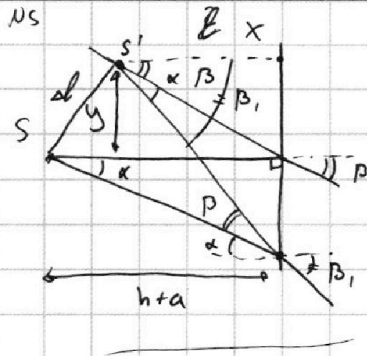
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

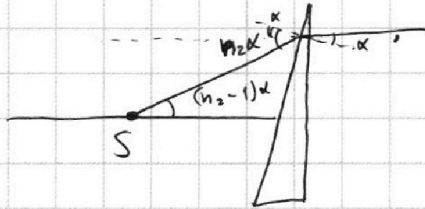
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



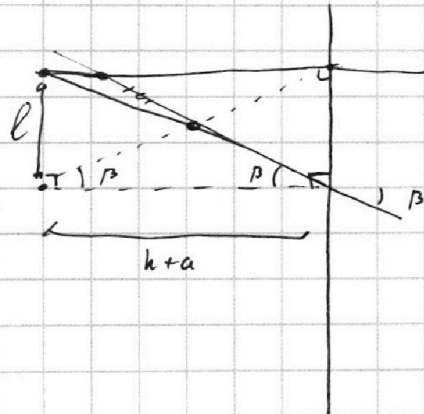
2) рассмотрим луч который выйдя параллельно перпендикулярно правой грани.



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

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

$\Rightarrow$  построим изображение.   
 Как получим и/г.  $\Rightarrow$



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

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

$\square$

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  $\Delta x$   $\Delta l$   $(a+h)$   $n_1$   $n_2$   $h_1$   $h_2$   $a$   $h$

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

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

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

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

$0.1 \cdot 0.3 \cdot 100$   
 $9 \text{ см}$

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

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



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

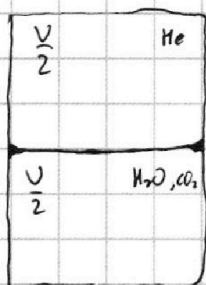
1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



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



$U_{сл} = V/5$

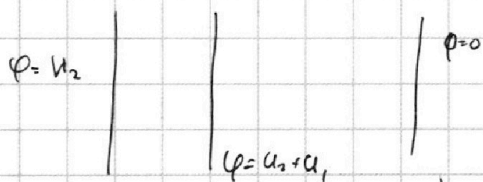
$\Delta D = K r \omega$   $K \approx 0.5 \cdot 10^{-3}$  моль

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

1) Запишем уравнение состояния газа He в начальной момент

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

$I^2 R$   
 $I U \Delta t = \int U dq$

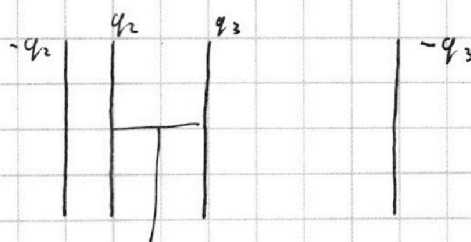


$\epsilon_0 d = U_1$

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

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

$U_1 q$



$q_2 = -(q_3 + q_1)$

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

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

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

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

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

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

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

$2q_1 = -\alpha$

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

 МФТИ

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

