



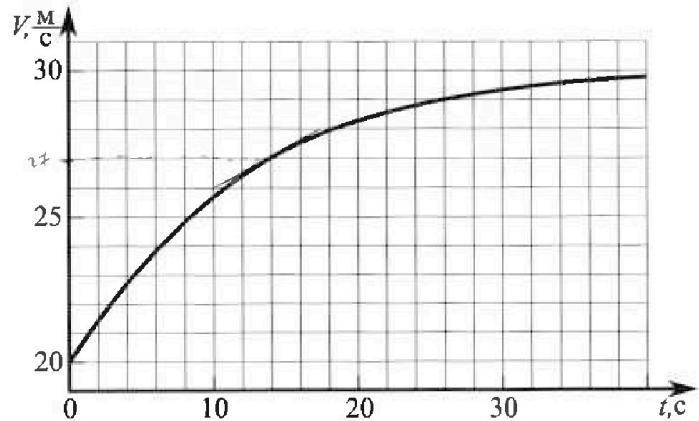
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 300$  кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна  $F_k = 405$  Н.



1) Используя график, найти ускорение мотоцикла при скорости  $V_1 = 27$  м/с.

2) Найти силу сопротивления движению  $F_1$  при скорости  $V_1$ .

3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению при скорости  $V_1$ ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

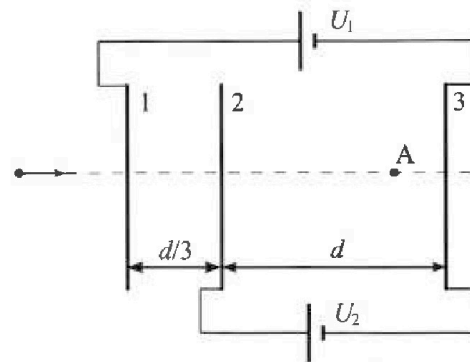
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом  $V$  разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $V/4$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/6$ .

По закону Генри, при заданной температуре количество  $\Delta\nu$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta\nu = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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 конечное давление в сосуде  $P$ . Ответ выразить через  $P_{\text{АТМ}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях  $d$  и  $d/3$  (см. рис.). Размеры сеток значительно больше  $d$ . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением  $U_1 = 2U$  и  $U_2 = U$ . 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 2 и 3.

2) Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.

3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $2d/3$  от сетки 2.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-02

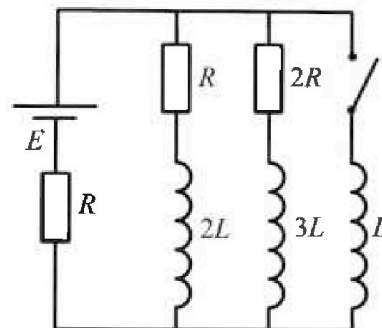
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



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

- 1) Найти ток  $I_{20}$  через резистор с сопротивлением  $2R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $2R$  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  $n_в = 1,0$ . Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 200$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

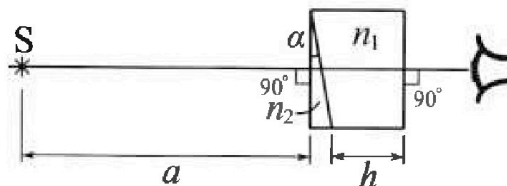


рис.). Угол  $\alpha = 0,05$  рад можно считать малым, толщина  $h = 9$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,6$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая  $n_1 = 1,8$ ,  $n_2 = 1,6$ , 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:

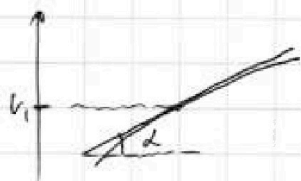


1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

1) Проведем касательную к точке с координатой  $v = v_1$ , графика и  
узнаем ее тангенс наклона, узнаем ускорение, т.к.  $a = \frac{dv}{dt} = \tan \alpha$



примерно так выглядит график касательной

по рисунку видно, что

$$a = \tan \alpha = \frac{dv}{dt} = \frac{1}{2 \cdot 2} = 0,25 \left( \frac{m}{c^2} \right)$$

2) По графику видно, что разгон прекратится, когда  
 $v = v_k = 30 \frac{m}{c}$

В этот момент сила сопротивления  $F$  равна  $F_k$

$$F = F_a = 405 \text{ (Н)}$$

$$F_k = k v_k \Rightarrow k = \frac{F_k}{v_k} = \frac{405}{30} = \frac{27}{2} = 13,5$$

$$F_1 = k v_1 = \frac{27}{2} = 364,5 \text{ (Н)}$$

$$3) \lambda = \frac{F_1}{F} = \frac{F_1}{F_k} = \frac{27}{30} = \frac{9}{10} = 0,9$$

На протяжении всего движения  $F = \text{const}$ , т.к.  
мощность от двигателя постоянна.



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!

$$1) V_{\text{кор}} = \frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$$

П.н. в координатной плоскости системы переходим в равновесие, то

$$p_{\text{кр}} = p_{\text{ср}}$$

$$p \frac{V}{2} = V_{\text{кр}} k T_0 \quad p \frac{V}{4} = V_{\text{кор}} k T_0 \Rightarrow p = \frac{4 V_{\text{кор}} k T_0}{V}$$

$$\frac{V_{\text{кр}}}{V_{\text{кор}}} = \frac{pV}{2} : \left( \frac{pV}{4} \right) = 2$$

$$2) V_{\text{кор}}' = V_{\text{кор}} + \Delta V = V_{\text{кор}} + k p \frac{V}{4} = V_{\text{кор}} + k V_{\text{кор}} k T_0 = V_{\text{кор}} (1 + k k T_0)$$

$$T = \frac{4}{3} T_0 \Rightarrow T_0 = \frac{3}{4} T$$

$$k T_0 = \frac{3}{4} k T = \frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \left( \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \right)$$

$$k k T_0 = \frac{9}{4} \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = \frac{9}{4} \cdot \frac{6}{10} = \frac{27}{10}$$

$$V_{\text{кор}}' = V_{\text{кор}} (1 + k k T_0) = \frac{47}{20} V_{\text{кор}}$$

П.н. процесс установился, то  $p_{\text{кр}} = p_{\text{ср}} + p_{\text{в.н.}} = p$

$$p \frac{V}{6} = V_{\text{кр}} k T = 2 V_{\text{кор}} k T \Rightarrow p = \frac{12 V_{\text{кор}} k T}{V} = \frac{16 V_{\text{кор}} k T_0}{V}$$

$$V_{\text{кор}} = V - \frac{V}{4} - \frac{V}{6} = \frac{7V}{12}$$

$$p \cdot \frac{7V}{12} = (V_{\text{кор}}' + V_{\text{в.н.}}) k T = \left( \frac{47}{20} V_{\text{кор}} + V_{\text{в.н.}} \right) k T$$

$$p = \frac{12}{7V} \left( \frac{47}{20} V_{\text{кор}} + V_{\text{в.н.}} \right) k T = p_{\text{ср}} + p_{\text{в.н.}}$$

$$\text{и } T = 373 \text{ K}$$

При 100% влажности  $\Delta$  давление насыщенного пара равно  $p_{\text{нат}}$ . П.н. вода в сосуде конденсируется, то пар является насыщенным.

$$p_{\text{нат}} \frac{7V}{12} = V_{\text{в.н.}} k T$$

$$p_{\text{нат}} = p - p_{\text{ср}} = \frac{12 V_{\text{кор}} k T}{V} - \frac{12 \cdot \frac{47}{20} V_{\text{кор}} k T}{7 \cdot 20 V} =$$



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!

$$= \cancel{12} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{5} \cdot v_{\text{cos}} \cdot \frac{RT}{V} \left( 12 - \frac{3 \cdot 4T}{7 \cdot 5} \right) = \frac{279}{15} \cdot \frac{v_{\text{cos}} RT}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{\text{cos}} RT}{V} = \cancel{12} \cdot \cancel{2} \cdot \cancel{5} \cdot \text{pami} \cdot \frac{35}{279}$$

$$p = \frac{12 \cdot v_{\text{cos}} RT}{V} = 12 \cdot \text{pami} \cdot \frac{35}{279} = \frac{1410}{93} \text{ pami}$$

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 checked="" 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!

$$\frac{d}{3} = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a_1} \quad v_1^2 = v_0^2 + \frac{2a_1 d}{3}$$

$$d = \frac{v_0^2 - v_1^2}{2a_1} \quad v_0^2 = v_1^2 + \frac{2a_1 d}{3} = v_0^2 + 2d \left(a_1 + \frac{a_2}{3}\right)$$

$$k_3 - k_2 = \frac{m}{2} (v_0^2 - v_1^2) = \frac{m}{2} \cdot 2a_1 d = m a_1 d = \frac{5mg}{2}$$

Ответ: 1)  $\frac{5}{2} \frac{mg}{d}$

2)  $\frac{5}{2} mg$

$$v_1^2 = v_0^2 + \frac{2d}{3} \cdot \frac{3}{2} \frac{mg}{dm} = v_0^2 + \frac{mg}{m}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

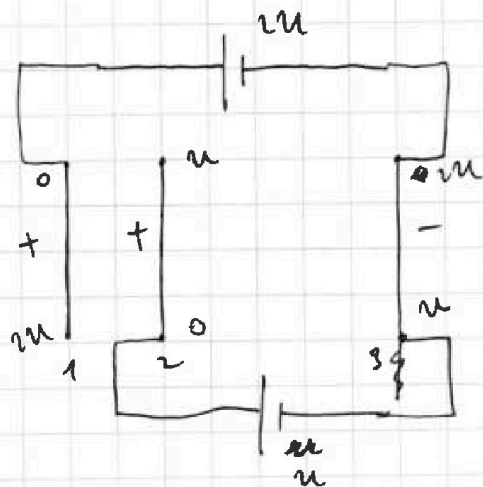
Отметьте крестиком номер задачи.

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. Печать QR-кода недопустима!



Рассмотрим потенциалы (режим установившегося)

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} = \frac{q}{2\epsilon_0 d}$$

п.к.  $U = q, m_0$

$$q_3 = -q_2$$

$$q_1 = 2q_2$$

1)  ~~$E = E_1 + E_2 + E_3 = \frac{3q}{2\epsilon_0 d} = 3 \frac{q}{2\epsilon_0 d}$~~

1 пара конденсаторов: цепи 2 и 3

$$U = E_1 d \Rightarrow E_1 = \frac{U}{d}$$

2 пара конденсаторов: цепи 1 и 3

( ~~$U$~~ )  ~~$U$~~   ~~$= E_2 \frac{d}{3} \Rightarrow E_2 = 2U \cdot \frac{3}{4d} = \frac{3}{2} \frac{U}{d}$~~

$$E = E_1 + E_2 = \frac{U}{d} + \frac{3}{2} \frac{U}{d}$$

$$m a_1 = E d \Rightarrow a_1 = \frac{E d}{m} = \frac{5 U d}{2 d m}$$

2) в максимальные 1-2  $E = E_2$

$$m a_2 = E d \Rightarrow a_2 = \frac{3 U d}{2 d m}$$

~~$$\frac{d}{3} = \sigma_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad t_1^2 + \frac{a_2}{a_1} t_1 - \frac{2d}{3 a_2} = 0$$~~

~~$$d = \frac{q \sigma_0}{a_1} + \frac{\sigma_0 d}{3 a_2}$$~~

~~$$t_1 = \frac{\frac{a_2 d}{\sigma_0} + \sqrt{\frac{a_2^2 d^2}{\sigma_0^2} + \frac{4d}{3 a_2}}}{2} = \frac{\sigma_0}{a_2} + \sqrt{\frac{\sigma_0^2}{a_2^2} + \frac{4d}{3 a_2}}$$~~

~~$$\sigma_1 = \sigma_0 + a_2$$~~



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 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. Понятно QR-кода нет!

1) П.к. режим установившееся, то  $U_{3L} = 0$  и  $U_{2L} = 0$

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R} \Rightarrow R' = \frac{2R}{3}$$

$$E = I(R + R') = I \frac{5R}{3} \Rightarrow I = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{30} = \frac{E - IR}{2R} = \frac{E - \frac{3E}{5}}{2R} = \frac{E}{5R}$$

2) Груз после замыкания катушки ток  $I_3$ , который течет через катушку с индуктивностью  $L$ , равен 0. Тогда ток в цепи не изменился.

П.к. установившееся состояние, то

$$L \dot{I}_3 = I_{30} \cdot 2R + 3L \dot{I}_2 = I_{30} \cdot 2R = \frac{2}{5} E$$

$$\dot{I}_3 = \frac{2}{5} \frac{E}{L}$$

3) В установившемся состоянии ток  $I_{30} = \frac{E}{R}$

П.к. сев. параметры, то верно след:

$$L \dot{I}_3 = 2R I_2 + 3L \dot{I}_2 \quad \text{где } I_2 - \text{ток через резистор с сопротивлением } 2R$$

дифференцируем по  $dt$

$$L dI_3 = 2R I_2 dt + 3L dI_2 \Rightarrow L dI_3 = 2R dI_2 + 3L dI_2$$

$$L \int_0^{I_{30}} dI_3 = 2R \int_0^{I_2} dI_2 + 3L \int_{I_{30}}^0 dI_2$$

$$L I_{30} = 2R I_2 - 3L I_{30}$$

$$I_2 = \frac{L I_{30} + 3L I_{30}}{2R} = \frac{4L I_{30}}{2R} = \frac{2L}{R} \left( \frac{E}{R} + \frac{3E}{5R} \right) = \frac{8EL}{10R^2} = \frac{4EL}{5R^2}$$

Ответ: 1)  $\frac{E}{5R}$

2)  $\frac{2}{5} \frac{E}{L}$

3)  $\frac{4EL}{5R^2}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

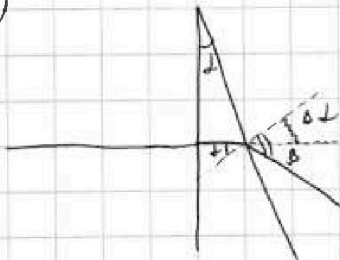
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1)



Поэтому  $\beta = \alpha - \delta$

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta$$

~~и так как~~

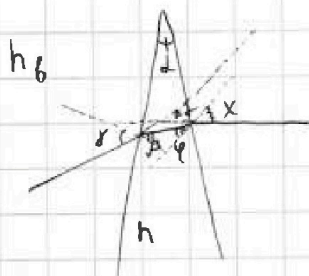
$$n_2 \sin \delta = n_1 \sin \beta$$

П.к.  $\delta$  мал, то угол  $\beta$  тоже мал,

и можно считать, что  $\sin \delta \approx \delta$   
 $\sin \beta \approx \beta$

$$\Delta \delta = \beta - \delta = \delta (n_2 - 1) = 0,03 \text{ (рад)}$$

2) Рассмотрим полную призму с показателем преломления  $n$  и ~~малым~~ углом  $\varphi$  к горизонтальной ( $\delta$  очень мал)



$$\delta = n\beta$$

$$\alpha = n\varphi$$

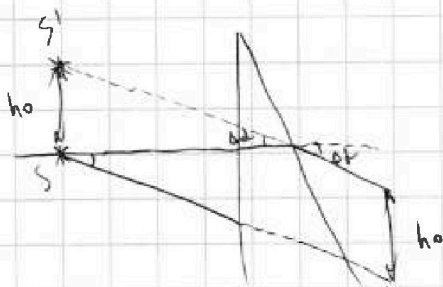
$$\delta = \beta + \varphi \text{ (сумма углов } \Delta)$$

$\Delta \delta$  - элементный угол, тогда

$$\Delta \delta = (\delta - \beta) + (\alpha - \varphi) = \beta(n-1) + \varphi(n-1) = \delta(n-1)$$

Мы получили, что лучи, выходящие под малым углом, ~~от~~ отклоняются на угол, равный  $\delta(n-1)$ .

В нашем случае  $\Delta \delta = \delta(n-1)$ . Если экран или наблюдатель находится под углом  $\delta$ , то изображение  $S'$  находится под углом  $\delta$  к источнику на высоте  $h_0$ .



$$h_0 = \frac{a}{\tan \Delta \delta} \cdot \sin \delta = a \tan \delta = a \delta = 200 \cdot 0,03 = 6 \text{ (см)}$$

3) Изображение источника  $S'$  является для преломления с показателем преломления  $n_2$  источником, изображение которого нужно найти. П.к.  $\delta$  очень мал, считаем, что угол преломления является преломляющим.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

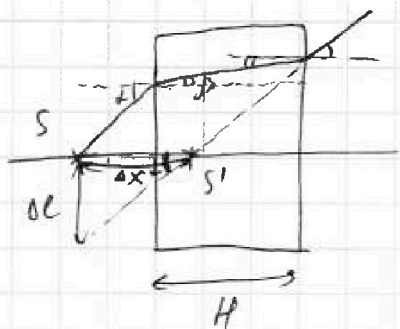
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

### Преломление

Рассмотрим концы-лучи светового пучка в виде пластинки с показателем преломления  $n$ . Лучи излучения, распространяющиеся под малым углом к поверхности.



$$\Delta l = \frac{h}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha - \frac{h}{\cos \beta} \cdot \sin \beta = h \tan \alpha - h \tan \beta =$$

$$= h \alpha - h \beta$$

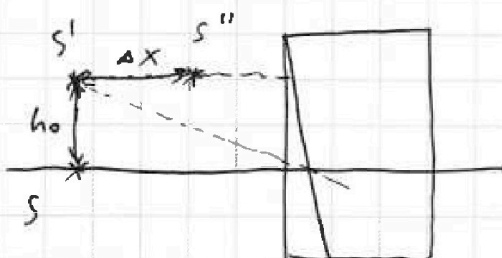
При этом,  $\alpha = n \beta$

$$\text{Тогда } \Delta l = h \beta (n - 1)$$

$$\Delta x = \frac{\Delta l}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{\Delta l}{\tan \alpha} = \frac{\Delta l}{\alpha} = \frac{h \beta (n - 1)}{n \beta} = H \frac{n - 1}{n}$$

В нашем случае  $\Delta x = h \frac{n_1 - 1}{n_1} = 9 \cdot \frac{0,9}{1,8} = 9 \cdot \frac{1}{2} = 4 \text{ (см)}$

$$S = \sqrt{h_0^2 + \Delta x^2} = \sqrt{36 + 16} = 2\sqrt{13} \text{ (см)}$$



Ответ: 1) 0,01 рад

2) 6 см

3)  $2\sqrt{13}$  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!

$$\frac{27}{2 \cdot 30} = \frac{0}{20} = 0,045$$

$$\begin{array}{r} 0,145 \\ \times 25 \\ \hline 0,725 \\ \times 25 \\ \hline 1,8125 \end{array}$$

$$m = 405 - 0,45 \cdot 27 = 27(15 - 0,75) = 27 \cdot 14,25$$

$$a = \frac{27 \cdot 14,25}{400} = \frac{9 \cdot 42,75}{100} = 1,3095$$

$$m = \frac{27}{2} \cdot 3$$

$$a = \frac{37}{2 \cdot 100} = \frac{27}{200} = \frac{13,5}{100} = 0,135$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

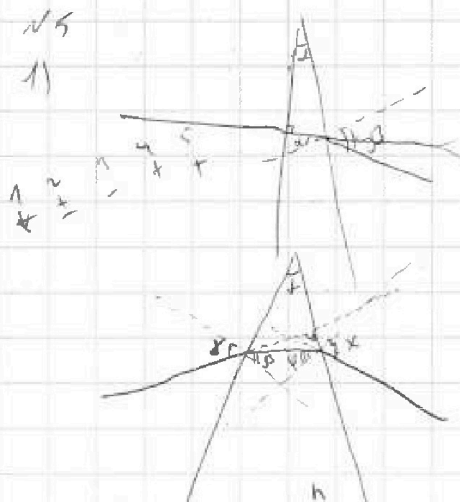
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



1)



$$n \sin \alpha = n \sin \beta \Rightarrow h \cdot \alpha = \beta = 20^\circ$$

$$\beta = 1,6 \cdot 0,05 = 0,08 \text{ рад}$$

$$\beta - \alpha = 0,03 \text{ рад}$$

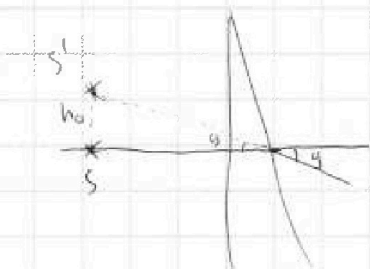
$$\delta = n \beta \quad h \varphi = x$$

$$\alpha = \beta + \varphi$$

$$y = (h - \beta) + (x - \varphi) = \beta(h - 1) + \varphi(n - 1) = \alpha(h - 1)$$

Всего лучей  $\alpha(h - 1)$

Размер шрифта  $\alpha(h - 1)$



$$h_0 = \frac{a}{\cos \gamma} \cdot \sin \gamma = a \tan \gamma = a y = a \alpha(h - 1)$$

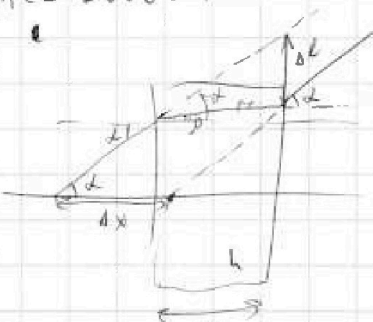
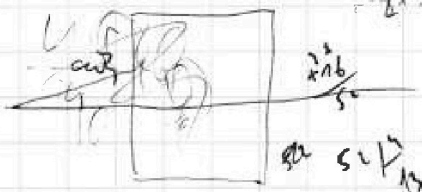
$$\alpha = 200 \cdot 0,05 \cdot 0,6 = 6 \text{ рад}$$

$$y = \frac{1,6 \cdot 4}{18 \cdot 9} = \frac{215}{110}$$

$$\frac{5 \cdot 19}{12}$$

3)  $S'$  при преломлении  $n$ , обратные направления. А.а.  $\Delta$  ось  $xy$ ,  $xy$  ось  $xy$ .

$$35 \cdot 12 = 20 \cdot 6 = 420$$



$$\delta = n \beta$$

$$\Delta l = \frac{h \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{h \sin \beta}{\cos \beta} = h(\tan \alpha - \tan \beta) = h(n \beta - \beta) = h \beta(n - 1)$$

$$\Delta x = \frac{\Delta l}{\sin \alpha} \cdot \cos \alpha = \frac{\Delta l}{\tan \alpha} = \frac{h \beta(n - 1)}{n \beta} = h \frac{n - 1}{n}$$

$$7 \cdot 35 = 2 \cdot 70 = 140$$



$$\Delta x = h \frac{n_1 - 1}{n_1} = 90 \cdot \frac{0,9}{1,9} = 7 \cdot \frac{9}{18} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ (мм)}$$

$$S = \sqrt{h_0^2 + \Delta x^2} = \sqrt{36 + 16} = 2\sqrt{13} \text{ (мм)}$$

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

$$v = \frac{dV}{dt} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м}$$

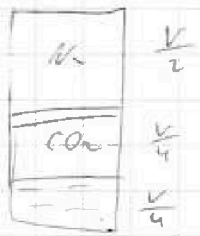
$$F_x = k V_x \Rightarrow k = \frac{F_x}{V_x} = \frac{405}{10} = \frac{27}{2} = 13,5$$

$$F_x = k V_x = \frac{27}{2} = \frac{729}{2} = 364,5 \text{ (Н)}$$

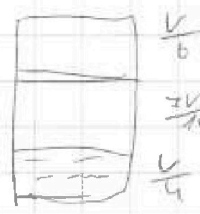
$$I = \frac{F_x}{F_{\text{н}}} = \frac{V_1}{V_0} = \frac{27}{30} = 0,9$$

№2

$V_{\text{вып}} = \rho g \Delta z$   $\Delta z = k p w$



$\rho \log n = 0$



$$\frac{3V}{4} - \frac{V}{6} = \frac{1V - 2V}{12} = \frac{2V}{12}$$

$\Delta V = 0$

$$p_0 \frac{V}{4} = V_{\text{CO}_2} R T_0 \quad p_0 \frac{V}{4} = V_{\text{CO}_2} R T_0 \quad p_0 = \frac{4 V_{\text{CO}_2} R T_0}{V}$$

$$\frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{CO}_2}} = \frac{p_0}{2} : \left( \frac{p_0}{4} \right) = 2$$

$$V_{\text{CO}_2} = V_{\text{CO}_2} + \Delta V = V_{\text{CO}_2} + k \cdot \frac{4 V_{\text{CO}_2} R T_0}{V} \cdot \frac{V}{4} = V_{\text{CO}_2} (1 + k R T_0)$$

$$R T = 7 \cdot 10^3 \quad T = \frac{4}{7} T_0 \rightarrow T_0 = \frac{7}{4} T$$

$$R T_0 = \frac{3}{4} R T = \frac{3}{4} \cdot 7 \cdot 10^3 = \frac{21}{4} \cdot 10^3$$

$$k R T_0 = \frac{9}{4} \cdot 10^1 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} = \frac{9}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{27}{20} \quad 1 + \frac{27}{20} = \frac{47}{20}$$

$$V_{\text{CO}_2} = \frac{47}{20} V_{\text{CO}_2}$$

$$p \frac{V}{8} = V_{\text{CO}_2} R T = 2 V_{\text{CO}_2} R T \quad p = \frac{12 V_{\text{CO}_2} R T}{V} = \frac{16 V_{\text{CO}_2} R T_0}{V} = 4 p_0$$

$$p_{\text{CO}_2} \frac{7V}{12} = V_{\text{CO}_2} R T = \frac{47}{20} V_{\text{CO}_2} R T \quad p_{\text{CO}_2} = \frac{12 \cdot 47 V_{\text{CO}_2} R T}{20 \cdot 7V} = \frac{3 \cdot 47 V_{\text{CO}_2} R T}{35V}$$



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!



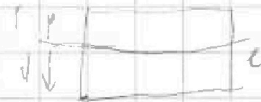
$$p_{\text{отн}} = p - p_{\text{отн}} = \frac{V_{100} R T}{V} \left( 12 - \frac{247}{35} \right) = \frac{V_{100} R T}{V} \left( 8 - \frac{1}{15} \right)$$

интегрируя от  $\frac{V_{100}}{V}$

$\sqrt{3}$

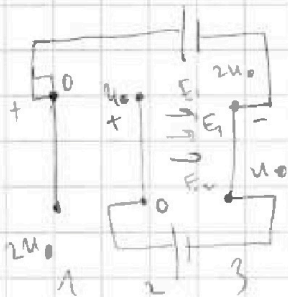
$$U_1 = \varphi_1 - \varphi_3$$

$$E \downarrow = U \quad \sigma = \frac{q}{S} \quad E =$$



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

$$\frac{2q}{\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot 2 \cdot 2d \quad E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$



$$E_{\text{экв}} = E + E_1 + E_3 = \frac{2}{\epsilon_0} \left( \frac{q}{S} + \frac{q}{S} + \frac{q}{S} \right) \cdot d$$

$$= 2U = 0 \quad U = R I$$

$$U = U_0 = \frac{\epsilon_0 S}{d} U$$

$$\sigma = \frac{q}{S} = \frac{U}{d} U$$

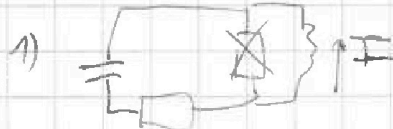


$$E_{\text{экв}} = \frac{\epsilon_0 S}{d} U$$

$$E_{\text{экв}} = \frac{3\epsilon_0 S}{4d} U$$

$$U = \varphi_1 - (-\varphi_1) = 2\varphi_1$$

$\sqrt{4} \quad I \leftarrow$



$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R} + \frac{1}{2R} = \frac{3}{2R} \quad R' = \frac{2R}{3}$$

$$E = I(R + \frac{2R}{3}) = I \frac{5R}{3} \quad I = \frac{3E}{5R}$$

$$I_{10} = \frac{1}{3} I \cdot 2R = \frac{E}{5R} \cdot 2R = \frac{2}{5} E$$

$$I_{10} = \frac{E - I R}{2R} = \frac{E - \frac{3E}{5}}{2R} = \frac{E}{5R}$$

1)  $\Delta$  момент времени  $\mu$  после замыкания  $L = 0$

$$L I_3 = I_{10} \cdot 2L = \frac{2E}{5} \Rightarrow I_3 = \frac{2E}{5L} \quad I_{10} = \frac{E}{R}$$

$$3) R I_1 + 2L I_1 = 2R I_1 + 3L I_1 = L I_1$$

$$R I_1 dt + 2L dI_1 = 2R I_1 dt + 3L dI_1 = L dI_3$$

$$2R \int dI_1 + 3L \int dI_1 = L \int dI_3$$

$$2R I_1 - 3L I_{10} = L I_{10}$$

$$I_1 = \frac{1}{2R} (L I_{10} + 3L I_{10}) = \frac{L}{2R} \left( \frac{E}{R} + 3 \cdot \frac{E}{5R} \right) = \frac{L}{2R} \cdot \frac{8E}{5R} = \frac{4EL}{5R^2}$$



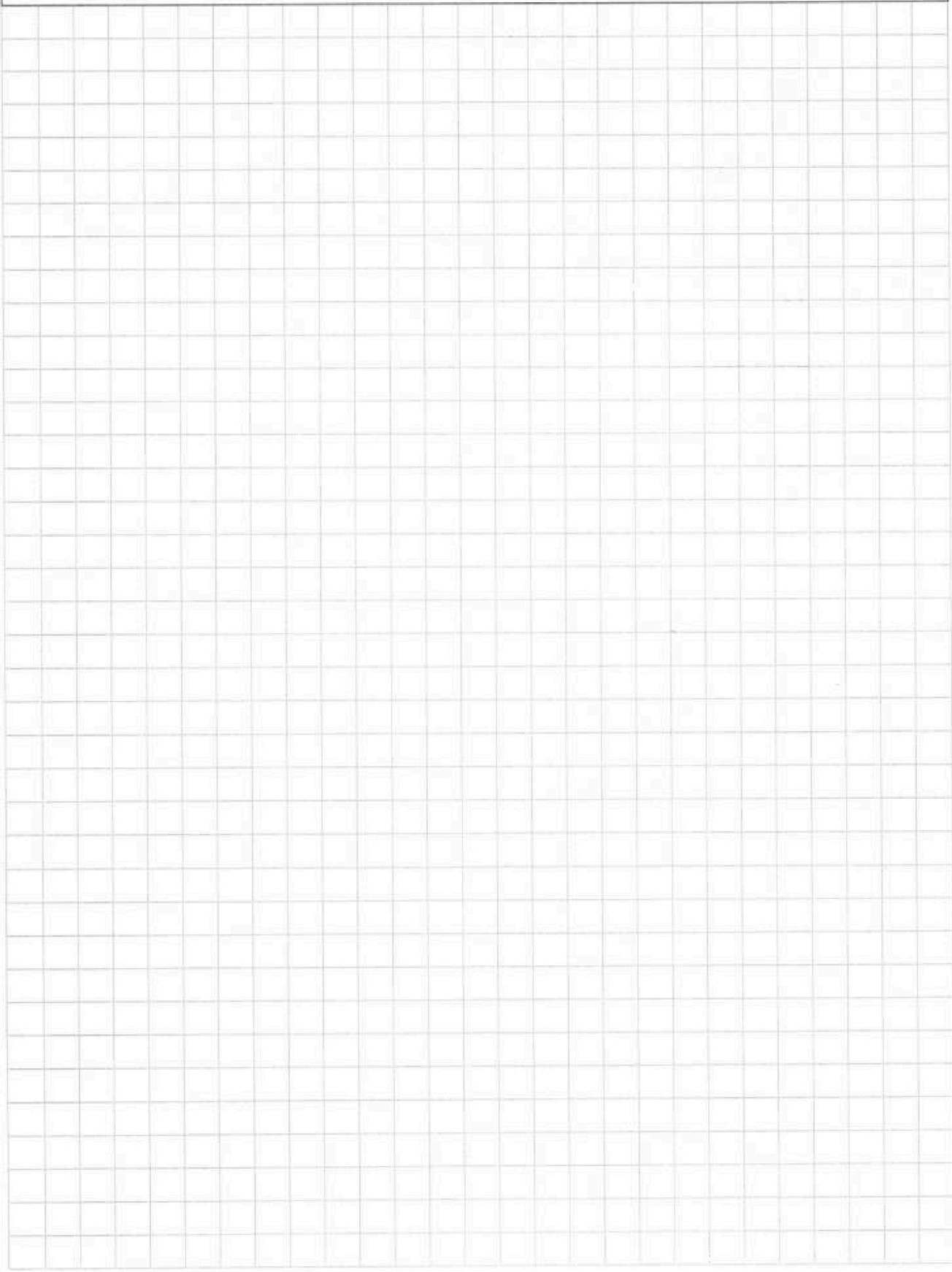
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

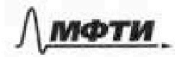




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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"/>



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

