



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023



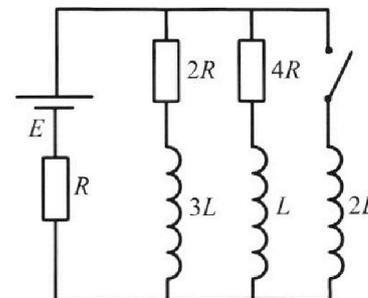
Вариант 11-04

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

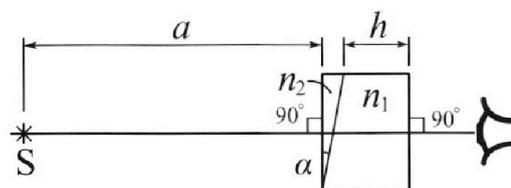
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_0$  через резистор с сопротивлением  $4R$  при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью  $2L$  сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением  $4R$  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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 100$  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.



(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  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



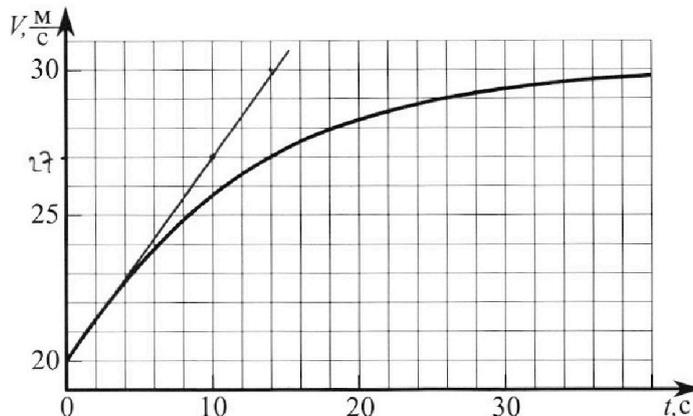
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-04



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

1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом)  $m = 240$  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  $F_k = 200$  Н.



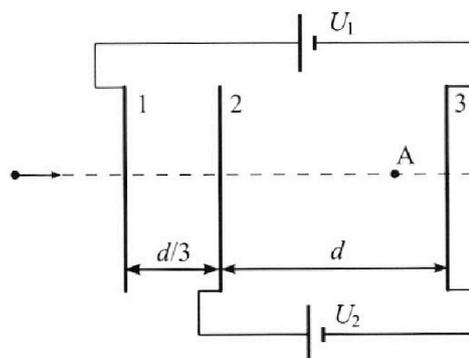
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
  - Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
  - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый 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 углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре  $T_0$ . При этом жидкость занимала объём  $3V/8$ . Затем цилиндр медленно нагрели до  $T = 4T_0/3 = 373$  К. Установившийся объём его верхней части стал равен  $V/8$ .

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  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . 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  $U_1 = 5U$  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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
- Найти разность  $K_3 - K_2$ , где  $K_2$  и  $K_3$  — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии  $3d/4$  от сетки 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



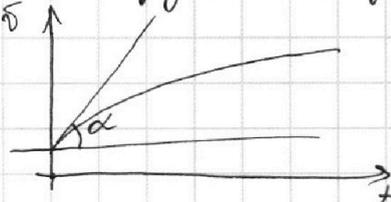
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$m = 240 \text{ кг}$   
 $F_k = 200 \text{ Н}$

1. Ускорение - производная скорости по времени.  
Геометрический смысл производной заключается в том, что касательная к функции  $y(x)$  равна равен  $y'(x_0)$ .  
Нам графически найдем  $a_{нач}$ .

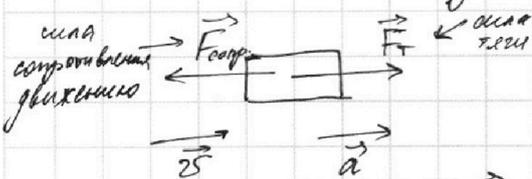
Таким образом



$\tan \alpha = a_{нач}$

$$a_{нач} = \frac{27 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \text{ с}} = 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2. Запишем II-ой закон Ньютона для мотоцикла:



$m \vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_{сопр}$

на OX:  $m a = F_T - F_{сопр}$

$\frac{dA}{dt} = P = \text{const} \Rightarrow F_T \cdot v = \frac{dA}{dt} = P$

В конце разгона  $a = 0 \Rightarrow F_{Tк} = F_{сопр} = F_k$ .  
Скорость на финише стремится к  $v_k = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

В начале разгона  $a = a_{нач} \Rightarrow F_{T_0} = m a_{нач} + F_0$

Скорость в начале равна  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = v_0$ .

$F_{T_0} \cdot v_0 = F_{Tк} \cdot v_k$

$(m a_{нач} + F_0) \cdot v_0 = F_k \cdot v_k$

$F_0 = F_k \cdot \frac{v_k}{v_0} - m a_{нач}$

$$F_0 = 200 \text{ Н} \cdot \frac{30 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} - 240 \text{ кг} \cdot 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 132 \text{ Н}$$

3. Мощность, идущая на преодоление сил сопротивления:

$P_{сопр} = F_{сопр} \cdot v \Rightarrow \frac{P_{сопр}}{P} = \frac{F_{сопр}}{F_T}$

В начале разгона:  $\frac{P_{сопр}}{P} = \frac{F_0}{F_{T_0}} = \frac{F_0}{m a_{нач} + F_0} = \frac{1}{\frac{m a_{нач}}{F_0} + 1}$

$$\frac{P_{сопр}}{P} = \frac{1}{\frac{240 \text{ кг} \cdot 0,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{132 \text{ Н}} + 1} = \frac{11}{25} = 0,44$$

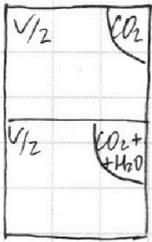
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$V_x = \frac{3V}{8} = \text{const}$$

$$T = \frac{4}{3} T_0 = 393 \text{ K}$$

$$k(T) = 0$$

$$k(T_0) = 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$p_{\text{пара}}(T_0) = 0$$

1. Т.к. поршень невесомый, то в начальном положении давление в обеих частях сосуда равно  $p_0$ , объём  $\text{CO}_2$  в верхней части -  $V/2$ , в нижней -  $(V/2 - V_x) = V/8$ .

Затем ур-ние состояния:

$$p_0 \cdot V/2 = \nu_1 RT_0$$

$$p_0 \cdot V/8 = \nu_2 RT_0$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{\nu_1}{\nu_2} = 4}$$

2. В конечном положении давление газа будет также равно.

Обозначим это давление  $p$ .

Затем ур-ние состояния для сухого  $\text{CO}_2$ :

верхняя часть:

$$p \cdot V/8 = \nu_1 RT$$

$$\Rightarrow p = 4 p_0 \cdot \frac{T}{T_0} = \frac{16}{3} p_0$$

нижняя часть:

$$p_{\text{сух}} V_{\text{сух}} = (\nu_2 + \Delta \nu) RT$$

$$V_{\text{сух}} = \frac{7V}{8} - V_{\text{жид}}$$

~~при этом~~

$$\Delta \nu = V_{\text{ж}} \cdot p_0 \cdot k$$

при  $T = 393 \text{ K}$   $p_{\text{нас}} = p_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$ .

Т.к. испарения жидкости не происходило, то  $V_{\text{сух}} = \frac{7V}{8} - \frac{3V}{8} = V/2$ ,

при этом давление водяного пара равно  $p_{\text{нас}} = p_{\text{атм}}$ .

Согласно правилу Дальтона:  $p_{\text{нас}} + p_{\text{сух}} = p$ .

$$\frac{p_{\text{сух}} \cdot \frac{V}{2}}{p \cdot \frac{V}{8}} = \frac{\nu_2 + \Delta \nu}{\nu_1} = \frac{1}{4} + \frac{\Delta \nu}{\nu_1} = \frac{1}{4} + \frac{\Delta \nu \cdot RT}{p \cdot \frac{V}{8}} = \frac{1}{4} + \frac{8 \Delta \nu RT}{16 p_0 V} = \frac{1}{4} + \frac{3 \Delta \nu RT}{2 p_0 V}$$

$$p_{\text{сух}} = \frac{p}{4} \left( \frac{1}{4} + \frac{3 \cdot \frac{3V}{8} \cdot 96 k \cdot R \cdot T}{2 p_0 V} \right) = \frac{p}{4} \left( \frac{1}{4} + \frac{9 k RT}{16} \right)$$

$$p_{\text{атм}} = \frac{16}{3} p_0 \left( 1 - \frac{1}{16} - \frac{9 k RT}{64} \right) = \frac{16}{3} p_0 \left( \frac{15}{16} - \frac{9 k RT}{64} \right) =$$

$$= p_0 \left( 5 - \frac{3 k RT}{4} \right)$$

$$p_0 = \frac{4 p_{\text{атм}}}{20 - 3 k RT}$$

$$\boxed{p_0 = \frac{4 \cdot p_{\text{атм}}}{20 - 3 \cdot 3 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \cdot 96 \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}} = \frac{20}{73} p_{\text{атм}}}$$

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

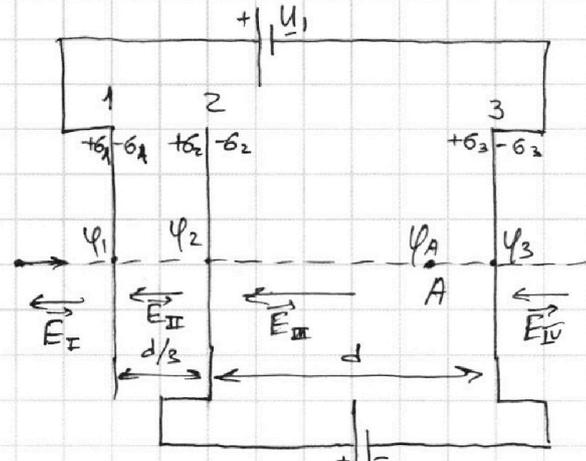
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  — поверхностные плотности зарядов пластин

1. т.к. у частицы заряд  $q > 0$ , то линии линий электростатического поля пластин сонаправлены с ~~полем~~ кулоновскими силами, действующими на частицу.  
 $q < q_{\text{итог}} \Rightarrow$  сам  $q$  собственного поля почти не создаёт.

Пластины изначально нейтральны  $\Rightarrow$  картина такова

Идей 3-н Ньютона для частицы:  $m\vec{a} = q\vec{E} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$

$$a_{III} = a_{23} = \frac{q}{m} \cdot E_{III}$$

При этом  $E_{III} \cdot d = U_2 = U \Rightarrow \boxed{a_{III} = \frac{qU}{m \cdot d}}$

2.  $K_3 - K_2 = q(\varphi_3 - \varphi_2)$   
 Закон сохранения энергии

работа эл. поля  $\varphi_3 - \varphi_2 = U_2 = U \Rightarrow \boxed{K_3 - K_2 = qU}$

3.  $\frac{m\bar{v}_A^2}{2} - \frac{m\bar{v}_0^2}{2} = q(\varphi_A - \varphi_1)$   
 скорость в точке A  
 Закон сохранения энергии

$$\varphi_A - \varphi_1 = (\varphi_2 - \varphi_1) + (\varphi_A - \varphi_2)$$

$$-(\varphi_A - \varphi_2) = E_{III} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{3}{4}(\varphi_2 - \varphi_3) = \frac{3}{4}U$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = -(U_1 - U_2) = -4U$$

$$\frac{m(\bar{v}_A^2 - \bar{v}_0^2)}{2} = q(-4U - \frac{3}{4}U) = \frac{19qU}{4}$$

$$m(\bar{v}_A^2 - \bar{v}_0^2) = -9,5qU$$

$$\bar{v}_A^2 = \bar{v}_0^2 - \frac{9,5qU}{m}$$

$$\boxed{\bar{v}_A = \sqrt{\bar{v}_0^2 - \frac{9,5qU}{m}}}$$

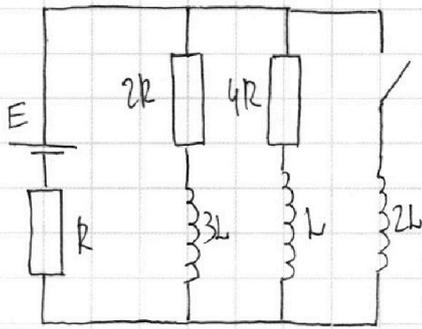
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

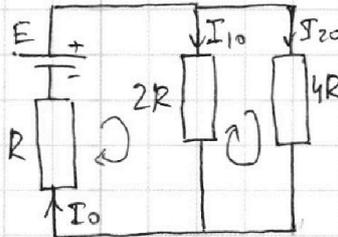
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1. При разомкнутом ключе в установившемся режиме все катушки, кроме катушки  $2L$ , ведут себя как провод (т.е. их сопротивление равно 0). Эквивалентная схема:



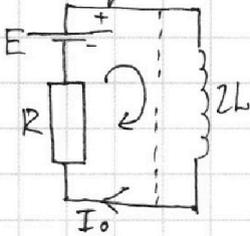
Пусть через резистор  $2R$  течёт ток  $I_{10}$ , а через  $4R$  —  $I_{20}$ .

По I-ому правилу Кирхгофа:  $I_0 = I_{10} + I_{20}$   
 По II-ому правилу Кирхгофа:  $I_{20} \cdot 4R - I_{10} \cdot 2R = 0$   
 $I_{10} \cdot 2R + I_0 \cdot R = E$

Решив систему, получим:  $I_{20} = \frac{E}{7R}$

2. Сразу после замыкания ни ток, ни напряжения в цепи не меняются, но на катушках начинает наблюдаться напряжение, равное ЭДС индукции на них.

II-ое правило Кирхгофа:



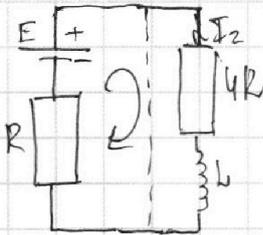
$2L \cdot \frac{dI}{dt} + I_0 R = E$

$\frac{dI}{dt} = \frac{E - I_0 R}{2L} = \frac{I_{20} \cdot 4R}{2L} = \frac{2I_{20} R}{L} = \frac{2E}{7L}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{7L}$

$\frac{dI_2}{dt} = \frac{dI_1}{dt} = \frac{dI_0}{dt}$

3. I-ое правило Кирхгофа:



$-L \frac{dI_2}{dt} + 4I_2 R + I_0 \cdot R = E$

Закон сохранения энергии:

$Q_0 = \int_0^{t_0} E \cdot I_0 dt = \frac{6}{11} \cdot L \left(\frac{E}{R}\right)^2 - \frac{3L I_{10}^2}{2} - \frac{2L I_{20}^2}{2} = \left(\frac{6}{11} - \frac{13}{49}\right) \frac{L E^2}{2R^2}$

$Q = \int_0^{t_0} 4I_2^2 R dt + \int_0^{t_0} 2I_1^2 R dt + \int_0^{t_0} I_0^2 R dt =$

$Q_{\text{обд}} = Q_0$

$= \int_0^{q_2} 4I_2 R dq_2 + \int_0^{q_1} 2I_1 R dq_1 + \int_0^{q_0} I_0 R dq_0$

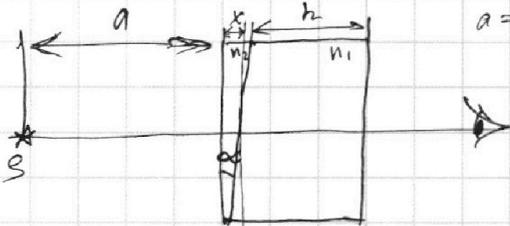
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



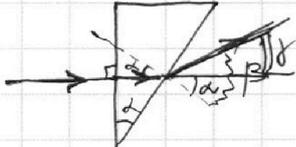
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$a = 100 \text{ см}$      $\alpha = 0,1 \text{ рад}$      $h = 14 \text{ см}$      $n_2 = 1,0$

$x \ll h$

1. Если  $n_1 = n_2 = 1,0$ , то заменим систему на призму.



Закон Снелла:

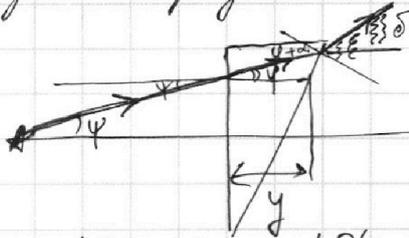
$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$$

$\alpha$  - малый угол  $\Rightarrow$

$$n_2 \cdot \alpha \approx n_1 \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{n_2}{n_1} \cdot \alpha = 0,17 \Rightarrow$$

$\Rightarrow \beta$  - тоже малый угол  $\approx 0,17 \Rightarrow \delta = \beta - \alpha = 0,17 - 0,1 = 0,07 \text{ рад}$ , где  $\delta$  - угол отклонения луча от первоначального направления.

2. Возьмем произвольный угол  $\psi$ , под которым к пластине, следовательно падает произвольный луч, вышедший из источника S:



Закон Снелла:

$$n_1 \sin \psi = n_2 \sin \psi'$$

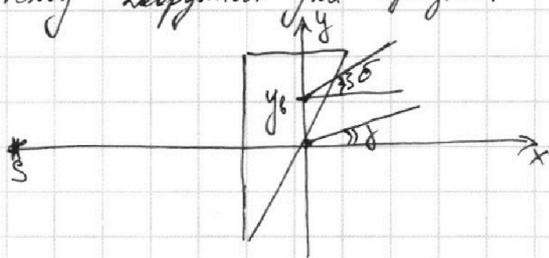
$\psi$  - малый угол  $\Rightarrow n_1 \cdot \psi = n_2 \cdot \psi'$   
(как и  $\alpha$ )

$$n_2 \cdot \sin(\psi + \alpha) = \sin \xi \cdot n_1, \quad \xi - \text{малый угол}$$

$$1,7\psi = \psi \quad 1,7(\psi + \alpha) = \xi$$

$$\delta = \xi - \alpha = 1,7(\psi + \alpha) - \alpha = 1,7\psi + 0,7\alpha = \psi + 0,7\alpha$$

Угол малый  $\Rightarrow y \approx x \ll h$ . Тогда можно ввести декартову систему координат для призмы:



$$x_s = -a$$

$$b_1 = y_0 \approx a \cdot \tan \psi, \text{ т.к. } y \ll a, h; \quad b_2 = 0$$

$$k_1 = \tan \delta \approx \delta \quad k_2 = \tan \gamma \approx \gamma$$

$$\begin{cases} y = k_1 x + b_1 \\ y = k_2 x + b_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = \delta \cdot x + a \cdot \psi \\ y = \gamma \cdot x \end{cases}$$

Решаем систему:

$$\delta \cdot x + a \cdot \psi = \gamma \cdot x$$

$$(\psi + 0,7\alpha)x + a \cdot \psi = 0,7\alpha \cdot x \Rightarrow$$

$\Rightarrow x = -a = x_s$ , т.е. обратное совпадает с источником

$$\boxed{\Delta x_2 = 0}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

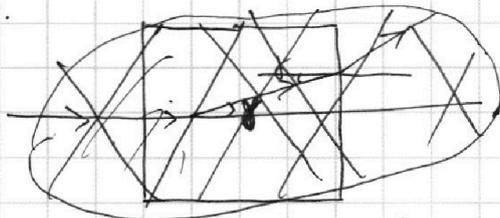


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



3.

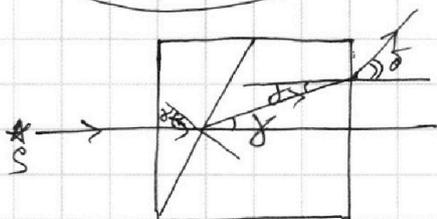
~~угол~~  $\delta$  рад



Закон Снелла:

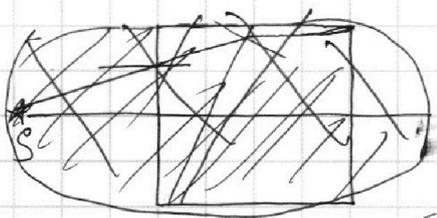
$$n_2 \cdot \sin \alpha = n_1 \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{1.7}{1.4} \cdot 0.1 = \frac{1.7}{14} \Rightarrow \beta - \text{малый} \approx \frac{1.7}{14}$$



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

$$\sin \delta = \frac{1.7}{1.4} \cdot 1.4 = 0.17 \Rightarrow \delta - \text{малый} \approx 0.17$$



Аналогично п.2 возьмем произвольный наклон угла  $\varphi \approx 0.1$  рад

$$n_2 \cdot \sin \varphi = n_1 \cdot \sin \psi$$

$$\psi \approx 1.7 \varphi$$

$$n_2 \cdot \sin(\varphi + \alpha) = n_1 \cdot \sin \xi$$

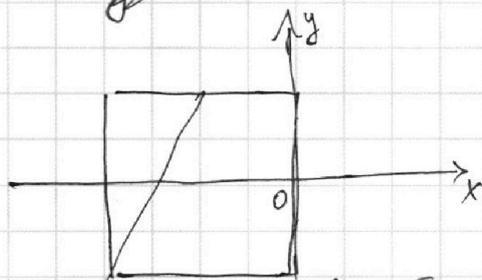
$$1.7(\varphi + \alpha) \approx 1.4 \xi$$

$$n_1 \cdot \sin(\xi - \alpha) = n_2 \cdot \sin \sigma$$

$$1.4(\xi - \alpha) \approx \sigma$$

$$\sigma \approx \varphi + 0.3 \alpha$$

~~угол~~  $\delta$



$$x_3 = -(a+h)$$

$$k_2 = \tan \delta \approx \delta$$

$$k_1 = \tan \sigma \approx \sigma$$

$$b_1 \approx a \cdot \tan \varphi + h \cdot \tan(\xi - \alpha) \quad b_2 \approx h \cdot \tan \delta$$

$$x_3 = -(a+h)$$

$$\begin{cases} y = \delta \cdot x + h \cdot \delta \\ y = \sigma(x + \frac{h}{1.4}) + a \cdot \varphi \end{cases}$$

Решая систему, получим:

$$x \approx -2.3 \text{ см}$$

$$\Delta x_3 \approx 112 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

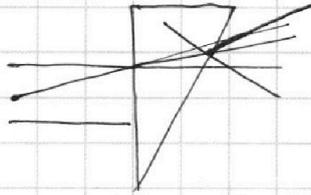
1     2     3     4     5     6     7



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



$$29^3 - 28^3 = (29^2 + 28^2 + 28 \cdot 29)$$



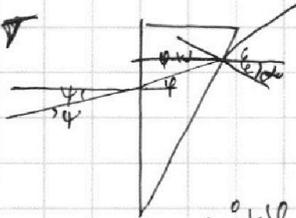
$$\frac{224 \cdot 7}{17 \cdot 11}$$

$$\frac{132}{300} = \frac{44}{100}$$

$$\frac{14}{11} + 1 = \frac{25}{11}$$

$$D_n = \frac{m}{n}$$

$$V_{ayx} = D_n \cdot RT$$



$$\frac{9}{16} + \frac{4}{16}$$

$$\frac{13}{16}$$

$$90^\circ + \varphi + \alpha = 180^\circ - x$$

$$x = 90^\circ - (\varphi + \alpha)$$

по (5)

$$20 - 5,4$$

$$3 \cdot 3,96$$

$$\frac{4}{14,6} = \frac{2}{7,3} = \frac{20}{73}$$

$$\frac{3}{4}$$

$$\varphi - \alpha$$

$$\frac{\varphi + 1,2\alpha}{1,2\alpha} - 1,4\alpha =$$

$$a \cdot \varphi + b \cdot \frac{6}{1,4} + 6 \cdot x$$

$$1,4\varphi - 1,4\alpha$$

$$1,2\varphi + 1,2\alpha - 1,4\alpha$$

$$0,3\alpha + \varphi$$

$$\frac{0,17}{1,4} \cdot h + 0,17x$$

$$0,17 \left( \frac{h}{1,4} + x \right) = (0,03 + \varphi) \left( \frac{h}{1,4} + x \right) + a \cdot \varphi$$

$$0,14 \left( \frac{h}{1,4} + x \right) = \varphi \left( \frac{h}{1,4} + x \right) + a \cdot \varphi$$

$$0,14 \frac{h}{1,4} + 0,14x = 0,03 \frac{h}{1,4} + 0,03x + \varphi \left( \frac{h}{1,4} + x \right) + a \cdot \varphi$$

$$0,13 \left( \frac{h}{1,4} + x \right) = 0,01 \cdot a$$

$$\frac{h}{1,4} + x = \frac{a}{13}$$

$$x = \frac{100}{13} - 10$$

$$\frac{30 \cdot 13}{40 \cdot 7,3}$$

$$114 - 7,3$$

$$111,7$$

$$-3$$

$$\frac{-30}{13} \quad \frac{10}{13} - 1$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$q_0$

$$dq_1 + dq_2 = dq_0$$

$$\int (I_0 + 4I_2) dq_2 \neq \int (I_0 + 2I_1) dq_1$$

$$\frac{dI_2}{dt}$$

$$E - (4I_2 + I_1)R = -L \frac{dI_2}{dt}$$

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!



$n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$   $1,7 \cdot \alpha = 1 \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = 0,17 \approx \beta$   
 $n_1 \cdot \sin(\beta - \alpha) = n_2 \sin \gamma$   
 $\gamma = \beta \approx 0,17 \text{ рад}$   
 $90^\circ - \varepsilon = 180^\circ - 1,7\psi - 90^\circ + \alpha$   
 $90^\circ - 1,7\psi - 90^\circ - \alpha = -\varepsilon$   
 $\varepsilon = \alpha + 1,7\psi$   
 $\frac{dF}{dt} + F \cdot \alpha = P$   
 $2I_0 \cdot R + 3I_0 \cdot R = E$   
 $3I_0 R = E$   
 $I_0 = \frac{E}{3R}$   
 $\frac{dI}{dt} = \frac{2E}{7L}$   
 $\frac{dI}{dt} + I \cdot R = E - I_0 R$   
 $\frac{dI}{dt} + I \cdot R = E - \frac{E}{3}$   
 $\frac{dI}{dt} + I \cdot R = \frac{2E}{3}$   
 $I = \frac{2E}{3R} + C e^{-Rt/L}$   
 $I(0) = \frac{2E}{3R} + C = \frac{E}{3R}$   
 $C = -\frac{E}{3R}$   
 $I = \frac{2E}{3R} (1 - e^{-Rt/L})$   
 $\int I^2 R dt = \int \frac{4E^2}{9R} (1 - e^{-Rt/L})^2 dt$   
 $\int \frac{4E^2}{9R} (1 - 2e^{-Rt/L} + e^{-2Rt/L}) dt$   
 $\frac{4E^2}{9R} (t - \frac{2L}{R} (1 - e^{-Rt/L}) - \frac{L}{2R} (1 - e^{-2Rt/L}))$   
 $U_1 = E_{23} + E_{30}$   
 $U_2 = E_{23} \cdot d$   
 $U_3 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_4 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_5 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_6 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_7 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_8 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_9 = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{10} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{11} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{12} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{13} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{14} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{15} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{16} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{17} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{18} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{19} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{20} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{21} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{22} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{23} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{24} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{25} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{26} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{27} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{28} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{29} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{30} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{31} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{32} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{33} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{34} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{35} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{36} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{37} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{38} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{39} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{40} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{41} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{42} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{43} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{44} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{45} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{46} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{47} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{48} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{49} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{50} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{51} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{52} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{53} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{54} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{55} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{56} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{57} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{58} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{59} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{60} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{61} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{62} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{63} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{64} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{65} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{66} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{67} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{68} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{69} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{70} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{71} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{72} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{73} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{74} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{75} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{76} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{77} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{78} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{79} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{80} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{81} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{82} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{83} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{84} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{85} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{86} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{87} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{88} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{89} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{90} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{91} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{92} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{93} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{94} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{95} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{96} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{97} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{98} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{99} = q \cdot \frac{d}{2}$   
 $U_{100} = q \cdot \frac{d}{2}$

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!



$k^2 = \frac{45}{4}$   
 $4k^2 = 45$   
 $29^2 = (26+x)^2$   
 $78^2 = (18+x)^2$   
 $27^2 = (14+x)^2$   
 $20^2 = x^2$

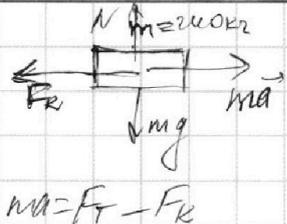
$200 \cdot 30 = 20 \cdot 3000$   
 $200 = 200 \cdot \frac{5}{7} + F_0$   
 $40 \left(5 - \frac{30}{7}\right) = F_0$   
 $40 \cdot \frac{5}{7} = \frac{200}{7} = 28 \frac{4}{7} \text{ H}$

$F_k = 200 \text{ H}$   
 $F_0 = 300 \text{ H}$

$300 - 168 = 132$   
 $168 \cdot \frac{94}{2} = 300$   
 $60 / (5 - 4.92) = 2200$   
 $11 \cdot 12 = 132$

$200 / 25 = 4.2$   
 $3.3 \cdot 40 = 132$

$29 \cdot 18 = 14 \cdot 0$   
 $6k^2 = 47$



$F \cdot v = \text{const}$

$F_k \cdot v_k = F_0 \cdot v_0$

$F_k \cdot v_k = (ma + F_0) \cdot v_0$

$\text{CO}_2$	$v_1$
$\text{H}_2\text{O}$	$v_2$
$\text{CO}_2$	$v_2$

$p \cdot \frac{V}{8} = \nu \cdot R \cdot T_0$   
 $p_0 \cdot \frac{V}{8} = \nu \cdot R \cdot T_0$

$p \cdot \frac{V}{8} = \nu \cdot R \cdot T = \frac{4}{3} \nu \cdot R \cdot T_0 = \frac{4}{3} p_0 \cdot \frac{V}{8} \Rightarrow p = \frac{16}{3} p_0 = p_{\text{atm}} + p_2$

$\Delta = k p \nu$   
 $\frac{3V}{8} \cdot k \cdot p_2$   
 $p_2 = p_0$

$(p_2 - \Delta) R T_0 = p_0 \cdot \frac{V}{8}$   
 $\Delta = k p_0 \cdot \frac{3V}{8}$   
 $\nu R T_0 = k p_0 \cdot \frac{3V}{8} \cdot R \cdot T_0 + p_0 \cdot \frac{V}{8} = \frac{p_0 V}{8} (1 + 3k R T_0)$

$p_{\text{atm}} = \frac{p_0}{3(1 + 3k R T_0)}$   
 $\approx \frac{16}{3} p_0 - p_{\text{atm}}$

$\frac{4 p_0 V}{3} = \nu R T = p_{\text{atm}} \cdot \frac{4V}{8}$   
 $\frac{p_0 V}{8} (1 + 3k R T_0) = \frac{3 p_{\text{atm}} V}{8}$   
 $p_{\text{atm}} = \frac{p_0}{3} (16 - 1 - 3k R T_0) = 5 p_0 - p_0 k R T_0 = p_0 (5 - k R T_0)$

$\frac{9}{4} \cdot \frac{3}{5} = \frac{27}{20}$   
 $\frac{9}{4} \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 98$   
 $\frac{93}{2}$   
 $\frac{27}{2} = 13.5$

$5 - 135 = 3.65$   
 $p_0 = \frac{p_{\text{atm}}}{5 - k R T_0} = \frac{20}{73} p_{\text{atm}}$