

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

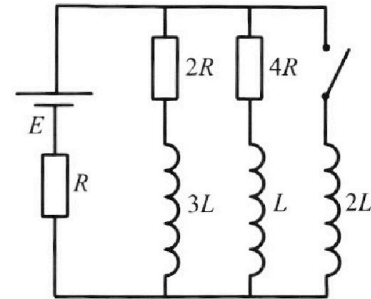
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



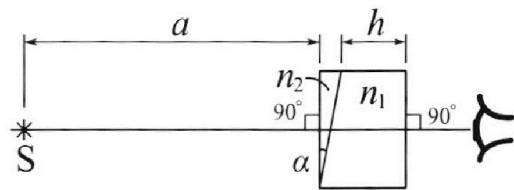
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{20}$  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  $n_в = 1,0$ . 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  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_в = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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.



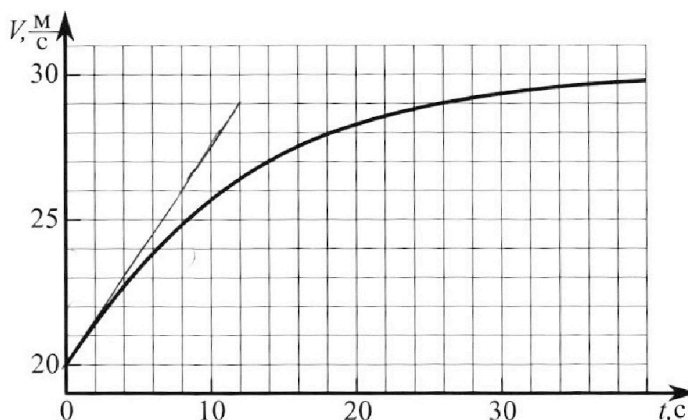
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



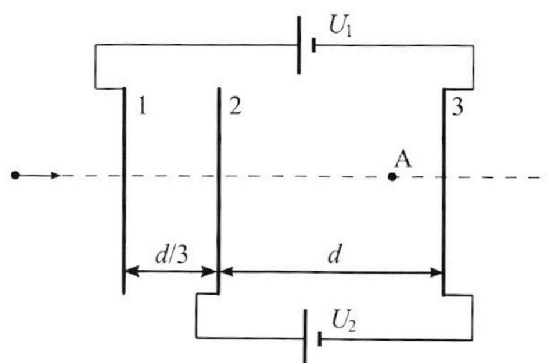
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- 2) Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?  
Требуемая точность числа нного ответа на первый 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 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/( $\text{м}^3 \cdot \text{Па}$ ). 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 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.



- 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  $3d/4$  от сетки 2.

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

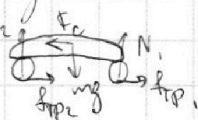
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$m = 240 \text{ кг}$ .  $P_{\text{двиг}} = \text{const}$ . Что дает мощность двигателя?  
Если разбирать шину, то:

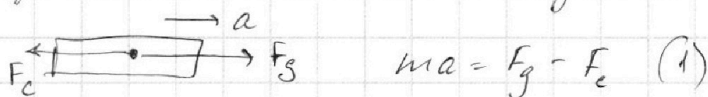


силы, по шине  $F_{\text{тр}}$ , можно записать просто как  $F_{\text{двиг}}$ .

При этом  $F_g = \text{const}$ . По шине имеем равенство  $F_{\text{двиг}}$ ?

В конце разгона  $a = 0 \Rightarrow$  по 3-му закону Ньютона  $\Sigma F = 0$

По условию  $F_k = 200 \text{ Н} \Rightarrow F_{\text{двиг}} = 200 \text{ Н}$  ( $F_g = \text{const}$  и в конце  $F_g = F_c$  т.к.  $a = 0$ )



$$ma = F_0 - F_c \quad (1)$$

1)  $a_0$  -! Проведем касательную в графике в точке  $t = 0$   
 $v_0 = 20$ .

Это покажет нам максимальное ускорение. Убо

$v = v_0 + at$ . Кас. поиск  $v(t)$  с  $a = \text{const}$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3 \text{ м/с}}{4 \text{ с}} = \frac{3}{4} \text{ м/с}^2 = 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

2) Подставим в (1):

$$ma_0 = F_0 - F_c \Rightarrow F_0 = F_g - ma_0 = F_k - ma_0$$

$$F_0 = 200 \text{ Н} - 240 \text{ кг} \cdot 0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 200 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 20 \text{ Н}$$

3)  $\frac{F_0}{F_g} = \frac{20 \text{ Н}}{200 \text{ Н}} = 0,1$ . Мощность зависит от силы

$$\Rightarrow \frac{P_c}{P_{\text{двиг}}} = \frac{F_c}{F_{\text{двиг}}}$$

Ответ: 1)  $0,75 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $20 \text{ Н}$

3)  $0,1$

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!



Два случая:

$$\begin{matrix} \frac{V}{2} T_0 V_1 \\ \frac{V}{2} T_0 V_2 \end{matrix}$$

1) Кн-Менз. газ верх газа:  $P_1 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$  (1)  $P_1 = P_2 = P_0$

газ нижнего:  $P_2 \left( \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right) = \nu_2 R T_0$  ( $P_0 = 0$  по учр.)  
 $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}$ ; потому  $\frac{3V}{8}$  занимает вода.

$P_1 = P_2$  потому что  $F_{top} = 0$   $Q = 0 \Rightarrow \sum F = 0$   
 $\Rightarrow$  Погружен. Погружен. газ упр-ие груз на грузе.

$$\frac{P_1 \frac{V}{2}}{P_2 \left( \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right)} = \frac{\nu_1 R T_0}{\nu_2 R T_0} \Leftrightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{8}} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \Leftrightarrow 4\nu_2 = \nu_1$$

Верх газа сместу  $\nu_2 + \Delta\nu$ ; где  $\Delta\nu = k\rho V = k \cdot P_1 \cdot \frac{3V}{8}$

$$\begin{matrix} \frac{V}{8} + \nu_1 \\ \frac{\Delta\nu}{8} T \\ \nu_2 + \Delta\nu \\ + P_{atm} \end{matrix}$$

2) Кн-Менз газ верх:  $P_1 \frac{V}{8} = \nu_1 R T$ ;  $P_1 = \frac{8\nu_1 R T}{V}$

Рав-во давления в уст. равн:  $P_1 = P_2 + P_{atm}$  (2)

$P_{atm} = P_{atm}$ , т.к.  $T = 373 K$

Кн. Менз газ низ:  $P_2 \frac{7V}{8} = (\nu_2 + \Delta\nu) R T$ ;  $P_2 = \frac{8(\nu_2 + \Delta\nu) R T}{7V}$

Подставим кн-Менз. в (2):  $\frac{8\nu_1 R T}{V} = P_{atm} + \frac{8(\nu_2 + \Delta\nu) R T}{7V}$

Вспомогат.  $\nu_2 = \frac{\nu_1}{4}$ ,  $\Delta\nu = \frac{3}{8} k P_0 V = \frac{3}{8} k \cdot 4 R T_0$ , тогда:

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{P_0}{2} = P_{atm} + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{P_0}{2} \left( \frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right) \quad | \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 2$$

$$P_0 = \frac{3}{16} P_{atm} + \frac{1}{7} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{3}{4} \cdot k \cdot R \cdot \frac{3}{4} T \right)$$

$$P_0 = \frac{3}{16} P_{atm} + \frac{1}{7} P_0 \left( \frac{1}{4} + \frac{3}{16} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \right)$$

$$P_0 = \frac{3}{16} P_{atm} + \frac{1}{7} P_0 \left( \frac{2+8,1}{8} \right) \Leftrightarrow P_0 \left( 1 - \frac{10,1}{56} \right) = \frac{3}{16} P_{atm}$$

$$P_0 = P_{atm} \cdot \frac{3}{16} \cdot \frac{1}{1 - \frac{10,1}{56}}$$



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!

$$P_0 = P_{\text{атм}} \cdot \frac{3}{16} \cdot \frac{56}{45,9} = \frac{56}{16 \cdot 15,3} P_{\text{атм}} = \frac{70}{306} P_{\text{атм}}$$

$$P_0 = \frac{35}{153} P_{\text{атм}}$$

Ответ: 1)  $\frac{\text{Вверх}}{\text{Вниз}} = 4$

2)  $\frac{35}{153} P_{\text{атм}}$

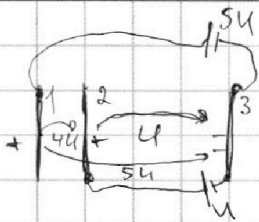
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Между обкладками возникает напряже-  
ние. Поэтому  $\int$ -н Кирхгофа для 2-3:

$$U_2 = U_{2-3} \Rightarrow U_{2-3} = U$$

Для 1-3:  $U_{1-3} = 5U$

$$\Rightarrow U_{1-2} = 5U - U = 4U$$

Итого:  $\begin{matrix} | & | & | \\ 5U & U & 0 \end{matrix}$  Поставим потенциалы в  
каждой обкладке.

Для преодоления шариком  $m, q > 0$  точки  
"1" с  $\varphi = 5U$  должно выполняться:  $\frac{mv_0^2}{2} \geq 5Uq$

$\varphi_{\max} = 0$  (Шарик далеко)  $\varphi_k = 5U$ ;  $\Delta W_k = 5U \cdot q$

$\Rightarrow$  Шарик должен преодолеть первую сетку.

Следя из этого заметим, где начека  
пункт 1:

1)  $a - ?$   $E \cdot d = \Delta \varphi \Rightarrow E_{23} \cdot d = U$   
 $E_{23} = \frac{U}{d}$ ;  $E_{23} \cdot q = ma_{23} \Rightarrow a_{23} = \frac{E_{23}q}{m}$

2)  $K_3 - K_2$  ?  $a_{23} = \frac{Uq}{md}$

$K_3 - K_2 = W_{k3} - W_{k2} = \Delta W_k = \Delta \varphi \cdot q = 4Uq$ , и до.

$\Rightarrow \begin{matrix} 2 \\ | \\ 4 \\ | \\ 3 \end{matrix}$   $\Delta W_{k2} = (4-0)q = 4q$

$\begin{matrix} | \\ 4 \\ | \\ 3 \end{matrix}$   $\Delta W_{k3} = (0-0)q = 0$

$\begin{matrix} | \\ 4 \\ | \\ 3 \\ | \\ 0 \end{matrix}$   $K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - 4q$   $K_3 = \frac{mv_0^2}{2} - 0$

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

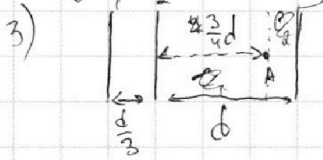
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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

Тогда  $K_3 - K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} + Uq = Uq$



Разделим правую часть на две конденсатора

Всуд, если они эквивалентны, то

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d/2}$$

$$C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 S}{d/2}$$

$$\Rightarrow C_2 = C_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}$$

$$C = \frac{C_1^2 \cdot \frac{d_1}{d_2}}{(1 + \frac{d_1}{d_2}) C_1}$$

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{1}{4}d} = 3$$

$$C = C_1 \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{4} C_1, \quad C_1 = \frac{4}{3} C$$

Вспомните, что  $E \cdot d = \Delta \Phi$ . Тогда

$$\Phi_A = U - E_{23} \cdot \frac{3}{4}d = U - \frac{U}{d} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{1}{4}U$$

$$\Delta W_k = \Delta \Phi \cdot q = -\left(0 - \frac{1}{4}U\right) \cdot q = \frac{1}{4}Uq$$

$$K_A = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{1}{4}Uq = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{Uq}{4}$$

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

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

Всё работает если  $\frac{mv_0^2}{2} > \frac{Uq}{4}$ . Иначе  $\rightarrow$  1  $\leftarrow$  54

- Ответ:
- 1)  $\frac{Uq}{md}$
  - 2)  $Uq$
  - 3)  $\sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$

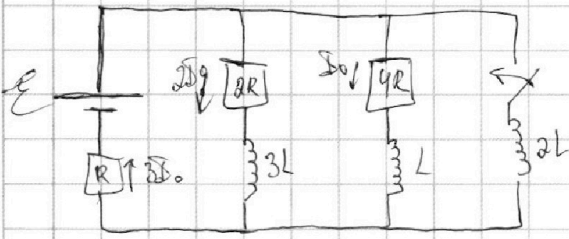
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) При разомкнутом ключе,  
когда все установилось,  
контуры как перемычки

$$\Rightarrow 4I, R = 2I_2 R \Rightarrow I_2 = 2I, \equiv 2I_0; I_3 = 3I_0$$

$$\mathcal{E} = 4I_0 R + 3I_0 R = 7I_0 R. \text{ Через } 4R \text{ течет } I_0$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{7R}$$

2) После замыкания (сразу) ток в  $R$  не изм.  
3-й Кирх:  $-2L \cdot \dot{I} + \mathcal{E} = 3I_0 R$

$$2L \cdot \dot{I} = \mathcal{E} - 3I_0 R = \mathcal{E} - \frac{3}{7}\mathcal{E} = \frac{4}{7}\mathcal{E}$$

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

3) 3-й Кирхгофа для цепи:

$$4R \cdot I_{4R} = \mathcal{E}_{L1} - \mathcal{E}_{L2}$$

$$4R \dot{I}_{4R} = -L \dot{I}_{4R} + 2L \cdot \dot{I}_{2L} \quad | \cdot dt$$

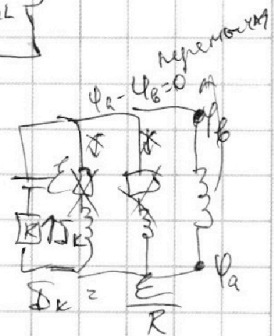
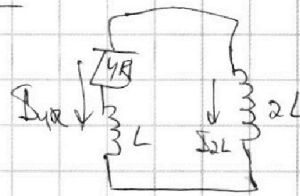
$$4R \int_0^q dq = 2L \int_0^I dI_{2L} - L \int_0^I dI_{4R}; I_K - ?$$

$$4Rq = 2L \left( \frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) - L(0 - I_0)$$

$$4qR = \frac{15}{7} \cdot \frac{L\mathcal{E}}{R}$$

$$q_{4R} = \frac{15LE}{28R^2}$$

Ответ: 1)  $\frac{\mathcal{E}}{7R}$  2)  $\frac{2\mathcal{E}}{7L}$  3)  $\frac{15LE}{28R^2}$





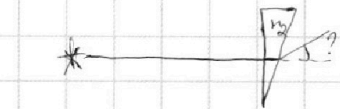
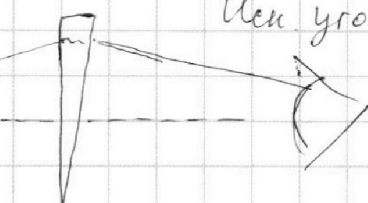
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

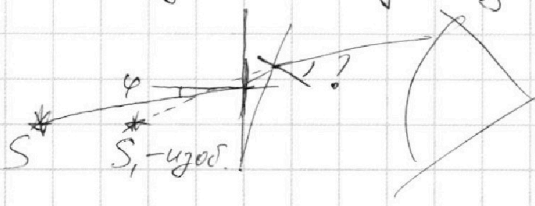
1     2     3     4     5     6     7

**МФТИ**

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

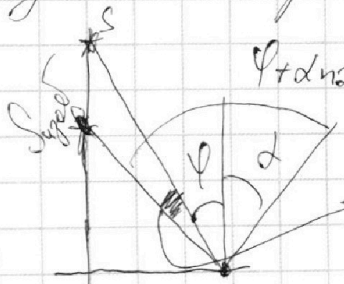
1)   ~~$\frac{d \cdot n_2}{d} = \beta$~~   $\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta$   
 $d \ll |r_{\text{prism}}|$   
 $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$   
 $d \cdot n_2 = \beta$   
 Если  $n_1 = n_2$ , уберем  $n_1$ ,  
 Угол  $\alpha: \beta - \alpha \approx d n_2 - \alpha = d (n_2 - 1)$   
 2)  (не точный рисунок)

Пускнем луч из S. По малому углу  $\alpha$  тогда,  
 считаем углы:

  $\varphi = x \cdot n_2$   
 $\varphi \ll x \ll |r_{\text{prism}}|$   
 $\varphi$  угол между в.л.  
 ~~$90 - (90 - 90 - \alpha - x) = \alpha + x$~~   
 $(\alpha + x) n_2 = \varphi$

Тогда,  $d n_2 + \frac{\varphi}{n_2} \cdot n_2 = \varphi, \Rightarrow \varphi = \varphi + d n_2$   
 Случае абберации.

Расстояние в призме мало. Поэтому приравниваем к длине точки углы  $\varphi$  и  $\varphi + d n_2$  к разным перпендикулярам. Поэтому:

  $\varphi + d n_2$  Млн перпендикулярам угол  $\alpha$   
 $\varphi + d n_2 - \varphi - \alpha = d n_2 - \alpha$



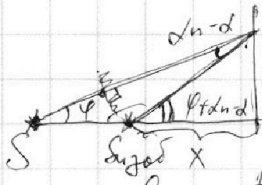
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$\alpha \ll \text{rad} \Rightarrow dn-d$  тем более мало

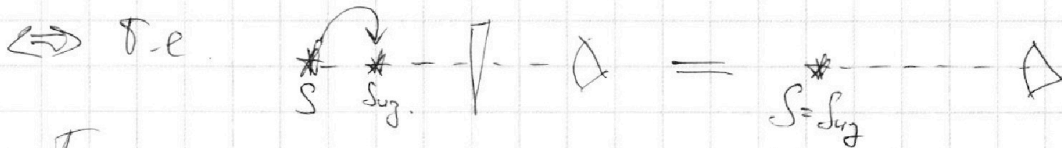
$\varphi \ll 1$  тогда

$$\text{tg}(\varphi + dn-d) \approx \frac{a \text{tg} \varphi}{x}; \text{tg} \varphi \approx \varphi$$

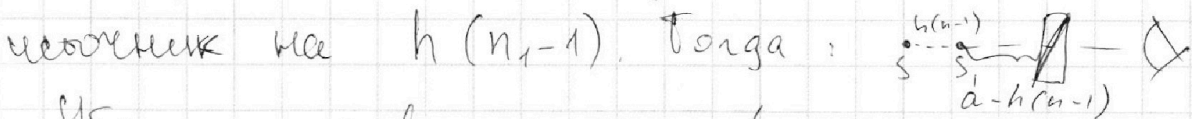
$$\varphi + dn-d \approx \frac{a \varphi}{x} \Rightarrow x \approx a \frac{\varphi}{\varphi + dn-d}$$

$$a - x \approx a \left(1 - \frac{\varphi}{\varphi + dn-d}\right) \approx a \frac{\varphi + dn-d - \varphi}{\varphi + dn-d} \approx a \frac{dn-d}{\varphi + dn-d}$$

3) Теперь сделаем систему  $\nabla + \Delta + \square$ . Тогда каждый раз придется смещать источник на место по шоб. и убирать часть, которое делает это шоб.



Тогда, уберем правую часть  $h$ . Она смещает источник на  $h(n_1-1)$ . Тогда:



Уберем правую часть с  $\alpha$ : и  $n_1$

$$a_1 = (a - h(n_1-1)) \frac{dn-d}{\varphi + dn-d}$$

~~Уберем левую часть:~~

$$a_2 \approx (a - h(n_1-1)) \frac{dn-d}{\varphi + dn-d}$$

Тогда  $\Delta x = a - a_2$

$$\Delta x \approx a - (a - h(n_1-1)) \frac{dn-d}{\varphi + dn-d}$$

Ответ: 1)  $d$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

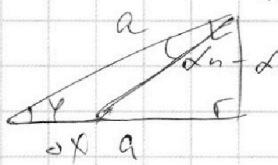
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

Узел в (3) пунктах те же. Переделано  
второй пункт:



$\varphi \ll 1 \text{ рад} \Rightarrow$   $\delta = \rho/\sigma$

тогда (тоже по оси a)

$\Rightarrow \Delta x = a \alpha (n_2 - 1)$

Теперь пункт 3:

Убираем плоскую:

Убираем правую призму:

$\Delta x_1 = (a - h_1(n-1)) \cdot \alpha (n_1 - 1)$

Убираем левую призму:

$\Delta x_2 = (a - h(n-1) - \Delta x_1) \alpha (n_2 - 1)$

Тогда  $\Delta x = h(n_1 - 1) + \Delta x_1 + \Delta x_2$

$$\Delta x = h(n_1 - 1) + (a - h_1(n_1 - 1))(\alpha(n_1 - 1)) +$$

$$+ (a - h(n_1 - 1) - a - h(n_1 - 1))\alpha(n_2 - 1)$$

- Ответ:
- 1)  $\alpha(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$
  - 2)  $a \alpha(n_2 - 1) = 7 \text{ см}$
  - 3)  $\Delta x = \dots$

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!



Handwritten physics solution on grid paper, featuring multiple diagrams and mathematical derivations for the deviation of a light ray passing through two parallel plates.

**Diagram 1 (Top Left):** Shows a light ray incident on a plate of thickness  $d$  at an angle  $\alpha$ . The ray is refracted at angle  $\beta$  and emerges at angle  $\alpha$ . The lateral displacement is  $x$ .

**Diagram 2 (Middle Left):** Shows a ray incident on a plate of thickness  $d$  at an angle  $\alpha$ . The ray is refracted at angle  $\beta$  and emerges at angle  $\alpha$ . The lateral displacement is  $x$ .

**Diagram 3 (Bottom Left):** Shows a ray incident on a plate of thickness  $d$  at an angle  $\alpha$ . The ray is refracted at angle  $\beta$  and emerges at angle  $\alpha$ . The lateral displacement is  $x$ .

**Diagram 4 (Middle Right):** Shows a ray incident on a plate of thickness  $d$  at an angle  $\alpha$ . The ray is refracted at angle  $\beta$  and emerges at angle  $\alpha$ . The lateral displacement is  $x$ .

**Diagram 5 (Bottom Right):** Shows a ray incident on a plate of thickness  $d$  at an angle  $\alpha$ . The ray is refracted at angle  $\beta$  and emerges at angle  $\alpha$ . The lateral displacement is  $x$ .

**Mathematical Derivations:**

1)  $n_2 \cdot d = \beta$

1)  $\beta - d = d(n_2 - 1)$

$x = x_1 \cdot n$

$90 - (90 - d - \frac{x}{n}) =$   
 $= d + \frac{x}{n}$

$(d + \frac{x}{n}) n = \varphi$

$\varphi = dn + x$

$\varphi_2 = nx$   $x_2 = \frac{\varphi}{n}$

$180 - (90 + d) - (90 - \varphi) =$   
 $= \varphi - d$

$x_2 = 180 - 180 - d + x$   
 $x_2 = x - d$

$x_2 \cdot n = \varphi_1$   
 $\varphi_1 = (x - d)n =$   
 $= \varphi - dn$

$\varphi - dn - \varphi_1 =$   
 $= \varphi - dn - (\varphi - d) =$   
 $= d - dn$

2)  $a \cdot d(n_2 - 1)$

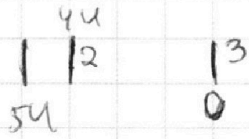
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$\Delta W_k = \Delta \varphi q$$

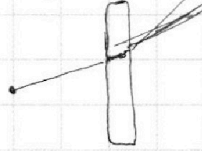
$$\varphi = \frac{kq}{R} \quad F = \frac{kq^2}{R^2}$$

$$F = \varphi \cdot \frac{q}{R}$$

$$H = B \cdot \frac{km}{m}$$

$$B = \frac{\mu \cdot m}{k_n} = \frac{\Phi_{inc}}{k_n} \rightarrow \Phi_{inc} = B k_n$$

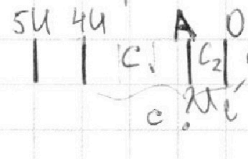
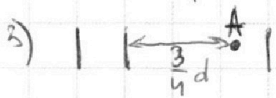
$$k_3 - k_2 = W_{k3} - W_{k2} = \Delta \varphi \cdot q$$



$$5Uq - 0 = \frac{W_{k3}}{d}$$

$$0 - 4Uq = \Delta W_k \quad 4Uq \quad \text{убо} \quad \Delta W_k > 0$$

$$\frac{-q}{c} = \frac{-q}{c} = \frac{-q}{c} = \frac{-q}{c}$$

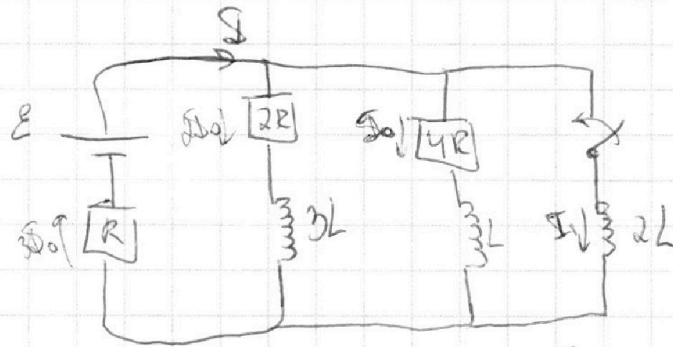


$$c = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2}{d_1 + d_2} \quad c_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1}{d_1}$$

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} \quad c_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2}{d_2}$$

$$c_2 = c_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}$$

$$c = \frac{c_1^2 \cdot \frac{d_1}{d_2}}{c_1 \cdot (1 + \frac{d_1}{d_2})} = c_1 \cdot \frac{d_1}{1 + \frac{d_1}{d_2}}$$

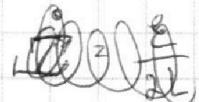


$$I_{\text{total}} = I$$

$$I_0 = \frac{E}{7R}$$

$$I = I_{2R} + I_{4R} + I_{2L}$$

$$E - 2L \cdot \dot{I} = 3I_0 R$$



$$2L \cdot \dot{I} = E - 3I_0 R = E - \frac{3}{7} E$$

$$4R \cdot I_{4R} = E_{\text{ind}} - E_{\text{res}} = 2L \cdot \dot{I}$$

$$\dot{I} = \frac{4}{7} \frac{E}{2L} = \frac{2}{7} \cdot \frac{E}{L}$$

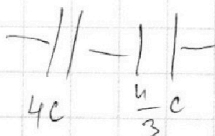
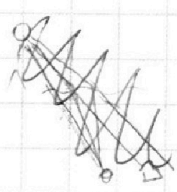
$$4R \cdot I_{4R} = -L \cdot \dot{I}_{4R} + 2L \cdot \dot{I}_{2L} \quad | \cdot dt$$

$$I_R = \frac{E}{R}$$

$$4R \int dq = 2L \int dI_{2L} - L \int dI_{4R}$$

$$4qR = 2L \left( \frac{E}{R} - 0 \right) - L (0 - I_0) = 2L \frac{E}{R} + L I_0 = L \left( 2 \frac{E}{R} + \frac{E}{7R} \right) =$$

NS



$$= \frac{15}{7} \cdot \frac{1E}{R}$$

$$\frac{4 \cdot \frac{4}{3}}{19 + \frac{19}{3}} = \frac{1}{3}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

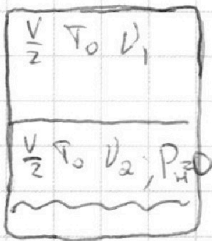
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



2.



$$P \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$$

$$P = P_0$$

$$\frac{9 \cdot 3 \cdot 0,6}{18} = 2$$

$$P \left( \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right) = \nu_2 R T_0$$

$$P_0 = ?$$

$$\frac{9 \cdot 3 \cdot 0,3}{18} = 2$$

$$\frac{9 \cdot 0,9}{8} = 2$$

$$\frac{P \frac{V}{2}}{\nu_1} = \frac{P \left( \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right)}{\nu_2}$$

$$P \nu_1 = 2 \nu_2 R T_0$$

$$\frac{\nu_1 R T_0}{V} = \frac{P}{2} = \frac{8,1}{8}$$

$$V_{газа} = V_2 + \Delta V$$

$$\Delta V = k P \Delta x$$

$$= k \cdot P_0 \cdot \frac{3V}{8}$$

$$\frac{1}{2\nu_1} = \frac{1}{8\nu_2}$$

$$8\nu_2 = 2\nu_1$$

$$4\nu_2 = \nu_1$$

$$P_r = \frac{7V}{8} = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$T = \frac{1}{3} T_0$$

$$P_H = P_{atm}$$

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

$$P_1 = \frac{V}{8} = \nu_1 R T$$

$$\frac{306}{28} = 10,9$$

$$56 = 8,4$$

$$\frac{8}{30,6} = 0,26$$

$$\frac{8\nu_1 R T}{V} = P_{atm} + \frac{(\nu_2 + \Delta \nu) R T \cdot 8}{7V}$$

$$8\nu_1 R T = P_a V + \frac{8}{7} \cdot R T \cdot \left( \frac{V}{4} + \frac{3}{4} k \nu_1 R T_0 \right)$$

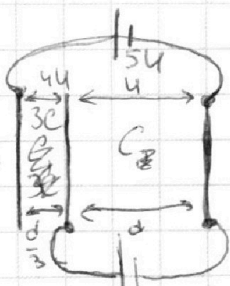
$$= \frac{70}{306} = 0,23$$

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{\nu_1 R T_0}{V} = P_a + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{\nu_1 R T_0}{V} \left( \frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right)$$

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{P_0}{2} = P_a + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{P_0}{2} \left( \frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right)$$

RT = 3 \* 10^3  
RT = 10,9  
RT = 10,9

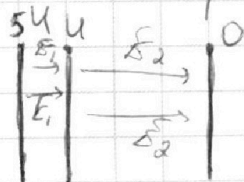
3.



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad C U = q \quad ; \quad C_1 = \frac{3\epsilon_0 S}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C_1 \equiv 3C_0 \quad C_2 \equiv C$$

$$C U = q \quad 12 C U = 12 q \frac{1}{2} \quad \frac{V_1 \cdot 24 \cdot 3}{16} \cdot \frac{10}{959} = 153$$



$$E_2 q = F_k \quad m a = F_k = \epsilon_0 q \frac{1}{15} \frac{3}{15} = \frac{49}{09}$$

$$S = 10,12$$

$$246 = 0,12$$

$$245,9$$

$$E_1 \cdot \frac{d}{3} = 4U$$

$$E_1 = 12 \cdot 12 \cdot \frac{U}{d}$$

$$E_2 = \frac{U}{d}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

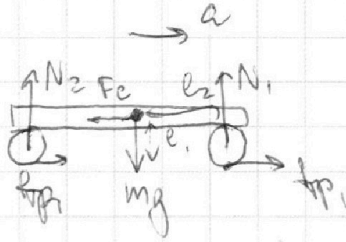
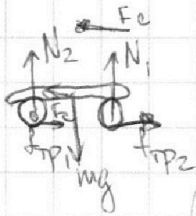
1     2     3     4     5     6     7



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

↓

$m = 240 \text{ кг}$



$P_{\text{пер}} = \text{const}$

~~$60 \cdot 240 \cdot \frac{3}{4}$~~

$$\begin{cases} N_1 + N_2 = mg \\ f_{TP1} + f_{TP2} - F_c = ma \end{cases}$$

$45 \cdot 240 = 10800$   
 $275 \cdot 240 = 66000$   
 $275 \cdot 240 + 10800 = 67080$

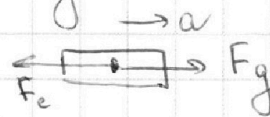
$$l_1 (f_{TP1} + f_{TP2}) + l_2 N_1 = N_2 l_2 \quad \text{не по моменту}$$

$$\mu mg - F_c = ma$$

$$F_c = \mu mg - ma$$

$a_{\text{пер}} = \text{const}$

$a_{\text{всп}} \neq \text{const}$

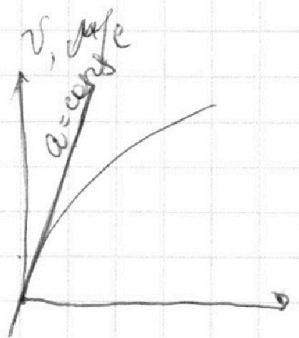


$ma = F_g - F_c; F_g = \text{const}$

В конце  $F_k = 200 \text{ кН}; a = 0$

$\Rightarrow F_g = 200 \text{ кН}$

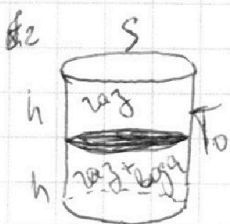
1) кинематика.  $v = v_0 + a_0 t$   
Максимум



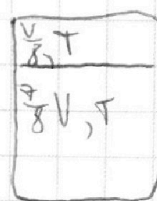
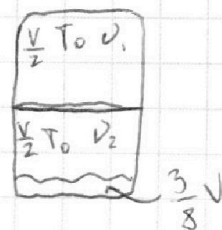
2)  $ma_0 = F_g - F_0$

3)  $F_g = \underbrace{ma_0}_{n_1} + \underbrace{f_0}_{n_2}$

$\frac{n_2}{n_1 + n_2} = ? \frac{F_0}{F_g}$



$2hS = V$



$T = \frac{4}{3} T_0 = 373 \text{ K}$



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!

