

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

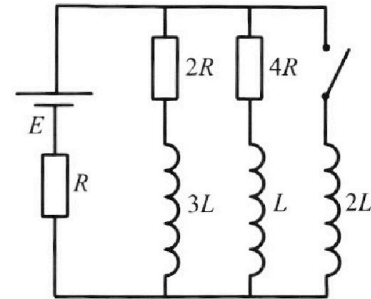
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



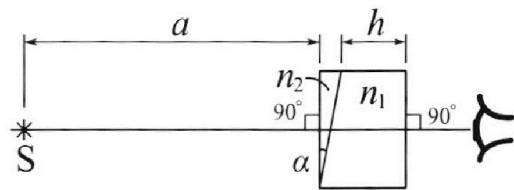
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.



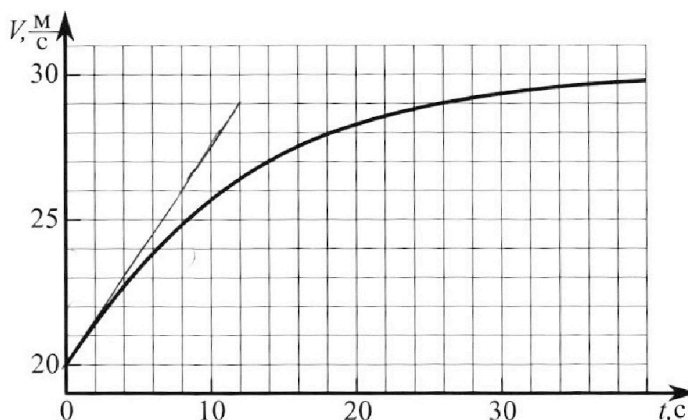
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



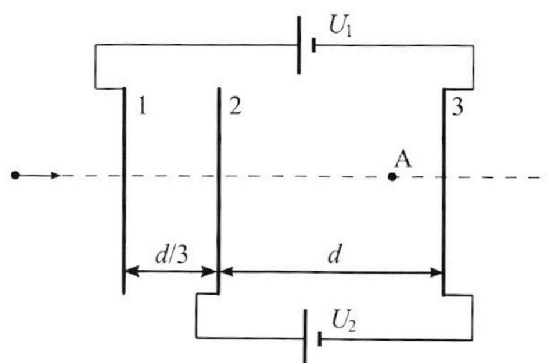
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 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 Δv 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.

- 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.

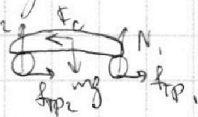
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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 разнородность шин, то:

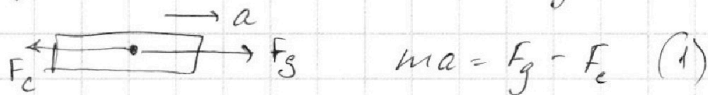


силы, по шину $F_{\text{тр}}$, можно записать просто как $F_{\text{двиг}}$.

При этом $F_g = \text{const}$. По чему именно равны $F_{\text{двиг}}$?

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 $F_g = F_k$ т.к. $a = 0$)



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

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):

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

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

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 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.

$$\frac{V}{2} T_0 V_1$$

$$\frac{V}{2} T_0 V_2$$

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 уч.)
 $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}$; 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 груз.

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

Верх газа сместу $V_2 + \Delta V$; где $\Delta V = k p \omega = k \cdot P_1 \cdot \frac{3V}{8}$

$$\frac{V}{8} + \nu_1$$

$$\frac{\Delta V}{8} T$$

$$V_2 + \Delta V$$

$$+ P_{atm}$$

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: $P_1 = P_2 + P_{un}$ (2)

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

$\nu_2 = \frac{\nu_1}{4}$ Вспомним, что $P_0 V = 2\nu_1 R T_0$ (из (1)) $\Leftrightarrow P_0 = \frac{\nu_1 R T_0}{2V}$
 $T = \frac{4}{3} T_0$, $\Delta V = \frac{3}{8} k P_0 V = \frac{3}{8} k \cdot 4 R T_0$, 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) $\frac{35}{153} P_{\text{атм}}$

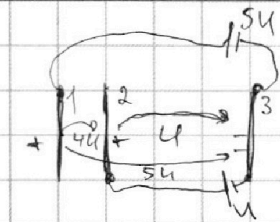
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

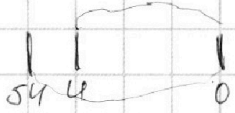


Между обкладками возникает напряже-
ние. Поэтому \sum -и Кирхгофа для $\alpha-3$:

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

Для 1-3: $U_{1-3} = 5U$

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

Итого:  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) $\varphi_k = 5U$; $\Delta W_k = \Delta\varphi \cdot q$


\Rightarrow Шарик должен преодолеть первую сетку.

Следя из этого заметим, где начепа
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  $\Delta W_{k2} = (U-0)q = Uq$

$\Delta W_{k3} = (0-0)q = 0$

$K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - Uq$ $K_3 = \frac{mv_0^2}{2} - 0$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

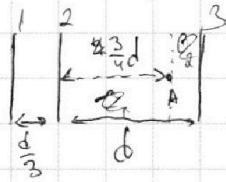
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

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

3)



Разделим правую часть на две конденсатора

Поскольку они все же эквивалентны, то

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} \quad C_1 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d_1}, \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2 S}{d_2}$$

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

$$C = \frac{C_1^2 \cdot \frac{d_1}{d_2}}{(1 + \frac{d_1}{d_2}) C_1} \quad ; \quad \frac{d_1}{d_2} = \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{1}{4}d} = 3$$

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

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

$$\Phi_A = \Phi_2 - E_{23} \cdot \frac{3}{4}d = U - \frac{U}{d} \cdot \frac{3}{4}d = \frac{1}{4}U$$

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

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

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

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

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

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

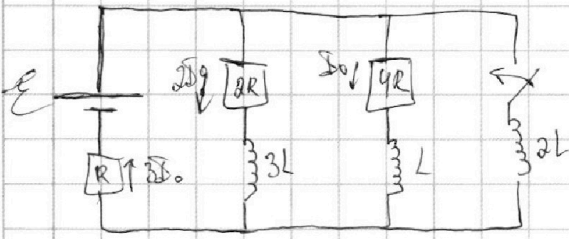
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

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

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

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

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

3) 3-й Кирхгофа для цепи:

$$4R \cdot I_{4R} = E_{L1} - E_{L2}$$

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

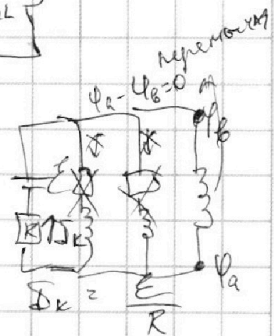
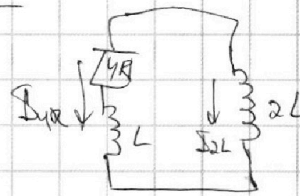
$$4R \int_0^q dq = 2L \int_0^I dI_{2L} - L \int_0^I dI_{4R}; I_K - ?$$

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

$$4qR = \frac{15}{7} \cdot \frac{LE}{R}$$

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

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



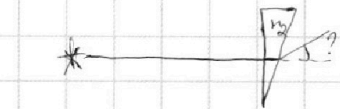
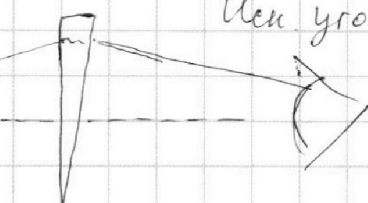
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

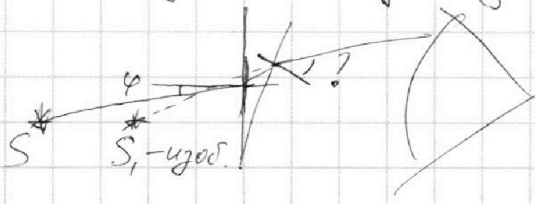
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

1)  ~~$\frac{\sin \alpha}{d} = \frac{\sin \beta}{d}$~~ $\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta$
 $d \ll |r_{\text{присл}}|$
 $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$
 $d \cdot n_2 = \beta$
 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)

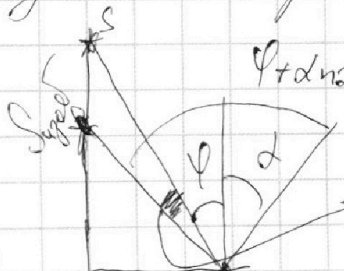
Пускнем луч из S. По малому углу α тогда,
 считаем углы:

 ~~$\frac{\sin \alpha}{d} = \frac{\sin \beta}{d}$~~ $\varphi = x \cdot n_2$
 $\varphi \ll x \ll |r_{\text{присл}}|$
 φ угол между в.п.
 ~~$90 - (90 - 90 - \alpha - x) = \alpha + x$~~
 $(\alpha + x) n_2 = \varphi_1$

Тогда,

~~$\frac{\sin \alpha}{d} = \frac{\sin \beta}{d}$~~ $d n_2 + \frac{\varphi}{n_2} \cdot n_2 = \varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 = \varphi + d n_2$
 Случае обвешиваю.

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

 $\varphi + d n_2$ М/у перпендикулярами углы α
 $\varphi + d n_2 - \varphi - \alpha = d n_2 - \alpha$

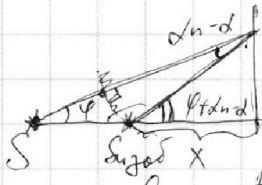
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

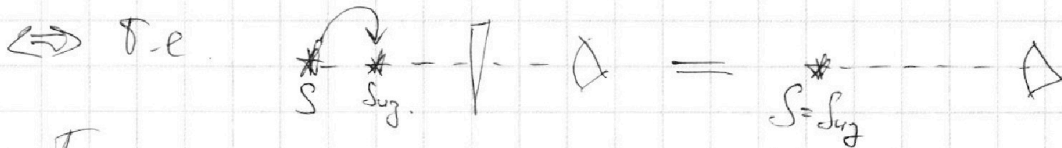
$\varphi \ll 1$ тогда

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

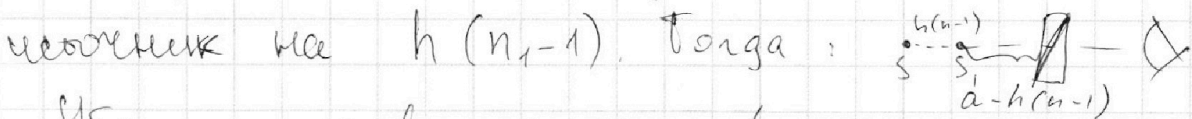
$$\varphi + dn - d \approx \frac{a \varphi}{x} \Rightarrow x \approx a \frac{\varphi}{\varphi + dn - d}$$

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

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 d : и n_1

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

~~Уберем левую часть:~~

$$a_2 \approx (a - h(n-1)) \frac{dn - d}{\varphi + dn - d} \quad \text{Тогда } \Delta x = a - a_2$$

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

Ответ: 1) d

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

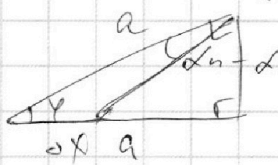
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

Идем с (3) пунктом те же. Переделано
второй пункт:



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

тогда (тоже по оси a)

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

Теперь пункт 3:

Убираем плоскости: $\frac{h(n_1-1)}{S} - \frac{h(n_1-1)}{S}$

Убираем правую призму: $\frac{h(n_1-1)}{S} \cdot \frac{dx_1}{S}$

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

Убираем левую призму:

$\Delta x_2 = (a - h(n_1 - 1) - \Delta x_1) d(n_2 - 1)$

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

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

$$+ (a - h(n_1 - 1) - a - h(n_1 - 1) d(n_1 - 1)) (n_2 - 1) d$$

- Ответ:
- 1) $d(n_2 - 1) = 0,07 \text{ рад}$
 - 2) $a d(n_2 - 1) = 7 \text{ см}$
 - 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
<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!



Handwritten physics solution on grid paper, featuring multiple diagrams and mathematical derivations for the refraction of light through a thin plate.

Diagrams: Several diagrams illustrate the geometry of light rays passing through a thin plate of thickness d and refractive index n . They show incident rays at angle α , refracted rays at angle β , and emergent rays at angle φ . The lateral displacement x and optical path difference Δ are also indicated.

Equations and Derivations:

- $n_2 \cdot d = \beta$
- $1) \beta - d = d(n_2 - 1)$
- $x = x_1 \cdot n$
- $90 - (90 - d - \frac{x}{n}) =$
 $= d + \frac{x}{n}$
- $(d + \frac{x}{n}) n = \varphi$
- $\varphi = dn + x$
- $\varphi = n x$
- $x_2 = \frac{\varphi}{n}$
- $180 - (90 + d) - (90 - \varphi) =$
 $= \varphi - d$
- $x_2 = 180 - 180 - d + x$
 $x_2 = x - d$
- $x_2 \cdot n = \varphi$
- $\varphi = (x - d)n =$
 $= \varphi - dn$
- $\varphi - dn = \varphi - d =$
 $= d - dn$
- $2) a \cdot d(n_2 - 1)$

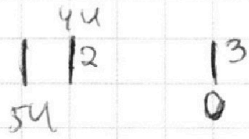
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



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

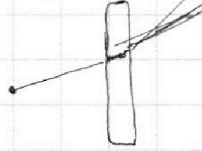
$$\varphi = \frac{kq}{R} \quad F = \frac{kq^2}{R^2}$$

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

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

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

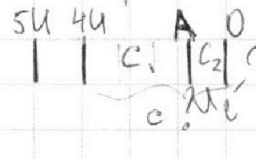
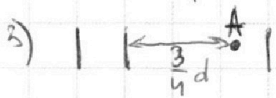
$$k_3 - k_2 = W_{k3} - W_{k2} = \Delta \varphi \cdot q$$



$$4Uq = 0 = \frac{W_{k3}}{4}$$

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

$$\frac{-q}{c} = \frac{-q}{c_1} + \frac{-q}{c_2} \quad \frac{-q}{c} = \frac{-q}{\frac{\epsilon_0 S}{d_1}} + \frac{-q}{\frac{\epsilon_0 S}{d_2}}$$

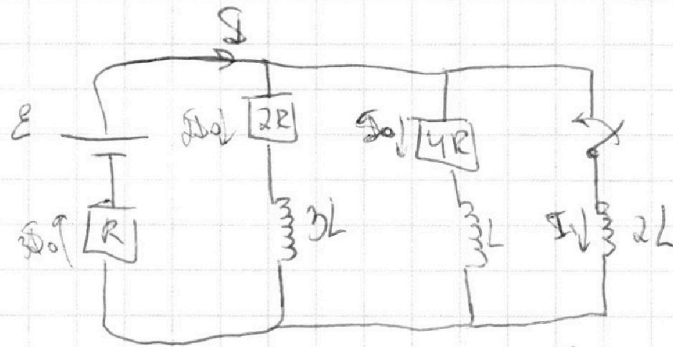


$$c = \frac{\epsilon_0 \epsilon_2}{c_1 + c_2} \quad c_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1}$$

$$\frac{1}{c} = \frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} = \frac{d_1}{\epsilon_0 S} + \frac{d_2}{\epsilon_0 S} \quad c_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}$$

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

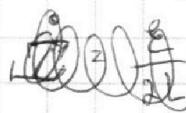
$$c = \frac{c_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}}{c_1 \left(1 + \frac{d_1}{d_2}\right)} = c_1 \cdot \frac{d_1}{d_1 + d_2}$$



$$I_{2R} = I \quad I_0 = \frac{E}{7R}$$

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

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



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

$$4R \cdot I_{4R} = E_{1L} - E_{2L}$$

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

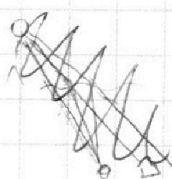
$$4R \cdot I_{4R} = -L \dot{I}_{4R} + 2L \cdot \dot{I}_{2L} \quad | \cdot dt$$

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

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

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

NS



$$\frac{1}{4C} - \frac{1}{3C}$$

$$= \frac{15}{7} \cdot \frac{1E}{R} \quad \frac{4 \cdot \frac{4}{3}}{19 + \frac{19}{3}} = \frac{1}{3}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

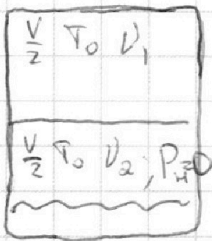
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



2.



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

$$P = P_0$$

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

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

$$P_0 = ?$$

$$\frac{9 \cdot 3 \cdot 0,3}{18} = 1,5$$

$$\frac{9 \cdot 0,9}{8} = 1,0125$$

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

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

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

$$V_{газа} = V_2 + \Delta V$$

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

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

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

$$8\nu_2 = 2\nu_1$$

$$4\nu_2 = \nu_1$$

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

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

$$P_{H_2} = P_{atm}$$

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

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

$$\frac{306}{28} = 10,928$$

$$56 = 8,4$$

$$\frac{8}{30,6} = 0,261$$

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

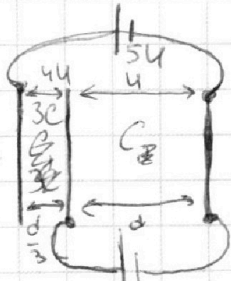
$$8\nu_1 R T = P_a V + \frac{8}{7} \cdot R T \cdot \left(\frac{V}{4} + \frac{3}{4} k \nu_1 R T_0 \right) = \frac{70}{306} = 0,228$$

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

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{P_0}{V} = P_a + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{\nu_1 R T_0}{V} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right) = \frac{36}{153}$$

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{P_0}{2} = P_a + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{P_0}{2} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right) = \frac{36}{153}$$

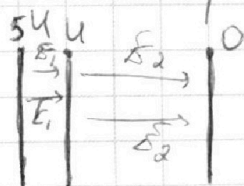
3.



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

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

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



$$E_2 q = F_k \quad m a = F_k = \epsilon_0 q \frac{1}{15} = 159,3$$

$$m a = \frac{\epsilon_2 q}{d} = \frac{4 q}{d m} = \frac{15}{0,9}$$

$$S = 10,12$$

$$246 = 0,12$$

$$245,9$$

$$E \cdot d = \Delta V$$

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

$$E_1 = 12 U d^{-1} = 12 \frac{U}{d}$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

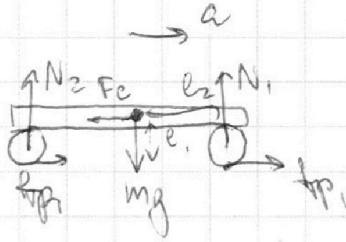
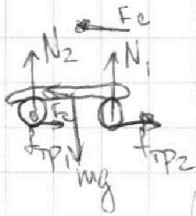
1 2 3 4 5 6 7



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

↓

$m = 240 \text{ кг}$



$P_{\text{пер}} = \text{const}$

$\frac{60}{240} = \frac{3}{x}$

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

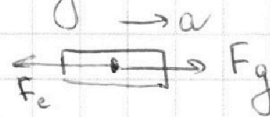
$l_1 (f_{TP1} + f_{TP2}) + l_2 N_1 = N_2 l_2$ не по момент.

$\mu mg - F_c = ma$

$F_c = \mu mg - ma$

$a_{\text{пер}} = \text{const}$

$a_{\text{comp}} \neq \text{const}$

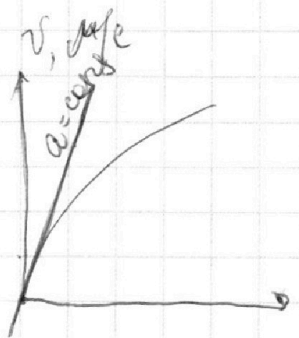


$ma = F_g - F_c$; $F_g = \text{const}$

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

$F_g = 200 \text{ кН}$

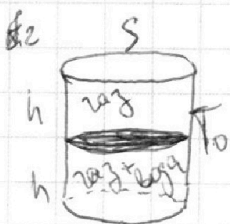
1) кинематика. $v = v_0 + a_0 t$ (Максвелл)



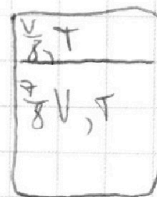
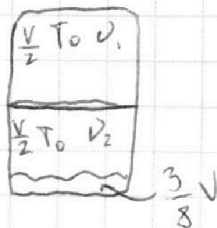
2) $ma_0 = F_g - F_0$

3) $F_g = \frac{m a_0}{n_1} + \frac{F_0}{n_2}$

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



$2hS = V$



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



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!

