



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-04

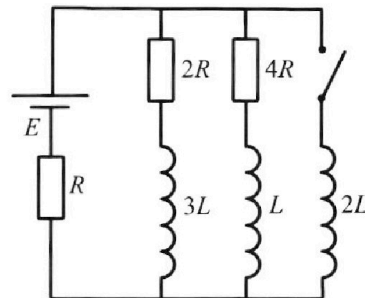
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



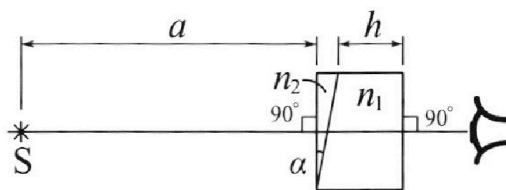
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_v = 1,0$. 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.



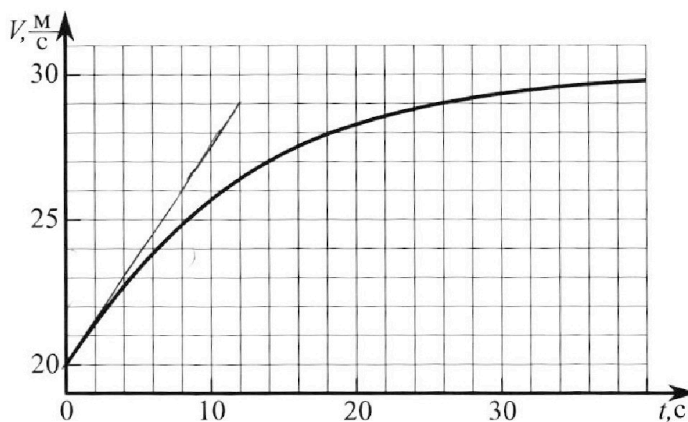
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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.



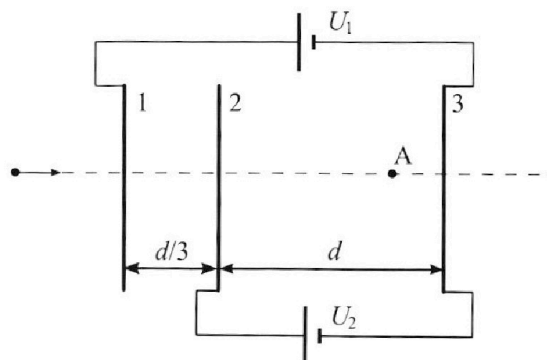
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность числа нного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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 объем $3V/8$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 4T_0/3 = 373$ К. Установившийся объем его верхней части стал равен $V/8$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объеме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объем жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·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 объема 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 A на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

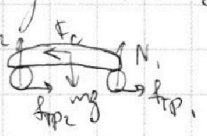
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!

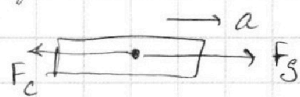
$m = 240 \text{ кг}$. $P_{\text{двиг}} = \text{const}$. Что дает мощность двигателя?
Если разнать шину, то: 

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

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

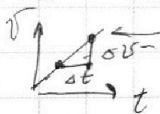
В конце разгона $a = 0 \Rightarrow$ по 3-му закону Ньютона $\Sigma F = 0$

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. $a = 0$)

 $ma = F_g - F_c$ (1)

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

Это покажет нам максимальное ускорение. Что

 $v = v_0 + at$. Кас. покажет $v(t)$ 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.

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

1) Кн-Менз. газ верх газа: $P_1 \frac{V}{2} = V_1 R T_0$ (1) $P_1 = P_2 = P_0$
 газ нижнего: $P_2 (\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}) = V_2 R T_0$ ($P_0 = 0$ по упр.)
 $\frac{V}{2} - \frac{3V}{8}$; между $\frac{3V}{8}$ находится вода.

$P_1 = P_2$ потому что $F_{\text{тр}} = 0$ $Q = 0$ $\Rightarrow \sum F = 0$
 $\Rightarrow$ Поверхности газа упр-е друг на друга.

$$\frac{P_1 \frac{V}{2}}{P_2 (\frac{V}{2} - \frac{3V}{8})} = \frac{V_1 R T_0}{V_2 R T_0} \Leftrightarrow \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} - \frac{3}{8}} = \frac{V_1}{V_2} \Leftrightarrow \boxed{4V_2 = V_1}$$

Всего газа между $V_2 + \Delta V$; где $\Delta V = k p w = k \cdot P_1 \cdot \frac{3V}{8}$ (р. газы между порш.)

$$\begin{matrix} \frac{V}{8} + V_1 \\ \frac{\Delta V}{8} T \\ V_2 + \Delta V \\ + P_{\text{атм}} \end{matrix}$$

2) Кн-Менз газ верх: $P_1 \frac{V}{8} = V_1 R T$; $P_1 = \frac{8V_1 R T}{V}$

Рав-во давлений в уст. равн: $P_1 = P_2 + P_{\text{атм}}$ (2)

$P_{\text{атм}} = P_{\text{атм}}$, т.к. $T = 373 \text{ K}$

Кн. Менз газ ниже: $P_2 \frac{7V}{8} = (V_2 + \Delta V) R T$; $P_2 = \frac{8(V_2 + \Delta V) R T}{7V}$

Подставим кн-Менз. в (2): $\frac{8V_1 R T}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{8(V_2 + \Delta V) R T}{7V}$

$V_2 = \frac{V}{4}$ Вспомогат., что $P_0 V = 2V_1 R T_0$ (из (1)) $\Leftrightarrow P_0 = \frac{V_1 R T_0}{2V}$
 $T = \frac{4}{3} T_0$, $\Delta V = \frac{3}{8} k P_0 V = \frac{3}{8} k \cdot 4 R T_0$, тогда:

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

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

$$P_0 = \frac{5}{16} P_{\text{атм}} + \frac{1}{7} P_0 \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{16} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6 \cdot 10^3 \right)$$

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

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



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) $\frac{V_{\text{верх}}}{V_{\text{ниже}}} = 4$

2) $\frac{35}{153} P_{\text{атм}}$

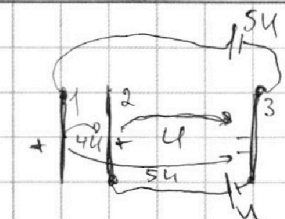
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 напряжение. Поэтому 3-й Кирхгофа дает 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: $5U$ 0 U Поставим потенциалы в каждой обкладке.

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

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

$\Rightarrow$ Шарик должен преодолеть первую сетку.

Следом из этого запишем, где начата точка 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) $K_3 - K_2$? $a_{23} = \frac{Uq}{md}$

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

$$\Rightarrow \Delta W_{K_2} (4-0)q = 4Uq$$

$$\Delta W_{K_3} = (0-0)q = 0$$

$$K_2 = \frac{mv_0^2}{2} - 4Uq \quad K_3 = \frac{mv_0^2}{2} - 0$$

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

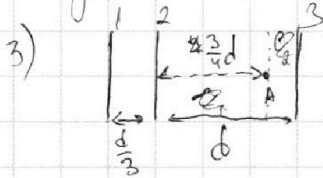
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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
Поскольку они эквивалентны, то

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

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

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

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

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

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

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

$$\varphi_A = \varphi_2 - E_{23} \cdot \frac{3}{4}d = 0 - \frac{U}{d} \cdot \frac{3}{4}d = -\frac{1}{4}U$$

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

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

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

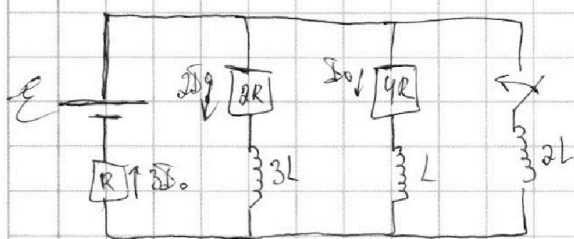
$$v = \sqrt{v_0^2 - \frac{Uq}{2m}}$$

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

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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



1) При разомкнутом ключе,
когда все установилось,
напишите как переключится

$$\Rightarrow 4\mathcal{E}, R = 2L_2 R \Rightarrow \mathcal{I}_2 = 2\mathcal{I}, \equiv 2\mathcal{I}_0; \mathcal{I}_3 = 3\mathcal{I}_0$$

$$\mathcal{E} = 4\mathcal{I}_0 R + 3\mathcal{I}_0 R = 7\mathcal{I}_0 R. \text{ Через } 4R \text{ течет } \mathcal{I}_0$$

$$\mathcal{I}_0 = \frac{\mathcal{E}}{7R}$$

2) После замыкания (сразу) ток в R не изм.
З-н Кирх: $-2L \cdot \dot{\mathcal{I}} + \mathcal{E} = 3\mathcal{I}_0 R$

$$2L \cdot \dot{\mathcal{I}} = \mathcal{E} - 3\mathcal{I}_0 R = \mathcal{E} - \frac{3}{7}\mathcal{E} = \frac{4}{7}\mathcal{E}$$

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

3) З-н Кирхгофа для цепи:

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

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

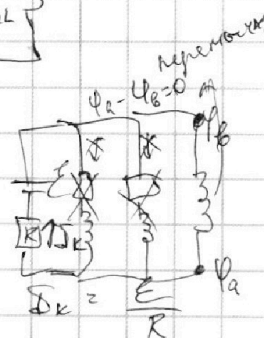
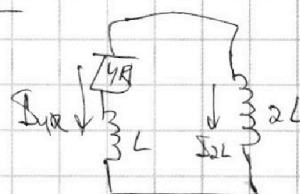
$$4R \int_0^q = 2L \cdot \int_0^{\mathcal{I}_{2L}} - L \cdot \int_0^{\mathcal{I}_{4R}}; \mathcal{I}_K = ?$$

$$4Rq = 2L \left(\frac{\mathcal{E}}{R} - 0 \right) - L(0 - \mathcal{I}_0)$$

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

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

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



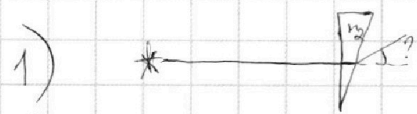
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

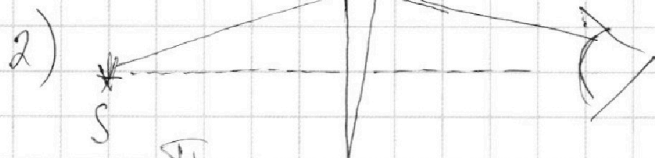
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Если $n_1 = n_6$, уберем n_1 .

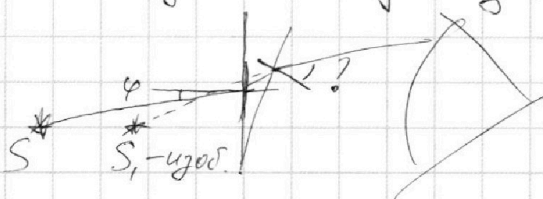
$\sin \alpha \cdot n_2 = \sin \beta$
 $\alpha \ll \lambda_{\text{pump}}$
 $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$
 $\alpha \cdot n_2 = \beta$

Wenn $\gamma_{\text{von}}: \beta - \alpha = d(n_2 - 1)$

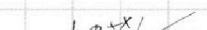


(не точный рисунок)

Пустыни южн. из С. По южному упол. Вза.



Посчитаем углы:

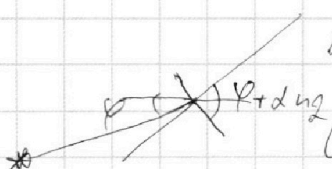

 $\varphi = x \cdot n_2$
 $\varphi \approx x \ll 1 \text{ rad.}$
 yron menygy 6 r. 1.

$$90 - (180 - 90 - 2 - x)^2$$

$$(d+x)u_2 = \varphi_1$$

$$\Delta n_2 + \frac{\varphi}{n_2} \cdot n_2 = \varphi_1 \Rightarrow \varphi_1 = \varphi + \Delta n_2$$

Тога.

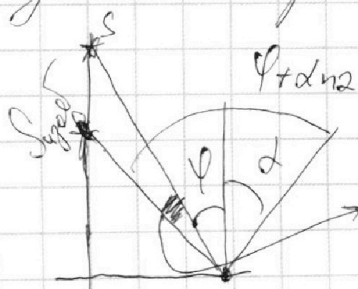


Всичко обяснено.

Расстояние в прыжке мало. Поэтому

приравнивает к одной точке $\Gamma_{\text{авт}} \varphi$ и $\Gamma_{\text{одн}}$

и разный периметрам. Поэтому:



$$\psi + \ln_2 - \psi - \lambda = \ln_2 - \lambda$$

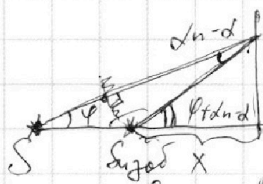
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$\alpha \ll 1 \text{ рад} \Rightarrow dn-d$ тем более мало

$\varphi \ll 1$ тогда

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

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

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

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

$\Leftrightarrow$ т.е. $\begin{array}{c} * \\ S \end{array} \begin{array}{c} * \\ S_2 \end{array} - \Gamma - \Delta = \begin{array}{c} * \\ S=S_2 \end{array} - \Delta$

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

Уберем правую часть с α : и n_1

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

~~Уберем левую часть:~~

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

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

Ответ: 1) α

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

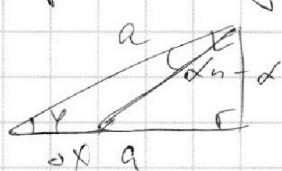
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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 $a \sin \alpha \approx a \alpha$ (тоже по а)

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

Теперь пункт 3:

Убираем плоскости: $\frac{h(n_1-1)}{S} - \frac{h(n_1-1)}{S_1} \approx \Delta x_1$

Убираем правую призму: $\frac{h(n_1-1)}{S} - \frac{h(n_1-1)}{S_1} \approx \Delta x_1$

$$\Delta x_1 \approx (a - h(n_1-1)) \cdot \alpha (n_1-1)$$

Убираем левую призму:

$$\Delta x_2 \approx (a - h(n_1-1) - \Delta x_1) \cdot \alpha (n_2-1)$$

$$\text{Тогда } \Delta x \approx h(n_1-1) + \Delta x_1 + \Delta x_2$$

$$\Delta x \approx h(n_1-1) + (a - h(n_1-1)) \cdot \alpha (n_1-1) + (a - h(n_1-1) - a - h(n_1-1) \alpha (n_1-1)) (n_2-1) \alpha$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



Handwritten solution on graph paper for a geometry problem involving angles and distances. The solution includes several diagrams and equations:

Diagram 1 (Top Left): Shows a horizontal line with points S, A, and B. A vertical line segment AB is drawn. A line segment SA is drawn. A line segment AB is drawn. A line segment AB is drawn. A line segment AB is drawn.

Diagram 2 (Top Right): Shows a triangle with angles α and β . A line segment is drawn from the vertex to the base. The angle between the line segment and the base is α . The angle between the line segment and the side is β .

Diagram 3 (Middle Left): Shows a triangle with angles $90^\circ - \alpha$ and $90^\circ - \beta$. A line segment is drawn from the vertex to the base. The angle between the line segment and the base is $90^\circ - \alpha$. The angle between the line segment and the side is $90^\circ - \beta$.

Diagram 4 (Middle Right): Shows a triangle with angles α and β . A line segment is drawn from the vertex to the base. The angle between the line segment and the base is α . The angle between the line segment and the side is β .

Equations:

$$n_2 \cdot d = \beta$$

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

$$x = x_1 \cdot n$$

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

$$= d + \frac{x}{n}$$

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

$$\varphi = dn + x$$

$$\varphi = 2nx$$

$$x = \frac{\varphi}{n}$$

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

$$= \varphi - d$$

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

$$x_2 = x - d$$

$$x_2 \cdot n = \varphi$$

$$\varphi = (x - d)n =$$

$$= \varphi - dn$$

$$\varphi - dn - \varphi + d =$$

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

$$= d - dn$$

Diagram 5 (Bottom Left): Shows a triangle with angles α and β . A line segment is drawn from the vertex to the base. The angle between the line segment and the base is α . The angle between the line segment and the side is β .

Diagram 6 (Bottom Right): Shows a triangle with angles α and β . A line segment is drawn from the vertex to the base. The angle between the line segment and the base is α . The angle between the line segment and the side is β .

Equations:

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

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!



4U
1 2
5U

13
0

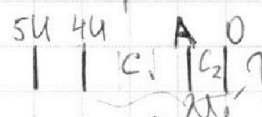
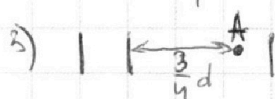
$$\Delta W_k \geq \Delta \varphi q$$

$$K_3 - K_2 \geq W_{K_3} - W_{K_2} \geq \Delta \varphi \cdot q$$

$$5Uq \geq 0 = \frac{W_{K_3}}{K_3}$$

$$0 - 4Uq \geq \Delta W_k$$

$$4Uq \text{ } \omega \omega_0 \Delta W_k > 0$$



Demons
b-1111

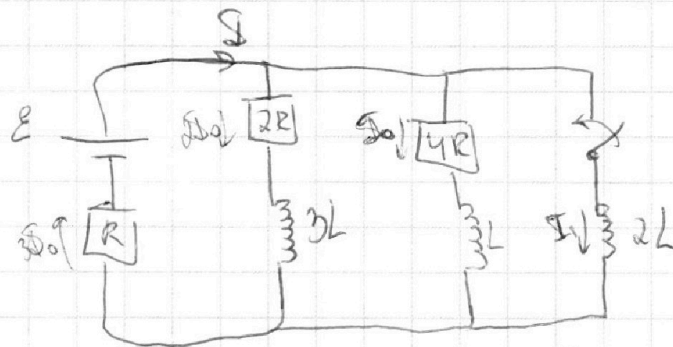
$$\frac{-q}{c} = \frac{-q}{c} \frac{c_2}{c_1 + c_2} \frac{d_1}{d_2}$$

$$c = \frac{\epsilon_1 \epsilon_2}{c_1 + c_2} \quad c_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d_1}$$

$$c_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d_2}$$

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

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

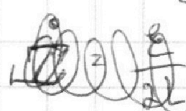


$$I_{0R} = E$$

$$I_0 = \frac{E}{2R}$$

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

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



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

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

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

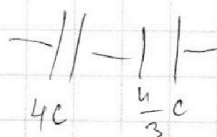
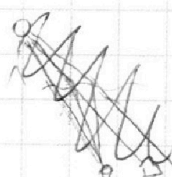
$$4R \int I_{4R} dt = 2L \int \dot{I}_{2L} dt - L \int \dot{I}_{4R} dt$$

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

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

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

NS



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

$$\frac{4 \cdot \frac{4}{3}}{14 + \frac{4}{3}} = \frac{1}{3}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

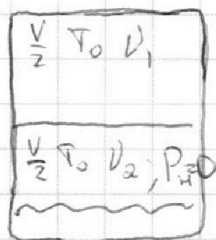
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



2.



$$P \frac{V}{2} = V_1 R T_0$$

$$P = P_0$$

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

$$P \left(\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right) = V_2 R T_0$$

$$P_0 = ?$$

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

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

$$\frac{P \frac{V}{2}}{V_1} = \frac{P \left(\frac{V}{2} - \frac{3V}{8} \right)}{V_2}$$

$$P V = 2 V_1 R T_0$$

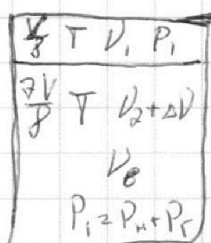
$$\frac{V_1 R T_0}{V} = \frac{P}{2} = \frac{8,1}{8}$$

$$V_{\text{газ}} = V_2 + \Delta V$$

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

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

$$= k \cdot \frac{3}{4} V_1 R T_0$$



$$P_1 = \frac{7V}{8} = (V_2 + \Delta V) R T$$

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

$$P_1 = P_{\text{атм}}$$

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

$$P_1 = \frac{V}{8} = V_1 R T$$

$$\frac{8 V_1 R T}{V} = P_{\text{атм}} + \frac{(V_2 + \Delta V) R T \cdot 8}{7 V}$$

$$\frac{306}{28} =$$

$$\frac{56 \cdot 8 \cdot 4}{30,6} =$$

$$R T = 3 \cdot 10^3 \text{ м/с}$$

$$8 V_1 R T = P_2 V + \frac{8}{7} \cdot R T \cdot \left(\frac{V}{4} + \frac{3}{4} k V_1 R T_0 \right)$$

$$= \frac{70}{306} =$$

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{V_1 R T_0}{V} = P_2 + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{V_1 R T_0}{V} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right)$$

$$\frac{4}{3} \cdot 8 \cdot \frac{P_0}{2} = P_2 + \frac{8}{7} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{P_0}{2} \left(\frac{1}{4} + \frac{3}{4} k R T_0 \right)$$

3.

$$S_0 \ell$$

$$S_0 - 10,12$$

$$246 - 0,12$$

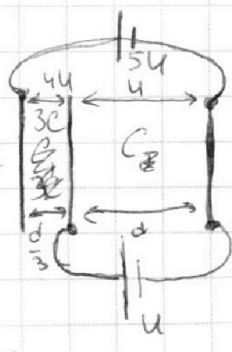
$$245,9$$

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

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

$$E_1 = 12 \mu d \cdot 12$$

$$E_2 = \frac{4}{d}$$



$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C U = q$$

$$C_1 = \frac{3 \epsilon_0 S}{d} \quad C_2 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

$$C_1 = 3 C_2 \quad C_2 = C$$

$$C U = q$$

$$12 C U = 12 q \cdot \frac{1}{2} = 6 q$$

$$E_2 q = F_k \quad m a = F_k = E_2 q$$

$$m a = \frac{E_2 q}{m} = \frac{4 q}{d m}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

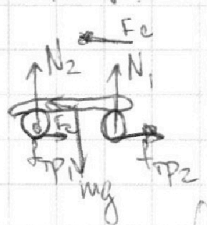
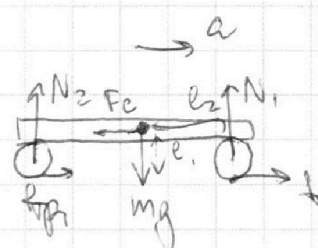
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

1

$m = 240 \text{ кг}$

$P_{\text{пер}} = \text{const}$

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

$$\begin{cases} N_1 + N_2 = mg \\ f_{1p1} + f_{1p2} - F_c = ma \end{cases}$$

не момент.

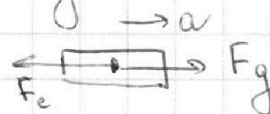
$$l_1(f_{1p1} + f_{1p2}) + l_2 N_1 = N_2 l_2$$

$\mu mg - F_c = ma$

$F_c = \mu mg - ma$

$a_{\text{пер}} = \text{const}$

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



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

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

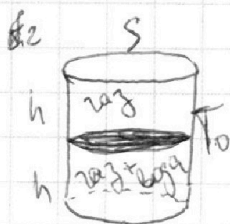
$$F_g = 200 \text{ Н}$$

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

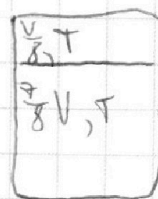
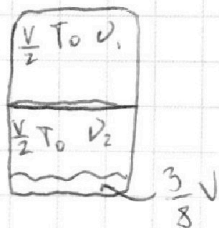
$$2) m a_0 = F_g - F_0$$

$$3) F_g = m a_0 + F_0$$

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



$$2hS = V$$



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



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!

