



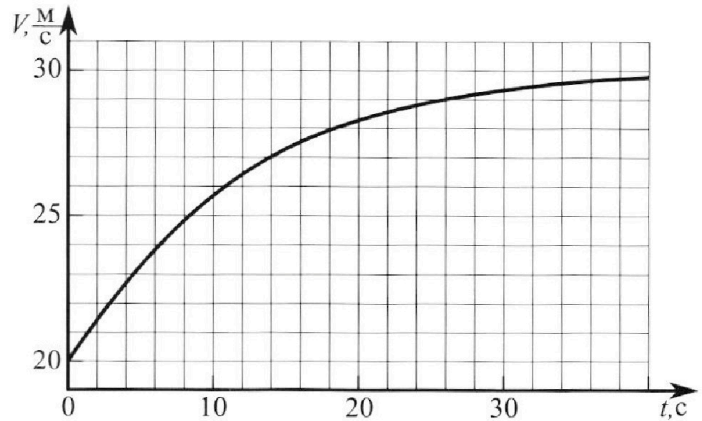
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02



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

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



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

2) Найти силу сопротивления движению F_1 при скорости V_1 .

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

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

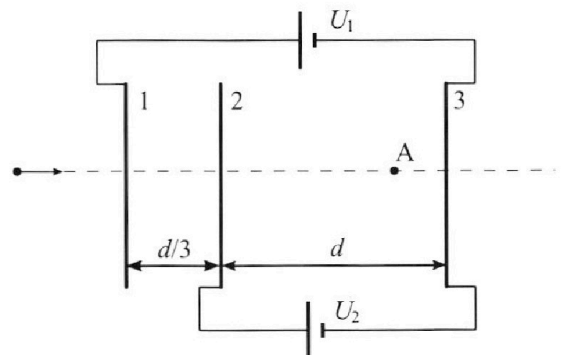
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится азот, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент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

По закону Генри, при заданной температуре количество $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$ моль/(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 объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

1) Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.

2) Определите конечное давление в сосуде P . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 2U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.

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

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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-02

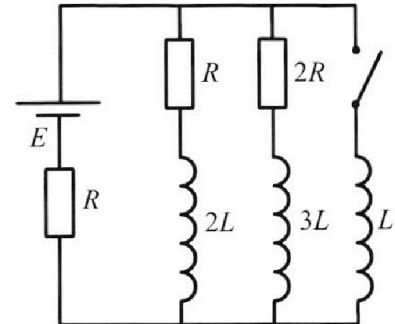
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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

- 1) Найти ток I_{20} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.



5. Оптическая система состоит из двух призм с показателями преломления n_1 и n_2 и находится в воздухе с показателем преломления $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 200$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

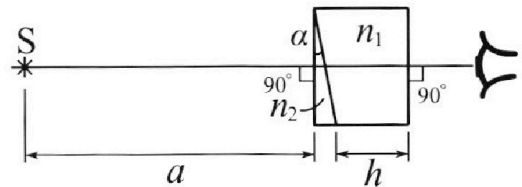


рис.). Угол $\alpha = 0,05$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$m = 300 \text{ кг}$
 $F_k = 405 \text{ Н}$
 $v_1 = 24 \text{ м/с}$

По графику определяем по углу наклона $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$

N - мощность
 $N = Fv$

В конце разгона мощность перестаёт зависеть от скорости $\Rightarrow a = 0 \Rightarrow 0 = F_N - F_k = \frac{N}{v_{\max}} - F_k$

$v_{\max} = 30 \text{ м/с}$

$$\frac{N}{v_{\max}} = F_k$$
$$N = F_k v_{\max}$$

$$m a_1 = F_N - F_1$$

$$F_1 = \frac{N}{v_1} - m a_1 = F_k \frac{v_{\max}}{v_1} - m a_1 = 405 \cdot \frac{30}{24} - 300 \cdot \frac{1}{4} = 480 - 75 = 375 \text{ Н}$$

$$N = N_F + N_a$$

N_F - часть, идущая на ^{рукоз.} ~~рукоз.~~ N_a - часть, идущая на глж.

$$N_F = F_1 v_1 \quad \frac{N_F}{N} = \frac{F_1 v_1}{F_k v_{\max} + m a_1 v_1} = \frac{F_1}{F_1 + m a_1} = \frac{375}{375 + 75} = \frac{375}{450} = \frac{5}{6} \approx 83,3 \%$$

Ответ: $a_1 = 0,25 \text{ м/с}^2$; $F_1 = 375 \text{ Н}$; $\frac{N_F}{N} = 83,3 \%$

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!



$$\frac{6R v_{m2} T}{V} = P_{ампл} + \frac{12 R v_{гн.} T}{4V} \text{ Круговое число}$$

~~2447~~

~~3 3 4 3 5~~

$$\frac{42 R \cdot 0,85 v_{гн.} T}{4V} - \frac{12 R v_{гн.} T}{4V} = P_{ампл}$$
$$\frac{(38,7 - 12) R v_{гн.} T}{4V} = P_{ампл}$$

~~P_{ампл}~~

$$\frac{\frac{40}{44} \cdot 6 R v_{гн.} T}{V} - \frac{12 R v_{гн.} T}{4V} = P_{ампл}$$

$$\frac{(\frac{1600}{44} - 12) R v_{гн.} T}{4V} = P_{ампл}$$

$$P_{ампл} = \frac{1116 R v_{гн.} T}{4 \cdot 44 V}$$

$$\rho = P_{ампл} + \frac{12 R v_{гн.} T}{4V} = P_{ампл} + \frac{12 \cdot 1116 \cdot 44 R v_{гн.} T}{1116 \cdot 44 \cdot 4V}$$

$$= P_{ампл} + \frac{12 \cdot 44}{1116} P_{ампл} = \frac{1600}{1116} P_{ампл} = \frac{400}{279} P_{ампл}$$

$$\text{Ответ: } \frac{v_{m2}}{v + v_{ср}} = 0,85; \rho = \frac{400}{279} P_{ампл}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$V \neq$$

$$T = 373$$

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

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

$$k \approx 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{м}^3 \cdot \text{Па})$$

$$\frac{v_{N_2}}{\Delta v + v_{CO_2}} - ?$$

$$p - ?$$

Начало

$$p_{N_2} = p_{CO_2} = T_0$$

$$p_{N_2} \frac{V}{2} = R v_{N_2} T_0$$

$$p_{CO_2} \frac{V}{4} = R v_{CO_2} T_0$$

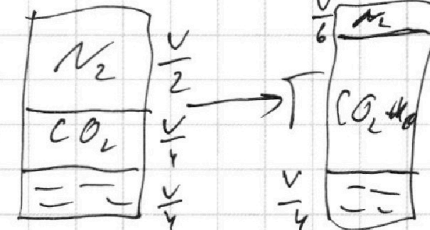
$$\Delta v = k p_{CO_2} \frac{V}{4}$$

$$\Delta v p_{CO_2} \frac{V}{4} = R v_{CO_2} T_0 \cdot k p_{CO_2} \frac{V}{4}$$

$$\Delta v = RT_0 k v_{CO_2}$$

$$\frac{2 R v_{N_2} T_0}{V} = \frac{2 R v_{CO_2} T_0}{V}$$

$$v_{N_2} = 2 v_{CO_2}$$



$$\Delta v + v_{CO_2} = v_{CO_2} (RT_0 k + 1)$$

$$\frac{v_{N_2}}{\Delta v + v_{CO_2}} = \frac{2 v_{CO_2}}{v_{CO_2} (RT_0 k + 1)} = \frac{2}{\frac{3}{4} RT_0 k + 1} = \frac{2}{\frac{3}{4} \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} + 1}$$

$$= \frac{2}{\frac{27}{20} + 1} = \frac{2 \cdot 20}{27 + 20} = \frac{40}{47} = 0,85$$

Во втором случае $T = 373 \text{ K} = 100^\circ \text{C} \Rightarrow$

$$p_{H_2O} = p_{амм}$$

$$p_{амм} + p_{CO_2} = p_{амм}$$

$$p_{амм} \cdot \frac{V}{6} = R v_{N_2} T$$

$$p_{CO_2} \cdot \left(\frac{6V}{6} - \frac{V}{4} \right) = R v_{CO_2} T$$

$$v_{амм} = v_{CO_2} + \Delta v$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$d, q > 0$

$u_1 = 2u$

$u_2 = u$

m

$a_{23}?$

$k_3 - k_2?$

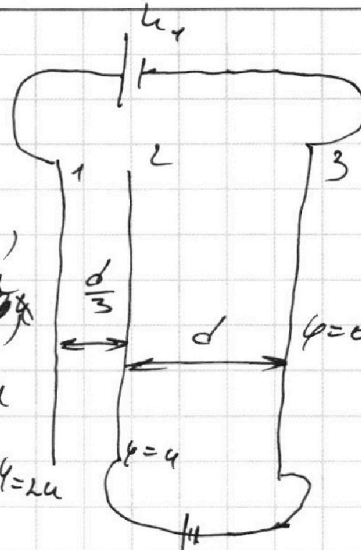
$v_1?$

Пусть пронумерованы
сетки
3-0, сетки
2-~~0~~ сетки
1-2u

П.к. размеры сеток $\gg d$, $\varphi = 2u$

то поле можно считать u_2

суперпозицией



$E_{23} = \frac{u}{d}$ $ma_{23} = E_{23}q$ $a_{23} = \frac{uq}{md}$

$k_3 - k_2 = A_{\text{поля}} \Rightarrow k_3 - k_2 = qu$

Поскольку все заряды на сетках равны qu , то суммарный заряд сеток $= 0$, но

все заряды на сетках направлены в одну сторону

и будут создавать поле в промежутке между сетками

будет такой $m v_0$ в точке у которой $u = u_0$

Это будет при прохождении $\varphi/2$ сетки

$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = \frac{2}{3} qu$

$v_1^2 = v_0^2 + \frac{4qu}{3m}$ $v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4qu}{3m}}$

Ответ: $a_{23} = \frac{uq}{md}$; $k_3 - k_2 = qu$; $v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{4qu}{3m}}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

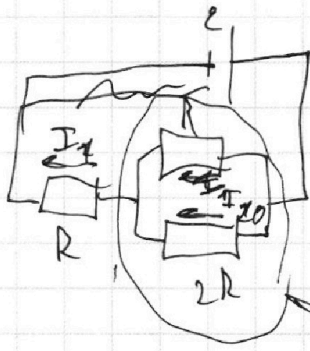
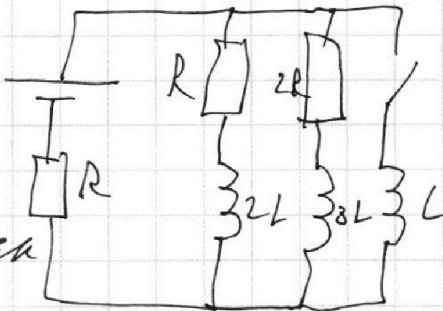
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



ε, L, R / При установившемся режиме на катушке индуктивности, как показано



$$I_{20} = \varepsilon \cdot \frac{\frac{2}{3}R}{\frac{2}{3}R + R} \cdot \frac{1}{R} = \frac{2}{5} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$I_1 = \varepsilon \cdot \frac{R}{\frac{2}{3}R + R} \cdot \frac{1}{R} = \frac{3}{5} \frac{\varepsilon}{R}$$

$$\frac{2}{3}R$$

При замыкании:

$$\varepsilon - I_L' L = I_1 R$$

$$I_L' L = \varepsilon - \frac{3}{5} \varepsilon$$

$$I_L' = \frac{2\varepsilon}{5L}$$

$$-I_L' L + I_{3L}' \cdot 3L = -I_{2R}' \cdot 2R \quad / \cdot (-dt)$$

$$dI_L L + 3L dI_{3L} = 2R dq$$

Потому: $(\frac{\varepsilon}{R} - 0)L - 3L(0 - \frac{\varepsilon}{5R}) = 2R q$

$$\frac{4\varepsilon}{5R} L = 2R q$$

$$q = \frac{4L\varepsilon}{5R^2}$$

Ответ: $I_{20} = \frac{\varepsilon}{5R}$; $I_L' = \frac{2\varepsilon}{5L}$; $q = \frac{4L\varepsilon}{5R^2}$

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

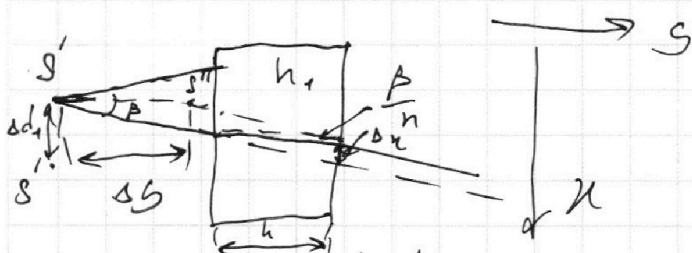
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

а) **преобразование**
 Тогда Δ поле преломления оти
 пойдут по углам δ и 0 , а про-
 должением лучей сойдутся на расстоя-
 нии δd_1 . Из геометрии следует, что δd_1 ^{меньше и}
 $\delta d_1 = \delta d_1 = a \cdot \delta d = a \cdot \delta \cdot 200 \cdot 0,03 = 6 \text{ см}$ ^{равен}
 3) Если $n_1 > 0$, то смотрим на то, как ^{маленький} ^{наклоны}
 суживается новое изображение



$$\Delta h = h \beta - h \frac{\beta}{n_1}$$

$$\frac{\Delta h}{\Delta g} = \beta \approx \beta \Rightarrow \Delta g = \frac{\Delta h}{\beta} = \frac{h \beta - h \frac{\beta}{n_1}}{\beta} = \frac{h(n_1 - 1)}{n_1}$$

$$\Delta d_2 = \sqrt{\Delta d_1^2 + \Delta g^2} = \sqrt{(a \cdot \Delta d)^2 + \left(\frac{h(n_1 - 1)}{n_1}\right)^2} = \sqrt{(a(n_1 - 1)d)^2 + \left(\frac{h(n_1 - 1)}{n_1}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{(200 \cdot 0,6 \cdot 0,06)^2 + \left(\frac{3 \cdot 0,8}{1,8}\right)^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = \sqrt{36 + 16} = \sqrt{52} =$$

$$= 7,2 \text{ см}$$

Ответ: $\delta d = 0,03$; $\delta d_1 = 6 \text{ см}$; $\delta d_2 = 7,2 \text{ см}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$n_1 = 1$

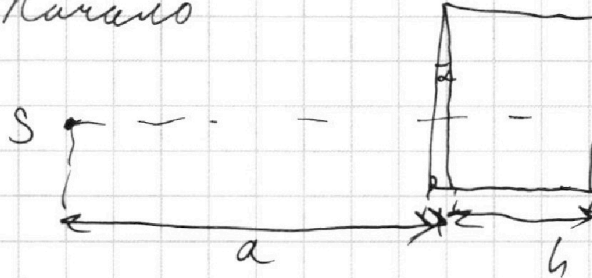
$a = 200 \text{ см}$

$L = 0,05$

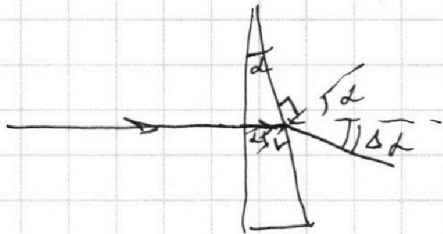
$h = 9 \text{ см}$

$\Delta L, \Delta d, \Delta h$

Начало



1) при $n_1 = n_0 = 1$ считаем, что оптика - вакуум

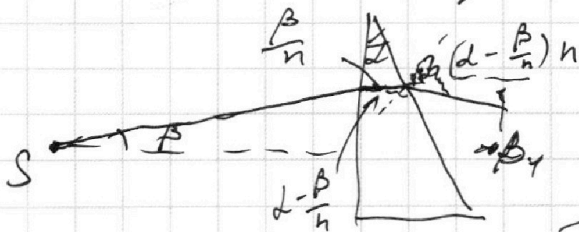


2 малым $\Rightarrow \sin \alpha \approx \alpha$

$\Delta L + L = L \cdot n_2$

$\Delta L = (n_2 - 1)L = (1,6 - 1) \cdot 0,05 = \frac{3}{8} \cdot \frac{5}{100} = 0,03$

2) ~~эта часть не решена~~



$\beta_1 = (\alpha - \frac{\beta}{n})n - \alpha = \frac{\beta - (n-1)\alpha}{n-1}$

значит, при малых углах все лучи будут отклоняться на $(n-1)\alpha$

Поскольку все лучи будут идти из одной точки, то достаточно рассмотреть луч, перпендикулярный стороне и луч под углом ΔL



Поскольку все лучи будут идти из одной точки, то достаточно рассмотреть луч, перпендикулярный стороне и луч под углом ΔL

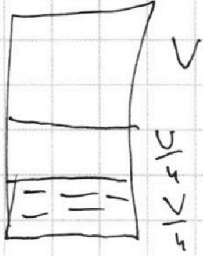
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$v_{gr} R T_0 = p_{gr} \frac{V}{4}$$

$$v_{n_2} R T_0 = v_{n_2} p_{n_2} \frac{V}{2}$$

$$\Delta v = k p \frac{V}{4}$$

$$R T_0 v_{gr} = p \frac{V}{4}$$

$$v_{CO_2} = \frac{pV}{4RT_0} + \frac{k p V}{4} = \frac{pV}{4} \left(\frac{1}{RT_0} + k \right)$$

$$v_{CO_2} = R T_0 v_{gr} \left(\frac{1}{RT_0} + k \right) = v_{gr} (1 + k R T_0)$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 44 \\ 8 \\ \hline 376 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2 \\ \times 44 \\ 8 \\ \hline 88 \end{array}$$

$$3 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4} + \frac{3}{5} \cdot 10^{-3}$$

$$6x^2 - 24dx + 2d^2 = 0 \quad \begin{array}{r} 60 \\ -120 \\ \hline 40 \end{array} \quad \begin{array}{r} 40 \\ -80 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$x^2 - 4dx + 2d^2 = 0 \quad \begin{array}{r} 30 \\ -60 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 30 \\ -60 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$D = 16 - 8 = 8 \quad \begin{array}{r} 376 \cdot 10 \\ 240 \\ \hline 488 \end{array} \quad \frac{1}{d-n} = \frac{x-3d}{n^2-dx}$$

$$d = \frac{4 \pm \sqrt{8}}{2} = \frac{4 \pm 2\sqrt{2}}{2} = 2 \pm \sqrt{2}d \quad \begin{array}{r} 80 \\ \times 2 \\ \hline 160 \end{array} \quad x^2 - dx = 4dx - n^2 dx^2$$

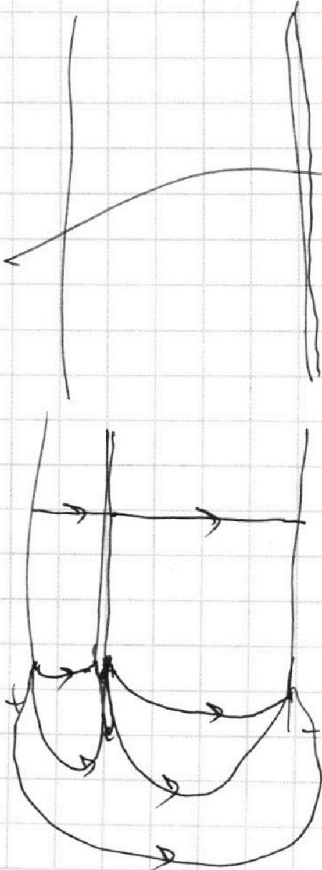
$$(2 - \sqrt{2})d \quad \frac{8}{x} - \frac{2}{4d-x} - \frac{1}{4d-x} = 0$$

$$2x^2 - 23dx + 8n^2 = 0 \quad \begin{array}{r} 2x^2 - 8dx + 2d^2 = 0 \\ -9n^2 - 4dx + 6d^2 = 0 \end{array}$$

$$= dx - n^2 \quad \begin{array}{r} -20 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 2x^2 - 8dx + 2d^2 = 0 \\ -9n^2 - 4dx + 6d^2 = 0 \end{array} \quad D = 16 - 240$$

$$\frac{3}{x} - \frac{2}{d-n} = \frac{d}{4d-x} = 0$$

$$\frac{3d-5x}{dx-n^2} = \frac{1}{4d-n}$$



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!

$$\frac{p_0 V}{6RT} + \frac{2}{7} \nu_{CO_2} = \frac{2 \nu_{CO_2}}{(1 + \frac{3}{4} kRT)} + 2 \nu_{H_2O}$$

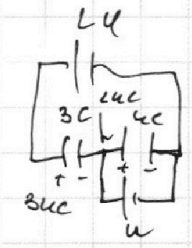
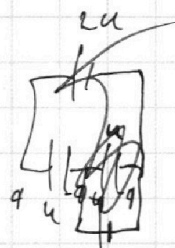
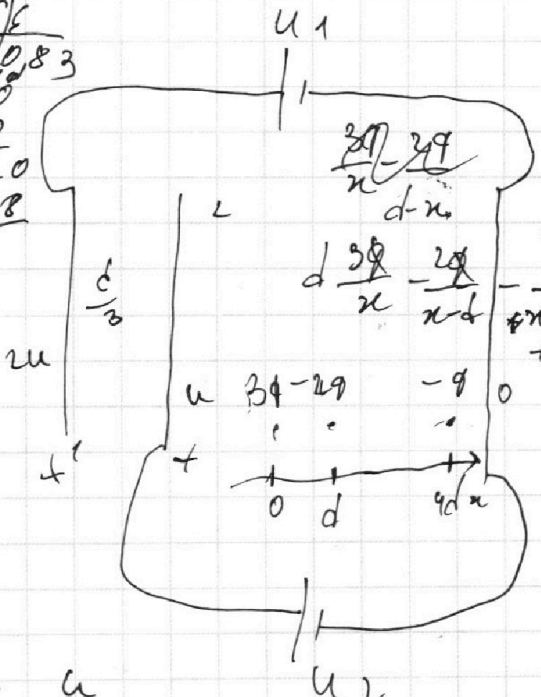
$$\nu_{H_2O} = \frac{p_0 V}{12RT} + \frac{\nu_{CO_2}}{7} - \frac{\nu_{CO_2}}{1 + \frac{3}{4} kRT}$$

$$\nu_{N_2} = \frac{p_0 V}{12RT} + \frac{2}{7} \nu_{CO_2}$$

$$\nu_{H_2O} + \nu_{CO_2} = \frac{p_0 V}{12RT} + \frac{\nu_{CO_2}}{7} - \frac{\nu_{CO_2}}{1 + \frac{3}{4} kRT} + \nu_{CO_2}$$

$$\frac{376}{460} = \frac{45}{30} = \frac{15}{18} = \frac{5}{6} \sim 3$$

$$\frac{5k}{60} = \frac{10}{120} = \frac{15}{180} = \frac{1}{12}$$



$$\frac{\sigma_1 \cdot \frac{4}{3}d - \sigma_2 \cdot \frac{4}{3}d}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma_2 \cdot \frac{4}{3}d}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}$$

$$\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3 = 0$$

$$\begin{cases} \frac{\sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} \frac{d}{3} = U \frac{\kappa - 3d}{\kappa - 3d} = 1 \\ \frac{\sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_3}{2\epsilon_0} d = U \frac{\kappa^2 - d\kappa}{\kappa^2 - d\kappa} = \kappa \\ \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 = 0 \end{cases}$$

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

$$\frac{qE}{m} = a$$

$$= \frac{qU}{dm} = a$$

$$qu = \Delta k$$

$$\Delta W = qu + \frac{2}{3}qu$$

$$\kappa = 2d \quad d \kappa = \kappa^2 d$$

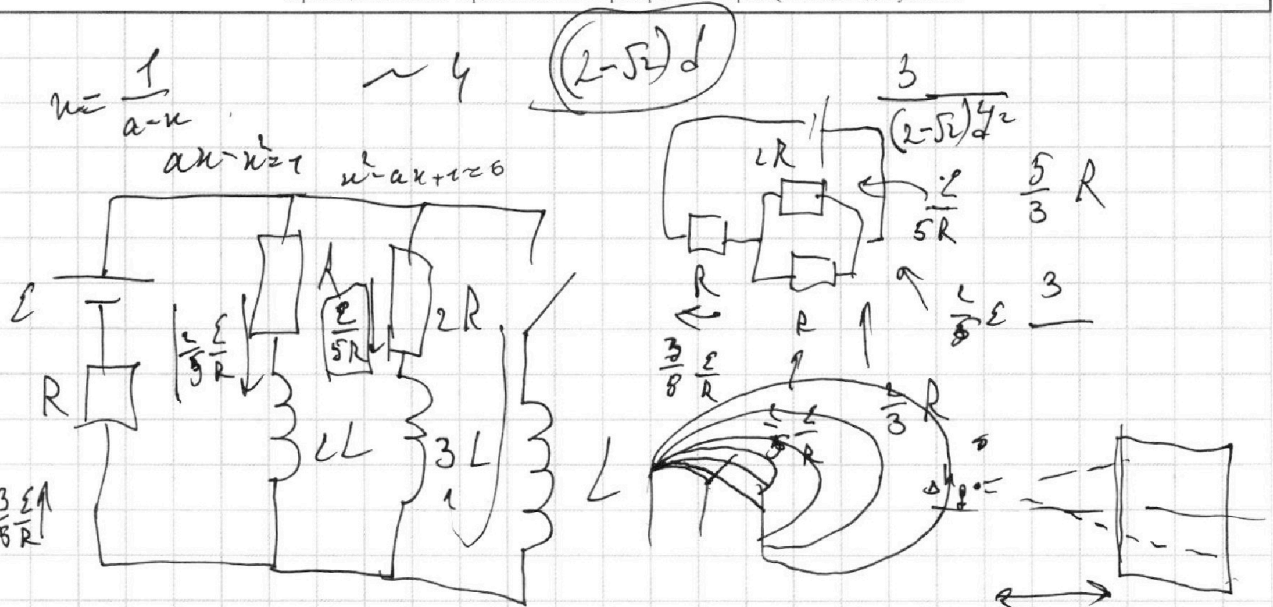
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$n = \frac{1}{a-k}$

$ak - k^2 = 1$ $k^2 - ak + 1 = 0$

$(2\sqrt{5})d$

$\frac{3}{(2\sqrt{5})^2}$

$\frac{5}{3}R$

$\frac{3}{5}R$

$\frac{3}{5}R$

$\frac{3}{5}R$

$E - I'L = \frac{3}{5}E$

$-I'L + I'_{3L} \cdot 3L = -I'_{2R} \cdot 2R$

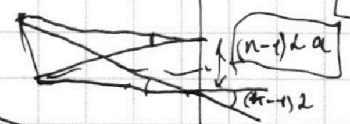
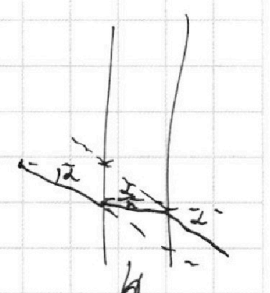
$I'L = \frac{2}{5}E$

$I'L - 3LI'_{3L} = 2RI'_{2R}$

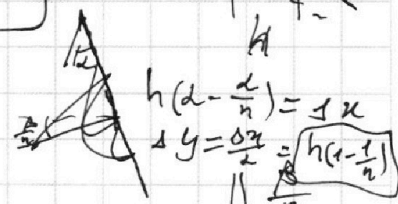
$I' = \frac{2L}{5} \frac{E}{L}$

$dI'L - 3LdI'_{3L} = 2Rdq$

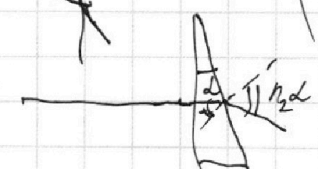
$q = \frac{L \left(\frac{E}{R} + 3 \cdot \frac{E}{5R} \right)}{2R}$



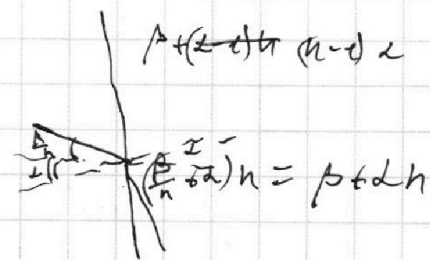
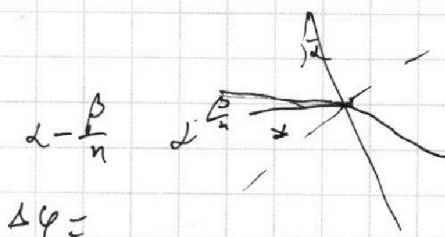
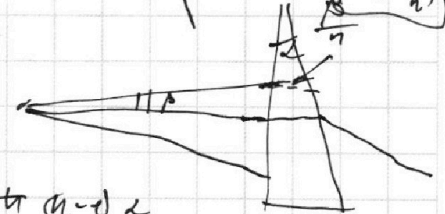
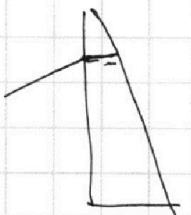
~ 5



$h \left(d - \frac{d}{n} \right) = f \cdot k$
 $\Delta y = \frac{0.2x}{2} = \frac{h(n-1)}{n}$



$n_2 d - d$



$\beta = -\frac{h}{a}$

$\Delta \varphi =$

$\beta \left(d - \frac{d}{n} \right) = (n-1) \cdot d$

$\left(\frac{E}{n} \frac{d}{a} \right) n = \beta d h$

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!



$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ м/с}^2$$

$$N = Fv$$

$$N = F_k v_m$$

$$ma = \frac{N}{v_1} - F_c$$

$$F_1 = F_k \frac{v_m}{v_1} - ma = \frac{40}{24} - \frac{1}{4} \cdot 300 = \dots$$

$$N = F_1 v + ma v$$

$$\frac{F_1 v}{F_1 v + ma v} = \frac{F_1}{F_1 + ma}$$

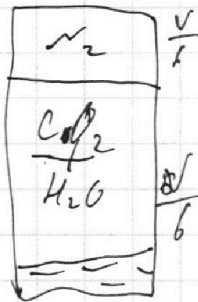
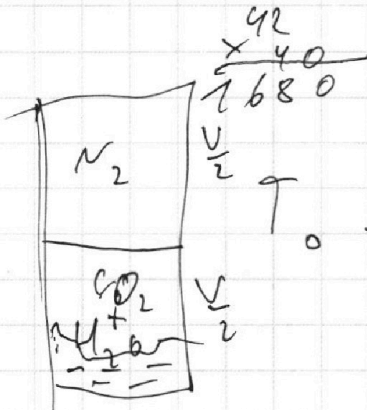
$$\frac{5}{6} - \frac{1}{4} = \frac{10-3}{12}$$

23,7

$$p_{\text{гн}} \cdot \frac{4V}{12} = RvT$$

$$\frac{2Rv_0 T_0}{v} = \frac{4Rv_0 T_0}{v} + \frac{4Rv_0 T_0}{v}$$

~ 2



$$\begin{cases} p_{N_2} = p_{CO_2} + p_{H_2O} \\ p_{N_2} \frac{v}{2} = Rv_{N_2} T_0 \\ p_{CO_2} \frac{v}{4} = Rv_{CO_2} T_0 \\ p_{H_2O} \frac{v}{4} = Rv_{H_2O} T_0 \end{cases}$$

$$\frac{v_{N_2}}{v_{CO_2} + v_{H_2O}} = \frac{p_{CO_2} \frac{v}{4}}{(p_{CO_2} + p_{H_2O}) \frac{v}{4}} = 2$$

$$\Delta v = k p_{CO_2} \frac{v}{4}$$

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{k p_{CO_2} \frac{v}{4}}{p_{CO_2} \frac{v}{4}} = \frac{k}{RT_0}$$

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

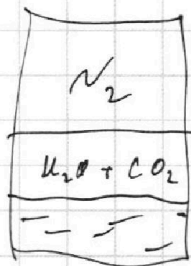
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$p_{H_2O} + p_{CO_2} = p_{N_2}$$

$$V_{CO_2} = V_{H_2O} + k p_{H_2O} \frac{V}{4}$$

$$p_{H_2O} \frac{V}{4} = R V_{H_2O} T$$

$$p_{CO_2} \frac{V}{12} = R V_{CO_2} T$$

$$p_{N_2} \frac{V}{6} = R V_{N_2} T$$

$$V_{H_2O} + V_{N_2} = \frac{2V_{N_2}}{2}$$

$$V_{H_2O} = \frac{p_{H_2O} V}{4RT_0}$$

$$V_{CO_2} = \frac{p_{CO_2} V}{4RT_0} + \frac{k p_{CO_2} V}{4} =$$

$$= \frac{p_{CO_2} V}{4} \left(\frac{1}{RT_0} + k \right) = V_{H_2O} RT_0 \cdot$$

$$\dots = p_{H_2O} (1 + kRT_0)$$

$\begin{matrix} 1 & 2 \\ 72 & 73 \\ \times 72 & 73 \\ \hline 144 & 73 \\ 504 & 219 \\ \hline 3184 & 511 \end{matrix}$

$0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 9 \cdot 10^3 \cdot \frac{3}{4}$

$V_{N_2} = 2 \cdot \begin{matrix} 71 \\ \times 71 \\ \hline 1171 \\ 494 \\ \hline 5041 \end{matrix}$
 $p_{N_2} = \frac{6RT_{N_2} T}{V}$
 $p_{CO_2} = \frac{12kV_{CO_2} T}{4V}$

$$\frac{6}{6} - \frac{1}{4} = \frac{10-3}{12} = \frac{7}{12}$$

$$p_0 + p_{CO_2} = p_{N_2}$$

$$p_{N_2} \frac{V}{6} = R V_{N_2} T$$

$$p_{CO_2} \frac{12V}{12} = R V_{CO_2} T$$

$$p_0 + \frac{12}{4} \frac{R V_{CO_2} T}{V} = 6 \frac{R V_{N_2} T}{V}$$

$$V_{N_2} = \frac{p_0 V}{6RT} + \frac{2}{7} V_{CO_2}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{3}{2} R V_{N_2} T &= p_{N_2} \frac{V}{2} \\ p_{CO_2} \frac{V}{4} &= \frac{3}{4} R \frac{V_{CO_2}}{1+kRT} \\ p_{H_2O} \frac{V}{4} &= \frac{3}{4} R V_{H_2O} T \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} p_{N_2} &= \frac{3R V_{N_2} T}{2V} \\ p_{CO_2} &= \frac{3R V_{CO_2} T}{V(1+\frac{3}{4}kRT)} \\ p_{H_2O} &= \frac{3R V_{H_2O} T}{V} \end{aligned} \right.$$

$$\frac{3R V_{CO_2} T}{V} = \frac{2V_{CO_2}}{(1+\frac{3}{4}kRT)} + 2V_{H_2O}$$

$$= \frac{3R V_{CO_2} T}{V(1+\frac{3}{4}kRT)} + \frac{3R V_{H_2O} T}{V}$$