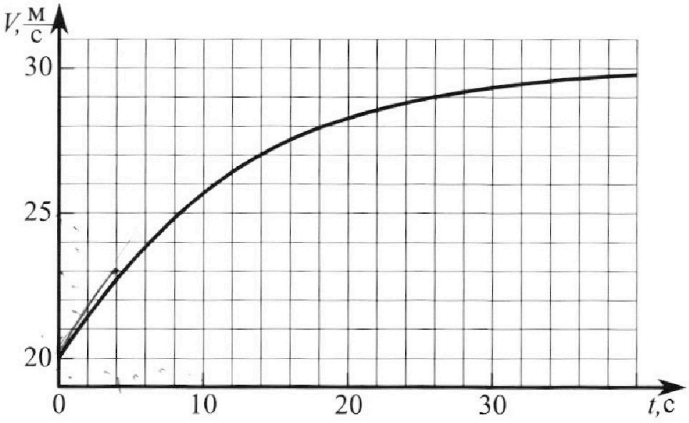
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

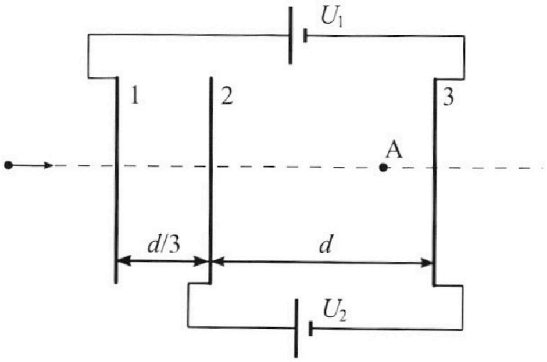
Требуемая точно сть численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 $\Delta\nu$ 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 $k \approx 0{,}6\cdot10^{-3}$ моль/(м^3·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3\cdot10^3$ 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 $P_{АТМ}$ (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.



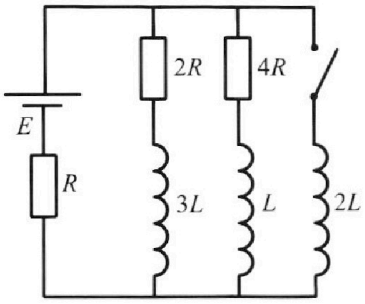
1) Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 2 и 3.
2) Найти разность $K_3 - K_2$, где K_2 и K_3 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 2 и 3.
3) Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $3d/4$ от сетки 2.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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

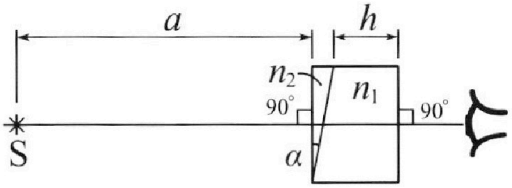
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.



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 чис ловыми 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.



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.

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!

МФТИ

N1.

1) Проводя кас., можно найти ускорение, найдя угол наклона кас.

$$a_0 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{2\,\frac{м}{с} - 20\,\frac{м}{с}}{4\,с - 0} = \frac{3}{4}\,\frac{м}{с^2}$$

$F_к = 200\,Н$.

В конце разгона ускорение мало и мощность идет на ~~мощность силы~~ преодол. сопр.

$P = F_к \cdot V_к = \cancel{\ }$, $V_к = 30\,\frac{м}{с}$, $P = 200\,Н \cdot 30\,\frac{м}{с} =$

$= 6000\,Вт$.

$P = F_c V + maV$

$P = F_0 V_0 + ma_0 V_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P - ma_0 V_0}{V_0} =$

$= \frac{P}{V_0} - ma_0 = \frac{6000\,Вт}{20\,\frac{м}{с}} - 240\,кг \cdot \frac{3}{4}\,\frac{м}{с^2}$

$= 300\,Н - 180\,Н = 120\,Н$.

$$\alpha = \frac{F_0 V_0}{P} = \frac{F_0 V_0}{F_0 V_0 + ma_0 V_0} = \frac{1}{1 + \frac{ma_0 \cancel{V_0}}{F_0 \cancel{V_0}}} =$$

$$= \frac{1}{1 + \frac{3}{2}} = \frac{2}{5}$$

Ответ: 1) $a_0 = \frac{3}{4}\,\frac{м}{с^2}$, 2) $F_0 = 120\,Н$, 3) $\alpha = \frac{2}{5}$.

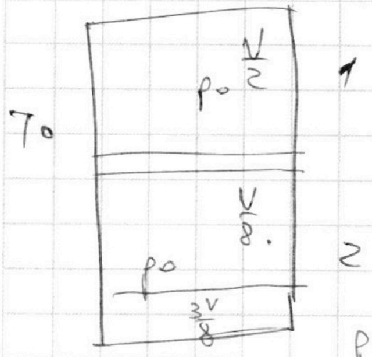
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

№2.



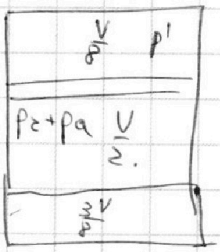
1) $p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0 \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 V}{2RT_0}$

$p_0 \frac{V}{8} = \nu_0^{CO_2} RT_0 \Rightarrow \nu_0^{CO_2} = \frac{p_0 V}{8RT_0}$

$p_{в.п.0} \frac{V}{8} = \nu_{в.п.} RT_0$, т.к. $p_{в.п.0} \approx 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \nu_{в.п.0} \approx 0.$

$$\boxed{\frac{V \cdot 8 \cdot 4}{2 \cdot 8} = \frac{\nu_1}{\nu_0^{CO_2}} = 4}$$



2) $\Delta\nu = p_0 \frac{3V}{8} k = \frac{3}{8} k p_0 V.$

$\nu^{CO_2} = \nu_0^{CO_2} + \Delta\nu =$

$= \frac{p_0 V}{8RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V = p_0 \left(\frac{V}{8RT_0} + \frac{3}{8} kV \right)$

$p' \frac{V}{8} = \nu_1 RT \Rightarrow p' = \frac{8 \nu_1 RT}{V} = \frac{4 \cdot 8RT}{V} \cdot \frac{p_0 V}{2RT_0} = \frac{4T}{T_0} p_0.$

$p_2 \frac{V}{2} = \nu^{CO_2} RT \Rightarrow p_2 = \frac{2 \cdot p_0 RT}{V} \left(\frac{V}{8RT_0} + \frac{3}{8} kV \right) =$

$= p_0 \left(\frac{RT}{4RT_0} + \frac{3k \cdot RT}{4} \right) = p_0 \left(\frac{T}{4T_0} + \frac{3kRT}{4} \right)$

$p' = p_a + p_2$

$\frac{4T}{T_0} p_0 = p_a + p_0 \left(\frac{T}{4T_0} + \frac{3kRT}{4} \right)$

$p_0 \left(\frac{4T}{T_0} - \frac{T}{4T_0} - \frac{3kRT}{4} \right) = p_a$

$p_0 \cdot \left(\frac{15}{4} \cdot \frac{T}{T_0} - \frac{3}{4} kRT \right) = p_a.$

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!

МФТИ

$$p_0 \cdot \left(\frac{\cancel{12}\,5}{\cancel{4}} \cdot \frac{\cancel{4}\cancel{10}}{\cancel{3}\cdot\cancel{10}} - \frac{3}{4} \cdot 0{,}6 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot 3 \cdot \cancel{10^{3}} \right) = p_a$$

$$\begin{array}{r} 100 \\ -\ 27 \\ \hline 73 \end{array}$$

$$p_0 \cdot \left(5 - \frac{9 \cdot \cancel{6}^{3}}{4\,\cancel{6}\,\cancel{10}_{5}} \right) = p_a$$

$$p_0 \left(5 - \frac{27}{20} \right) = p_a$$

$$p_0 \frac{100 - 27}{20} = p_a \Rightarrow \boxed{p_0 = p_a \cdot \frac{20}{73}}$$

Ответ: 1) 4, 2) $p_0 = \frac{20}{73} p_a$.

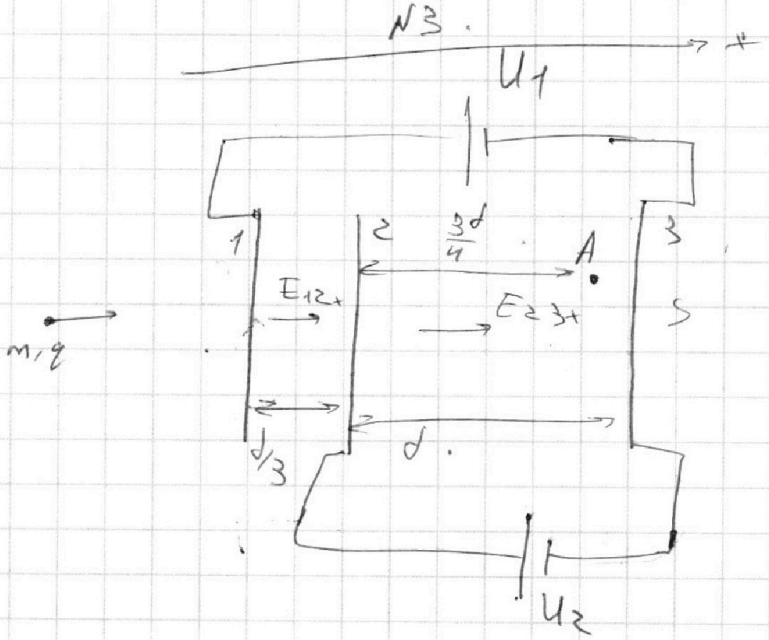
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

N3.



$S \gg d.$

$U_1 = 5U$

$U_2 = U.$

$m, q > 0.$

$a_{23} - ?$

$E_{23x} d - U_2 = 0.$

$E_{23x} = \frac{U_2}{d} = \frac{U}{d}$

$F_{23} = E_{23x} q = m a_{23} \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{a_{23} = \frac{U_2 q}{dm} = \frac{Uq}{md}}$

$k_3 - k_2 - ?$

$E_{12x} \frac{d}{3} + U_2 - U_1 = 0 \Rightarrow E_{12x} = \frac{3(U_1 - U_2)}{d} = \frac{3 \cdot 4U}{d} = 12\frac{U}{d}$

$k_2 + E_{23x} \cdot q \cdot d = k_3$

$k_3 - k_2 = E_{23x} q d = \frac{U}{d} \cdot q d = Uq.$

$\boxed{k_3 - k_2 = Uq}$

$\frac{mV_0^2}{2} + \left(E_{12x}\frac{d}{3} + E_{23x} \cdot \frac{3d}{4}\right) q = \frac{mV_A^2}{2}.$

$E_{12x}\frac{d}{3} + E_{23x}\frac{3d}{4} = 4\frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} + \frac{U}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{3}{4}U + 4U = \frac{19}{4}U.$

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!

МФТИ

$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{19}{2}Uq = \frac{mv_A^2}{2}.$$

$$v_0^2 + \frac{19Uq}{2m} = v_A^2 \Rightarrow \boxed{v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19Uq}{2m}}}$$

Ответ: $v_A = \sqrt{v_0^2 + \frac{19Uq}{2m}}$, $k_3 - k_2 = Uq$

$a_{23} = \frac{Uq}{md}.$

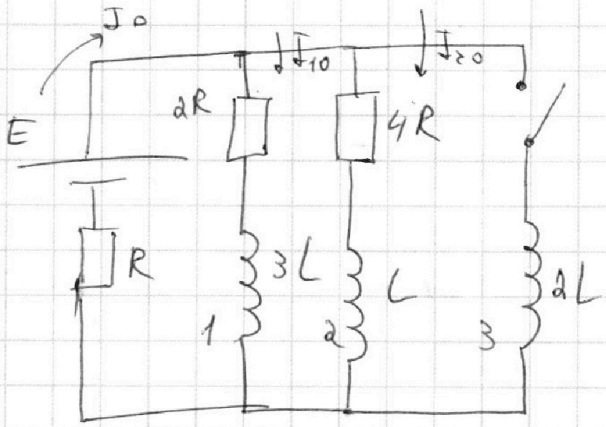
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

№4



~~$I_0 = I_{10} + I_{20}$~~

До замыкания ключа:

$I_0 = I_{10} + I_{20}$.

$I_0 R - E + 4 I_{20} R = 0$.

$3 I_{20} R + 4 I_{20} R = E$

$$\boxed{I_{20} = \frac{E}{7R}.}$$

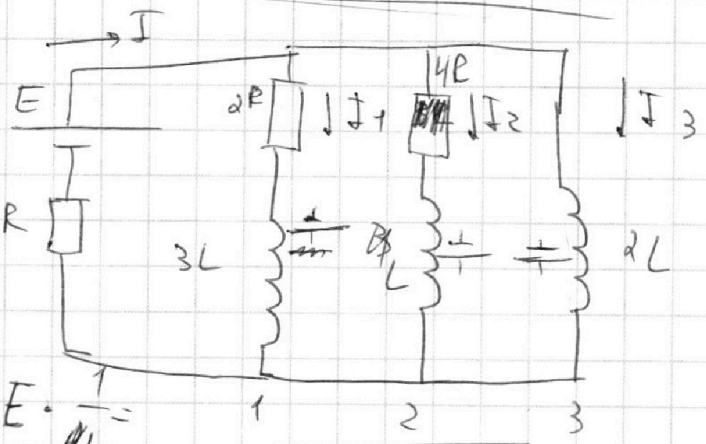
$$I_0 = \frac{3}{7} \cdot \frac{E}{R}$$

$4 I_{20} R = 2 I_{10} R$

$I_{10} = 2 I_{20}$.

$I_0 = I_{10} + I_{20} = 3 I_{20}$.

После замыкания ключа.



$$2L \frac{dI_3}{dt}(0) + I_0 R - E = 0.$$

$$\frac{dI_3}{dt}(0) = \frac{E - I_0 R}{2L} =$$

$$= \frac{1}{2L}\left(E - \frac{3ER}{7R}\right) = \frac{4}{7} E \cdot \frac{1}{2L} =$$

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

$$\boxed{\frac{dI_3}{dt}(0) = \frac{2E}{7L}}$$

$$4 I_2 R + L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt} = 0.$$

$$4R \frac{dq_2}{dt} + L \frac{dI_2}{dt} - 2L \frac{dI_3}{dt} = 0.$$

$$4R\, dq_2 = 2L\, dI_3 - L\, dI_2$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

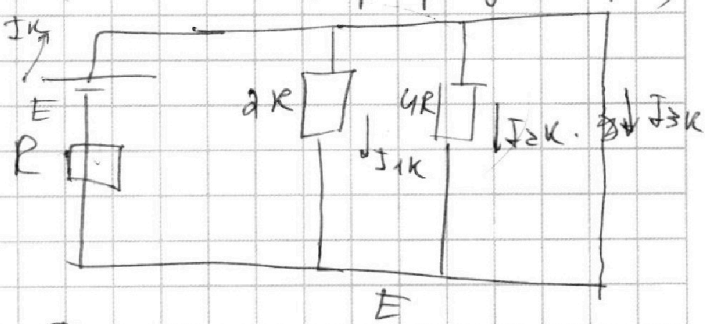
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

$$4Rq^2 = 2L(I_{3к} - I_{3н}) - L(I_{2к} - I_{2н})$$

в уст. режиме:
(катушки превращ. в перем.)



$I_{3к} = \frac{E}{R}$

$I_{3н} = 0$

$I_{2к} = 0$

$I_{2н} = I_{20} = \frac{E}{7R}$.

$I_к = I_{3к} = \frac{E}{R}$.

$I_{2н} = I_{1к} = 0$.

$$4Rq^2 = 2L \cdot \frac{E}{R} + L\frac{E}{7R} = 2\frac{LE}{R} + \frac{1}{7}\frac{LE}{R} = \frac{15}{7}\frac{LE}{R}.$$

$$\boxed{q^2 = \frac{15 \cdot LE}{7R \cdot 4R} = \frac{15LE}{28R^2}}$$

Ответ: $I_{20} = \frac{E}{7R}$, $\frac{dI_3}{dt}(0) = \frac{2E}{7L}$, $q^2 = \frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

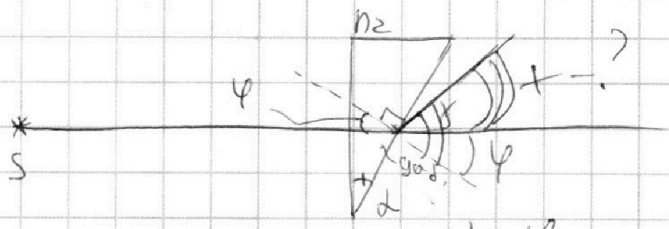
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

№5.

$n_в = 1$
$a = 100$ см
$\alpha = 0{,}1$ рад
$h = 14$ см.

1) $n_1 = n_в = 1$
$n_2 = 1{,}7$.



$\alpha = \varphi$

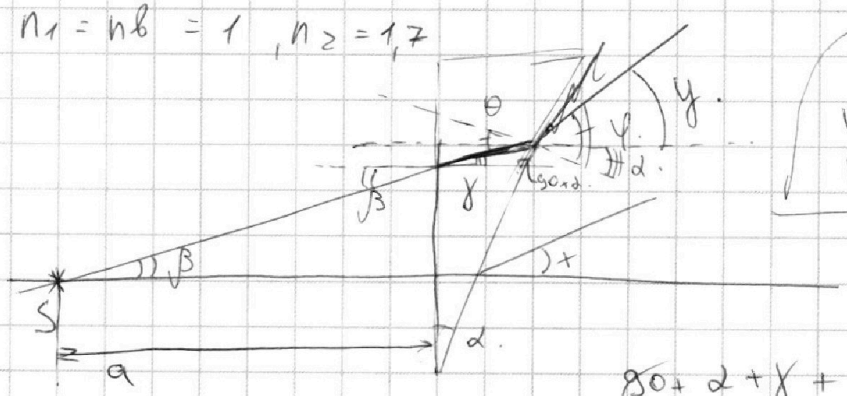
$n_2 \sin\varphi = \sin\gamma$.

$\gamma = n_2\varphi$

$x = \gamma - \varphi = n_2\varphi - \varphi = \varphi(n_2 - 1) = \alpha(n_2 - 1)$

$x = 0{,}7 \cdot 0{,}1 = 0{,}07$ рад.

2) $n_1 = n_в = 1$, $n_2 = 1{,}7$



$\beta = \gamma \cdot n_2$
$\theta n_2 = \varphi$.

$90 + \alpha + \gamma + 90 - \theta = 180$

$\beta = \gamma \cdot n_2$

$\theta = \alpha + \gamma$.

$\varphi = \theta n_2 = \alpha n_2 + \gamma n_2 = \alpha n_2 + \beta$.

$y = \varphi - \alpha = \alpha n_2 + \beta - \alpha = \alpha(n_2 - 1) + \beta$.

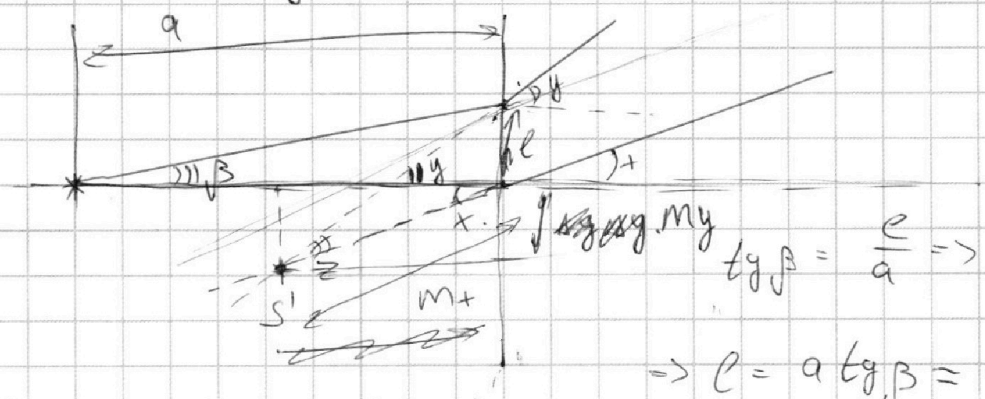
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

МФТИ

Т.е получается такая картина:



$tg\beta = \frac{l}{a} \Rightarrow$

$\Rightarrow l = a\,tg\beta \approx a\cdot\beta.$

$z = 180 - (90+x) - (90-y) =$

$= 180 - 90 - x - 90 + y = y - x = \alpha(n_2-1) + \beta - \alpha(n_2-1) =$

$= \beta.$

th. синусов:

$\frac{l}{\sin\beta} = \frac{m}{\cos y \approx 1} \Rightarrow m\sin\beta = l$

$m = \frac{l}{\sin\beta} = \frac{l}{\beta} = a.$

$my = m\sin x = a\cdot x = a\cdot\alpha(n_2-1)$

$mx = a.$

$\rho(S,S') = my = a\,\alpha(n_2-1) = 100\cdot 0{,}1\cdot 0{,}7 =$

$= 0{,}007\cdot 100 = 7$ см.

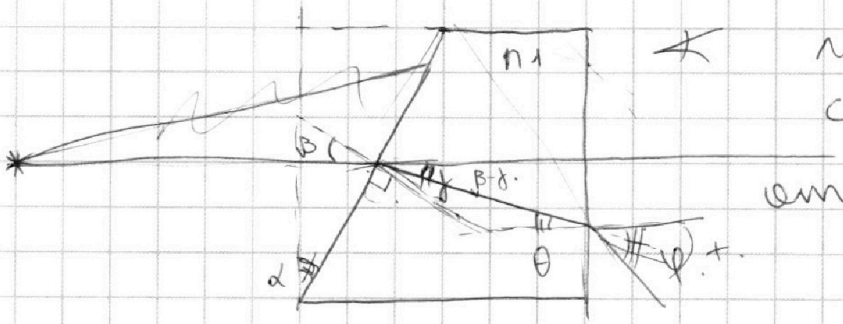
3) $n_1 = 1{,}4$, $n_2 = 1{,}7$.

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!

МФТИ



призму с n1 отдельно.

$\beta = \gamma n_1$

$\theta = \beta - \gamma$.

$n_1\theta = \varphi$.

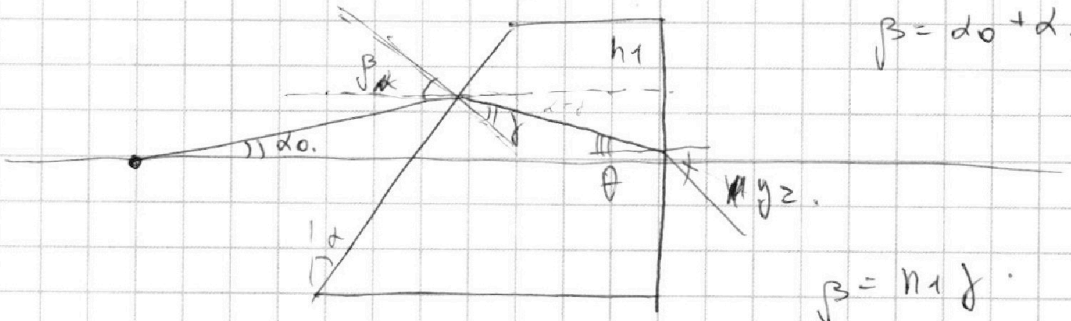
$\beta = \alpha$.

$\cancel{\alpha = \gamma n_1}$

$\cancel{\varphi = n_1\beta - n_1\gamma = n_1\alpha -}$

$\varphi = n_1\theta = n_1\beta - n_1\gamma = n_1\beta - \beta = \beta(n_1 - 1) =$

$+ = \alpha(n_1-1)$ $= \alpha(n_1-1)$



$\beta = \alpha_0 + \alpha$.

$\beta = n_1\gamma$.

$\theta = \alpha - \gamma$.

$\theta n_1 = y_2$.

$y_2 = \alpha n_1 - \gamma n_1 = \alpha n_1 - \beta =$

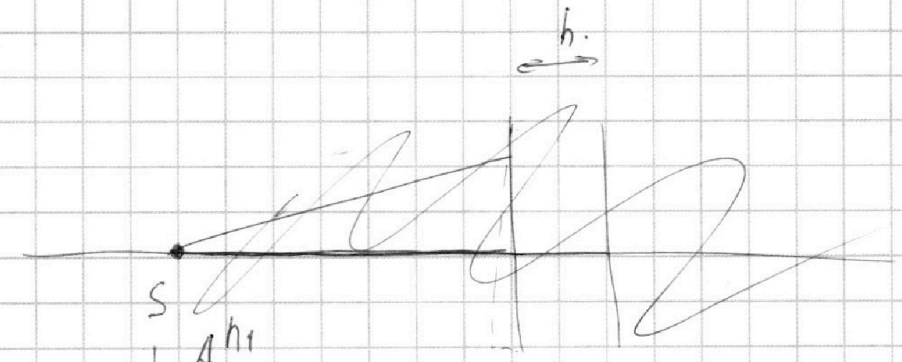
$= \alpha n_1 - \alpha_0 - \alpha = \alpha(n_1-1) - \alpha_0$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

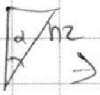
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

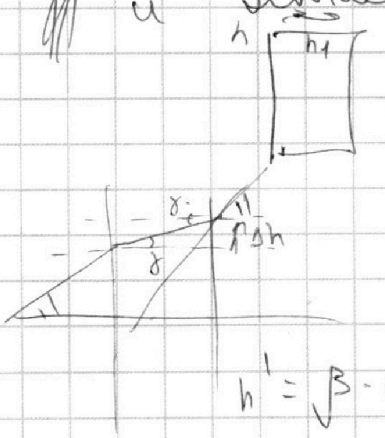


— эта призма делает выше на $a\alpha(n_1-1)$

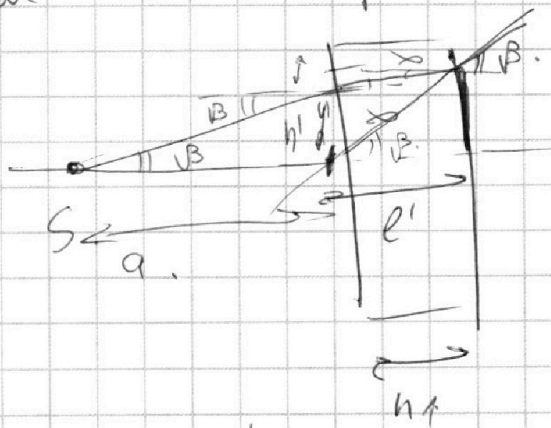


Эта призма делает источник ниже на $a\alpha(n_2-1)$

и остается плоск. пар. пластина:



$h' = \beta \cdot a.$



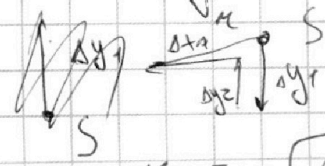
$\beta = \gamma \cdot n_1$

$\gamma = \frac{\beta}{n_1}$

$tg\,\gamma = \frac{\Delta h}{h} \Rightarrow \Delta h = h\gamma.$

$tg\,\beta = \frac{h' + \Delta h}{l'}.$

$$l' = \frac{h' + \Delta h}{\beta} = \frac{\beta \cdot a + h\gamma}{\beta} = \frac{\beta \cdot a + \frac{h\beta}{n_1}}{\beta} = a + \frac{h}{n_1}$$



$\Delta x = \frac{h}{n_1}.$

$$r = \sqrt{(\Delta y_1 - \Delta y_2)^2 + \Delta x^2}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

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

МФТИ

$$\Delta y_1 = a\alpha(n_2 - 1)$$

$$\Delta y_2 = a\alpha(n_1 - 1)$$

$$\Delta y_1 - \Delta y_2 = a\alpha(n_2 - 1) - a\alpha(n_1 - 1) =$$

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

$$\Delta x = \frac{h}{n_1} = \cancel{100}$$

$$\cancel{\frac{100^2 \cdot 10^2}{10^2} + 100^2}$$

$$z = \sqrt{\frac{h^2}{n_1^2} + a^2\alpha^2(n_2 - n_1)^2} = \sqrt{\frac{\cancel{14}^2 \cdot 10^2}{\cancel{14}^2} + \frac{100^2}{10^2} \cdot \frac{3^2}{10^2}} =$$

$$= \sqrt{100 + 3^2} = \sqrt{109}$$

Ответ: 1) 0,07 рад, 2) 7 см., 3) $\sqrt{109}$ см.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$p_{в.п.} \approx 0 \Rightarrow \nu_{в.п.} \approx 0$.

$\frac{100}{365}$

$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 R T_0$. $\Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 V}{2RT_0}$

$\nu_2^{CO_2} = \nu_{02}^{CO_2} + \Delta\nu$

$\frac{20}{73}$. $p_0 \frac{V}{8} = \nu_{02}^{CO_2} R T_0$

$\Delta\nu = \frac{3}{8} k p_0 V$.

$p' \frac{V}{8} = \nu_1 R T$

$\nu_{02}^{CO_2} = \frac{p_0 V}{8RT_0}$

$365 \,|\, 5$, -30, 6, 5, 15, 13.

$p_2 \frac{V}{2} = \nu_2^{CO_2} R T$.

$\nu_2^{CO_2} = \frac{p_0 V}{8RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V$.

$p' = p_2 + p_a$. $p' = \frac{8\nu_1 RT}{V} = 4 \cdot \frac{p_0 \cdot 4}{2RT_0} = \frac{4T}{T_0} p_0$.

$365 \,|\, 5$, -35, 15, 73.

$\frac{4T}{T_0} p_0 = p_0\left(\frac{T}{4T_0} + \frac{3}{4} kRT\right) + p_a$. $p_2 = \frac{2\nu_2^{CO_2} RT}{V} =$

$p_0\left(\frac{4T}{T_0} - \frac{T}{4T_0} - \frac{3}{4} kRT\right) = p_a$. $= \frac{2RT}{4}\left(\frac{p_0 4}{2RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 4\right) =$

$= \frac{T p_0}{4T_0} + \frac{3 \cdot k p_0 RT}{4}$

$\left(\frac{15T}{4T_0} - \frac{3kRT}{4}\right) = p_a$

$= \frac{T}{4T_0} p_0 + \frac{3kRT}{4} p_0$

$p_0 = p_a \left(\frac{15T}{4T_0} - \frac{3kRT}{4}\right)^{-1}$

$= p_0\left(\frac{T}{4T_0} + \frac{3}{4} kRT\right)$

$\frac{15}{4} \cdot \frac{4T_0}{13T_0} - \frac{3}{4} \cdot 0{,}6 \cdot 3 =$

$\frac{100}{365} =$

$\frac{365}{100}$

1, $4{,}5$, $+0{,}3$, $13{,}5$, $+0$, $1{,}35$

$5{,}00$, $-1{,}35$, $3{,}65$

$= 5 - \frac{3 \cdot 0{,}6 \cdot 3}{4 \cdot 2}$ $1{,}35$ кПа.

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!

МФТИ

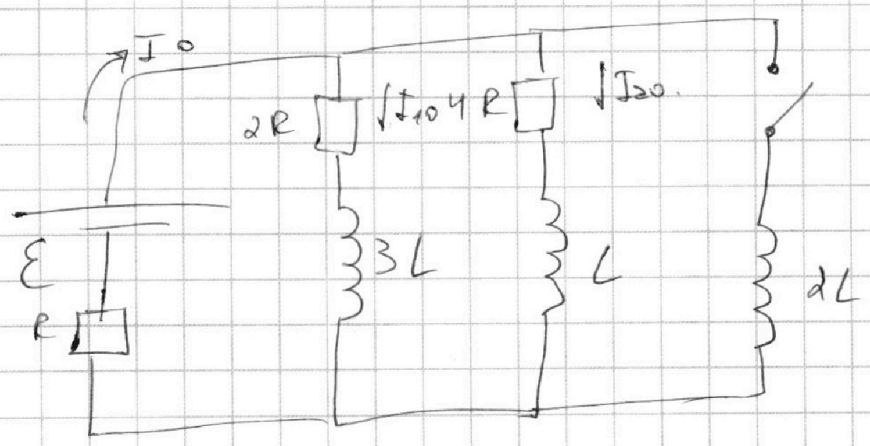
$\frac{3}{4} + 4 = \frac{3}{4} + \frac{16}{4} = \frac{19}{4}$. $4 - \cancel{17}$ +

$U_1 = 54$.

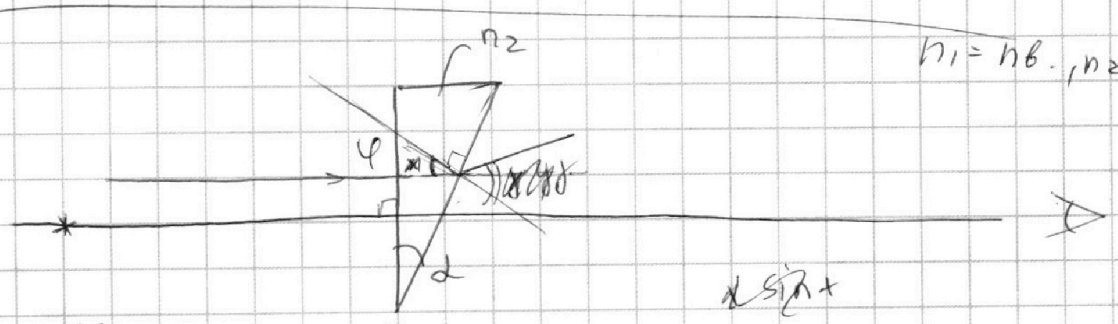
$E_{12} + \frac{d}{3} + E_{23} + d = 4U + U = 5U$.

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

$\frac{19}{4}$.



$n_1 = nв.$, $n_2 = 1,7$.



$\alpha \sin +$

$\sin\varphi \cdot n_2 = \sin\gamma$.

$\alpha = \sin\alpha \cdot n_2 = \sin\gamma$. $\Rightarrow$ $\gamma = \alpha \cdot n_2 = 0,1 \cdot 1,7 =$

$= 0,17$. рад.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

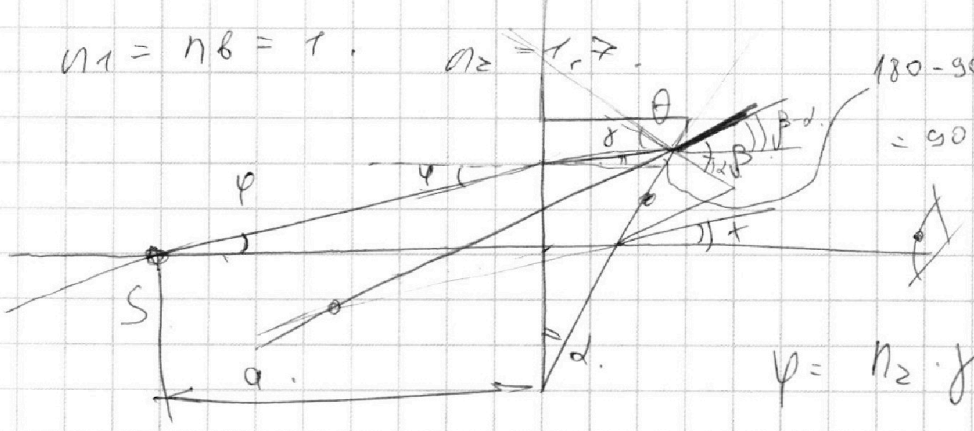
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

$n_1 = n_в = 1.$ $n_2 = 1{,}7.$

$180 - 90 - \gamma - \alpha =$

$= 90 - (\gamma + \alpha) = 90 - \theta.$



$\varphi = n_2 \cdot \gamma.$

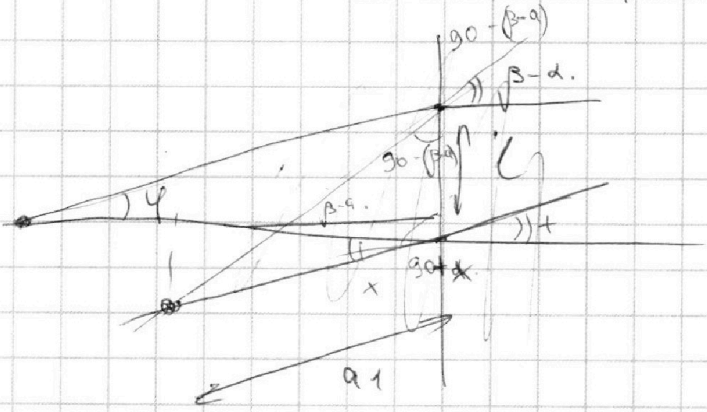
$\theta = \gamma + \alpha.$

$n_2 \theta = \beta.$

$+ = 0{,}17$ рад.

$n_2 \gamma + n_2 \alpha = \beta.$

$\varphi = n_2 \cdot \gamma.$



$\beta = \varphi + n_2 \alpha.$

$tg\,\varphi = \frac{l}{a}$

$l = a \cdot \varphi.$

10 см.

$180 - (90 - (\beta - \alpha)) - (90 + +) =$

$= 180 - 90 + \beta - \alpha - 90 - + =$

$\frac{\sin(90 - (\beta - \alpha))}{a_1} = \frac{\sin(\beta - \alpha - +)}{l} = \beta - \alpha - +.$

$\approx 1.$

$a_1 (\beta - \alpha - +) = l = a\varphi.$

$a_1 = a \frac{\varphi}{\beta - \alpha - +}$

$\xi = (1 - 2)x -$

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!

МФТИ

$m = 240$ кг.

$V = const.$

$P = const.$

$\frac{\cancel{240} \cdot \frac{3}{4}}{\cancel{420}}$

$V \quad \frac{3}{2}.$

$\frac{2}{5} \cdot \frac{5}{2}$

$\frac{dV}{dt}(0) = \frac{5}{4} \frac{м}{с^2} =$

$= 1{,}25 \frac{м}{с^2}$

$F_к = 200$ Н.

$0 = F_c \dot{V} + m(\dot{a}V + a \cdot \dot{V}) = 0.$

$m\dot{a}V + ma\dot{V} = -F_c\dot{V}$

$F_c = \alpha V^2$

$F_c = \alpha V^2$

при $t \to \infty$:

$F_c V = P.$

$\alpha \cdot V^2 = P.$

$V = \sqrt{\alpha P}.$

$\frac{400}{3} \to 20 \to$

$= m \frac{5}{\cancel{m}} \cdot \frac{\cancel{20}^{5}}{}$

$= 25m + \frac{8000}{3}.$

$\frac{6000}{\cancel{20}} - \frac{60}{\cancel{240}} \cdot \frac{5}{\cancel{4}} =$

$= 300 - 300 = 0.$

$F_c = \quad F_0 =$

$\alpha V^2 = maV.$

$P = F_c V + maV =$

$Pdt = F_c V dt + mVdV$

$\frac{m}{2}((V+dV)^2 - V^2) =$

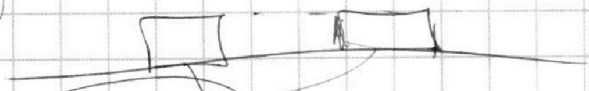
$= \frac{m}{2} V^2 + 2VdV$

$mVdV.$

$\frac{V + V + dV}{2} dt$

$P t = F_c \cdot x + \frac{mV^2}{2} + C.$

$F_c = \alpha V$



$P = \frac{F_c dt}{dt} + \frac{mVdV}{dt} =$

$F_к = \alpha \cdot 30$

$\alpha = \frac{20}{3} \frac{Н \cdot с}{м}$

$\frac{400}{3}$ Н.

$= P = F_c V + maV.$

$dx = \frac{2V + dV}{2} dt = \frac{2Vdt + dVdt}{2} =$

$= Vdt.$

$P = F_c V + maV.$

$P = F_c V + maV$

$P = 200 \cdot 30 \frac{м}{с} = 6000$ Вт

$P = F_0 V_0 + ma_0 V_0.$

$F_0 = \frac{P - ma_0 V_0}{V_0} = \frac{P}{V_0} - ma_0.$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$p_1 = p_2$

$p_1 V_1 = \nu_1 R T.$

$p_1 = \frac{\nu_1 R T}{V_1} =$

$V_1 = \frac{V}{8} = \frac{8 \nu_1 R T}{V} =$

$= \frac{4 R T}{V} \cdot \frac{p_0 V}{R T_0} = \frac{4T}{T_0} p_0.$

$p_0 V_{01} = \nu_1 R T_0.$

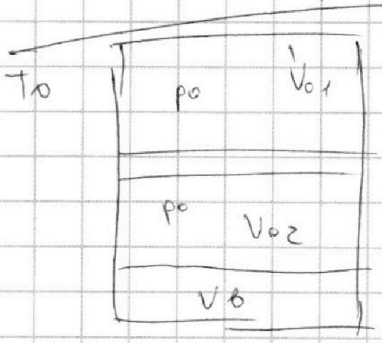
$\nu_1 = \frac{p_0 V_{01}}{R T_0} =$

$\nu_1 = \frac{\nu}{2}. = \frac{p_0 V}{2 R T_0}$

so. y.

$\sin y \cos y - \sin y \cos y =$

$= \cos y - 0.$



$V_{02} = \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} =$

$= \frac{V}{8}.$

$V_0 = \frac{3V}{8}$

$V_{01} = \frac{V}{2}$

$p_0 V_{01} = \nu_1 R T_0$

$p_0 V_{02} = \nu_{02} R T_0$ для CO_2.

$\Delta \nu = k p w$

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

$\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{\nu_1}{\nu_{02}} = \frac{4 \cdot 8}{2 \cdot 4} = 4. = \frac{\nu_1}{\nu_{02}}.$

$\Rightarrow \quad p' = \frac{\nu_1 R T}{V_1}$

$p' = \frac{4T}{T_0} p_0.$

$p' = p_2 + p_a.$

$\nu_2 = \nu_{02} + \Delta \nu.$

$p_0 \frac{V}{8} = \nu_{02} R T_0$

$p_2 \frac{V}{2} = (\nu_{02} + \Delta \nu) R T_0$

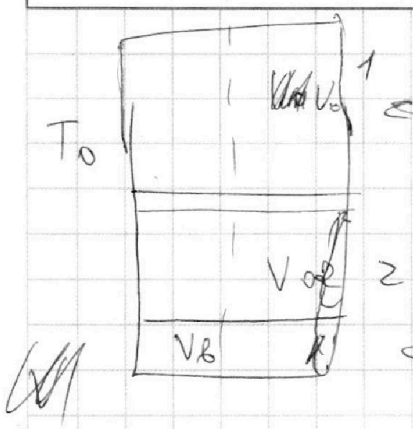
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

№2.



CO_2

$V_{01} = \frac{V}{2}$.

CO_2 и H_2O

$V_B = \frac{3V}{8}$.

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

$V_1 = \frac{V}{8}$.

$\Delta\nu = k p W$

$k \approx 0{,}6 \cdot 10^{-3} \frac{моль}{м^3 \cdot Па}$

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

$p_{01} V_{01} = \nu_1 R T_0$

$p_{02} V_{02} = \nu_2 R T_0$.

$p_{01} = p_{02}$

$V_{02} = \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = \frac{4V - 3V}{8} = \frac{V}{8}$.

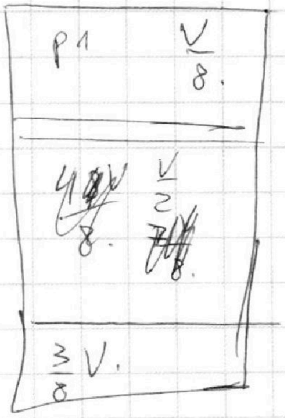
$\frac{V \cdot 8}{2 \cdot V} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$

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

$\Delta\nu = V_B \cdot p_{02} \cdot k$.

$p_1 = p_2$

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



$\frac{16}{8}$

$p_1 V_1 = \nu_1 RT$

$p_2 V_2 = (\nu_2 + \Delta\nu) RT$.

$p_2 V_2 - \Delta\nu RT = \nu_2 RT$.

$\frac{15}{8} p_2 V = 4\Delta\nu RT$.

$p_2 = \frac{32 \Delta\nu RT}{15V}$.

$\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2 - \Delta\nu RT} = 4$ | $4 p_2 V_2 - 4\Delta\nu RT = p_1 V_1$

$2 \cdot \frac{V}{2} \cdot p_2 - p_2 \cdot \frac{V}{8} = 4\Delta\nu RT$.

$2 p_2 V - \frac{p_2 V}{8} = 4\Delta\nu RT$.