



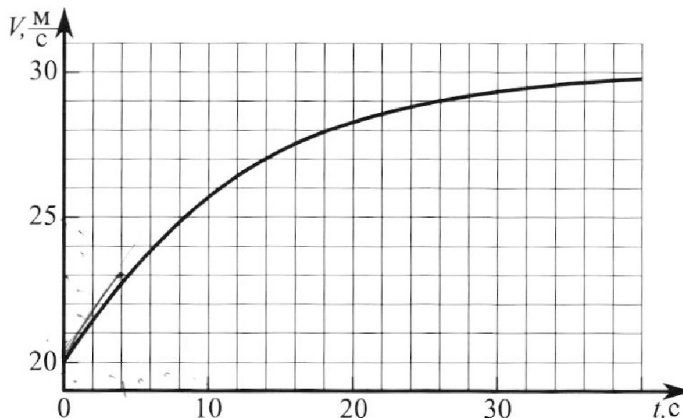
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-04

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



1. Мотоциклист массой (вместе с мотоциклом) $m = 240$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги так, что мощность, передаваемая от двигателя на ведущее колесо, остается постоянной. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила сопротивления движению равна $F_k = 200$ Н.



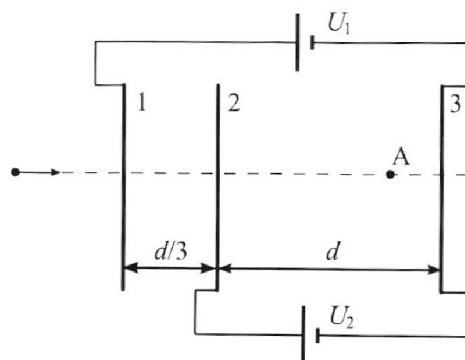
- 1) Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
 - 2) Найти силу сопротивления движению F_0 в начале разгона.
 - 3) Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона?
- Требуемая точность численного ответа на первый 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 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 ν пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = k p \nu$. 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 начальное давление в сосуде P_0 . Ответ выразить через $P_{\text{атм}}$ (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $d/3$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = 5U$ и $U_2 = U$. Частица массой m и зарядом $q > 0$ движется по направлению к сеткам и перпендикулярно сеткам, имея скорость V_0 на расстоянии от сеток, намного большем их размеров. Частица пролетает через сетки, не отклоняясь от прямолинейной траектории. Заряд q намного меньше модуля зарядов сеток.



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

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

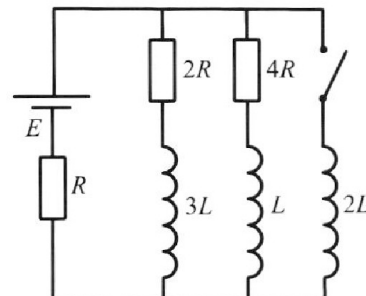
Вариант 11-04

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

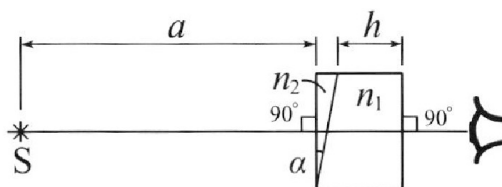
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 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.

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!

N1.

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

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2 \cdot 30 \frac{m}{c} - 20 \frac{m}{c}}{4c - 0} = \frac{3}{4} \frac{m}{c^2}$$

$$F_k = 200 \text{ Н.}$$

В точке разрыва ускорение мало и мощность идет на ~~мощность само~~ преодоления сопр.

$$P = F_k \cdot v_k = \cancel{200 \text{ Н}} \cdot v_k, v_k = 30 \frac{m}{c}, P = 200 \text{ Н} \cdot 30 \frac{m}{c} = 6000 \text{ Вт.}$$

$$P = F_c v + m a v$$

$$P = F_0 v_0 + m a_0 v_0 \Rightarrow F_0 = \frac{P - m a_0 v_0}{v_0} =$$

$$= \frac{P}{v_0} - m a_0 = \frac{6000 \text{ Вт}}{20 \frac{m}{c}} - 240 \frac{60}{m^2} \cdot \frac{3}{4} \frac{m}{c^2}$$

$$= 300 \text{ Н} - 180 \text{ Н} = 120 \text{ Н.}$$

$$\alpha = \frac{F_0 v_0}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_0 v_0 + m a_0 v_0} = \frac{1}{1 + \frac{m a_0 v_0}{F_0 v_0}} =$$

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

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

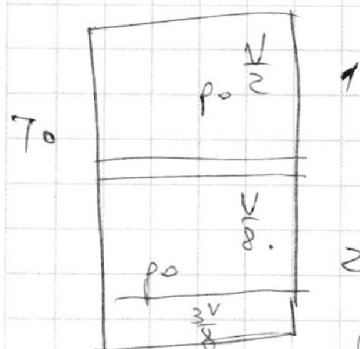
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

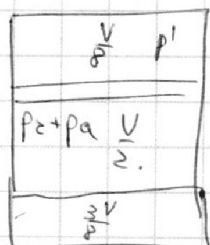


$$1) \quad p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0 \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 V}{2 RT_0}$$

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

$$p_{b.m.o} \frac{V}{8} = \nu_{b.m.o} RT_0, \text{ т.к. } p_{b.m.o} \approx 0 \Rightarrow \nu_{b.m.o} \approx 0.$$

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



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

$$\nu^{CO_2} = \nu_0^{CO_2} + \Delta \nu = \frac{p_0 V}{8 RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V = p_0 \left(\frac{V}{8 RT_0} + \frac{3}{8} k V \right)$$

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

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

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

$$p' = p_a + p_a$$

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

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

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

~~Решение~~



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!

$$p_0 \cdot \left(\frac{15}{4} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{10}{10} - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \right) = p_a$$

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

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

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

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



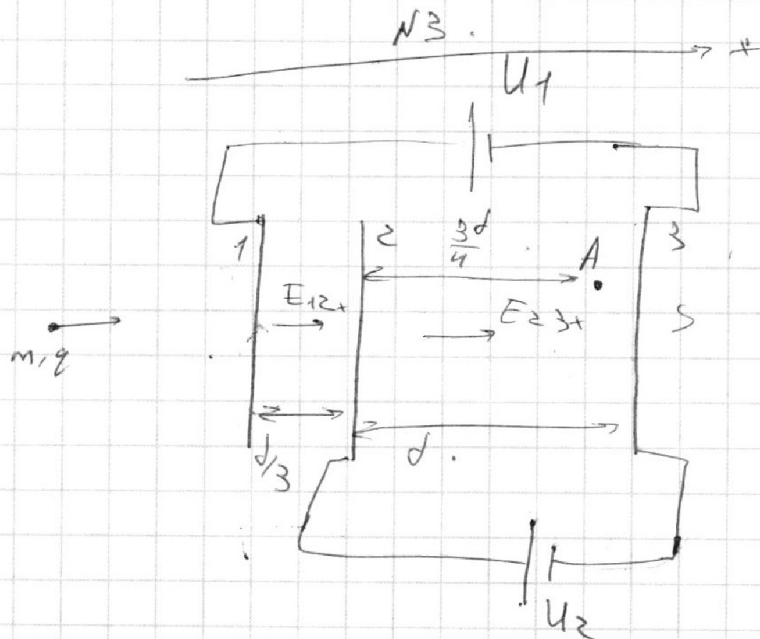
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$S \gg d.$$

$$U_1 = 54$$

$$U_2 = 4.$$

$$m, q > 0.$$

$$a_{23} = ?$$

$$E_{23} \cdot d - U_2 = 0.$$

$$E_{23} = \frac{U_2}{d} = \frac{4}{d}.$$

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

$$\Rightarrow a_{23} = \frac{U_2 q}{d m} = \frac{4q}{md}.$$

$$k_3 - k_2 = ?$$

$$E_{12x} \cdot \frac{d}{3} + U_2 - U_1 = 0 \Rightarrow E_{12x} = \frac{3(U_1 - U_2)}{d} = \frac{3 \cdot 44}{d} = \frac{132}{d}.$$

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

$$k_3 - k_2 = E_{23x} \cdot q \cdot d = \frac{4}{d} \cdot q \cdot d = 4q.$$

$$k_3 - k_2 = 4q$$

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

$$E_{12x} \cdot \frac{d}{3} + E_{23x} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{44}{3} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{d}{3} + \frac{4}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{176}{9} + 3 = \frac{199}{9}.$$



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!

$$\frac{mV_0^2}{2} + \frac{19Ug}{42} = \frac{mV_A^2}{2}$$

$$V_0^2 + \frac{19Ug}{2m} = V_A^2 \Rightarrow$$

$$V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19Ug}{2m}}$$

Ответ: $V_A = \sqrt{V_0^2 + \frac{19Ug}{2m}}$, $k_3 - k_2 = Ug$
 $q_{23} = \frac{Ug}{m}$

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!



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

До замыкания
кнута:

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

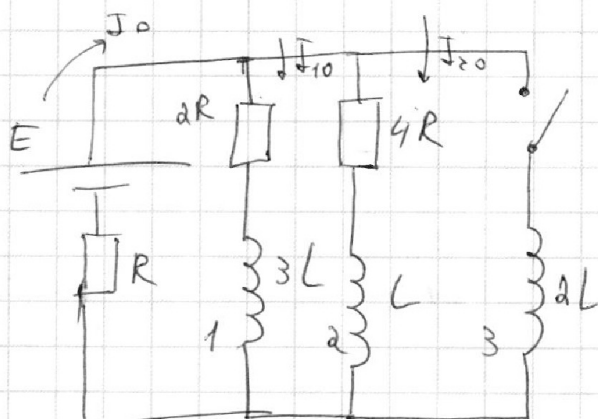
$$I_0 R - E + 4 I_{20} R = 0$$

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

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

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

N4



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

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

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

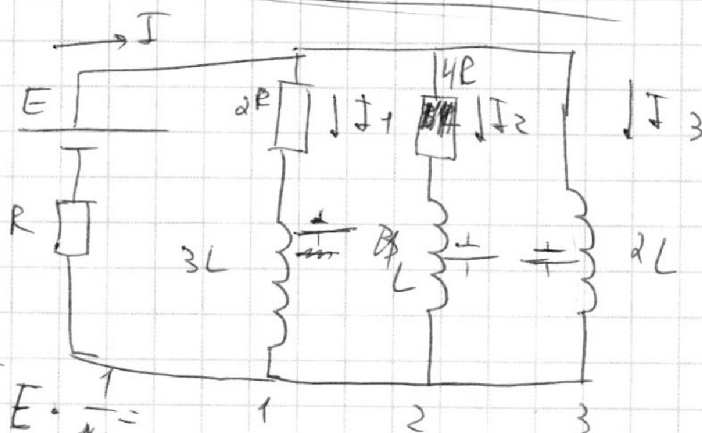
После замыкания
кнута:

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

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

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

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



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

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

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

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



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!

$$4R q^2 = 2L(I_{3K} - I_{3H}) + L(I_{2K} - I_{2H})$$

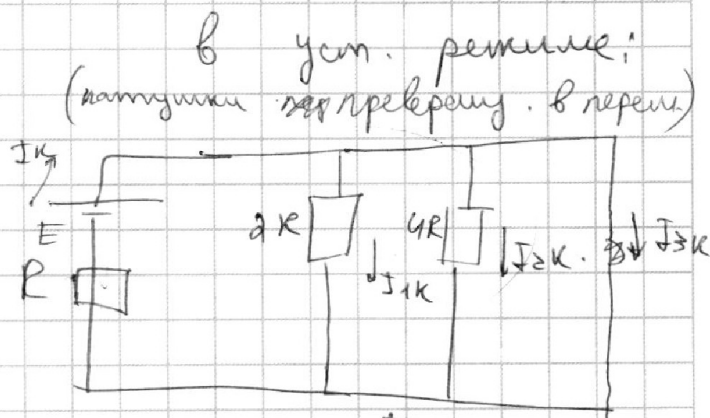
~~I_{2K}~~

$$I_{3H} = \frac{E}{R}$$

$$I_{3H} = 0$$

$$I_{2K} = 0$$

$$I_{2H} = I_{20} = \frac{E}{7R}$$



$$I_K = I_{3K} = \frac{E}{R}$$

$$I_{2H} = I_{1K} = 0$$

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

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

Answer: $I_{20} = \frac{E}{7R}$, $\frac{dI_3}{dt}(0) = \frac{2E}{4L}$, $q^2 = \frac{15}{28} \cdot \frac{LE}{R^2}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2
□

3
□4
□

5

6

7

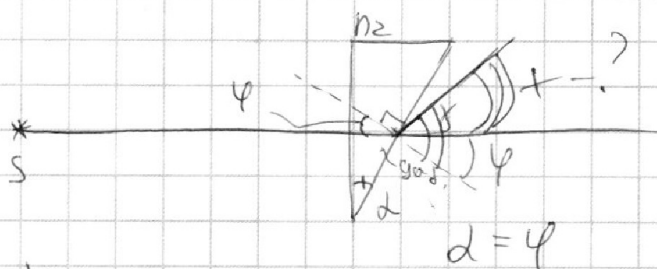
МФТИ

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

N5.

$$\begin{aligned}nb &= 1 \\ a &= 100 \text{ cm} \\ \alpha &= 0,1 \text{ pag} \\ h &= 14 \text{ cm.}\end{aligned}$$

1) $n_1 = n_b = 1$
 $n_2 = 1,7$



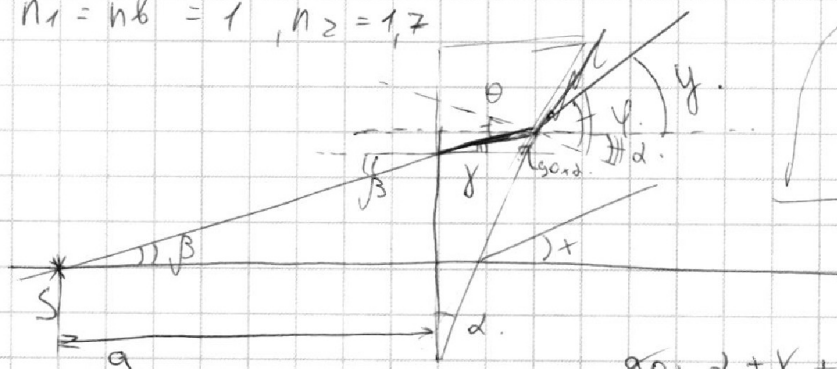
$$h_2 \sin \varphi = \sin \theta$$

$$f = n_2 \varphi$$

$$+ = \chi - \varphi = n_2 \varphi - \varphi = \varphi (n_2 - 1) = d (n_2 - 1)$$

$$+ = 170,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ pag.}$$

$$2) \quad n_1 = n_b = 1, \quad n_2 = 1,7$$



$$\beta = f \cdot n_2$$

$$\oplus n_2 = \varphi$$

$$90 + 2 + x + 90 - \theta = 180$$

$$\beta = f \cdot n \cdot z$$

$$\Theta = \alpha + \beta$$

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

$$y = 4 - \alpha = \alpha n_2 + \beta - \alpha = \alpha(n_2 - 1) + \beta.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

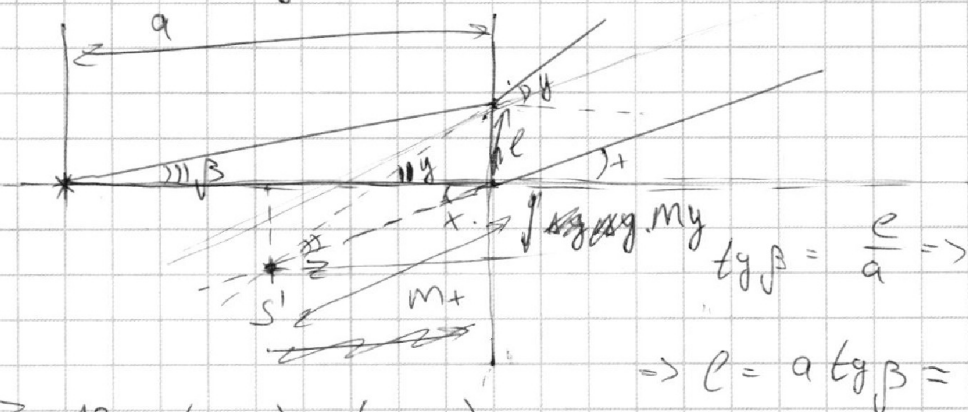
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



Т.е. получается такая картина:



$$\Rightarrow l = a \tan \beta = a \cdot \beta.$$

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

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

Из т.е. получаем:

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

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

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

$$m \alpha = a \cdot \alpha.$$

$$p(S, S') = m \gamma = a \alpha (n_2 - 1) = 100 \cdot 0,1 \cdot 0,7 =$$

$$= 0,007 \cdot 100 = 7 \text{ мк.}$$

$$3) \quad n_1 = 1,4, \quad n_2 = 1,7.$$

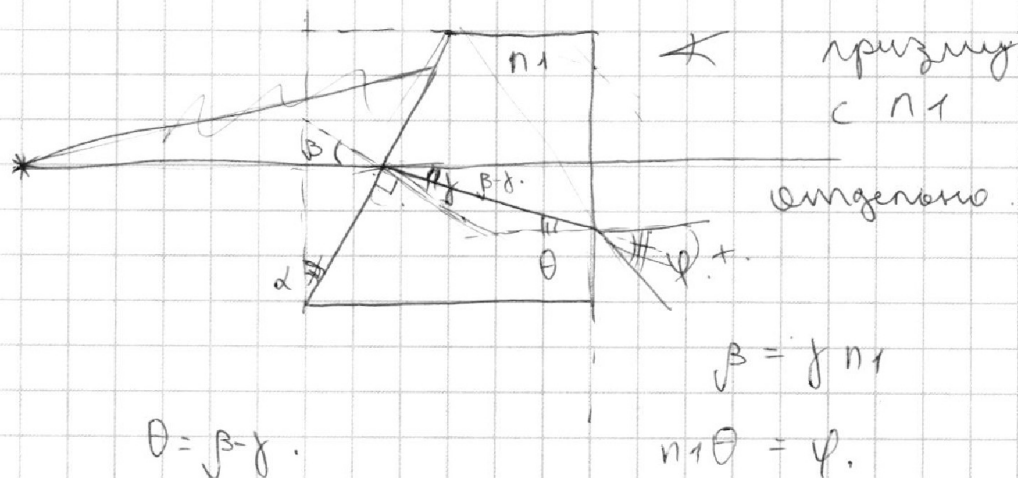
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



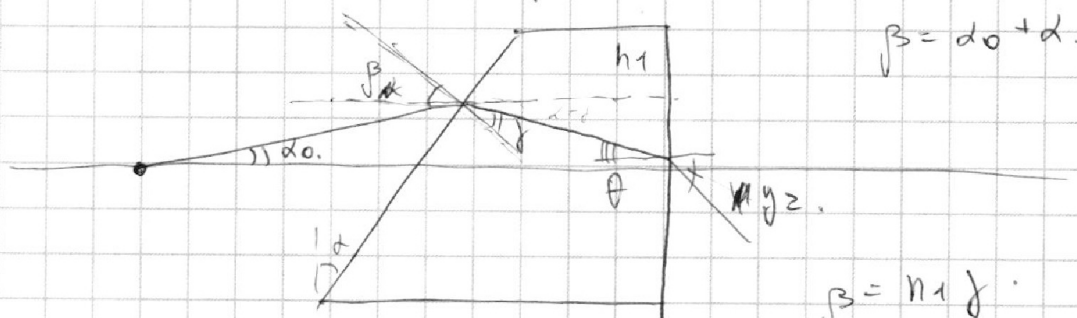
$$\theta = \beta - \gamma.$$

$$\beta = \alpha.$$

$$\alpha = \gamma n_1$$

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

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



$$\beta = \alpha + \alpha.$$

$$\theta = \alpha - \gamma.$$

$$\theta n_1 = \gamma_2.$$

$$\gamma_2 = \alpha n_1 - \gamma n_1 = \alpha n_1 - \beta = \alpha n_1 - \alpha_0 - \alpha = \alpha (n_1 - 1) - \alpha_0.$$



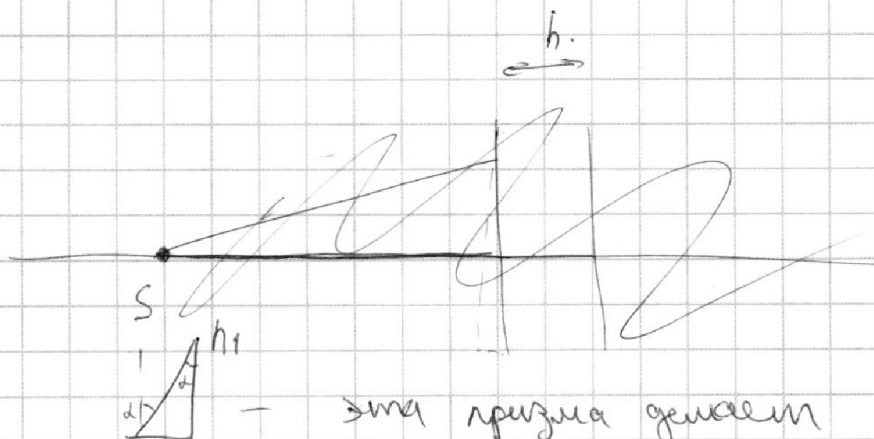
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

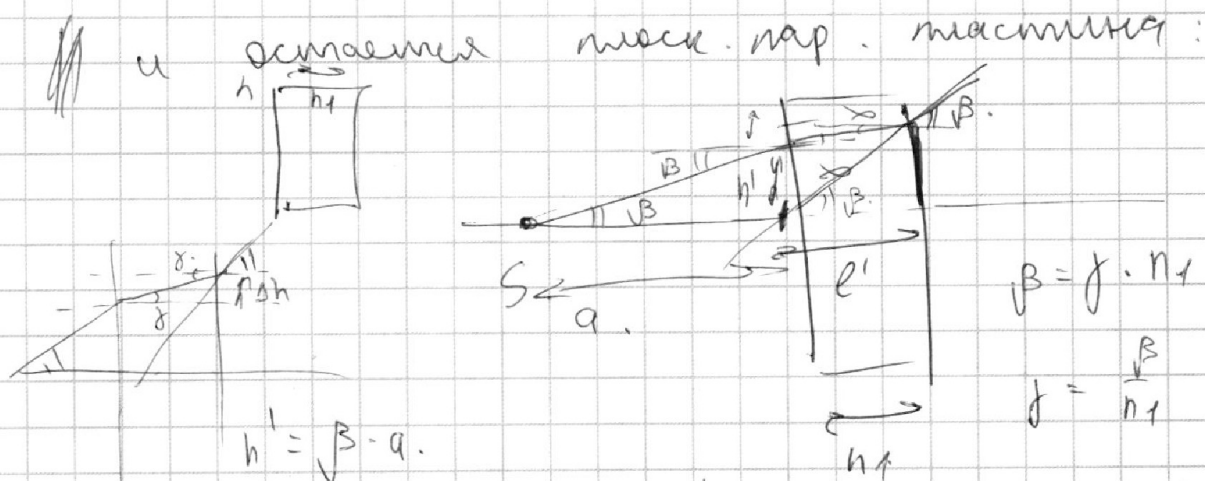
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



эта призма дает β выше
на $a \alpha (n_1 - 1)$
эта призма дает историче ниже
на $a \alpha (n_2 - 1)$



$$\begin{aligned} \beta &= \gamma \cdot n_1 \\ \delta &= \frac{\beta}{n_1} \\ \tan \beta &= \frac{h' + \Delta h}{e'} \\ e' &= \frac{h' + \Delta h}{\beta} = \frac{\beta \cdot a + h \gamma}{\beta} = \frac{\beta \cdot a + \frac{h \beta}{n_1}}{\beta} = \\ &= a + \frac{h}{n_1} \\ \Delta x &= \frac{h}{n_1} \\ z &= \sqrt{(\Delta y_1 - \Delta y_2)^2 + \Delta x^2} \end{aligned}$$

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!



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

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

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

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

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

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

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

Ответы: 1) $0,02 \text{ рад}$, 2) 7 см. , 3) $\sqrt{109} \text{ см.}$



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!

$$p_{в.п.} \approx 0 \Rightarrow \sqrt{h_{г.п.}} \approx 0.$$

$$\frac{100}{365}$$

$$\frac{20}{73}$$

$$p_0 \frac{V}{2} = \sqrt{1} RT_0$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \sqrt{0.2} RT_0$$

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

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

$$p' \frac{V}{8} = \sqrt{1} RT$$

$$p_2 \frac{V}{2} = \sqrt{0.2} RT$$

$$\sqrt{0.2} = \frac{p_0 V}{8 RT_0}$$

$$\sqrt{0.2} = \frac{p_0 V}{8 RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V$$

$$p' = p_2 + p_a$$

$$p' = \frac{8 \sqrt{1} RT}{V} = \frac{4 RT}{V} \cdot \frac{p_0 V}{2 RT_0} = \frac{4 T}{T_0} p_0$$

$$\frac{365}{35} \cdot \frac{5}{73} \cdot \frac{4 T}{T_0}$$

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

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

$$= \frac{2 RT}{V} \left(\frac{p_0 V}{2 RT_0} + \frac{3}{8} k p_0 V \right)$$

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

$$= \frac{14 RT p_0}{4 RT_0} + \frac{3 \cdot k p_0 RT}{4}$$

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

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

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

$$\frac{15}{4} \cdot \frac{4 T_0}{V RT_0} - \frac{3}{4} \cdot 0.6 \cdot 3 \cdot \frac{1}{100} = \frac{365}{100}$$

$$\frac{365}{100} = \frac{1}{4.5} + \frac{1.35}{34.65}$$

$$= 5 - \frac{3 \cdot 0.6 \cdot 3}{4 \cdot 2} = 1.35$$

$$+ 0.0$$



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

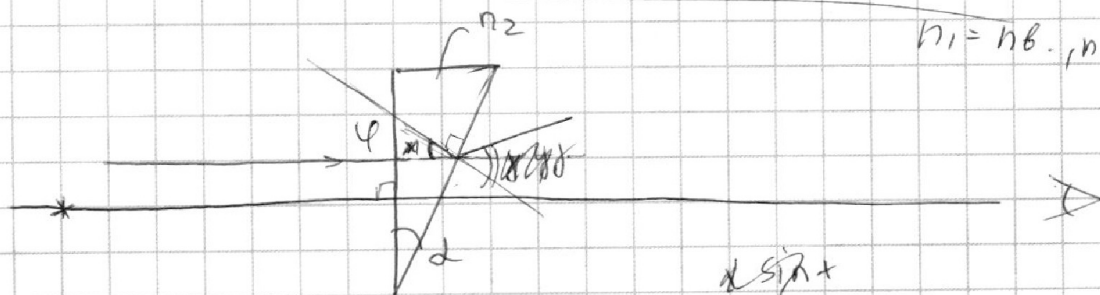
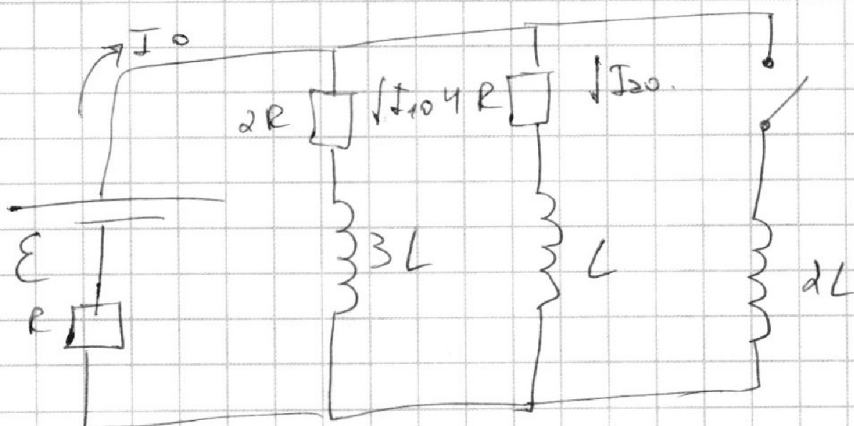
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{3}{4} + 4 = \frac{3}{4} + \frac{16}{4} = \frac{19}{4} \quad u = \frac{19}{4}$$

$$U_1 = 54$$

$$E_{12} + \frac{1}{3} + E_{23} + 1 = 44 + 1 = 54$$

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



$$n_1 = n_0, n_2 = 1.7$$

$$\sin \varphi \cdot n_2 = \sin \alpha$$

$$\alpha \approx \sin \alpha \cdot n_2 = \sin \varphi \Rightarrow \gamma = \alpha \cdot n_2 = 0.1 \cdot 1.7 = 0.17 \text{ рад.}$$

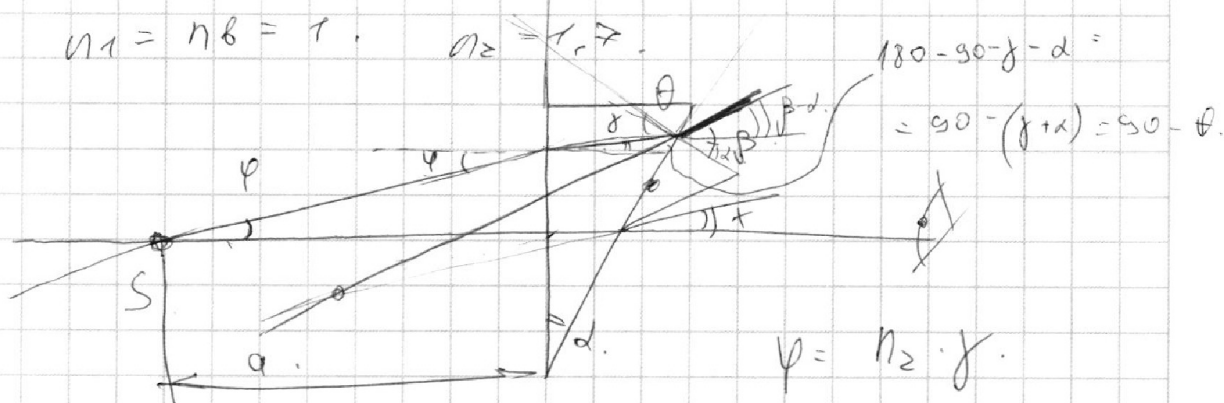
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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**



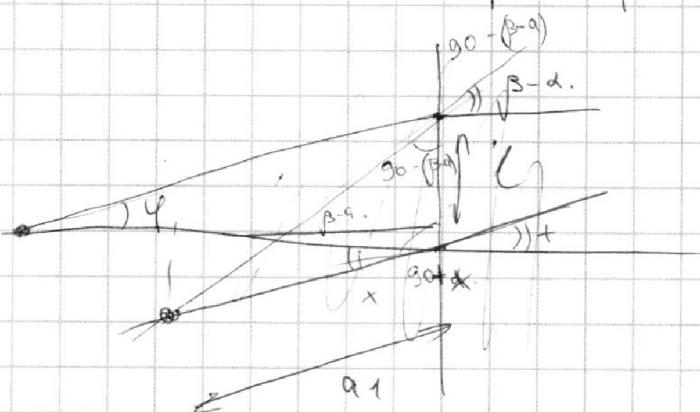
$$\theta = f + \alpha.$$

$t = 0, 17 \text{ pag.}$

$$n_2 \theta = \sqrt{\beta}$$

$$n_1 \lambda + n_2 \alpha = \beta$$

$$\varphi = n_2 \cdot d \cdot$$



$$\sqrt{\beta} = \varphi + n_2 \alpha.$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{e}{a}$$

$$e = a \cdot \varphi$$

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

$$\frac{\sin(90 - (\beta - \alpha))}{a} = \frac{\sin(\beta - \alpha - x)}{l} = \frac{\sin(180 - \alpha + \beta - \alpha - x)}{3\text{cm}}$$

$$a_1(\beta - \alpha - \gamma) = c = a_4$$

$$a_1 = a \quad \frac{\psi}{\sqrt{\beta - \alpha - x}} \quad \psi$$

$$\beta = (1 - \alpha) \lambda$$

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!



$$m = 240 \text{ кг}$$

$$V = \text{const.}$$

$$P = \text{const.}$$

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

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

$$F_c = \alpha V^2$$

$$F_c = F_0$$

$$\alpha V^2 = m a V$$

$$P = F_c V + m a V =$$

$$P dt = F_c V dt + m V dV$$

$$P t = F_c \cdot x + \frac{m V^2}{2} + C$$

$$F_c = \alpha V$$



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

$$\frac{400}{3} \text{ Н}$$

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

$$P = F_c V + m a V$$

$$P = F_0 V_0 + m a_0 V_0$$

$$F_0 = \frac{P - m a_0 V_0}{V_0} = \frac{P}{V_0} - m a_0$$

$$\frac{dV}{dt} (0) = \frac{5}{4} \frac{1}{\text{с}^2} = 1,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_c = 200 \text{ Н}$$

$$F_c = \alpha V$$

при $t \rightarrow \infty$:

$$F_c V = P$$

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

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

$$\frac{400}{3} = 20 \cdot \frac{5}{3} = 25 \cdot \frac{5}{3} = 25 \cdot \frac{5}{3}$$

$$\frac{6000}{20} - \frac{60}{20} \cdot \frac{5}{1} = 300 - 300 = 0$$

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

$$P dt = \frac{F_c dt}{dt} + \frac{m V dV}{dt}$$

$$P = F_c V + m a V$$

$$P = F_c V + m a V$$

$$P = 200 \cdot 11 \cdot 30 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 66000 \text{ Вт}$$

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!



$$P_1 = P_2$$

$$P_1 V_1 = J_1 R T_0$$

$$P_1 = \frac{J_1 R T_0}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{V}{8} = \frac{8 V_1 R T_0}{V}$$

$$= \frac{4 R T_0}{V} \cdot \frac{P_0 V}{R T_0} = \frac{4 T_0}{T_0} P_0$$

$$P_0 V_{01} = J_1 R T_0$$

$$V_1 = \frac{P_0 V_{01}}{R T_0}$$

$$V_{01} = \frac{V}{2} = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

So. y .

$$\sin 50^\circ \cos y - \sin y \cos 90^\circ = \cos y - 0$$

To	Po	V01	1
	Po	V02	2
	V0		

$$V_{02} = \frac{V}{2} - \frac{3V}{8} = V_0 = \frac{3V}{8}$$

$$= \frac{V}{8}, V_{01} = \frac{V}{2}$$

$$P_0 V_{01} = J_1 R T_0$$

$$\Delta J = k P V$$

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

$$P_0 V_{02} = J_2 R T_0 \text{ где } CO_2$$

$$\frac{V_{01}}{V_{02}} = \frac{J_1}{J_2} = \frac{k \delta}{2 \cdot V} = H_1 = \frac{V_1}{V_{02}}$$

$$P_1 V_1 = J_1 R T_0$$

$$P_1 V_2 = J_2 R T_0$$

$\Rightarrow$

$$P_1 = \frac{J_1 R T_0}{V_1}$$

$$P_1 = \frac{4 T_0}{T_0} P_0$$

$$P_1 = P_2 + P_0$$

$$V_2 = V_{02} + \Delta V$$

$$\Delta J = \frac{P_0 V}{T_0} \cdot \frac{3}{8} V = \frac{3}{8} P_0 V$$

$$P_2 V_2 = (J_2 + \Delta J) R T_0$$

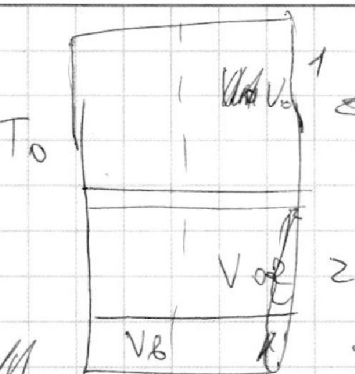
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



N2.

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

CO2

CO2 и H2O

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

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

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

$$\Delta V = k p W$$

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

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

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

$$p_{02} V_{02} = \nu_{02} R T_0$$

$$p_{01} = p_{02}$$

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

$$\frac{4V - 3V}{8} = \frac{V}{8} \quad \left| \begin{array}{l} \frac{V \cdot 8}{2 \cdot V} = \frac{V_1}{V_2} \\ \frac{V_1}{V_2} = 4 \end{array} \right.$$

$$\Delta V = V_0 \cdot p_{02} \cdot k$$

$$p_1 = p_2$$

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

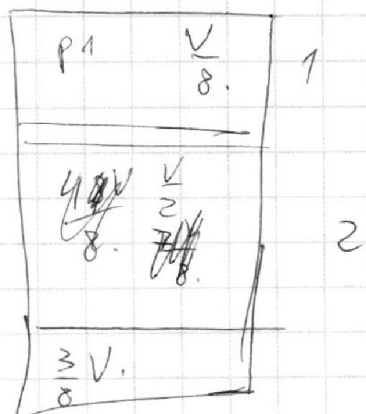
$$p_1 V_1 = \nu_1 R T$$

$$p_2 V_2 = (\nu_2 + \Delta \nu) R T$$

$$p_2 V_2 - \Delta \nu R T = \nu_2 R T$$

$$\frac{p_2 V_2 - \Delta \nu R T}{p_2 V_2 - \Delta \nu R T} = 4 \quad \left| \begin{array}{l} 4 p_2 V_2 - 4 \Delta \nu R T = p_1 V_1 \\ 4 p_2 V_2 - 4 \Delta \nu R T = p_2 \cdot \frac{V}{8} = 4 \Delta \nu R T \end{array} \right.$$

$$2 p_2 V - \frac{p_2 V}{8} = 4 \Delta \nu R T$$



$$\frac{15}{8} p_2 V = 4 \Delta \nu R T$$

$$p_2 = \frac{32 \Delta \nu R T}{15 V}$$