



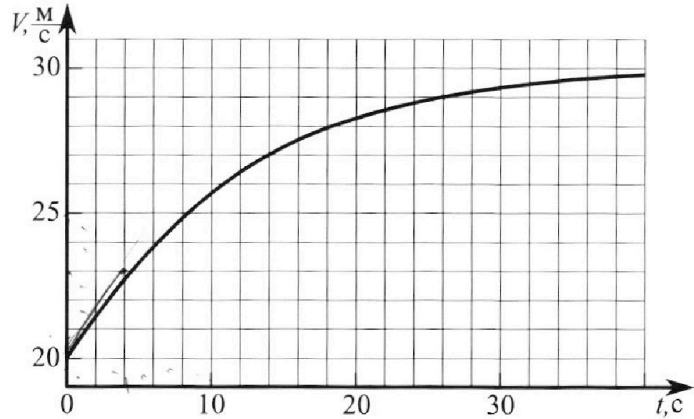
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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.



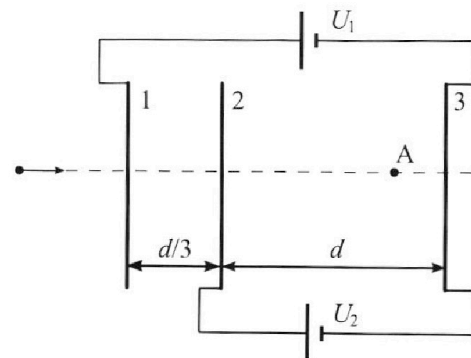
- Используя график, найти ускорение мотоцикла в начале разгона.
- Найти силу сопротивления движению  $F_0$  в начале разгона.
- Какая часть мощности, передаваемой на ведущее колесо, идет на преодоление силы сопротивления движению в начале разгона? Требуемая точность численного ответа на первый вопрос 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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpv$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx 0,6 \cdot 10^{-3}$  моль/( $\text{м}^3 \cdot \text{Па}$ ). При конечной температуре  $T$  углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что  $RT \approx 3 \cdot 10^3$  Дж/моль, где  $R$  - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- Определите начальное давление в сосуде  $P_0$ . Ответ выразить через  $P_{\text{атм}}$  (нормальное атмосферное давление) с числовым коэффициентом в виде обыкновенной дроби.

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



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

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-04

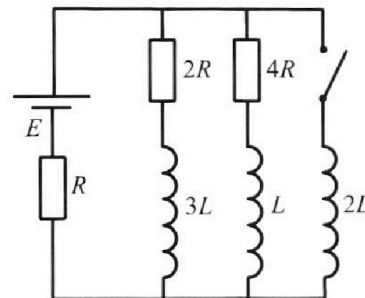
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



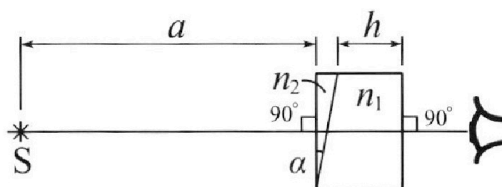
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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  $n_{\text{в}} = 1,0$ . Точечный источник света S расположен на расстоянии  $a = 100$  см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностям призм (см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.



(см. рис.). Угол  $\alpha = 0,1$  рад можно считать малым, толщина  $h = 14$  см. Толщина призмы с показателем преломления  $n_2$  на прямой «источник – глаз» намного меньше  $h$ . Отражения в системе не учитывать.

- 1) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , 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
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

№1.

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 касе разлена ускорение мало и  
мощность идет на ~~мощность~~  
преодол. сопр.

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

$$P = F_0 v + m a v$$

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

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

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

$$\alpha = \frac{F_0 v_0}{P} = \frac{F_0 v_0}{F_0 v_0 + m a_0 v_0} = \frac{1}{1 + \frac{m a_0 v_0}{F_0 v_0}} =$$
$$= \frac{1}{1 + \frac{3}{2}} = \frac{2}{5}$$

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:

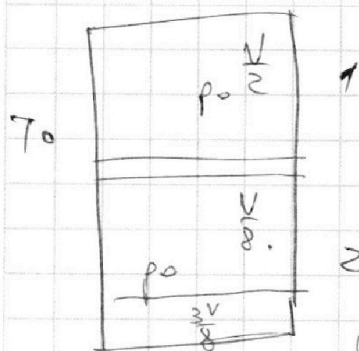
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$\sqrt{2}$

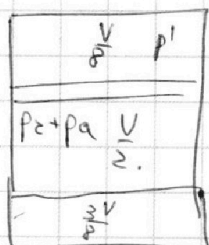


$$1) \quad p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0 \Rightarrow \nu_1 = \frac{p_0 V}{2RT_0}$$

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

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

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



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

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

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

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

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

$$p' = p_1 + p_2$$

$$\frac{4T}{T_0} p_0 = p_1 + p_0 \left( \frac{T}{4T_0} + \frac{3kRT}{4} \right)$$

$$p_0 \left( \frac{4T}{T_0} - \frac{T}{4T_0} - \frac{3kRT}{4} \right) = p_1$$

$$p_0 \cdot \left( \frac{15}{4} \frac{T}{T_0} - \frac{3}{4} kRT \right) = p_1.$$

~~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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

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



$$p_0 \cdot \left( \frac{15}{41} \cdot \frac{5}{3} \cdot \frac{10}{10} - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^3 \right) = p_a$$

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

$$p_0 \cdot \left( 3 - \frac{27}{20} \right) = p_a$$

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

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

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



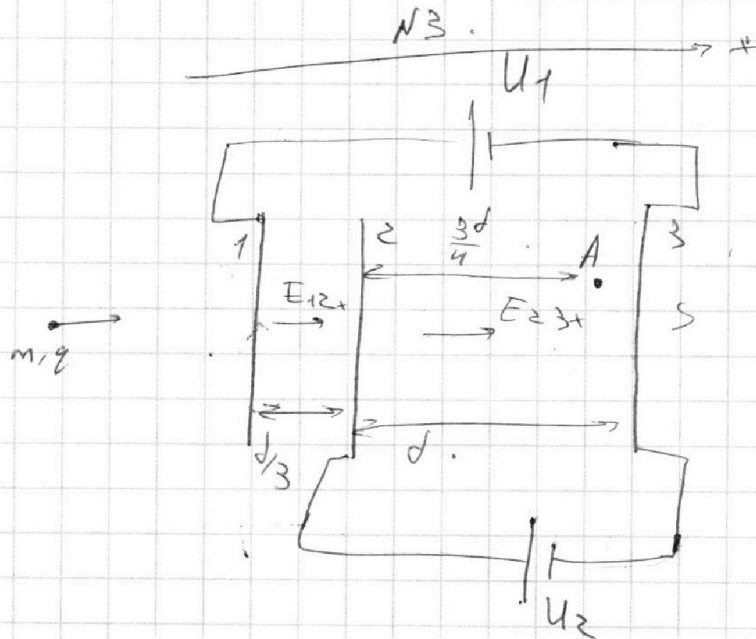
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$S \gg d$ .

$U_1 = 5U$

$U_2 = U$ .

$m, q > 0$ .

$a_{23} = ?$

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

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

$k_{23}$

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

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

$k_3 - k_2 = ?$

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

~~$m v_0^2$~~

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

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

$k_3 - k_2 = U q$

$\frac{m v_0^2}{2} + \left( E_{12} \cdot \frac{d}{3} + E_{23} \cdot \frac{3d}{4} \right) q = \frac{m v_A^2}{2}.$

$E_{12} \cdot \frac{d}{3} + E_{23} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{4}{3} \cdot \frac{U}{d} \cdot \frac{d}{3} + \frac{U}{d} \cdot \frac{3d}{4} = \frac{4}{9} U + \frac{3}{4} U = \frac{19}{12} U.$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



$$\frac{mV_0^2}{a} + \frac{19Ug}{92} = \frac{mV_A^2}{a}$$

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

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

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

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

кнота:

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

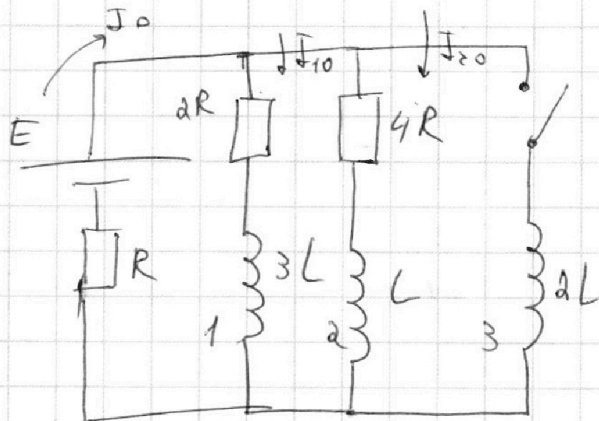
$$I_0 R - E + 4I_{20} R = 0$$

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

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

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

нч



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

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

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

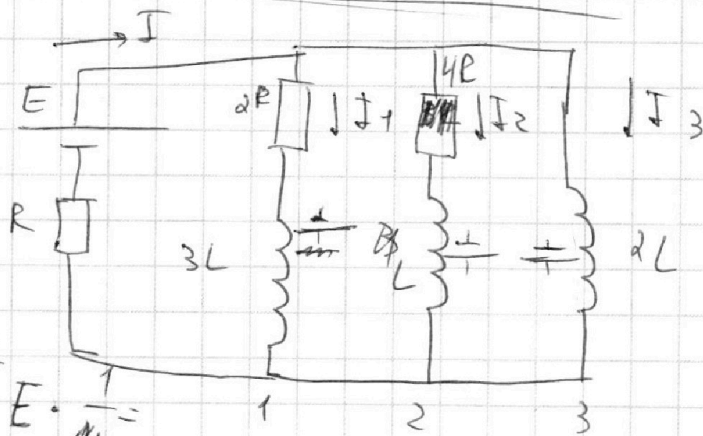
После замыкания кнота

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

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

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

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



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

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

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

$$4R dI_2 = 2L dI_3 - L dI_2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



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

~~$I_{2K}$~~

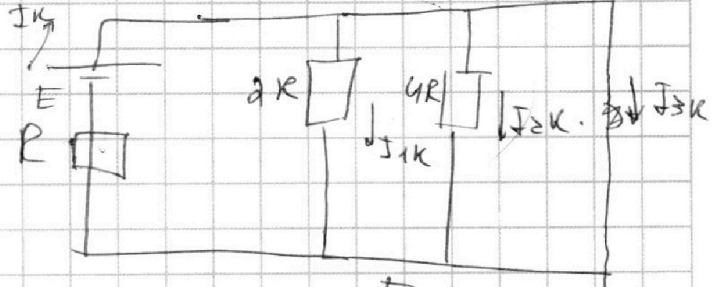
$$I_{3H} = \frac{E}{R}$$

$$I_{3H} = 0$$

$$I_{2K} = 0$$

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

в уст. режиме:  
(катушки ~~не~~ превращаются в перемычки)



$$I_{2K} = I_{3K} = \frac{E}{R}$$

$$I_{2H} = I_{3H} = 0$$

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



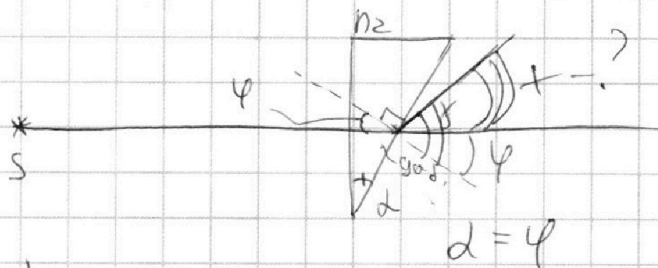
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



№5.

$n_1 = 1$   
 $a = 100 \text{ см}$   
 $d = 0,1 \text{ рад}$   
 $h = 14 \text{ см}$

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



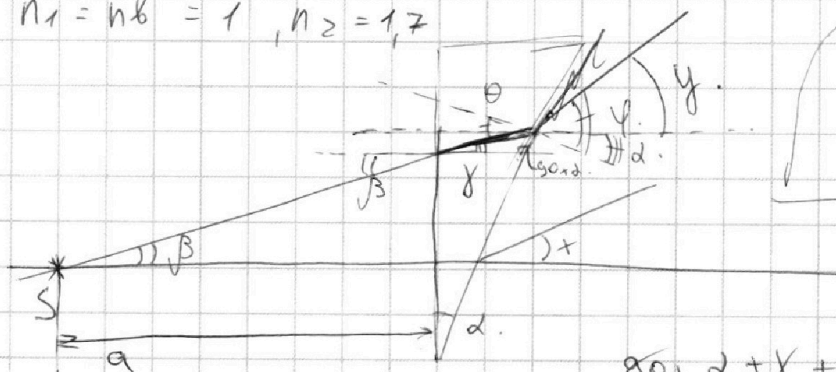
$n_2 \sin \varphi = \sin \varphi$

$\varphi = n_2 \varphi$

$x = \varphi - \varphi = n_2 \varphi - \varphi = \varphi (n_2 - 1) = d (n_2 - 1)$

$x = 0,7 \cdot 0,1 = 0,07 \text{ рад}$

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



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

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

$\beta = \varphi \cdot n_2$

$\theta = \alpha + \gamma$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

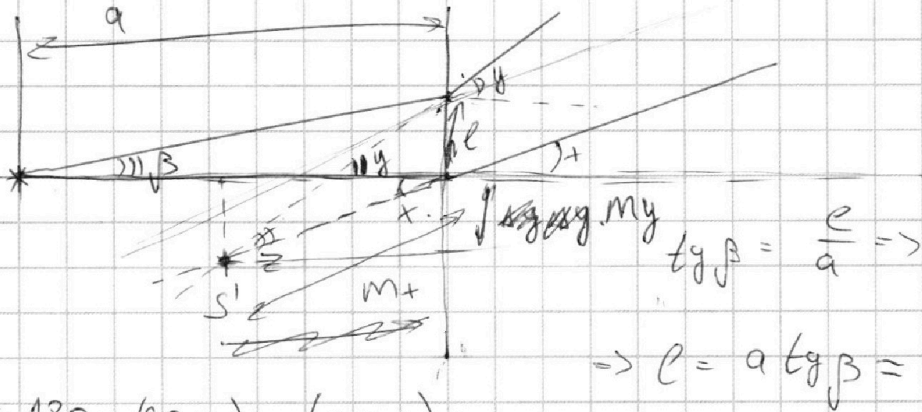
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Т.е. получается такая картинка:



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

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

Из т.е. получаем:

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

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

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

$$m \alpha = a$$

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

$$= 0,007 \cdot 100 = 7 \text{ мкм}$$

3)  $n_1 = 1,4, n_2 = 1,7$

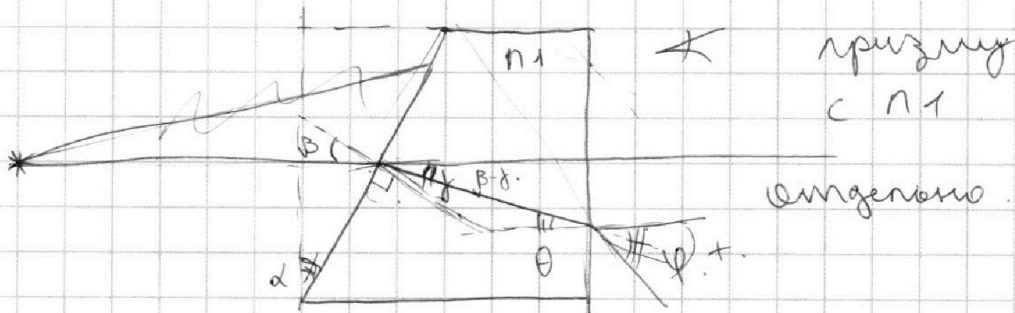
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$$\beta = \gamma n_1$$

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

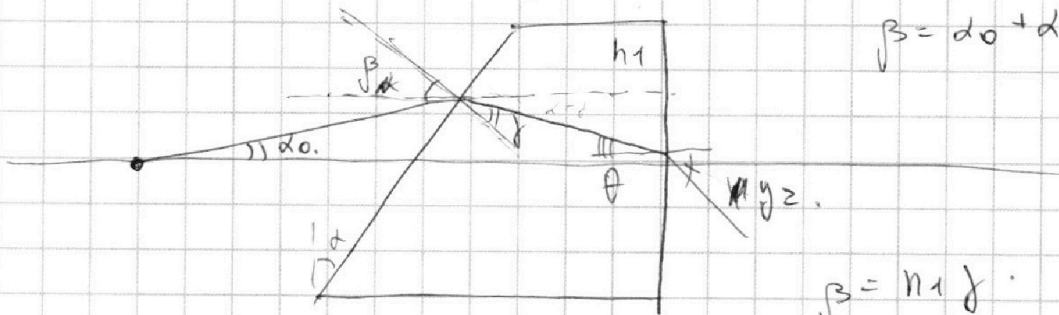
$$n_1 \theta = \varphi$$

$$\beta = \alpha$$

~~$$\alpha = \gamma n_1$$~~

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

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



$$\beta = \alpha_0 + \alpha$$

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

$$\beta = n_1 \gamma$$

~~$$\theta n_1 = \varphi_2$$~~

$$\varphi_2 = \alpha n_1 - \gamma n_1 = \alpha n_1 - \beta = \alpha n_1 - \alpha_0 - \alpha = \alpha (n_1 - 1) - \alpha_0$$

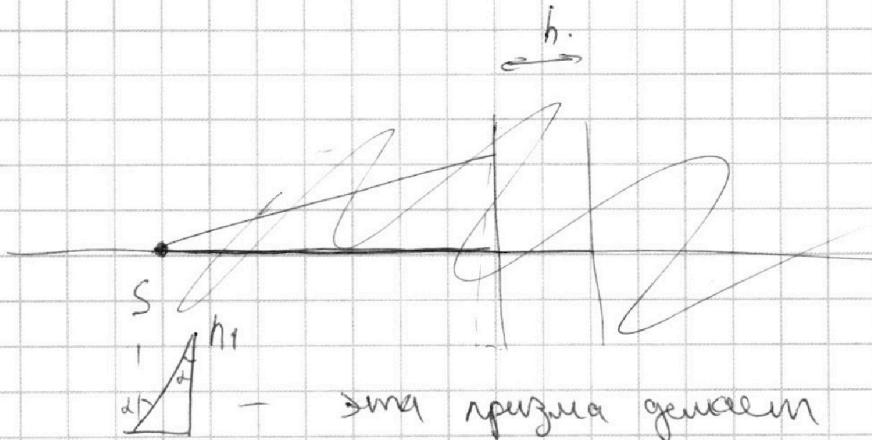
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

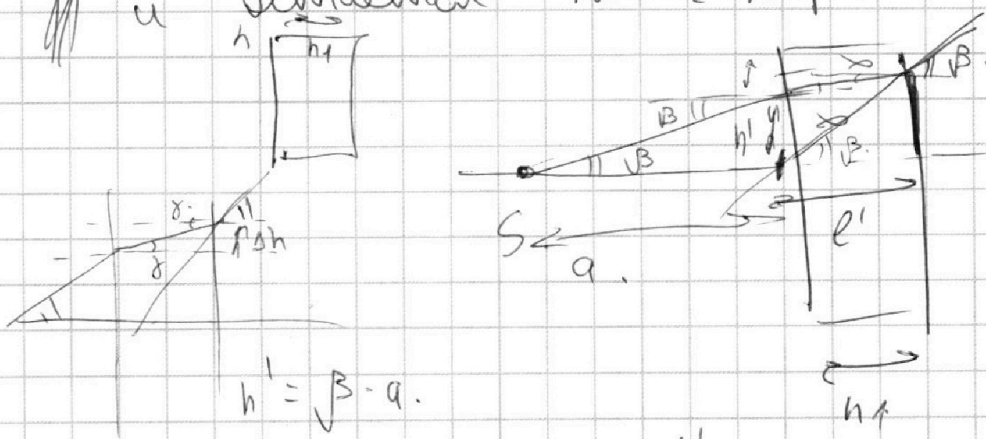
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



эта призма гонимая выше.  
на  $a \alpha (n_1 - 1)$

эта призма гонимая исторически ниже.  
на  $a \alpha (n_2 - 1)$

и считается маск. пар. пластинка:



$$\beta = \gamma \cdot n_1$$

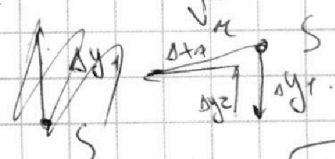
$$\gamma = \frac{\beta}{n_1}$$

$$h' = \beta \cdot a$$

$$\tan \gamma = \frac{\Delta h}{h} \Rightarrow \Delta h = h \gamma$$

$$\tan \beta = \frac{h' + \Delta h}{e'}$$

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



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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

 МФТИ

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



$$n_1 \quad \Delta y_1 = a d (n_2 - 1)$$

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

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

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

$$\Delta x = \frac{h}{n_1} = \frac{100}{10^2}$$

$$n_2 = \sqrt{\frac{h^2}{n_1^2} + a^2 d^2 (n_2 - n_1)^2} = \sqrt{\frac{100^2}{10^4} + \frac{100^2}{10^2} \cdot \frac{3^2}{10^2}}$$

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

Ответы: 1)  $0,02 \text{ рад}$ , 2)  $7 \text{ см}$ , 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!



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

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

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

$$p_0 \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0$$

$$p_0 \frac{V}{8} = \nu_{O_2} RT_0$$

$$\nu_{O_2} = \frac{p_0 V}{8 RT_0}$$

$$\nu_{O_2}^{CO_2} = \nu_{O_2} + \Delta \nu$$

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

$$p' \frac{V}{8} = \nu_1 RT$$

$$\nu_{O_2}^{CO_2} = \frac{p_0 V}{8 RT_0}$$

$$p_2 \frac{V}{2} = \nu_2 RT$$

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

$$p' = p_2 + p_a$$

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

$$\frac{365}{35} \frac{5}{73}$$

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

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

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

$$\frac{15T}{4T_0} - \frac{3kRT}{4} = p_a$$

$$= \frac{4 RT p_0}{4 RT_0} + \frac{3 \cdot k p_0 \cdot 8 RT}{4}$$

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

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

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

$$\frac{15}{4} \cdot \frac{4T_0}{V RT_0} - \frac{3}{4} \cdot 0,6 \cdot 3 \cdot \frac{100}{465} = \frac{3 \cdot 365}{100}$$

$$\frac{1}{4,5} - 1,35 = \frac{11,55}{100}$$

$$= 5 - 1,35 = 3,65$$

$$\frac{13,5}{1,35}$$

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!



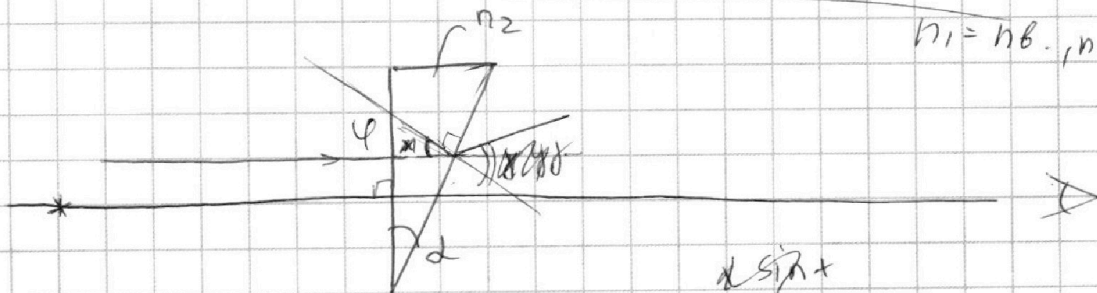
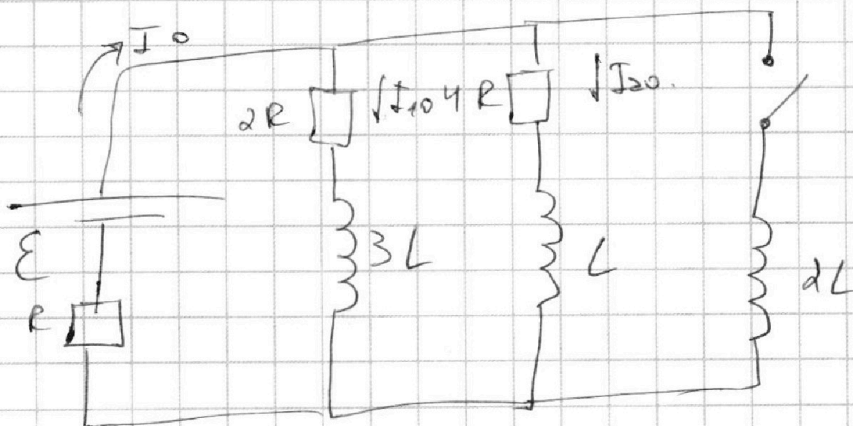
$$\frac{3}{4} + 4 = \frac{3}{4} + \frac{16}{4} = \frac{19}{4} \quad u. \dots +$$

$$U_1 = 5U$$

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

$$\frac{4}{4} + \frac{16}{4} + \frac{3}{4} = 4 + \frac{19}{4} = \dots$$

$$\frac{d^2}{n_2^2} + d = d$$



$$n_1 = n_b, n_2 = 1.7$$

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

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





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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$m = 240 \text{ кг}$

$v = \text{const}$

$P = \text{const}$

$0 = F_c v + m(a v + a \cdot v) = 0$

$m a v + m a v = -F_c v$

$F_c = \alpha v^2$

$F_c = F_0$

$\alpha v^2 = m a v$

$P = F_c v + m a v =$

$P dt = F_c v dt + m v dv$

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

$F_c = \alpha v$

$F_c = \alpha \cdot 30$

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

$\frac{400}{3} \text{ Н}$

$P dt = \frac{F_c dt}{dt} + \frac{m v dv}{dt}$

$= P = F_c v + m a v$

$dt = \frac{\alpha v + dv}{\alpha} dt = \frac{\alpha v dt + dv dt}{\alpha} = v dt$

$P = F_c v + m a v$

$P = F_0 v_0 + m a_0 v_0$

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

$\frac{dv}{dt} (v) = \frac{5}{4} \frac{1}{c^2} = 1,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$F_c = 200 \text{ Н}$

$F_c = \alpha v$

при  $t \rightarrow \infty$ :

$F_c v = P$

$\alpha \cdot v^2 = P$

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

$\frac{6000}{20} - \frac{60}{3} \cdot \frac{5}{1} = 300 - 300 = 0$

$\frac{m(v+dv)^2 - v^2}{2} = \frac{m}{2} (v^2 + 2v dv + dv^2) = \frac{m}{2} v^2 + m v dv$

200

200

200

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!



$$P_1 = P_2$$

$$P_1 V_1 = \sqrt{I_1 R T_0}$$

$$P_1 = \frac{\sqrt{I_1 R T_0}}{V_1}$$

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

$$= \frac{\sqrt{I_1 R T_0}}{\delta} \cdot \frac{\rho_0 V}{\sqrt{I_1 R T_0}} = \frac{4T}{T_0} \rho_0$$

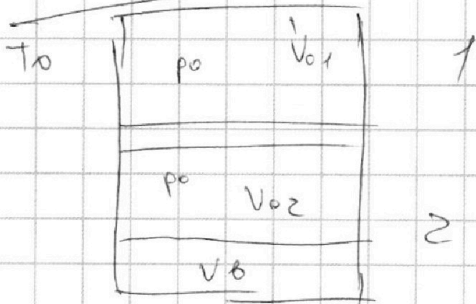
$$\rho_0 V_{01} = \sqrt{I_1 R T_0}$$

$$V_1 = \frac{\rho_0 V_{01}}{R T_0}$$

$$V_{01} = \frac{V}{2} = \frac{\rho_0 V}{2 R T_0}$$

50-yy.

$$\sin 90 \cos y - \sin y \cos 90 = \cos y - 0 = \cos y - 0$$



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

$$= \frac{V}{\delta}, \quad V_{01} = \frac{V}{2}$$

$$\rho_0 V_{01} = \sqrt{I_1 R T_0}$$

$$\Delta V = k p w$$

$$\Delta V = \rho_0 k \cdot \frac{3}{\delta} V = \frac{3}{\delta} k \rho_0 V$$

$$\rho_0 V_{02} = \sqrt{I_2 R T_0} \text{ где } I_2 = \frac{V_1}{V_2} = \frac{V_1}{2 \cdot V} = \frac{1}{2} = \frac{V_1}{V_2}$$

~~$$P_1 V_1 = \sqrt{I_1 R T_0}$$~~

~~$$P_1 V_2 = \sqrt{I_2 R T_0}$$~~

=>

$$P_1 = \frac{\sqrt{I_1 R T_0}}{V_1}$$

$$P_1 = \frac{4T}{T_0} \rho_0$$

$$P_1 = P_2 + P_3$$

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

~~$$P_2 = \frac{\sqrt{I_2 R T_0}}{V_2} = \sqrt{I_2 R T_0} = \rho_0 V_{02}$$~~

$$P_2 = \frac{\sqrt{I_2 R T_0}}{V_2} = (\rho_0 V_{02} + \Delta V) R T_0$$

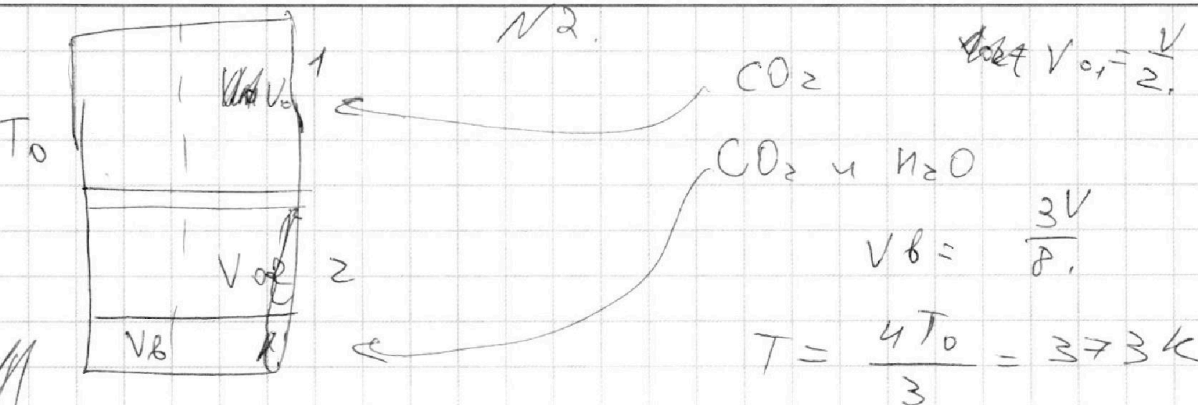
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Delta V = k p W$$

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{4V - 3V}{8} = \frac{V}{8} \left| \frac{V \cdot 8}{2 \cdot V} = \frac{\nu_1}{\nu_2} \right. \\ \left. \frac{\nu_1}{\nu_2} = 4 \right.$$

$$\Delta V = V_8 \cdot p_{02} \cdot k$$

$$p_1 = p_2$$

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

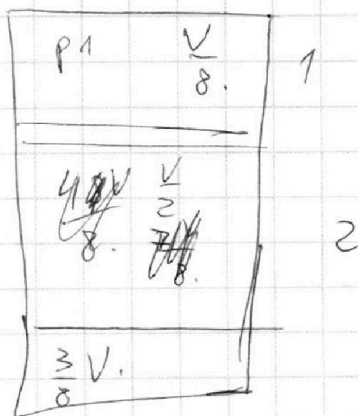
$$p_1 V_1 = \nu_1 R T$$

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

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

$$\frac{p_2 V_2 - \Delta \nu R T}{p_2 V_2 - \Delta \nu R T} = 4 \quad \left| \quad 4 p_2 V_2 - 4 \Delta \nu R T = p_1 V_1 \right.$$

$$4 p_2 V_2 - 4 \Delta \nu R T = p_1 V_1 \\ 4 p_2 V_2 - 4 \frac{\Delta V}{8} = 4 \Delta \nu R T \\ 2 p_2 V_2 - \frac{p_2 V_2}{8} = 4 \Delta \nu R T$$



$$\frac{15}{8} p_2 V = 4 \Delta \nu R T \\ 32 \Delta \nu R T$$

$$p_2 = \frac{15 V}{15 V}$$