



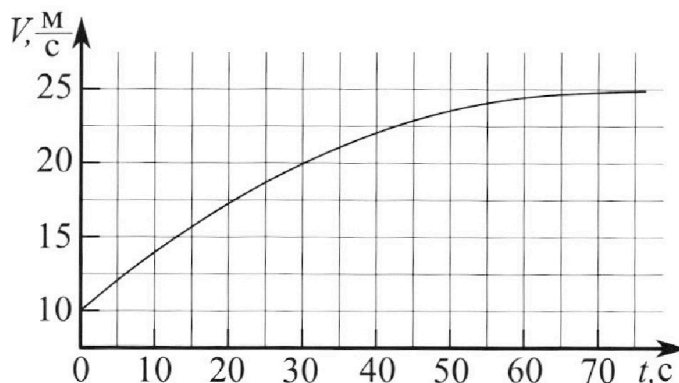
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03



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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ кг движется с постоянной скоростью и затем разгоняется на прямолинейном горизонтальном участке дороги. График зависимости скорости от времени при разгоне показан на рисунке. В конце разгона сила тяги двигателя равна $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

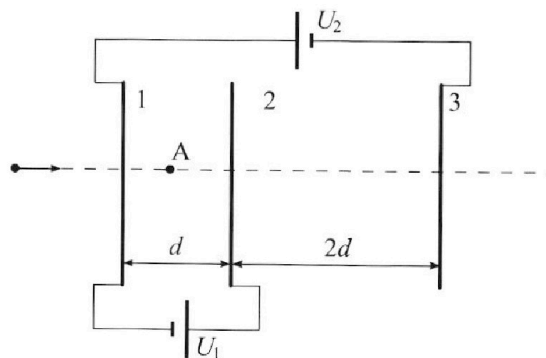
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 3U$. 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 1 и 2.
- 2) Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- 3) Найти скорость частицы в точке A на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

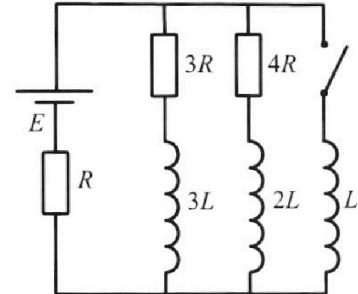
Вариант 11-03

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

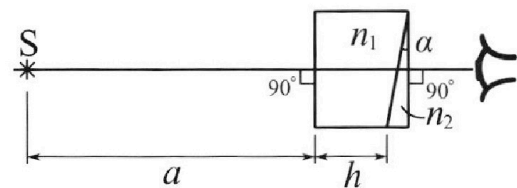
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с чи словыми 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 $a = 90$ 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 $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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!

1) $a = \frac{dv}{dt} \Rightarrow a_0$ равно углу касательной к графику в начальной точке. $a_0 \approx \frac{2,5 \cdot \frac{4}{5}}{5} = \frac{1}{2} \cdot \frac{4}{5} = 0,4 \frac{м}{с^2}$

2) II закон Ньютона:

$$F - F_{тр} = ma$$

силы трения

$$F_{тр} = kV \quad (\text{по условию}), \quad k - \text{какой-то коэффициент}$$

$$F - kV = ma$$

На графике при $t = 75с$ ускорение практически равно 0, а скорость автомобиля почти $25 \frac{м}{с}$, поэтому:

$$F - k \cdot 25 = 0$$

$$k = \frac{600}{25}$$

$$k = 24 \frac{Н \cdot с}{м}$$

тогда

$$F_0 - 24 \cdot 10 = 1500 \cdot 0,4$$

$$F_0 = 240 + 600$$

$$F_0 = 840Н$$

$$3) P_0 = F_0 \cdot V_0 = 840Н \cdot 10 \frac{м}{с} = 8400 Вт.$$

Ответ: 1) $0,4 \frac{м}{с^2}$; 2) $840Н$; 3) $8400 Вт$.

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!



1) Газообразный CO_2 занимает объем $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$.
согласно уровню Менделеева-Клапейрона:

$$\begin{aligned} \text{Для } \text{CO}_2: \frac{p_0 V}{4} &= \nu_{\text{CO}_2} R T_0 \\ \text{Для He: } \frac{p_0 V}{2} &= \nu_{\text{He}} R T_0 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \frac{\nu_{\text{CO}_2}}{\nu_{\text{He}}} = \frac{1}{2}$$

Ответ: $\frac{\nu_{\text{CO}_2}}{\nu_{\text{He}}} = \frac{1}{2}$

2) $\Delta \nu_{\text{CO}_2} = k p_0 \cdot \frac{V}{4}$

Пусть при нагреве до T вода не испарилась, т.е. $p_k > p_{\text{атм}} = \frac{p_0}{2}$

CO_2 занимает объем $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$. Общее количество вещества CO_2 в виде пара $\nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu_{\text{CO}_2}$.

По ур-ю Менделеева-Клапейрона:

He: $\frac{p_k V}{5} = \nu_{\text{He}} R T$

$\frac{p_0 V}{2} = \nu_{\text{He}} R T_0 (n-1)$

$\Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{p_k}{p_0}; \quad \nu_{\text{He}} = \frac{p_k V}{5 R T}$

$\text{CO}_2: \frac{p_k \cdot \frac{11}{20} V}{20} = (\nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu_{\text{CO}_2}) R T = \left(\frac{1}{2} \nu_{\text{He}} + \Delta \nu_{\text{CO}_2} \right) R T$

$p_k \cdot \frac{11}{20} = \frac{11}{20} p_k + \frac{1}{4} k p_0 R T$

$\frac{9}{20} p_k = \frac{1}{4} k p_0 R T$

~~$p_k = \frac{1}{9} k p_0 R T = \frac{1}{9} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \cdot 310^3 \cdot p_0 = \frac{5}{6} p_0$~~

~~$p_k = \frac{5}{6} p_0 R T = \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \cdot 310^3 \cdot p_0 = \frac{5}{6} p_0$~~

~~т.к. $\frac{5}{6} p_0 > \frac{p_0}{2} = p_{\text{атм}}$, то всё не так, предположение, и вода на самом деле не испарилась.~~

~~Отв: $\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{p_k}{p_0} = \frac{2 \cdot \frac{5}{6} p_0}{5 p_0} = 1$~~

т.к. $p_k < 2 p_0$, то предположение неверно и вода конденсировалась.

Когда $\nu_B = \frac{p_0 V}{4 \cdot M}$, испарилось $\Delta \nu_B$ воды. Объем воды стал

~~p_{CO_2} равен $\left(1 - \frac{\Delta \nu_B}{\nu_B}\right) \frac{V}{4}$~~

$p_{\text{CO}_2} \cdot \left(\frac{11}{20} V - \left(1 - \frac{\Delta \nu_B}{\nu_B}\right) \frac{V}{4} \right) = (\nu_{\text{CO}_2} + \Delta \nu_{\text{CO}_2}) R T = \left(\frac{1}{2} \nu_{\text{He}} + \Delta \nu_{\text{CO}_2} \right) R T$

$p_{\text{CO}_2} \cdot \left(\frac{11}{20} V + \frac{\Delta \nu_B}{\nu_B} \frac{V}{4} \right) = 2 \nu_{\text{CO}_2} \left(\frac{1}{2} \nu_{\text{He}} + \Delta \nu_{\text{CO}_2} \right) R T$

$p_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \left(\frac{11}{20} V + \frac{\Delta \nu_B}{\nu_B} \frac{V}{4} \right) = \Delta \nu_B R T$

$p_{\text{CO}_2} + p_{\text{H}_2\text{O}} = p_k$

$p_k \cdot \left(\frac{11}{20} + \frac{\Delta \nu_B}{4 \nu_B} \right) V = \Delta \nu_B R T + \frac{1}{20} p_k V + \frac{1}{4} k p_0 R T$

$p_k \left(\frac{9}{20} + \frac{\Delta \nu_B}{4 \nu_B} \right) = \frac{p_k R T}{4 M} + \frac{1}{4} k p_0 R T$

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!



Вода испаряется пока $p < p_{\text{атм}}$ при $\rightarrow$
 Чтобы испарилось вся вода, $\Delta V_0 = V_0$, иначе $p_k \leq p_{\text{атм}}$,
 но подставив $\Delta V_0 = V_0$ $p_k > p_{\text{атм}}$. Значит, вода вся не
 испарилась, тогда $p_k = p_{\text{атм}} = 2 p_0$.

$$p_0 \left(\frac{9}{10} + \frac{\Delta V_0}{2 V_0} \right) = \frac{p R T}{4 M} + \frac{1}{4} k R T p_0 \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \quad \frac{p_0}{p_k} = \frac{p_k}{p_0} = \frac{4}{5}$$

$$p_0 \left(\frac{9}{10} + \frac{\Delta V_0}{2 V_0} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 \right) = \frac{p R T}{4 M}$$

$$p_0 \left(\frac{9}{10} - \frac{3}{8} + \frac{\Delta V_0}{2 V_0} \right) = \frac{p R T}{4 M}$$

Ответ: $\frac{4}{5}$.

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) Так как сетка мелкая, расстояние между сетками значительно меньше размеров самих сеток, то мы можем считать, что каждая из них создает поле такое же, как и заряженные бесконечные пластины. Их поле постоянно, поэтому в пространстве между сетками 1 и 2 сила, действующая на частицу постоянна. Тогда по закону Ньютона, совершаемо Э. поле при переходе частицы от 1 сетки до 2. $A_{эл.1-2} = d \cdot F_{эл.1-2} = q(\varphi_2 - \varphi_1)$. По условию $\varphi_2 - \varphi_1 = U_1$, поэтому

$$F_{эл.1-2} = \frac{qU_1}{d}$$

По II закону Ньютона:

$$ma_{1-2} = F_{эл.}$$

$$a_{1-2} = \frac{qU_1}{md}$$

$$\text{Ответ: } \frac{qU_1}{md}$$



2) По закону сохранения энергии:

$$E_2 - E_1 = -A_{эл.}$$

$$K_2 - K_1 = -A_{эл.1-2}$$

$$E_1 - E_2 = A_{эл.}$$

$$K_1 - K_2 = A_{эл.1-2}$$

$$E_1 = C$$

$$K_1 - K_2 = qU_1$$

$$\text{Ответ: } qU_1$$

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

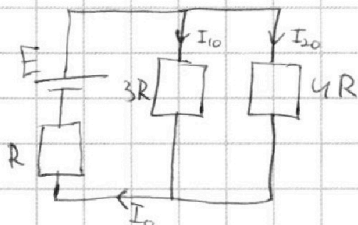
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



- 1) Детские в цепи установився, поэтому ток в любой точке системы постоянен, значит напряжение на катушках равно 0, а цепь эквивалентна этой:



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

$$I_{10} \cdot 3R = I_{20} \cdot 4R \quad (\text{парал. ветв. резисторов})$$

$$I_{20} = \frac{3}{4} I_{10}$$

$$I_0 = \frac{7}{4} I_{10}$$

$$E = R \cdot I_0 + 3R \cdot I_{10} \quad (\text{по закону Ома}) \quad \text{для участка цепи сог. 3R}$$

$$E = \frac{7}{4} I_{10} \cdot R + 3 I_{10} \cdot R$$

$$I_{10} = \frac{4E}{19R}$$

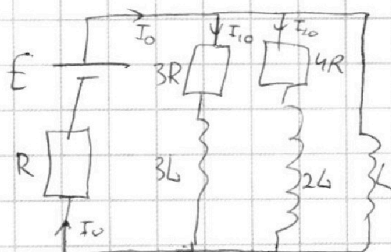
Ответ: $\frac{4E}{19R}$

- 2) Рассмотрим $\Delta t \rightarrow 0$. Токи в системе еще перераспределяются не успели, тогда напряжение на катушке L равно $E - I_0 R$ (по закону Ома), значит, $L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = E - I_0 R$; $\frac{\Delta I_3}{\Delta t} = \frac{E - \frac{7}{4} I_{10} R}{L} = \frac{E - \frac{7E}{19}}{L} =$

$$= \frac{12E}{19L}$$

П.к. $\Delta t \rightarrow 0$, то $\frac{\Delta I_3}{\Delta t}$ - скорость изменения возрастания тока в катушке L в нач. м.

Ответ: $\frac{12E}{19L}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

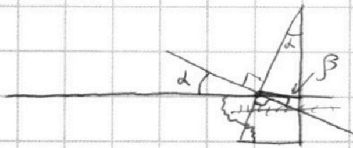
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



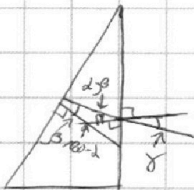
1) Так как $n_1 = n_2$, то геометрически рассмотрено единично преломление



решение 1
первое преломление

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = 1,7$$

$\alpha_{\max} \Rightarrow \sin \alpha = 1$; $\sin \beta = \frac{1}{1,7} \Rightarrow \beta \approx \frac{1}{1,7}$, т.к. $\beta < \alpha$, $\alpha_{\max}$



$$\frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha - \beta)} = \frac{n_2}{n_1}$$

$\sin \alpha = 1,7 \sin(\alpha - \beta) \approx 1,7(\alpha - \beta)$, т.к. $\alpha \approx \beta$, $\alpha_{\max}$

$$\sin \alpha = 0,17 - 0,1 = 0,07 \Rightarrow \alpha \approx 0,07$$

Ответ: на 0,07 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!



$$E_c \rightarrow E_{c1} + W_1$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + q\varphi_1$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + q\varphi_1 + qU_1$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{m(V_1 - at)^2}{2}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{m(V_1 - at)^2}{2}$$

$$E_2 - E_1 = q\varphi_1$$

$$Fd = qU_1$$

$$\frac{V_2 - V_1}{t_{\text{пр}}} = a$$

$$\frac{W}{a}$$

$$V = V_0 - at$$

$$S = V_0 t + \frac{a t^2}{2} = \frac{V_0^2 - V_1^2}{2a}$$

$$\frac{mV_0^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = ma \cdot S$$

$$\varphi_1 + \frac{q(G_2 - G_1 + G_3)}{2\epsilon_0}$$

$$\frac{d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\epsilon_0} = U_1 = U$$

$$\frac{3d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\epsilon_0} = 3U$$

$$\varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\epsilon_0}$$

$$1 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$2 \cdot \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$$

$$2 \cdot \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$$

$$= 5$$

$$E = \frac{G_1 - G_2 + G_3}{2\epsilon_0}$$

$$E = \frac{G_1 - G_2 + G_3}{2\epsilon_0}$$

$$\alpha = \frac{G_1 - G_2 + G_3}{2\epsilon_0} \cdot \frac{q}{m}$$

$$\alpha = \frac{U_1}{2d\epsilon_0} \cdot \frac{q}{m}$$

$$\frac{mV_2^2 - mV_1^2}{2} = 2qU_1$$

$$ma \frac{d}{q} = \frac{qU_1}{q}$$

$$\varphi_1 = \varphi_{11} + \varphi_{12} + \varphi_{13}$$

$$= qE_1 + SE_2 + SE_3 + U_0$$

$$U_1 = dE_2 + dE_3 - dE_1$$

$$-U_3 = dE_2 - 3dE_1$$

$$X = 1 - \frac{14}{20} = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}$$

$$\frac{10 \cdot 100}{2} = 500$$

$$V_0 = \frac{pV}{M} = \frac{p}{M} \cdot V$$

$$\frac{pV}{M}$$

$$\Delta V_0$$

$$p_1 \cdot V_x = \Delta V_0 \cdot RT$$

$$p_2 \cdot V_x = \frac{1}{2} V_{He} RT + \Delta V_{CO_2} RT$$

$$\Delta V_0 RT + \frac{1}{2} V_{He} RT + \Delta V_{CO_2} RT$$

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = X$$

$$V_x = \frac{4}{5} V - (1 - X) \cdot \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V + \frac{XV}{4}$$

$$\Delta V = \frac{p}{M} V$$

$$\left(\frac{11}{20} + \frac{X}{4}\right) p_k = \frac{X p_{RT}}{4M} + \frac{1}{4} k p_{O_2} RT$$

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!



$$\varepsilon_{\text{раст.}} = \frac{T}{T_0}$$

$$p_{c1} = \frac{(20 + 40)RT}{\frac{4}{5}V}$$

$$p_{e1} = \frac{20 \cdot RT}{\frac{4}{5}V}$$

$$p_0 \frac{V_0}{2} = \nu RT_0$$

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

$$p_{e1} \leq p_{c1}$$

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

$$\Delta V \frac{1}{2} \cdot 20^3 \cdot 5 \cdot 10^4 \frac{\text{К}}{\text{с}} = p_0 \cdot$$

$$= 25 \cdot \frac{\text{К}}{\text{с}}$$

$$p_1 = p_{c1} + p_{e1}$$

$$\frac{(20 + 40)RT}{\frac{4}{5}V} + \frac{20 \cdot RT}{\frac{4}{5}V} =$$

$$= 2 \frac{\nu RT}{V} \cdot \frac{5}{4} + \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{\pi} \cdot 20^3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

[illegible]

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

$$\Delta V_1 = \frac{\rho_{\text{air}} k \cdot V}{2 \cdot 84}$$

$$F - KV = ma \quad E_0 = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$600 = F_k = k \cdot 25 \quad \text{to } \frac{m v^2}{2} = \text{work}$$

$$K = 24 \frac{\text{H.C}}{\text{m}}$$

$$R_0 = 24 \cdot \pi + 1500 \cdot a$$

$$F \cdot v_0 = \frac{1}{2} R_0$$

$$E = \frac{G}{2\epsilon_0} \quad U = Ed = \frac{G}{2\epsilon_0} d \quad A = q\epsilon$$

$$\frac{dI}{dt} = 3R I_{10}$$

$$W_2 - W_1 = A$$

$$\frac{3L I_0^2}{2}$$

$$\frac{F}{R}$$

$$\begin{aligned} \psi_2 > \psi_1 & \quad \checkmark \\ E_1 > E_2 & \quad \psi_1 - \psi_2 = \frac{q(\psi_2 - \psi_1)}{E_1} \end{aligned}$$

$$2, \quad 3RI_0 = 4RI_0 \cdot I_0 = \frac{3}{4}I_0$$

$$3R I_{10} + \left(\frac{3}{4} I_{10} + I_{10}\right) \cdot R = E$$

$$-\frac{7}{10} \frac{1}{2} =$$

$$3RI_1 + 2L \frac{dI_1}{dt} = \frac{LI_3}{dt} - 4RI_2 + \dots$$

$$R(3I_1 - 4I_2) = L\left(3\frac{dI_2}{dt} - 3\frac{dI_1}{dt}\right)$$

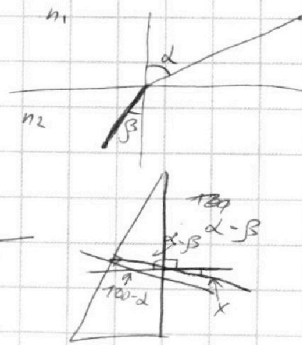
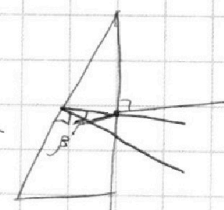
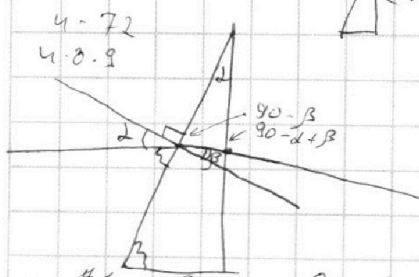
$$h_2 < h_1$$

$$S_{i\alpha} > S_{i\beta}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$g_{nd} = \sin \beta \cdot \frac{n_2}{n_1} = 77$$

$$\frac{\sin(\alpha - \beta)}{\sin \alpha} = \frac{\sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha}{\sin \alpha}$$



$$1 - \frac{41}{289} = \frac{288}{289}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_0} ; \sin \beta = \frac{0,1}{1,7} = \frac{1}{17}$$

$$0.12 \pm 0.02 \left(0.1 \cdot \frac{2.5\sqrt{2}}{2.5} - \frac{1}{11} \cdot \left(1 - \frac{0.1}{100} \right) \right) \cdot 1.2$$

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!



$$\frac{2.5}{5} = 0.5 \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

$$\frac{7.5}{20} = 0.375 \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

$$\frac{5}{12.5} = \frac{1}{2.5} \frac{\mu}{\text{с}^2} = \frac{20}{90} \frac{\mu}{\text{с}^2}$$

$$a_0 \approx 0.45$$

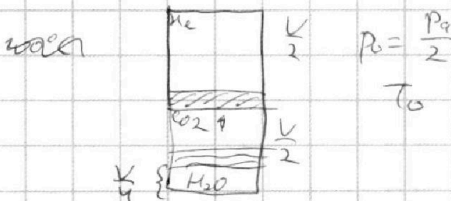
$$\frac{2.5 \cdot 0.375}{5} = \frac{0.9375}{5} = 0.1875$$

$$L \frac{dI_3}{dt} = 3RT_{10} + L \frac{dI_2}{dt}$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{3RT_{10}}{L} + \frac{dI_2}{dt}$$

4.

$$CO_2 = 12 + 32 = 44$$



$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T}$$

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{P_1 \cdot \frac{V}{2}}$$

$$T = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{P_0 \cdot \frac{V}{2}}$$

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

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T}$$

$$\frac{V_{CO_2}}{V_{He}} = \frac{V}{2} = \frac{P_1}{2}$$

$$T = 3 \times 300 = 900 \text{ K}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$1500 + 350 + 15 = 1865$$

$$106500$$

$$100000$$

$$P_1 > P_0$$

$$P_1 = \frac{(P_0 \cdot \frac{V}{2}) RT}{V} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2} RT}{V} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2} RT}{V}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{5RT} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{5RT}$$

Угнетение не происходит, когда $P_1 < P_0$

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0}$$

$$\Delta V = k \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} \approx 1.6 \times 10^{-3} \cdot \frac{V}{4} = \frac{100}{16} V \approx 6V$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0}$$

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} + \frac{100}{16} V$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{P_1}{T_0} = \frac{P_0}{4T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{3P_0}{2} \cdot \frac{T_0}{T_0} = \frac{P_0}{4T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}$$