



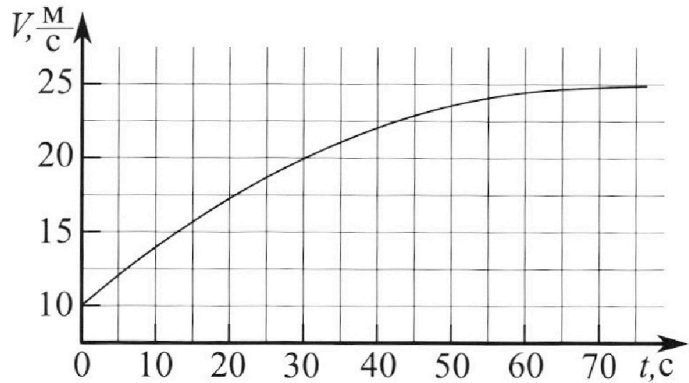
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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?

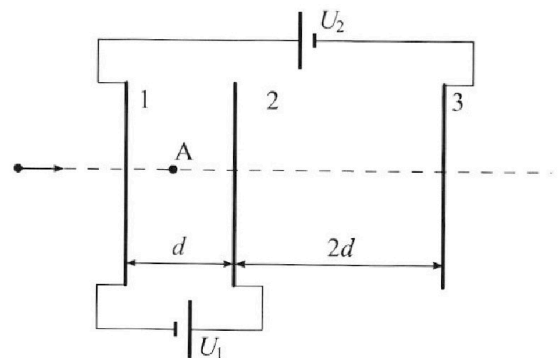
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 А на расстоянии $d/4$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 11-03

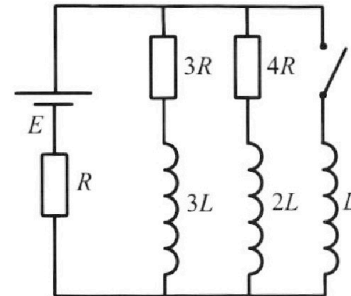
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



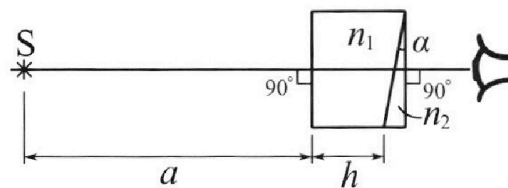
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} 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 числами или словами 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 $a = 90$ 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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) $a = \frac{dV}{dt} \Rightarrow a_0$ 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

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

$$F - kV = ma$$

На графике при $t = 75c$ ускорение практически

равно 0, а скорость автомобиля почти $25 \frac{м}{с}$,

поэтому:

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

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

$$k = 24 \frac{Н \cdot c}{м}$$

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



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 $\frac{V}{2} - \frac{V}{4} = \frac{V}{4}$.
создаст По уравнению Менделеева-Клапейрона:

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

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

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

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

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

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

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

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

$p_k \cdot \frac{11}{20} = \frac{12}{25} p_k + \frac{1}{4} k p_0 R T$

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

~~$p_k = \frac{5}{9} k p_0 R T = \frac{5}{9} \cdot \frac{1}{4} \cdot 10^{-3} \cdot 270^3 \cdot p_0 = \frac{5}{6} p_0$~~

~~$p_k = \frac{5}{6} p_0$~~

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

~~Отв $\frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{p_k}{p_0} = \frac{2 \cdot \frac{5}{6} p_0}{5 p_0} = \frac{2}{3}$~~

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

Тогда $\nu_{\text{в}} = \frac{p_0 V}{4 \cdot M}$, испарилось $\Delta \nu_{\text{в}}$ воды. Объем воды стал

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

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

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

$p_{\text{в}} \cdot \left(\frac{11}{20} V + \frac{\Delta \nu_{\text{в}}}{\nu_{\text{в}}} \frac{V}{4} \right) = \Delta \nu_{\text{в}} R T$

$p_{\text{CO}_2} + p_{\text{в}} = p_k$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!



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

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} + \frac{\Delta V_0}{2V_0} \right) = \frac{pRT}{4M} + \frac{1}{4} kRT p_0 \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \quad \frac{p_0}{p_k} = \frac{p_k}{p_0} = \frac{4}{5}$$

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} + \frac{2V_0}{2V_0} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 20^3 \cdot 3 \cdot 20^3 \right) = \frac{pRT}{4M}$$

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} - \frac{3}{8} + \frac{\Delta V_0}{2V_0} \right) = \frac{pRT}{4M}$$

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



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 постоянно. Тогда по формуле на работу, совершаемую Э. полем 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

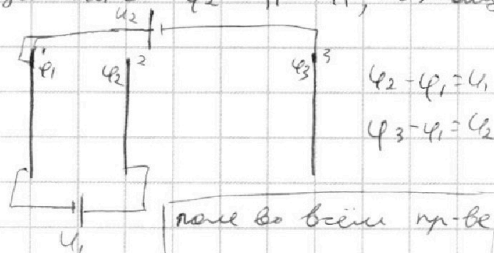
$$F_{эл.1-2} = \frac{qU_1}{d}$$

По II закону Ньютона:

$$ma_{1-2} = F_{эл.}$$

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

Ответ: $\frac{qU_1}{md}$



поле во всем пр-ве
горизонтально.

2) По закону сохранения энергии:

~~$$E_2 - E_1 = -A_{эл.}$$~~

$$k_2 - k_1 = -A_{эл.1-2}$$

~~$$E_1 - E_2 = A_{эл.}$$~~

$$k_1 - k_2 = A_{эл.1-2}$$

~~$$E_1 = C$$~~

$$k_1 - k_2 = qU_1$$

Ответ: qU_1

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

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

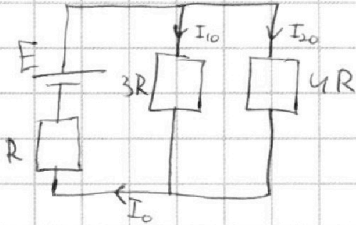
1 2 3 4 5 6 7



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 напряжения на катушках равно 0, а цепь эквивалентна этой:



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

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

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

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

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

$$E = \frac{7}{4} I_0 \cdot R + 3 I_{10} \cdot R$$

$$I_0 = \frac{4E}{19R}$$

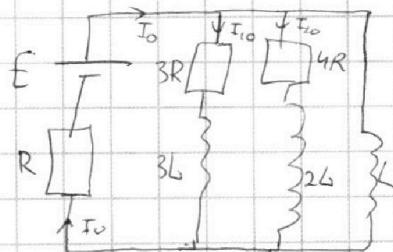
Ответ: $\frac{4E}{19R}$

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, $L \frac{\Delta I_3}{\Delta t} = E - I_0 R$; $\frac{\Delta I_3}{\Delta t} = \frac{E - \frac{7}{4} I_0 R}{L} = \frac{E - \frac{7E}{19}}{L} =$

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

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.

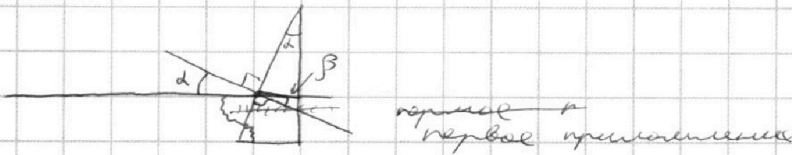
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

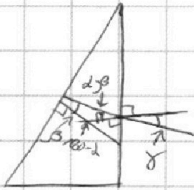
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) Так как $n_1 = n_0$, то геометрически рассматриваем ситуацию преломления



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

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



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



$$E_0 \rightarrow E_1 + W_1$$

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

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

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

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

$$3d(G_2 - G_1 - G_3) = 3U$$

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

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{m(V-au)^2}{2}$$

$$E_2 - E_1 = qU_1$$

$$F_d \rightarrow a = \frac{qU_1}{md}$$

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

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

$$a = \frac{G_1 - G_2 + G_3}{2d\epsilon_0} \frac{q}{m}$$

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

$$\frac{V_2 - V_1}{t_{exp}} = a$$

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

$$mad = \frac{2qU_1}{d}$$

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

$$= dE_1 + 5dE_2 + 5dE_3 + U_0$$

$$U_1 = dE_2 + dE_3 - dE_1$$

$$-U_3 = dE_2 - 3dE_1$$

$$v_{exp} = V_0 - at$$

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

$$= \frac{2V_0^2 - 2V_0V_1 + V_1^2 - V_1^2}{2a}$$

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

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

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

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

$$100$$

$$V_0 = \frac{pV}{4M} = \frac{p}{4M} \cdot V$$

$$\frac{pV}{5}$$

$$p_1 \cdot V_x = \nu_e RT$$

$$p_2 \cdot V_x = \nu_{He} RT + \nu_{CO_2} RT$$

$$\nu_e RT + \frac{1}{2} \nu_{He} RT + \nu_{CO_2} RT$$

$$\frac{\Delta p}{p_0} = X$$

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

$$= V \left(\frac{11}{20} + \frac{X}{4} \right)$$

$$\left(\frac{11}{20} + \frac{X}{4} \right) p_0 = \frac{X p_0 RT}{4M} + \frac{1}{2} \frac{p_0 RT}{10} + \frac{1}{4} p_0 RT$$

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!



$$\sum P_{i1} = \frac{T}{T_0}$$

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

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

$$P_0 \cdot \frac{V_0}{2} = 2RT_0$$

$$V = \frac{P_0 V}{2RT_0}$$

$$P_{c1} \leq P_{e1}$$

$$\Delta V \cdot \frac{3}{4} \cdot 20^3 \cdot 5 \cdot 10^9 \frac{K}{V} = P_0 = 25 \cdot \frac{K}{V}$$

$$P_1 = P_{c1} + P_{e1}$$

$$\frac{(20 + 40)RT}{\frac{4}{5}V} + \frac{20 \cdot RT}{\frac{4}{5}V} = 2 \frac{JRT}{V} \cdot \frac{3}{4} + \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{12} \cdot 20^3$$

$$P_0 \cdot \frac{V}{2} = 2RT_0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

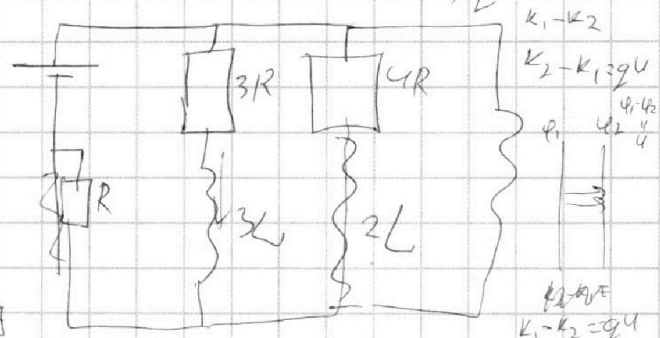


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$\varphi_1 + \frac{d}{2\epsilon_0}(G_2 - G_1) = \varphi_2 \quad 0 - 10$
 $\frac{d(G_2 - G_1)}{2\epsilon_0} = \varphi_1 \quad 10 - 134$
 $\varphi_1 + \frac{d}{2\epsilon_0}(G_2 - G_1) = \varphi_1 + \frac{U_1}{4}$
 $\varphi_2 = \varphi_1 = U_1$
 $\varphi_2 - \varphi_3 = U_2$
 $E_1 - E_2 = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -qU_1$
 $\varphi_2 > \varphi_1$
 $E_1 - E_2 = qU_1$
 $E_0 = \frac{m v_0^2}{2}$
 $E_k + W_{in} = const$
 $E_0 \frac{m v_0^2}{2} = W_{in} q$
 $\Delta V_1 = \frac{p a k \cdot V}{2 \cdot 34}$
 $F - KV = ma$
 $600 = F_k = k \cdot 25$
 $k = 24 \frac{H \cdot C}{m}$
 $P_0 = 24 \cdot 10 + 1500 \cdot a$

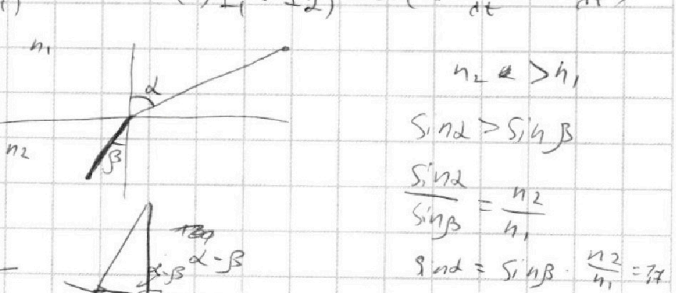
$F_0 \cdot v_0 = A_p \cdot P_0$
 $E = \frac{G}{2\epsilon_0} \quad U = Ed = \frac{Gd}{2\epsilon_0} \quad A = qE$



$E(t) \cdot 2S = \epsilon_0 \epsilon_1 \frac{d\varphi}{dt}$
 $\frac{G_2(d-l)}{2\epsilon_0}$
 $\varphi_1 = \frac{G_1 d}{2\epsilon_0} + \varphi_2$
 $\frac{dI}{dt} = 3R I_{10}$

$3R I_{10} = 3R \cdot \frac{1}{4} I_{10} + R_0 I_{10} \cdot I_{10} = \frac{3}{4} I_{10}$
 $3R I_{10} + (\frac{3}{4} I_{10} + I_{10}) R = E$
 $I_{10} R = \dots$
 $3R I_1 + 3L \frac{dI_1}{dt} = \frac{L I_2}{3} - \frac{L I_3}{4} - 4R I_2$
 $R(3I_1 - 4I_2) = L(\frac{3}{4} \frac{dI_2}{dt} - 3 \frac{dI_1}{dt})$

$W_2 - W_1 = A$
 $\frac{3L I_{10}^2}{2}$
 $\frac{E}{R}$
 $\varphi_2 > \varphi_1$
 $E_1 > E_2$
 $E_1 - E_2 = q(\varphi_2 - \varphi_1)$



$u = 72$
 $u \cdot 0.9$
 $1 - \frac{91}{289} = \frac{288}{289}$
 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$
 $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0.1}{1.7} = \frac{1}{17}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\frac{2.5}{5} = 0.5 \frac{u}{c^2}$$

$$\frac{7.5}{20} = 0.375 \frac{u}{c^2}$$

$$\frac{5}{12.5} = \frac{1}{2.5} \frac{u}{c^2} = \frac{20}{90} \frac{u}{c^2}$$

$$a_0 \approx 0.45$$

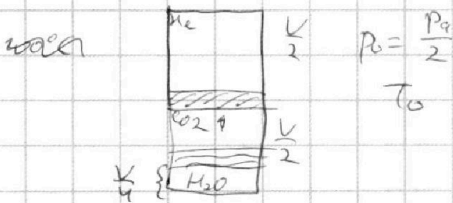
$$\frac{2.5 \cdot 0.5 \cdot 4}{5} = \frac{5 \cdot 4}{2.5} \cdot \frac{2}{5} = 0.14$$

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

$$\frac{dI_3}{dt} = 3RT_{10} \frac{1}{L} + \frac{dI_2}{dt}$$

U.

$$CO_2 = 12 + 32 = 44$$



$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P \cdot \frac{V}{5}}{T}$$

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{P_{He} R}$$

$$T = \frac{P \cdot \frac{V}{5}}{P_{He} R}$$

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

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{5}}{5RT} = \frac{P_{He} R T}{5RT}$$

$$\frac{2P_0 V}{5RT} = \frac{P_{He} R T}{5RT}$$

$$1500 + 350 + 15 = 18 \cdot 65$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_{He} R T}{5RT}$$

$$\frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{T_0} = \frac{P_{CO_2} R T}{5RT}$$

$$\frac{V_{CO_2}}{V_{He}} = \frac{\frac{V}{4}}{\frac{V}{2}} = \frac{1}{2}$$

$$P_1 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{4 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{P_0}{4}$$

$$P_1 = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{4 \cdot \frac{V}{4}} = \frac{P_0}{4}$$

$$V - \frac{V}{4} = \frac{3}{4} V$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 P_0 = \frac{15}{32} P_0 + \frac{P_0}{2} = \frac{31}{32} P_0$$

$$3RT_{10} + \frac{3k_B dI_1}{dt} = 3RT_{10} + \frac{2k_B dI_2}{dt}$$

$$3dI_1 = 2dI_2; dI_1 = \frac{2}{3}dI_2$$

$$dI_3 = dI_1 + dI_2 = \frac{5}{3}dI_2$$

Угнетение не увеличивает бага \leftrightarrow $P_1 < P_0$

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{5}}{T_1} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{5}}{T_0}; P_1 = P_0 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{T_1}{T_0} = \frac{5}{4} P_0$$

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

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

$$\frac{P_1 \cdot \frac{3V}{4}}{T_1} = (\nu + \Delta U) R = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{T_0} + \frac{100}{16} V$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_0}{4T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{P_0}{T_1} \cdot \frac{T_0}{T_0} = \frac{P_0}{4T_0} + \frac{100}{16}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{16}; \frac{5}{8} \frac{P_0}{T_0} = \frac{100}{16}; \frac{P_0}{T_0} = \frac{100}{20}$$

$$\nu = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{4}}{100 \cdot 10^3}$$

$$P_1 = \frac{5}{4} \cdot P_0 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{100}{16} \cdot 3 \cdot 10^3 = \frac{500 \cdot 3 \cdot 10^3}{30}$$

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot 10 \cdot 10^3}{100} = 100$$