



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



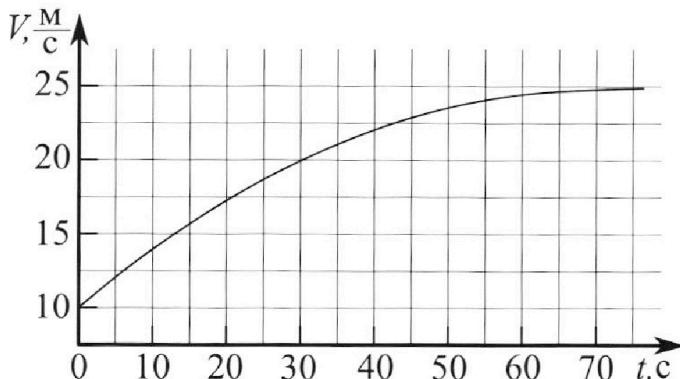
Вариант 11-03

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%.



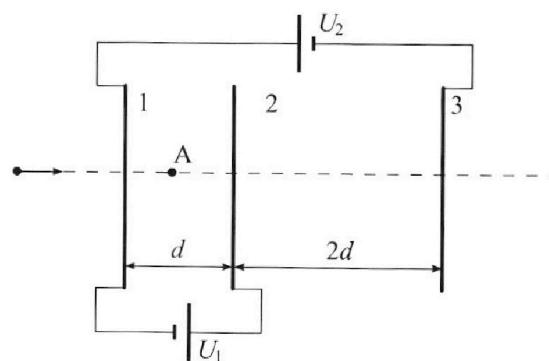
2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент 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: $\Delta v = kp w$. 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

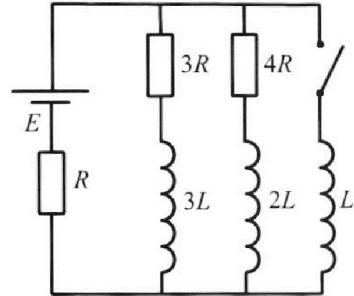
Вариант 11-03

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

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

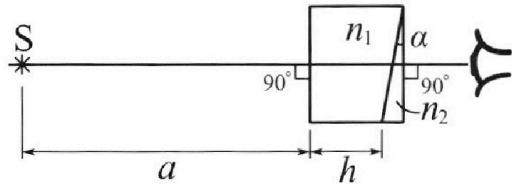
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ при замкнутом ключе?

Ответы давать с 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 $n_b = 1,0$. 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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"/> |

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 числу вспомогательной к траектории в начальной
точке. $a_0 \approx \frac{2,5 \cdot \frac{4}{5}}{5} = \frac{1 \cdot \frac{4}{5}}{2} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2) II закон Ньютона:

$$F - F_{\text{тр}} = m a$$

силы трения

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

$$F - k v = m a.$$

На траектории при $t = 75 \text{ с}$ ускорение практически
равно 0, а скорость ее автомобилей нормы $25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$,
потому:

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

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

$$k = 24 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

момент

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

$$F_0 = 240 + 600$$

$$F_0 = 840 \text{ Н}$$

3) $P_0 = F_0 \cdot v_0 = 840 \text{ Н} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8400 \text{ Вт.}$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!

He
Ge ₂

1) Газодиагностический CO_2 занимает объем $V - \frac{V}{4} = \frac{3V}{4}$.
согласно Расселла-Монгесела-Кланциуса:

$$\text{Давление } \text{CO}_2: \frac{P_0 V}{\frac{3}{4}} = V_{\text{CO}_2} R T_0 \quad | \Rightarrow \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{He}}} = \frac{1}{2}$$

$$\text{Давление He: } \frac{P_0 V}{\frac{1}{4}} = V_{\text{He}} R T_0$$

$$\text{Однократно: } \frac{V_{\text{CO}_2}}{V_{\text{He}}} = \frac{1}{2}$$

$$2) \Delta V_{\text{CO}_2} = k_p \cdot \frac{V}{4}$$

Пусть при нагреве до T вода не испарилась, т.е. $P_k > \text{р.атм.} = \frac{P_0}{2}$
 CO_2 занимает объем $V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V$. Однократное изменение
объема CO_2 в воде \neq разница $V_{\text{CO}_2} + \Delta V_{\text{CO}_2}$.

Согласно Монгесела-Кланциуса:

$$\text{He: } \frac{P_k V}{5} = V_{\text{He}} R T \quad | \Rightarrow \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{P_k}{P_0}; \quad V_{\text{He}} = \frac{P_k V}{5 R T}$$

$$\frac{P_0 V}{2} = V_{\text{He}} R T_0 \quad (\text{н.ч.})$$

$$(\text{CO}_2: \frac{P_k \cdot \frac{11}{20} V}{20} = (V_{\text{CO}_2} + \Delta V_{\text{CO}_2}) R T = (\frac{1}{2} V_{\text{He}} + \Delta V_{\text{CO}_2}) R T$$

$$P_k \cdot \frac{11}{20} = \frac{1}{2} \cdot \frac{5}{2} P_0 + \frac{1}{4} k_p R T$$

$$\frac{9}{20} P_k = \frac{1}{2} k_p R T$$

~~$$P_k = \frac{5}{9} k_p R T = \frac{5}{9} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^3 \quad P_0 = \frac{5}{6} P_0$$~~

Т.к. $\frac{5}{6} P_0 > 2 P_0 = \text{р.атм.}$, то вода не испарилась,
и вода не заняла весь объем бутылки.

~~$$\text{Однократно: } \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{P_k}{P_0} = \frac{2 \frac{5}{6} P_0}{5 P_0} = \frac{1}{3}$$~~

Т.к. $P_k < 2 P_0$, то предположение неверно и вода испарилась.

Понадобится $\Delta V_B = \frac{P_0 V}{4 \cdot M}$ испариться ΔV_B воды. Объем воды снизится
на величину ΔV_B (1 - $\frac{\Delta V_B}{V_B}$) $\frac{V}{4}$

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

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

$$P_{\text{CO}_2} \cdot \left(\frac{11}{20} V + \frac{\Delta V_B}{V_B} \frac{V}{4} \right) = \Delta V_B R T$$

$$P_{\text{CO}_2} + P_{\text{H}_2\text{O}} = P_k$$

$$P_k \cdot \left(\frac{11}{20} + \frac{\Delta V_B}{V_B} \frac{V}{4} \right) V = \Delta V_B R T + \frac{1}{10} P_k + \frac{1}{4} k_p R T$$

$$P_k \left(\frac{9}{20} + \frac{\Delta V_B}{V_B} \frac{V}{4} \right) = \frac{P_k R T}{4 \cdot M} + \frac{1}{4} k_p R T$$

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"/> |

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

 МФТИ.

Вода испаряется пока $p < p_{\text{расс}}$ при

Чтобы испарялась вся вода, $\Delta V_B = V_B$, т.к. $p < p_{\text{расс}}$,
то $p_{\text{расс}} = p_B = p_{\text{внеш}}$. Значит, вода вся не
испаряется, тогда $p_{\text{внеш}} = p_{\text{расс}}$.

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} + \frac{\Delta V_B}{2V_B} \right) = \frac{p_{\text{расс}} T}{4V_B} + \frac{1}{4} k R T p_0 \quad \frac{T}{T_0} = \frac{2}{5} \frac{p_0}{p_{\text{расс}}} \quad \frac{p_{\text{расс}}}{p_0} = \frac{4}{5}$$

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} + \frac{\Delta V_B}{2V_B} - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^5 \right) = \frac{p_{\text{расс}} T}{4V_B}$$

$$p_0 \left(\frac{g}{T_0} - \frac{3}{8} + \frac{\Delta V_B}{2V_B} \right) = \frac{p_{\text{расс}} T}{4V_B}$$

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 |
| <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!

1) Так как септа мягкая, расстояние между септами значительное
меньше радиусов септических сепок, то мы можем считать,
что каждая из них создает поле такое же, как и горизонтальные
бесконечные пластины. У них выше пояснялось,
позволяет в пространстве между септами 1 и 2 сию,
действующих на газоподъемник пластинки. Понятно
наработку, совершающую эти поле при прохождении газоподъемником
1 сепок φ_2 . $A_{31,12} = \frac{d}{2} \cdot F_{31,12} = q(\varphi_2 - \varphi_1)$. Но учитывая $\varphi_2 - \varphi_1 = U_1$, получим

$$F_{31,12} = \frac{q U_1}{d}$$

По II закону Ньютона:

$$m a_{12} = F_{31,12}$$

$$a_{12} = \frac{q U_1}{md}$$

$$\text{Ответ: } \frac{q U_1}{md}$$

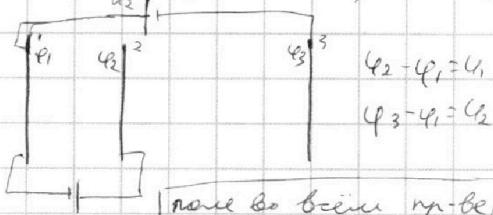
2) По закону сохранения энергии:

$$E_2 - E_1 = A_{31} \quad K_2 - K_1 = -A_{31,12}$$

$$E_1 - E_2 = A_{31} \quad K_1 - K_2 = A_{31,12}$$

$$E_1 - E_2 = K_1 - K_2 = q U_1$$

$$\text{Ответ: } q U_1$$



поле во всем при-ве
горизонтальном.

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

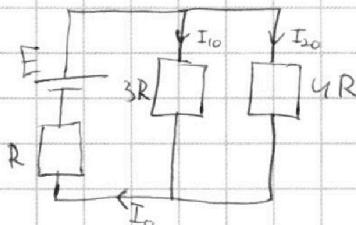


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

1) Решение в цепи установлено, поэтому тек в любой
точке системы постоянен, значит напряжение на
катушках равно 0, а цепь эквивалентна этой:



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

$$I_{10} \cdot 3R = I_{20} \cdot 4R \quad (\text{последовательн})$$

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

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

$$E = R \cdot I_0 + 3R \cdot I_{10} \quad (\text{по закону Ома}) \text{ для} \\ \text{частной цепи согласно ЗФС}$$

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

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

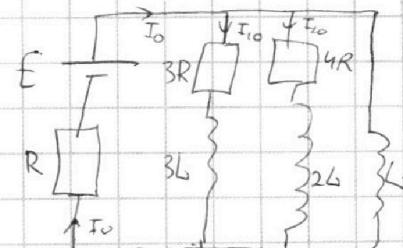
$$\text{Ответ: } \frac{4E}{19R}$$

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

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

П.к. $\Delta t \rightarrow 0$, то $\frac{\Delta I^3}{\Delta t}$ -среднее значение
возрастания тока в катушке L в это
же

$$\text{Ответ: } \frac{12E}{19L}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

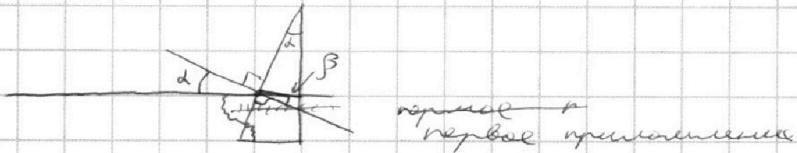
6

7

МФТИ.

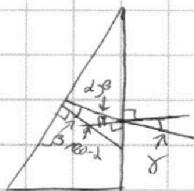
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Как как $n_1 = n_0$, то дальнейшее рассмотрение ведущее к парадоксу



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

$\delta_{\max} \Rightarrow \sin \alpha = 1; \sin \beta = \frac{1}{1,7} \Rightarrow \beta \approx 17^\circ$, m.e. $\beta < \delta_{\max}$



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

$\sin \gamma = 1,7 \sin(\delta - \beta) \approx 1,7(\delta - \beta)$, m.e. $\delta < \delta_{\max}$

$$\sin \delta = 0,17 - 0,1 = 0,07 \Rightarrow \delta \approx 0,07^\circ$$

Ответ: на $0,07^\circ$ разн.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$E_i \rightarrow E_k + W_i$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + qU_1 \alpha g \varphi_1$$

$$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + qU_1 + \frac{qU_2}{4}$$

$$\varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\varepsilon_0}$$

$$\frac{d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\varepsilon_0} = U_{21} = U_1 \quad 1 \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{3d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\varepsilon_0} = 3U_1 \quad 2 \cdot \frac{1}{4} = \frac{2}{4}$$

$$\varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1 - G_3)}{2\varepsilon_0} = 5 \quad 2 \cdot \frac{1}{8} = \frac{1}{4}$$

$$\text{B) } \frac{mV^2}{2} =$$

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

$$E_2 - E_1 = qU_1$$

$$\frac{pd}{dt} a = \frac{qU_1}{md}$$

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

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

ma

$$ma \frac{d}{dt} = \frac{qU_1}{4}$$

$$\varphi_1 = \varphi_{10} + \varphi_{12} - \varphi_{13} \quad \ddots \\ = qSE_1 + qSE_2 + qSE_3 + q\varphi_0$$

$$U_1 = dE_2 + dE_3 - dE_1$$

$$-U_3 = dE_2 - 3dE_3$$

$$x = 1, \frac{\eta u}{20} P_k = \frac{PRT}{4M} + \frac{1}{4} K P_0 R T$$

$$\frac{\eta u}{20} \frac{100}{2} = 500 \frac{10^3 \cdot 30 \cdot 3}{4 \cdot 486}$$

a) W

de

$$V_{\text{de}} = V_0 - at$$

$$S = V_0 t - \frac{at^2}{2} = \frac{V_0^2 - V_0 t V_0 - (V_0 - V)^2}{2a} =$$

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

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

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

$$J_0 = \frac{P}{4M} \quad \text{or} \quad J_0 = \frac{P}{4M} \cdot V$$

$$\frac{dV}{5}$$

ABOVE

$$p_1 \cdot V_x = n_{He} R T$$

$$p_2 \cdot V_x = n_{CO_2} \frac{1}{2} R T + n_{CO_2} R T + n_{CO_2} R T$$

$$n_{He} R T + \frac{1}{2} n_{CO_2} R T + n_{CO_2} R T$$

$$\frac{\Delta p}{p_0} = X \quad \text{or} \quad \frac{X}{4M} R T \quad V_x = \frac{4}{5} V - (1-X) \cdot \frac{V}{4} = \frac{11}{20} V + \frac{XV}{4} =$$

$$\Delta B = \frac{Xp}{4M} V$$

ADDITION

$$\left(\frac{11}{20} + \frac{X}{4} \right) p_k = \frac{X PRT}{4M} + \frac{1}{2} \frac{P_k}{20} + \frac{1}{4} K P_0 R T \quad ; \left(\frac{9}{20} + \frac{X}{4} \right) p_k = \frac{X PRT}{4M} + \frac{1}{4} K P_0 R T$$

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"/> |

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

МФТИ

$$\sum \text{Равн.} : \frac{T}{T_0}$$

$$P_{c1} = \frac{(2V + 10)RT}{\frac{4V}{5}}$$

$$P_{e1} = \frac{2V \cdot RT}{\frac{4V}{5}}$$

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

$$J = \frac{P_0 V}{2 R T_0}$$

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

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

$$2V \cdot 20^3 \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{4} = P_0 =$$

$$= 25 \cdot \frac{1}{4}$$

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

$$\cancel{\frac{(2V + 10)RT}{\frac{4V}{5}}} + \frac{2V \cdot RT}{\frac{4V}{5}} =$$

$$= 2 \frac{VRT}{V} \cdot \frac{5}{4} + \frac{5}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2^3$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1)}{2\epsilon_0} = \varphi_2 \quad 0 - 10 \quad \text{+} \quad \varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1)}{2\epsilon_0} = \varphi_1 \quad 10 - 134 \quad \varphi_1 \rightarrow E_{el}$$

$$2\varphi_1 + \frac{d(G_2 - G_1)}{2\epsilon_0} = \varphi_1 + \frac{\epsilon_1}{4} \quad 20 - 17,5 \quad \varphi_1 > \varphi_2$$

$$\Delta V = \frac{p \cdot k \cdot V}{2 \cdot 84}$$

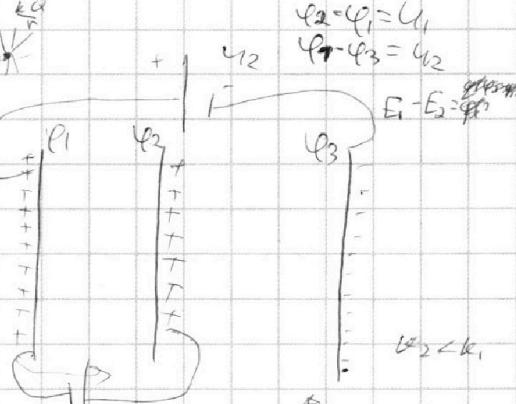
$$\Delta V = \frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = -qU_1$$

$$F - KV = m \ddot{x} \quad E_0 = \frac{m \omega^2}{2}$$

$$E_0 = Fx \leq k \cdot 25 \quad E_0 \frac{m \omega^2}{2} = m \omega q$$

$$k = 24 \frac{N/C}{m}$$

$$F_0 = 24 \cdot 10 + 1500 \cdot a$$



$$E = \frac{G}{2\epsilon_0 k_0}, \quad U = Ed = \frac{G}{2\epsilon_0 k_0} d, \quad A = qR$$

$$E(A) \cdot 2S = \frac{G}{2\epsilon_0 k_0} G S L \quad + P_1 I_1 S = \frac{G}{2\epsilon_0 k_0} d \quad I_1 = \frac{P_1}{2\epsilon_0 k_0 d}$$

$$\varphi_1 = \frac{G_1 \frac{dL}{2\epsilon_0} + \varphi_2}{2\epsilon_0 k_0} \quad I_1 = \frac{P_1}{2\epsilon_0 k_0 d}$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{P_1}{2\epsilon_0 k_0 d} = 3R I_{10}$$

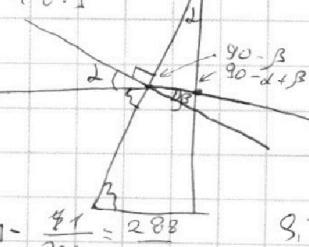
$$\frac{3L I_{10}^2}{2} = A$$

$$E_1 > E_2 \quad \sin \beta$$

$$\frac{E}{R}$$

$$4 \cdot 72$$

$$4 \cdot 0.9$$



$$1 - \frac{f_1}{2\epsilon_0} = \frac{288}{289}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}; \quad \sin \beta = \frac{0.1}{1.7} = \frac{1}{17}$$

$$0.12 \cdot \frac{17}{17} - \frac{1}{17} \cdot (1 - \frac{0.1}{100}) = 1.2$$

$$3R I_{10} = R I_{10} + R I_{20}, \quad I_{10} = \frac{3}{4} I_{10}$$

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

$$3R I_{10} + 3L \frac{dI}{dt} = \frac{L I_3}{dt} + \frac{L I_3 - 4R I_{10}}{dt}$$

$$\frac{dI}{dt}$$

$$\frac{dI_2}{dt}$$

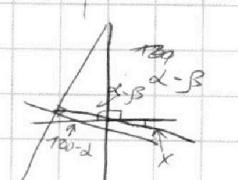
$$R(3I_1 - 4I_2) = L(\frac{dI_2}{dt} - 3\frac{dI_1}{dt})$$

$$n_2 > n_1$$

$$\sin \alpha > \sin \beta$$

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

$$\sin \alpha = \sin \beta \cdot \frac{n_2}{n_1} = 0.7$$



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

$$= \frac{n_2}{n_1}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\frac{25}{5} = 0,5 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{7,5}{20} = 0,375 \frac{m}{c^2}$$

$$\frac{5}{12,5} = \frac{1}{2,5} \frac{m}{c^2} = \frac{200}{250} \frac{m}{c^2}$$

$$a_0 \approx 0,45$$

$$\frac{3,75 \cdot 3 \frac{5}{4}}{5} = \frac{5 \cdot 8,75}{25} = 0,4.$$

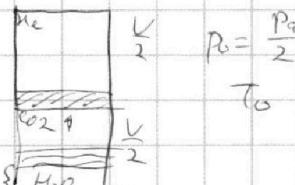
$$\frac{dI_3}{dt} = 3R T_{10} + L dI_2$$

$$\frac{dI_3}{dt} = \frac{3R T_{10} + L dI_2}{196} + \frac{dI_2}{dt}$$

4.

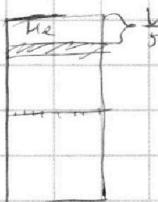
$$CO_2 - 72 + 332 = 44$$

wall



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

$$T_0 \rightarrow$$



$$T = 343K = 70^\circ C$$

$$P_0 \frac{V}{5} = \lambda_{He} RT$$

$$\frac{2P_0 V}{5RT} = \frac{4-1.5}{5-4} = \frac{11}{20}$$

$$1500 + 350 + 75 =$$

$$= 1875$$

$$\frac{700500}{100000} = 7P_0$$

$$P_1 > P_0$$

$$\left(P_1 - \frac{(P_0 V_1)}{V_1} \right) RT = \frac{3}{4} P_0 V_1 + \frac{5}{4} K P_0 T$$

$$\frac{P_1 - P_0}{V_1} = \frac{3}{4} P_0 + \frac{5}{4} K P_0 T$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{2P_0 V_1}{5V_1 RT} = \frac{P_0}{5V_1 RT} + \frac{5}{4} \cdot \frac{2P_0 T}{5V_1}$$

$$V_1 - \frac{V_1}{4} = \frac{3}{4} V_1$$

$$\frac{3}{4} V_1 - \frac{V_1}{5} = \frac{11}{20} V_1$$

$$\frac{5}{4} \cdot \frac{1}{8} \cdot 10^3 \cdot 373 P_0 =$$

$$= \frac{15}{32} P_0 + \frac{P_0}{2} = \frac{31}{32} P_0$$

$$P_1 = \frac{5}{2} \cdot \frac{85}{2} \cdot \frac{700}{73} \cdot 373 =$$

$$= \frac{500 \cdot 373}{30}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{76}, \quad \frac{9}{8} \frac{P_0}{T_0} = \frac{100}{76}, \quad \frac{P_0}{T_0} = \frac{200}{272}$$

$$T_0 = \frac{P_0 \cdot 10}{100} = \frac{9P_0}{100}$$

$$3R T_{10} + \frac{3k}{4} \frac{dI_1}{dt} = 3R T_{10} + 2k \frac{dI_2}{dt}$$

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

$$dI_3 = dI_1 + dI_2 = \frac{5}{2} dI_2$$

также не получилось $\Rightarrow P_1 \neq P_0$.

$$\frac{P_1 \cdot \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{P_0 \cdot \frac{V}{2}}{T_{10}}; \quad P_1 = P_0 \cdot \frac{5}{2} \cdot \frac{T_0}{T_{10}} = \frac{5}{4} P_0 T_{10} \cdot \frac{T_0}{T_{10}}$$

$$AV = K \cdot \frac{P_0}{2} \cdot \frac{V}{4} = 1,3 \cdot \frac{10^5}{2} \cdot \frac{V}{4} = \frac{100}{16} V \approx 6V.$$

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

$$\frac{P_1 \cdot \frac{3}{2} V}{T_{10}} = (1 + \lambda V) R = \frac{P_0 V}{4 T_0} + \frac{100}{76} V$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{P_1}{T_0} = \frac{P_0}{4 T_0} + \frac{100}{76} \frac{100}{76}$$

$$\frac{11}{20} \cdot \frac{3}{2} \frac{P_0}{T_0} = \frac{P_0}{4 T_0} + \frac{100}{76}$$

$$\frac{55}{40} \frac{P_0}{T_0} = \frac{1}{4} \frac{P_0}{T_0} + \frac{100}{76}, \quad \frac{9}{8} \frac{P_0}{T_0} = \frac{100}{76}, \quad \frac{P_0}{T_0} = \frac{200}{272}$$

$$J_0 = \frac{P_0 \cdot V}{78 \cdot 10^3}$$