



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



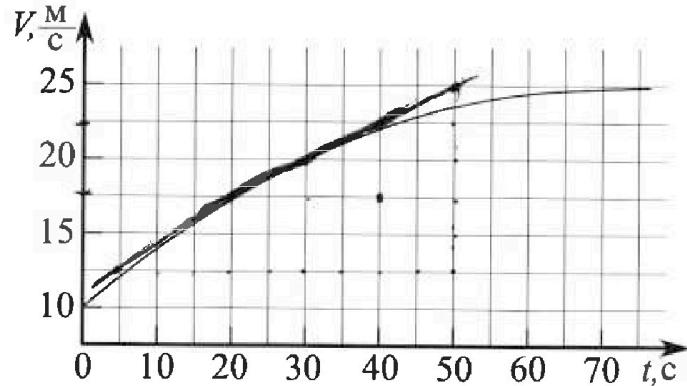
Вариант 11-01

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

1. Автомобиль массой $m = 1800$ 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 $F_k = 500$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.

- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля при скорости $V_1 = 20$ м/с.
- 2) Найти силу тяги F_1 при скорости V_1 .
- 3) Какая мощность P_1 передается от двигателя на ведущие колеса при скорости V_1 ?

Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

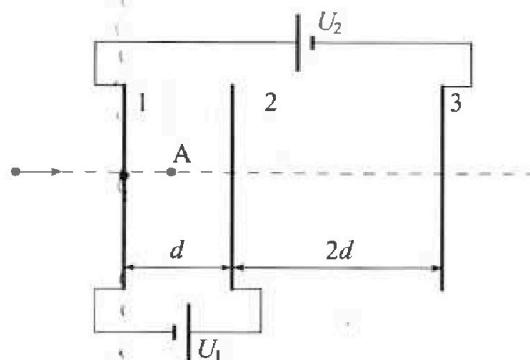


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 5T_0/4 = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k p w$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ моль/(м³·Па). При конечной температуре T углекислый газ в воде практически не растворяется. Можно принять, что $RT \approx 3 \cdot 10^3$ Дж/моль, где R - универсальная газовая постоянная. Давлением водяных паров при комнатной температуре и изменением объёма жидкости в процессе нагревания пренебречь. Все газы считать идеальными.

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

3. Три проводящие плоские мелкие сетки находятся друг напротив друга на расстояниях d и $2d$ (см. рис.). Размеры сеток значительно больше d . Изначально сетки не заряжены. К сеткам подсоединили источники с напряжением $U_1 = U$ и $U_2 = 4U$. 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 $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

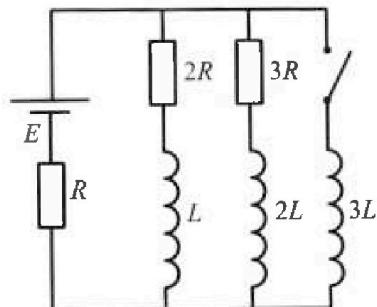
Вариант 11-01

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

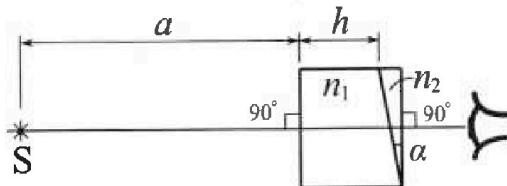
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ 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 $n_b = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 194$ см от системы и рассматривается наблюдателем так, что источник и глаз наблюдателя находятся на прямой, перпендикулярной наружным поверхностиам призм (см. рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, 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!

Дано:

$$m = 1800 \text{ кг}$$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$F_{\text{супр}} = kV$$

Найти:

$$1) F_g - ?$$

$$2) F_r - ?$$

$$3) P_r - ?$$

Решение

1) Ускорение - это производная скорости.
На графике v_t - производная - это
касательная к прямой в заданной точке.

Значение производной - тангенс угла
наклона касательной.

Продолжить касательную к прямой в точке
 $t = 20$ ($t = 30$) видно, что $\tan \alpha = \frac{1}{d}$ -угол
наклона) $= \frac{2}{9} \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$

$$a_1 = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2 \quad \text{или} \quad a_1 = 0,25 \text{ м/с}^2$$

2) Р! конец района: $a = 0 \Rightarrow F_{\text{супр}} = F_{\text{супр}}$.

$$500 = k \cdot 25 \Rightarrow k = \frac{500}{25} = \frac{5 \cdot 4}{1} = 20 \frac{\text{Н}\cdot\text{с}}{\text{м}}$$

R! начнется, когда $V = V_1$, a_1 ,

но II ЗН.

$$ma = F_k - F_{\text{супр}}$$

$$ma_1 = F_k - kV_1$$

$$F_k = ma_1 + kV_1 = 1800 \cdot \frac{1}{4} + 20 \cdot 20 = 450 + 400 = 850 \text{ Н}$$

$$3) P_r = F_k V_1$$

$$P_r = F_k V_1 = 850 \cdot 20 = 17000 \text{ Н} \cdot \text{м} = 17 \text{ кВт}$$

$$\text{Отбрасывая: } a_1 = \frac{1}{4} \text{ м/с}^2, F_k = 850 \text{ Н}, P_r = 17 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

~~17000~~ ~~20~~
~~17000~~ ~~20~~
~~17000~~ ~~20~~



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

Дано:

$$V \quad \text{---} \quad V_B = \frac{1}{2} V$$

$$T_0 \quad T = \frac{5}{4} T_0 = 373K$$

$$V_{B0} = \frac{1}{4} V$$

$$V_{KB} = \frac{1}{5} V$$

Надо:

$$\frac{V_B}{V_H} - ?$$

$$2) P_0 - ? (P_0, k_{\text{пам}})$$

$$(1) P_0 \frac{1}{2} V = V_B R T_0 \Rightarrow \frac{V_B}{V_H} = 2$$

$$(2) P_0 \frac{1}{4} V = V_H R T_0 \Rightarrow \frac{V_H}{V_B} = \frac{1}{2}$$

$$V_H = \frac{1}{2} V_B$$

2) После нагревания поршень покидает \Rightarrow

$$P_B = P_H \quad V_{HK} = \frac{1}{5} V \quad V_{HK} = \frac{11}{20} V$$

$$V'_B = V_B = \text{const} \quad V'_H = V_H + \Delta V = \frac{1}{2} V_B + P_0 k V \frac{1}{4}$$

$$\text{т.к. } T = \frac{5}{4} T_0 = 373K \approx 100^\circ C$$

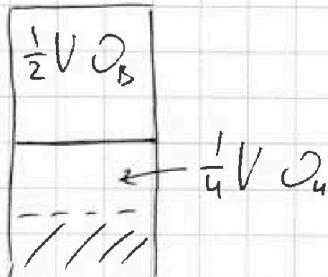
$$P'_B = P'_H + P_{\text{наг}} \quad P_{\text{наг}} = 10^5 Pa$$

$$P'_B \frac{1}{5} V = V_B R \frac{5}{4} T_0$$

$$P_0 \frac{1}{2} V = V_B R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{2P'_B}{5P_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow P'_B = \frac{25}{8} P_0$$

Решение:



Тк поршень покончил с теплообменом с извне сажас
а также Рин при T_0 преобразован

$$P_B = P_H = P_0$$

$$T_B = T_H = T_0$$

По уравнению Н-К:

$$\frac{1}{4} V$$

$$(1) P_0 \frac{1}{2} V = V_B R T_0$$

$$(2) P_0 \frac{1}{4} V = V_H R T_0 \Rightarrow \frac{V_H}{V_B} = 2$$

$$V_H = \frac{1}{2} V_B$$

2) После нагревания поршень покидает \Rightarrow

$$P_B = P_H \quad V_{HK} = \frac{1}{5} V \quad V_{HK} = \frac{11}{20} V$$

$$V'_B = V_B = \text{const} \quad V'_H = V_H + \Delta V = \frac{1}{2} V_B + P_0 k V \frac{1}{4}$$

$$\text{т.к. } T = \frac{5}{4} T_0 = 373K \approx 100^\circ C$$

$$P'_B = P'_H + P_{\text{наг}} \quad P_{\text{наг}} = 10^5 Pa$$

$$P'_B \frac{1}{5} V = V_B R \frac{5}{4} T_0$$

$$P_0 \frac{1}{2} V = V_B R T_0$$

$$\Rightarrow \frac{2P'_B}{5P_0} = \frac{5}{4} \Rightarrow P'_B = \frac{25}{8} P_0$$

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!

$$P_u' = \frac{(\bar{J}_u + \Delta J)RF}{\frac{''}{20} V} = \frac{\frac{1}{2} \bar{J}_B RF + \frac{1}{4} P_0 K k RF}{\frac{''}{20} V} =$$
$$= \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{25}{8} P_0 \frac{1}{5} V + \frac{1}{4} P_0 V}{\frac{''}{20} V} = \frac{\frac{5}{16} P_0 + \frac{4}{18} P_0}{\frac{11}{20}} = \frac{\frac{9}{16}}{\frac{11}{20}} P_0$$

$$P_u' = \frac{9 \cdot 20}{16 \cdot 11} P_0 = \frac{9 \cdot 5}{44} P_0$$

$$\frac{25}{8} P_0 = \frac{45}{44} P_0 + 10^5$$

$$\left(\frac{25}{8} - \frac{45}{44} \right) P_0 = 10^5$$

$$P_0 = \frac{88}{185} \cdot 10^5$$

$$\frac{25}{2 \cdot 4}^{(1)} - \frac{45}{4 \cdot 11}^{(2)} = \frac{225 - 90}{88} =$$
$$= \frac{185}{88}$$

$\begin{array}{r} 25 \\ 2 \cancel{2} \cancel{5} \\ \hline 225 \\ - 90 \\ \hline 185 \end{array}$

$$\text{Ort6err } \frac{\bar{J}_B}{\bar{J}_u} = ? \quad ; \quad P_0 = \frac{88}{185} P_{\text{арм}} = \frac{88}{185} P_{\text{арм.}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

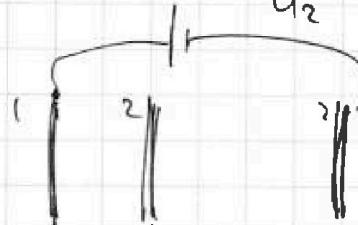
Дано

$$\begin{aligned} & d, 2d \\ & C_1 = 4 \\ & C_2 = 4U \\ & m, q > 0 \\ & U_0 \text{ не } \in \mathbb{Q} \end{aligned}$$

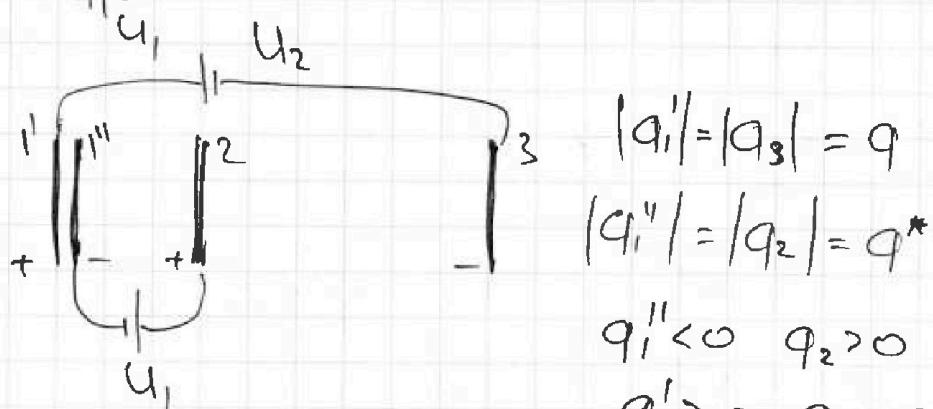
Нужно

- 1) $q_{12} - ?$
- 2) $k_1 - k_2$
- 3) $U_{12} - ?$

Решение U_2



Любому из 1
составного
разделили на 2
части.



$$|q_1'''| = |q_3| = q$$

$$|q_1''| = |q_2| = q^*$$

$$q_1''' < 0 \quad q_2 > 0$$

$$q_1'' > 0 \quad q_3 < 0$$

$$C_{13}' = \frac{3d}{\epsilon_0 \epsilon_s} \frac{\epsilon_s}{3d} \quad C_{12}'' = \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon_s} \frac{\epsilon_s}{d}$$

$$q = C_{13}' U_2 = \frac{3d}{\epsilon_0 \epsilon_s} \frac{4U}{3d} \quad q^* = C_{12}'' U_1 = \frac{d}{\epsilon_0 \epsilon_s} \frac{4\epsilon_s}{d}$$

Найдем E_{12} ,

$$E_{12} = \frac{q}{2\epsilon_0 \epsilon_s} + \frac{q^*}{2\epsilon_0 \epsilon_s} - \frac{q^*}{2\epsilon_0 \epsilon_s} - \frac{q}{2\epsilon_0 \epsilon_s}$$

$$E_{12} = \frac{|q_1'''|}{2\epsilon_0 \epsilon_s} + \frac{|q_1''|}{2\epsilon_0 \epsilon_s} - \frac{|q_2|}{2\epsilon_0 \epsilon_s} - \frac{|q_3|}{2\epsilon_0 \epsilon_s}$$

~~$$E_{12} = \frac{4U/d}{2} - \frac{U}{2d} - \frac{U}{2d} + \frac{4U}{6d} =$$~~

$$= \frac{8U - 6U}{6d} = \frac{2U}{3d}$$

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!

$$E_{\text{пн}} = F_{\text{эн}} = qE = \frac{qU}{3d}$$

$$ma = F_{\text{эн}} = \frac{qU}{3d}$$

$$a_{12} = \frac{qU}{3dm}$$

2) Зад:

$$K_1 + P_1 = K_2 + P_2 = K_0$$

$$\downarrow \\ K_1 - K_2 = P_2 - P_1 = q(Q_2 - Q_1) = qU_2 = qE_R d_R$$

$$P_1 = qQ_1 \quad Q_1 =$$

$$P_2 - P_1 = qd \frac{U}{3d} = \frac{qU}{3}$$

$$K_1 - K_2 = P_2 - P_1 = \frac{qU}{3}$$

3) Зад:

$$\Delta K = \Delta P = qE_R d_A = q \frac{U}{3d} \cdot \frac{d}{3} = \frac{qU}{9}$$

$$\frac{m(U_0^2 - U_A^2)}{2} = \frac{qU}{9} \quad U_0^2 - U_A^2 = \frac{2qU}{9m}$$

$$U_A = \sqrt{U_0^2 - \frac{2qU}{9m}}$$

$$\text{Отбираем } 1) a_{12} = \frac{qU}{3dm}; \quad K_1 - K_2 = \frac{qU}{3}; \quad U_A = \sqrt{U_0^2 - \frac{2qU}{9m}}$$

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

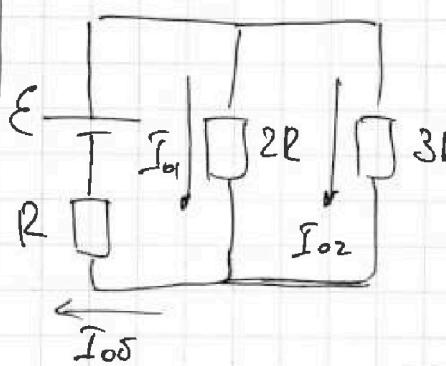


Дано:
 $\mathcal{E}; R; h$

Найти
 1) $I_{10} - ?$
 2) $I_{34} - ?$
 3) $q_{2e} - ?$

Решение:

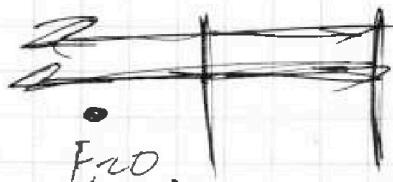
1) I_K в цепи решения уравнения
 катушки L_4 и $2L$ можно считать
 просто проводником.



$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{экв}}} \quad R_{\text{экв}} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$I_0 = \frac{5\mathcal{E}}{11R}$$

$$I_{01} = \frac{3}{5} \cdot I_0 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$



2) U_{34} сразу после замыкания ключа $= \mathcal{E} - U_K$

$$\mathcal{E} - I_{01}SR = \mathcal{E} - \frac{5\mathcal{E}}{11} = \frac{6}{11}\mathcal{E}$$

$$U_{34} = 3L_4 I' \Rightarrow I' = \frac{U_{34}}{3L_4} = \frac{6\mathcal{E}}{11 \cdot 3L_4} = \frac{2\mathcal{E}}{11L_4}$$

3) После замыкания ключа в цепи
 горючего проводника \rightarrow катушка $3L_4$ можно

будет считать параллельной (предполагая $R_{34} = 0$)

и ток через переключатель не будет меняться.

Доказано ~~и~~ что описанные ~~составленные~~ методом

~~$4I_{10} + 2L_4 I_{20} = 3L_4 I_{30}$~~



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

Дано:

E, R_1, L

Найти:

$$1) I_b \sim ?$$

$$2) I'_{34} \sim ?$$

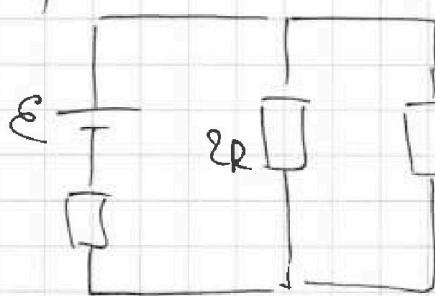
$$3) U_{22} \sim ?$$

Решение.

1.) Тк в цепи решения установившись

!!

Катушки L и $2L$ можно считать
просто проводами.



$$I_0 = \frac{E}{R_{\text{экв}}}$$

$$R_{\text{экв}} = R + \frac{6}{5}R = \frac{11}{5}R$$

$$I_0 = \frac{5E}{11R}$$

$$I_{21} = \frac{3}{5} I_0 = \frac{3E}{11R}$$

2) U_{34} сразу после замыкания ключа =

$$= E - U_R = E - I_0 \cdot 2R = \frac{6}{11}E$$

$$U_{34} = 3L I' \Rightarrow I' = \frac{U_{34}}{3L} = \frac{2E}{11L}$$

3) После замыкания ключа в цепи
установившись решения \rightarrow катушку $3L$ можно
будет считать просто проводом.

$$U_{34} = \frac{3L \cdot I}{11} \quad \text{где } sI - \text{полное измерение}
тока через катушку$$

s - время, за которое

в цепи установившись решения \rightarrow через которое
ток через катушку $2R$ и $3R$ пересекает 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 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

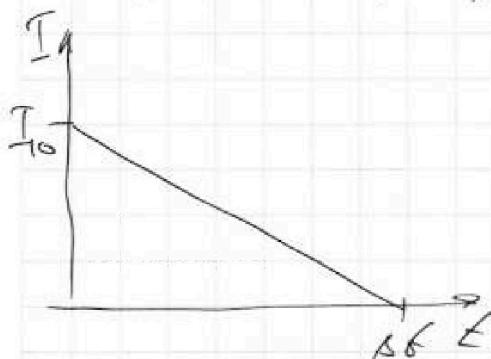
МФТИ

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

$$I = I_K = \frac{E}{R}$$

$$\frac{6E}{11R} = \frac{34E}{R_{34}} \Rightarrow I_6 = \frac{114}{2R}$$

Ток через $2R$ будет спадать постепенно,
построив график:



$$q = \frac{1}{2} I_{10} \cdot x_6 = \frac{1}{2} \cdot \frac{3E}{11R} \cdot \frac{114}{2R} = \\ = \frac{34E}{4R^2}$$

$$\text{Однако } I_{10} = \frac{3E}{11R}; I_{34} = \frac{2E}{11R}; q = \frac{34E}{4R^2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

Дано:

n_1, n_2

$n_B = 1$

$a > 194 \text{ см}$

$\angle = 91^\circ$

$h = 3 \text{ см}$

Найти:

1) $\beta - ?$

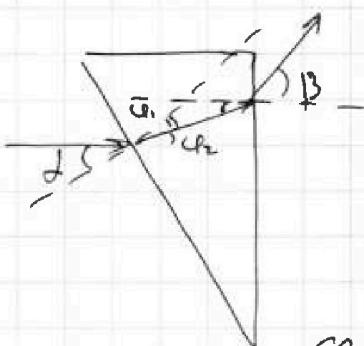
2) $l_1 - ?$

3) $l_1' - ?$

Решение.

$$\text{Диаметр} \Rightarrow d = \sin \angle \approx \sin 90^\circ = 1$$

1) тк $n_1 = n_B = 1$ будем считать
что лучика n_1 состоит из воздуха



$$\frac{\sin \angle}{\sin \varphi_1} = n_2$$

$$\sin \varphi_1 = \frac{d}{n_2} \quad \varphi_1 \ll 1$$

$$\varphi_1 = \frac{d}{n_2}$$

$$\varphi_2 = \angle - \varphi_1 = \angle \left(1 - \frac{1}{n_2} \right)$$

$$\frac{\beta}{\varphi_2} = n_2 \Rightarrow \beta = \varphi_2 n_2 = \angle \left(1 - \frac{1}{n_2} \right) n_2 = \angle (n_2 - 1)$$

$$\beta = \angle (1,7 - 1) = 0,7 \angle = 0,07 \text{ рад.}$$

2) Из геометрии видно, что сближение
источника будет ограничиваться между
источником и призмой.

тк $h' \ll 1$ будем считать призму n_2

тонкой линзой (рассматривается линза)

$$D = + \frac{1}{F} = (n_2 - 1) = 0,7 \text{ No фокусные расстояния}$$

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

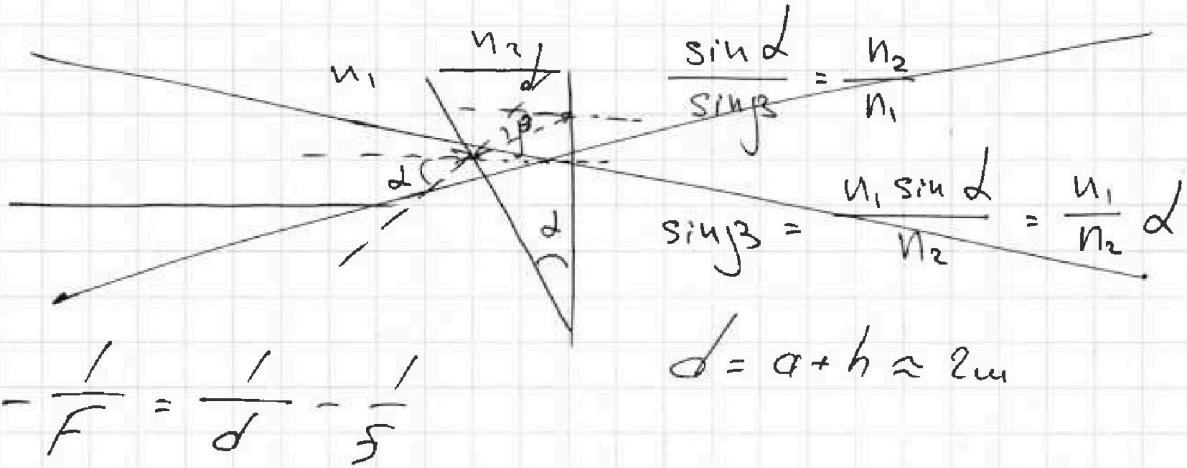
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{s}$$

$$-\frac{1}{s} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = -0,2 - 0,5 = -1,2$$

$$s = \frac{10}{12} \text{ м}$$

$$l_1 = d - s \approx 2 - \frac{10}{12} \approx \frac{14}{12} = \frac{7}{6} \text{ м}$$

Ответ: 1) $\beta = 0,7$ $d = 0,2 \text{ м}$, 2) $l_1 = \frac{7}{6} \text{ м}$.

3) Для двух систем из 2 рассмотрены
суммы. Многие подставят под уравнение $f = \frac{1}{n_2 - n_1}$ и получат $f = 10 \text{ см}$,
 $D = D_1 + D_2 = (n_2 - n_1) + (n_2 - 1) = 0,2 + 0,7 = 0,9$

$$\frac{1}{F} = 0,9$$

$$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{s} \quad \frac{1}{s} = \frac{1}{F} + \frac{1}{d} = \frac{9}{10} + \frac{1}{2} = \frac{14}{10}$$

$$s = \frac{10}{14} \text{ м} \quad l_1' = d - s = 2 - \frac{10}{14} = \frac{28 - 10}{14} = \frac{18}{14} = \frac{9}{7} \text{ м}$$

Ответ: 1) $\beta = 0,7$ $d = 0,2 \text{ м}$, 2) $l_1' = \frac{9}{7} \text{ м}$

$$3) l_1' \approx \frac{9}{7} \text{ м} \approx \frac{9}{7} \text{ м}$$

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"/> |

МФТИ



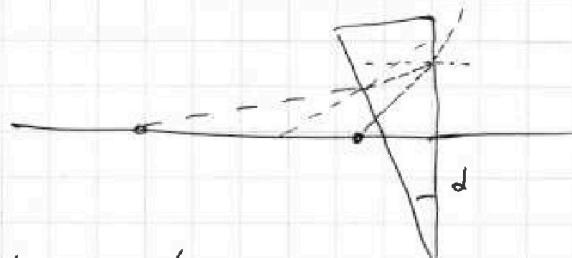
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

меньшую изображение и увеличение.

тк $b' < b$ будем считать изображение I_2

точкой называется (рассматриваемой линией)

$$D = (n_2 - 1) = 0,2 \Rightarrow F = \frac{3}{10} \cdot \frac{10}{2} =$$



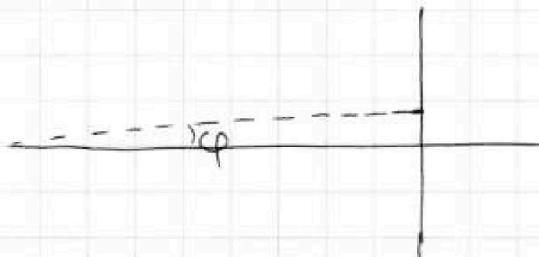
$$\begin{array}{r} 184 \\ + 9 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$d = a + b \approx 2 \text{ м}$$

$$-\frac{1}{F} = -\frac{1}{5} + \frac{1}{d} \Rightarrow -\frac{1}{5} = -\frac{1}{F} - \frac{1}{d} = -\frac{2}{10} - \frac{1}{203} =$$

$$-\frac{2}{10} - \frac{1}{2} = -\frac{12}{10} \quad f = 5 \frac{10}{12} = \frac{5}{6} \text{ м}$$

$$l = d - f \approx 2 - \frac{5}{6} \approx \frac{12-5}{6} \approx \frac{7}{6} \text{ м}$$



угол Cf настолько
маленький, что можно
считать, что она //
главной оптической
оси.



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

Дано:

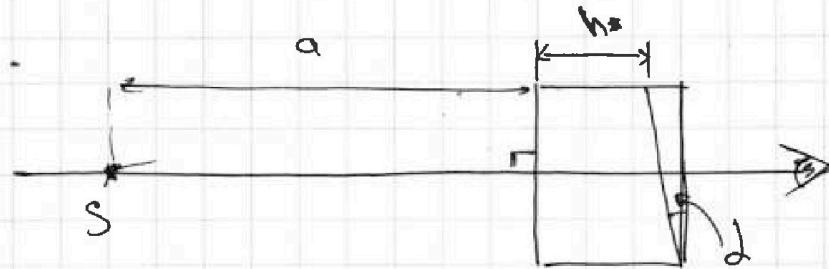
$$\begin{aligned} n_1, n_2 \\ n_0 = 1 \\ a = 194 \text{ см} \\ d = 0,1 \\ h = 8 \text{ см} \\ h' \ll h \end{aligned}$$

Найти:

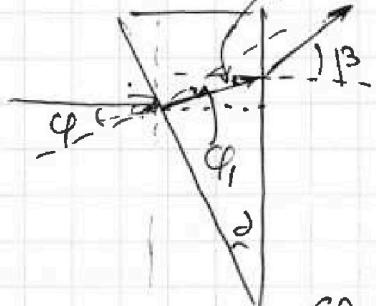
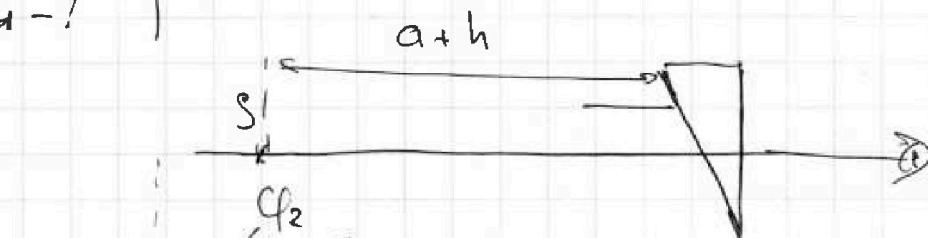
- 1) $\beta - ?$
- 2) $l - ?$
- 3) $h' - ?$

Решение:

$$2\text{-метод} \Rightarrow \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \frac{d}{a}$$



1) тк $n_1 = n_0 = 1$ будем считать, что
причина n_1 состоит из воздуха



$$\frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2} = n_2 \quad \sin \varphi_1 = \frac{\sin \alpha}{n_2} = \frac{\alpha}{n_2}$$

$$\varphi_1 = \alpha$$

$$\varphi_2 = \varphi_1$$

$$\frac{\sin \beta}{\sin \varphi_2} = n_2 \Rightarrow \sin \beta = \sin \varphi_2 \cdot n_2 = \sin \alpha \cdot n_2 = \alpha = \sin \alpha$$

$$\beta = \alpha$$

2) Из геометрии видно, что изображение
из источника $S - S'$ будет формироваться

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!

Дано:

$$d, 2d$$

$$C_1 = C$$

$$C_2 = 4C$$

$$m; q > 0;$$

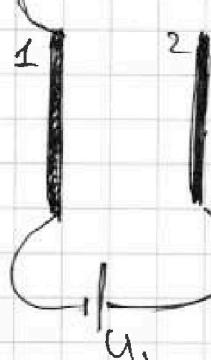
$$U_0; q \ll Q$$

- 1) $C_{12} - ?$
- 2) $k_1 - k_2 - ?$
- 3) $U_A - ?$

Решение:

$$S \ll d \quad S \gg d$$

$$U_2$$



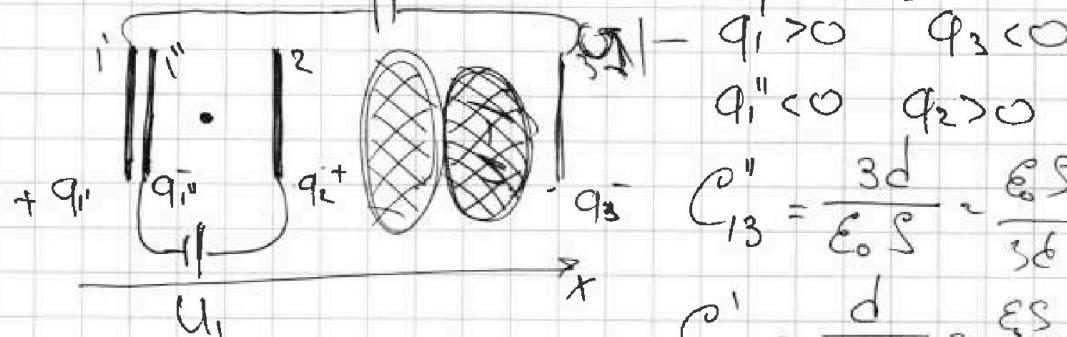
$$U_1 \quad U_2$$

Черновик.

$$\frac{1}{\epsilon_1} \parallel \frac{1}{\epsilon_2}$$

Решение -
Мыслью
разделили на
где подставки.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{3+2}{5} \cdot \frac{C}{S}$$



$$q_1'' > 0 \quad q_3 < 0$$

$$q_1'' < 0 \quad q_2 > 0$$

$$C_{13}'' = \frac{3d}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{6S}{3d}$$

$$C_{12}' = \frac{d}{\epsilon_0 S} \cdot \frac{6S}{d}$$

$$|q_1'| = |q_3| = q \quad |q_1''| = |q_2| = q'$$

$$q = C_{13}' \cdot U_2 = \frac{3d \cdot q}{\epsilon_0 S}$$

$$q' = C_{12}' \cdot U_1 = \frac{d \cdot q}{\epsilon_0 S}$$

Найдем E_{12} :

$$E_{12} = \frac{q_1'}{2\epsilon_0 S} + \frac{q_1''}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_2}{2\epsilon_0 S} - \frac{q_3}{2\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = \frac{12dU}{2\epsilon_0^2 S^2} - \frac{dU}{2\epsilon_0^2 S^2} - \frac{dU}{2\epsilon_0^2 S^2} + \frac{12dU}{2\epsilon_0^2 S^2} = \frac{11dU}{\epsilon_0^2 S^2}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\frac{3457}{28} \text{ кг}$$

$$T_k = \frac{P}{\rho}$$

$$\frac{6}{11} \text{ кг} \rightarrow \frac{6}{11} \text{ кг}$$

20% расход.

Конечная

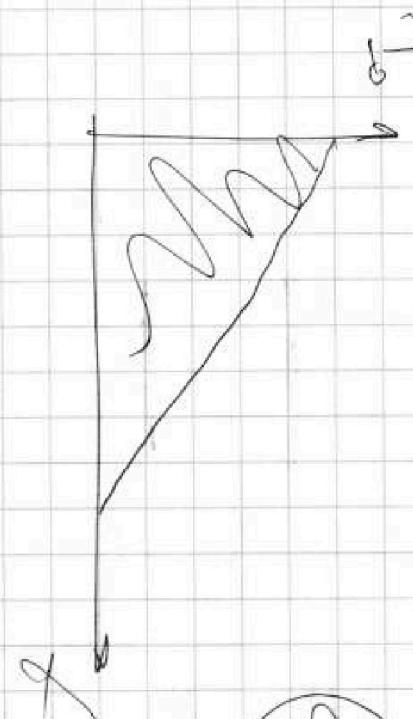
точка

31.

21

36

11



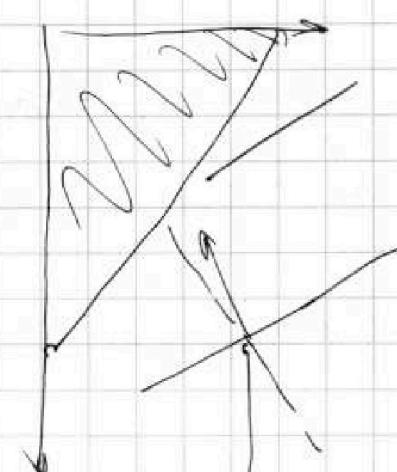
$$T_k = \frac{P}{\rho}$$

$$9.5 \text{ кг} \\ 5.2 \text{ кг}$$

$$P_2 - T_0 C_v$$

$$\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 56$$

$$\frac{36}{2} \cdot 10 \cdot 56$$



$$\frac{L}{P_{atm}} = \frac{11}{2}$$

$$11L = 2P_{atm}$$

$$\Delta P = \frac{11L}{2P}$$



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

При этом все молекулы газа, которые
были растворены в воде "всплыли" и не
(по условию) при температуре T ушедший
газ в воде практически не растворяется)

↓

$$P_B' = P_h' = P_K$$

$$(1) P_K \frac{1}{5} V = C_B R T \quad (MK \text{ для верхнего газа})$$

$$P_K \left(V - \frac{4}{25} V - \frac{5}{25} V \right) = (C_h + \Delta C) R T \quad (MK \text{ для нижнего газа})$$

$$(2) P_K \frac{11}{20} V = \left(\frac{1}{2} C_B + k P_0 \frac{1}{4} V \right) R T$$

$$\text{из (1)} \quad C_B = \frac{P_K V}{5 R T} = \frac{5 P_0 V}{8 R T}$$

$$\frac{25 \cdot 11}{8 \cdot 20} P_0 V = \frac{5 P_0 V}{16} + \frac{k P_0 V R T}{4 R T}$$

$$\frac{55 P_0 V}{32} = \frac{9}{16} P_0 V$$

P_{14} верхнего
газа:

$$P_0 V = C_B R T$$

$$P_K V = C_B R T$$

$$\frac{P_K \frac{1}{5} V}{P_0 \frac{1}{2} V} = \frac{5}{4}$$

$$\frac{2 P_K}{5 P_0} = \frac{5}{4}$$

$$P_K = \frac{25}{8} P_0$$

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. Нарча QR-кода недопустима!

111

Рано:

$$\begin{aligned} V \\ \text{CO}_2 \\ \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \\ T_0 \quad V_B = \frac{1}{4}V \\ \Gamma = \frac{5}{4} T_0 = 373 \text{ K} \end{aligned}$$

$$V_1 = \frac{1}{5}V$$

$$\Delta U = k_{\text{pw}} \\ k_{\text{pw}} \approx (1/3) \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \text{Pa}}$$

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

Найти:

$$1) \frac{V_B}{V_H} - ?$$

$$2) P_0 - ?$$

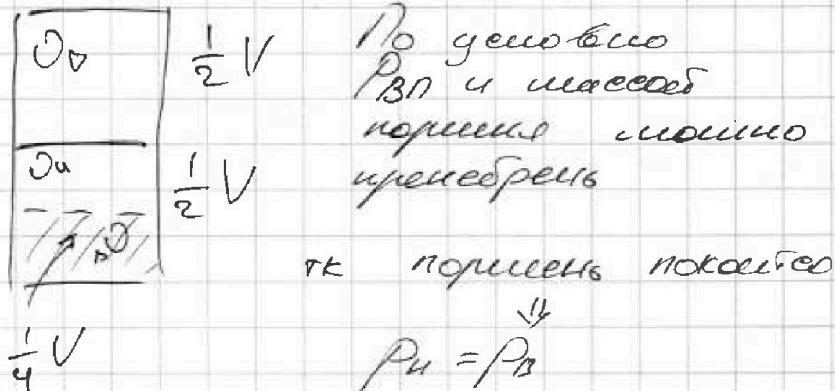
Решение:



$$1 \frac{1}{4}V$$

$$\text{P}_1 = \text{P}_2 = \text{P}_0 \\ P_B = P_H \quad V_B = V_H \Rightarrow V_B = \frac{1}{4}V$$

$$V_B = V_H = \frac{1}{2}V \quad (V - \frac{1}{4}V) = \frac{3}{8}V$$



$$\frac{1}{4}V$$

$$\frac{1}{4}V$$

P₀ условно
P_B и P_H при
последнем
изменении

тк последнее изменение

$$P_H = P_0$$

$$\begin{cases} T_H = T_B = T_0 \\ P_H = P_B = P_0 \\ V_H = \frac{1}{4}V \quad V_B = \frac{1}{2}V \end{cases} \Rightarrow$$

$$\frac{P_0 V_B \cdot \bar{C}_B R T_0}{P_0 V_H \cdot \bar{C}_H R T_0} \Rightarrow \frac{V_B}{V_H} = \frac{\frac{1}{2}V}{\frac{1}{4}V} = 2$$

$$\frac{\bar{C}_B}{\bar{C}_H} = 2$$

2) После нагревания давление P_B' такое будет
равно P_H'

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!

Дано:

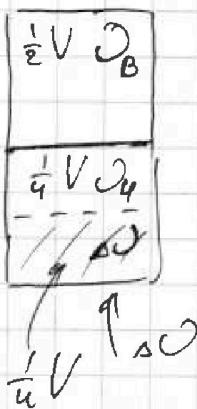
$$\begin{aligned}V &= V_H + V_B = \frac{1}{2}V \\T_0 &= \frac{5}{4}T_0 = 373K \\V_B &= \frac{1}{4}V \\V_{KB} &= \frac{1}{5}V\end{aligned}$$

Надо:

$$1) \frac{J_B}{J_H} - ?$$

$$2) P_0 - ? (P_0 = kP_{atm})$$

Решение:



V

Тк поршень
покосился ч ои
теплоизводящий

$$P_B = P_H = P_0$$

$$T_B = T_H = T_0$$

Уравнение M-K:

$$(1) P_0 \cdot \frac{1}{2}V = J_B R T_0$$

$$(2) P_0 \cdot \frac{1}{4}V = J_H R T_0$$

$$P_0 = P_0 + P_{atm}$$

$$\frac{J_B}{J_H} = 2 \Rightarrow J_B = 2J_H$$

$$\underline{\underline{J_H = \frac{1}{2}J_B}}$$

После нагревания:

Поршень покосился $\Rightarrow P_B' = P_H' = P_K$

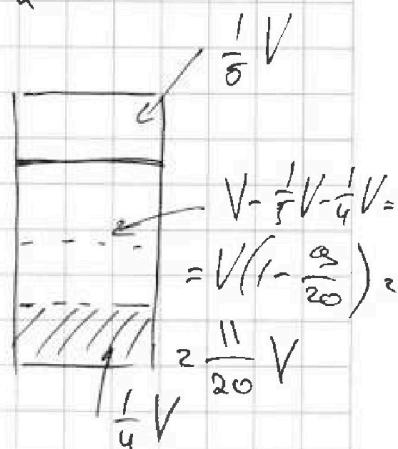
$$V_{BK} = \frac{1}{5}V \quad V_{HK} = \frac{11}{20}V$$

J в верхней части не изменилось,

а J в нижней части увеличилось

$$J'_H = J_H + \Delta J \text{ где } \Delta J = k P_0 V_K =$$

$$= k P_0 \frac{1}{4}V$$



$$\frac{4}{20}, \frac{5}{20} = \frac{9}{20}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ.

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

M-K где верх

$$P_k \frac{1}{5} V = J_B R T$$

M-K где низ

$$P_k \frac{11}{20} V = \left(\frac{V_B}{2} + 100 \right) R T$$

$$P_k \frac{11}{20} V = \left(\frac{V_B}{2} + \frac{1}{2} V k p_0 \right) R T$$

$$\frac{11}{20} P_k V = \frac{1}{10} P_k V + \frac{1}{2} p_0 V$$

$$\frac{9}{20} P_k = \frac{1}{2} p_0$$

$$p_0 = \frac{9}{10} P_k$$

T_K температура конденсации =
= 323 K при 100°C

$$P_k = p$$

$$\frac{9}{20} \cdot n_i = \frac{s \cdot h \cdot L}{8 i \cdot j_B}$$

$$\text{Нарез} \quad (n_{\text{мат}} - n_{\text{рез}}) \approx D$$

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"/> |

МФТИ

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

$$E_{\text{двиг}} = \frac{34 \cdot \Delta I}{16}$$

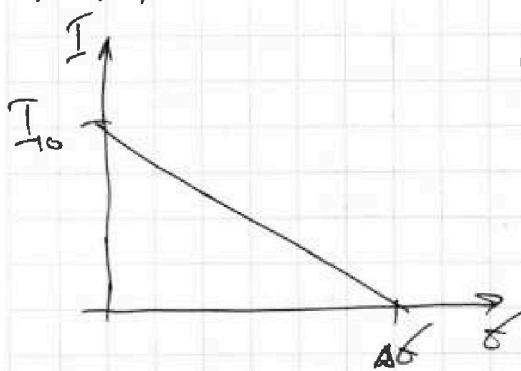
с т. бременем, за которое
ток через редукторы 2R и
3R перестанет тек.

$$\Delta t = \frac{34 \cdot \Delta I}{E_{\text{двиг}} \cdot R} = \frac{34 E_{\text{дн}}}{R \cdot 6 E} = \frac{114}{2R}$$

$$\Delta I = \frac{E}{R}$$

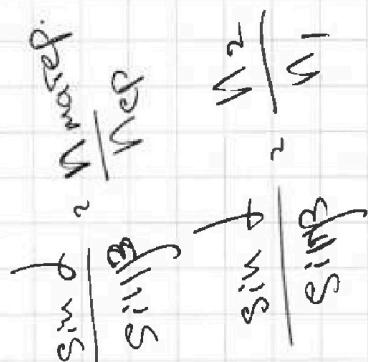
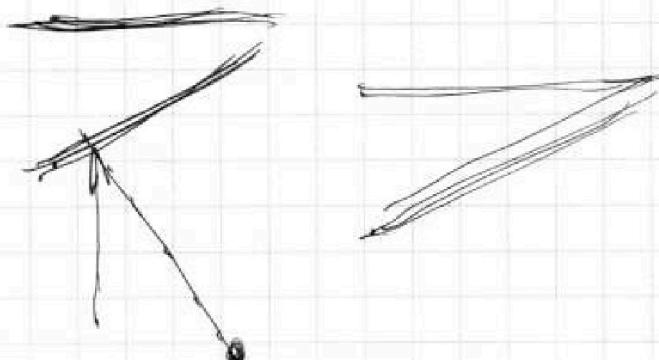
Ток через $2R$ будет спадать постепенно, построив

графорик.



$$q = \frac{1}{2} I_{10} \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot \frac{3E}{11R} \cdot \frac{11L}{2R} \Rightarrow$$
$$q = \frac{3EL}{4R^2}$$

$$\text{Отбей} I_{10} = \frac{3E}{11R}; I' = \frac{2E}{11L}; q = \frac{3EL}{4R^2}$$





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!