



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

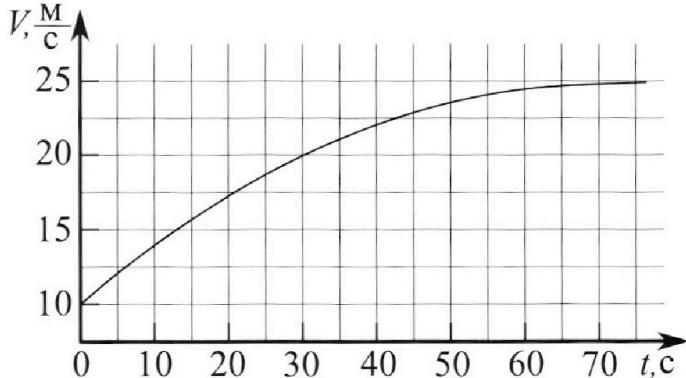


Вариант 11-01

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 ?



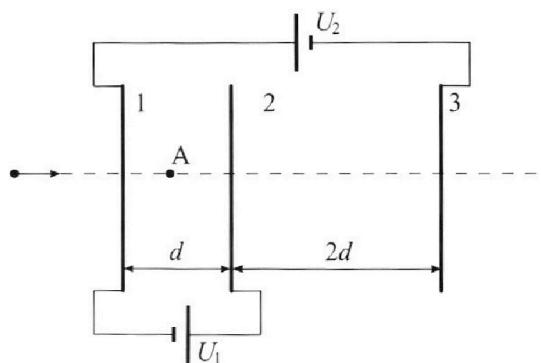
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 нагревали 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 и пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = k_{\text{Генри}} p$. 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

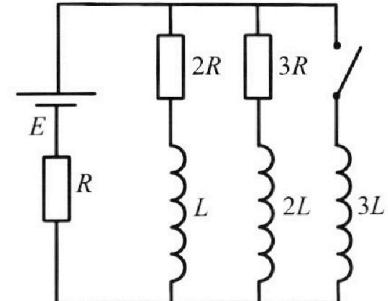
Вариант 11-01

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.

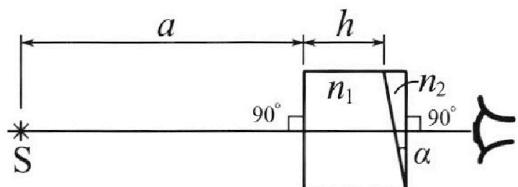
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 $n_{\text{в}} = 1,0$. 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 поверхностям 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 $n_1 = n_{\text{в}} = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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 $n_1 = 1,5$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

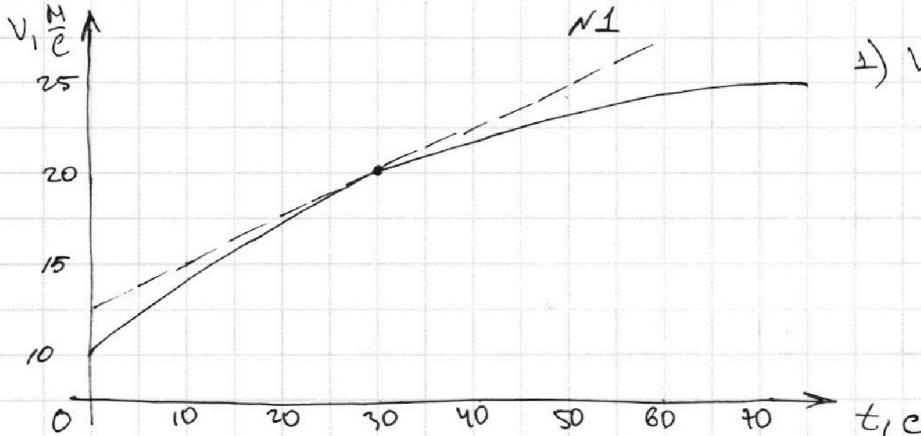




- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ.

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



1) Иходний
график $V(t)$

$$\begin{aligned} \text{ускорение } a &= \\ &= \frac{V(t)}{dt} \end{aligned}$$

Пусть зам

график функции $y = f(x)$, тогда кас. в точке

$$x_0: y = kx \Leftrightarrow k = \frac{y}{x}, x \neq 0; \text{ нут } V(t)$$

k наклона \approx это $a(t)$

В точке с $V_1 = 20 \text{ м/с}$ проводим касательную.

Нашему предположению примешай: $V = \frac{1}{4} \frac{m}{c^2} \cdot c + \frac{25}{2} \frac{m}{c}$

$$k = \frac{1}{4} \frac{m}{c^2} \Rightarrow a(t_1) \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}, \text{ где } t_1 \text{ время,}$$

в крее скорость V_1 .

~~2) по 2-му н. $F = ma \Leftrightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{1}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$~~

~~1) туже. $F = \frac{m}{4} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 450 \frac{\text{м} \cdot \text{кг}}{\text{с}^2}$~~

3) В конце разгона $F_k = 500 \text{ Н}$,

однако по графику разгон прекращается

по 2-му н.

~~T.e., $F_r - F_c = ma = 0 \Leftrightarrow F_r = F_c$~~

но ус. $F_k = 500 \text{ Н}$, пусть $F_c = \alpha V$ т.к. $F_c \sim V$,

т.е. F_c - сила сопротивления



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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!

$\leftarrow F_c \quad \rightarrow F_r$ $\Rightarrow F_c = 500 \text{ H}$ и $V \rightarrow 25 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

в конце разгона

При этом получим:

$$500 \text{ H} = \alpha \cdot 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Leftrightarrow \alpha = 20 \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}^2}$$

$$P_1 = \frac{dA}{dt} = \frac{FdS}{dt} = FV \quad (\text{при } dt \rightarrow 0 \text{ считаем})$$

поступательно

2) $F_c = \alpha V \Rightarrow F_{c1} = 20 \frac{\text{m} \cdot \text{s}}{\text{s}^2} \cdot V_1 = 20 \cdot 20 \text{ H} = 400 \text{ H}$

При этом: $ma_1 = F_r - F_{c1} \Leftrightarrow F_{r1} = 450 \text{ H} + 400 \text{ H} = \underbrace{850 \text{ H}}_{\text{Orbetr.}}$

3) $P_1 = F_1 V_1 = 850 \text{ H} \cdot 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} = \underbrace{17000 \text{ Bt}}_{\text{Orbetr.}}$

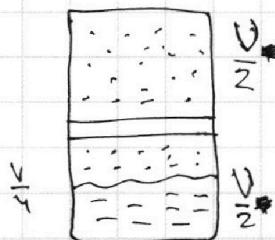


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ.

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

N2



Задачи з-и М.К. где нагрев
состоит из:

$$(1) \left\{ \begin{array}{l} p_0 \frac{V}{2} = J_B R T_0 - \text{верхний газ} \\ p_0 \frac{V}{4} = J_H R T_0 - \text{нижний газ} \end{array} \right. \quad \text{здесь } J_H < J_B$$

гавление редких, т.к. нормаль в равн. $a=0$

$$\Rightarrow 0 = F_{H\bar{u}} - F_{B\bar{u}} = p_{H\bar{u}} S - p_{B\bar{u}} S, S \neq 0 \Rightarrow p_H = p_B,$$

здесь p_H - давление верхней газы, p_B - в верхней,

нижней - $p_{H\bar{u}} = p_B = p_0$ в начне.

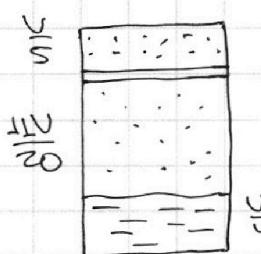
$$p_{H\bar{u}} = p_n + p_r$$

$$p_r \frac{V}{4} = J_r R T_0 \quad (2)$$

$$\cancel{\text{давление газа}} \quad \text{давление газа} \quad (1) \text{ и } (2) \Rightarrow \frac{J_B}{J_r} = 2 \quad \text{здесь } 2$$

$$\text{По з-му Генр.: } \Delta U = k p \omega = k p_0 \frac{V}{4}$$

После нагрева:



Объем верхней газы без ноги:

$$\frac{4}{5}V - \frac{V}{4} = V \left(\frac{16}{20} - \frac{5}{20} \right) = \frac{11}{20}V$$

Задачи, что $T = \frac{S}{4}T_0 = 373K = T_{\text{нагр.}}$
боги

$$\Rightarrow P_n' = P_H, \text{ где } P_H - \text{ pressure верхнего газа} \approx P_{\text{атм.}}$$

$$\text{Пользуясь упр-ем соот. изог. газа: } \frac{P_n \frac{V}{4}}{J_H T_0} = \frac{P_H \frac{11V}{20}}{J_H T_0} \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow P_n = \frac{44}{25} P_H \frac{J_H}{J_H}, \text{ где } J_H - \text{ кон-во молей газа}$$

в верхн. газе соизг. темпер., J_H' - после нагрева;

в верхн. газе соизг. темпер., J_H - после нагрева;

в верхн. газе соизг. темпер., J_H' - после нагрева;

в верхн. газе соизг. темпер., J_H - после нагрева;

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"/> |

МФТИ.

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

может $W = \frac{V}{4} = \text{const}$ считаем; $k = \text{const}$

$$\Rightarrow \Delta J \sim P \Rightarrow \Delta J = k w (P_{\text{atm}} - P)$$

$$\Delta J = k w \left(\frac{25}{4} \frac{J'_H}{J_H} - P_f - P_r \right) = k w P_r \left(\frac{25 J'_H}{4 J_H} - 1 \right)$$

предположим, $J'_H = J_H + \Delta J \Rightarrow J'_H - J_H = k w P_r \left(\frac{25 J'_H}{4 J_H} - 1 \right)$

Пуск давление выше нач. P ;

$P = P_r' + P_n'$; оно равно сверху и снизу по

аналогичным соображениям. вне верхн.

ур. состоян. из. газа: $\frac{P_0 \frac{V}{T_0}}{\frac{V}{T_0}} = \frac{P \frac{V}{T}}{\frac{V}{T}}$ $\Rightarrow P = P_0 \cdot \frac{25}{28}$

Таким чином T газ не разворачивается \Rightarrow

бес. газ разворачивается $\Rightarrow \Delta J = J_H \Rightarrow J'_H = 0$

$\Rightarrow P_r'$ дружествен. $\Rightarrow P = P_{\text{atm}}$ бес. CO_2 выделен
из жидкости. $\Rightarrow k P_0 \frac{V}{4} = \Delta J_{\text{CO}_2}$

Из. газа: $P \frac{V}{T} = P_0 \frac{V}{T_0}$ $\Rightarrow \frac{P V}{T} = \text{const}$ вне газа. \Rightarrow

$$\frac{P_0 \frac{V}{T_0}}{\frac{V}{T_0}} = \frac{\left(\frac{25}{8} P_0 - P_H \right) \frac{V \cdot 11}{285}}{\left(J + k P_0 \frac{V}{4} \right) \frac{5}{8} T_0} ; \quad (P_H = P_{\text{атм}})$$

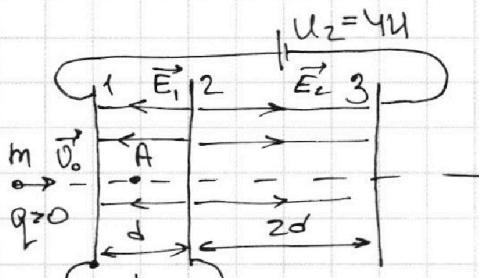
Корректировка дробей:



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



№3

Пусть между 1 и 2 секциями однородное поле \vec{E}_1 , (ан. рис.)
(однородно при пренебрежении
 $Q_1 = Q_2 = Q_3$ на границах зон) и E_2 между
2 и 3 секциями. Пусть заряды на секциях соотв.:

$$Q_1, Q_2, Q_3; \text{ тогда: } \begin{cases} E_1 d = U_1 \\ E_2 \cdot 2d = U_2 \end{cases}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E_1 = \frac{Q_2 + Q_3}{2S\varepsilon_0} \quad \frac{Q_1}{2S\varepsilon_0} = \frac{Q_2 + Q_3 - Q_1}{2S\varepsilon_0} \\ E_2 = \frac{Q_1}{2S\varepsilon_0} + \frac{Q_2}{2S\varepsilon_0} - \frac{Q_3}{2S\varepsilon_0} = \frac{Q_1 + Q_2 - Q_3}{2S\varepsilon_0} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{и } Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \\ (\text{из начальной}) \\ \text{шпаргалки.} \end{array}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Q_2 + Q_3 - Q_1 = \frac{U_1}{d} \cdot 2S\varepsilon_0 \\ Q_1 + Q_2 - Q_3 = \frac{U_2}{2d} \cdot 2S\varepsilon_0 \end{array} \right. \Rightarrow \quad \begin{array}{l} 2Q_2 = \cancel{\frac{U_1}{d}} \cancel{\frac{U_2}{2d}} (2U_1 + U_2) \frac{S\varepsilon_0}{d} \\ \Rightarrow \end{array}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \quad \left\{ \begin{array}{l} \Rightarrow Q_2 = (U_1 + 2U_2) \frac{S\varepsilon_0}{d} = \\ = 3U_1 \cdot \frac{S\varepsilon_0}{d} ; \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow Q_1 = -Q_2 - Q_3 = (2U_1 - 3U_2) \frac{S\varepsilon_0}{d} = \quad \begin{array}{l} -2Q_3 = U_2 \cdot \frac{S\varepsilon_0}{d} (\Rightarrow) \\ \Rightarrow Q_3 = -\frac{4U_1 \cdot S\varepsilon_0}{d} \cdot 2 = \end{array}$$

$$= -2U_1 \frac{S\varepsilon_0}{d} \quad \begin{array}{l} = -2U_1 \frac{S\varepsilon_0}{d} \end{array}$$

$$\text{Задача: } K_1 - K_2 \quad \begin{array}{l} \cancel{K_1} + E_{n_1} = \cancel{K_2} + E_{n_2} \quad (\Rightarrow) \quad \cancel{E_{n_1}} = E_{n_2} - E_{n_1} = A_n \end{array}$$

$$2) \quad \cancel{K_1} + E_{n_1} = \cancel{K_2} + E_{n_2} \quad (\Rightarrow) \quad \cancel{E_{n_1}} = E_{n_2} - E_{n_1} = A_n$$

$$\text{Кин. энергия; пот. энергия; } K_1 - K_2 = U_1 q = U_2 q - \text{Ober}$$

$$\text{Баланс } K_1 - K_2 = U_1 q = U_2 q - \text{Ober}$$

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

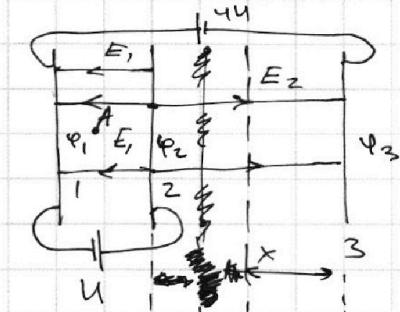
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!



Пусть у 3 секции потенциал φ_3 ,
тогда $\varphi_1 = \varphi_3 + 4U$ $\Rightarrow \varphi_2 = \varphi_3 + 5U$

Найдем потенциал с $\varphi = 0$,

$$E_2 x = 2U \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{2U}{E_2} = \frac{2U}{5U} \cdot 2d = \frac{4}{5}d \Rightarrow \varphi_3 = -\frac{4}{5}d \cdot 4U = -\frac{16}{5}U$$

Это потенциал d на рисунке

$$x = d \Rightarrow \varphi_1 = \cancel{\varphi_3} \frac{5}{2}U - U = \frac{3}{2}U$$

$$\varphi_A = \frac{3}{2}U + \frac{4}{3}U = \frac{11}{6}U$$

Задача:

$$\Rightarrow \frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{11}{6}Uq \Leftrightarrow V^2 = V_0^2 - \frac{11}{3} \cdot \frac{Uq}{m}$$

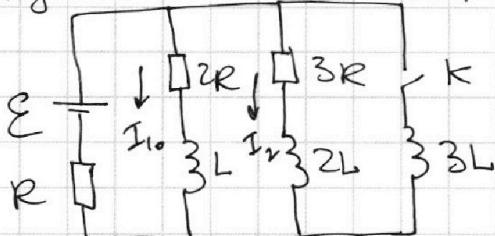
$$V = \sqrt{V_0^2 - \frac{11qU}{m}} \quad - \text{Ответ.}$$

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

Пусть 6 ус. режиме токи: \mathcal{E}



2) При ус. режиме:

$$\text{II} \Pi_{P,K}: \begin{cases} \mathcal{E} = 2I_1R + I_1R + I_2R \\ \mathcal{E} = 3I_2R + I_1R + I_2R \end{cases}$$

$$\Rightarrow 3I_2R = 2I_1R \Leftrightarrow I_2 = \frac{2}{3}I_1 \Rightarrow \text{Ober!}$$

$$\mathcal{E} = 3I_1R + \frac{2}{3}I_1R = \frac{11}{3}I_1R \Leftrightarrow I_1 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$$

2) $3LI = U_L = \mathcal{E} - IR$, тк не успел намешаться
т.к. момент замыкания.

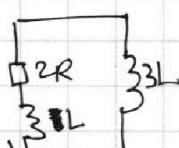
$$\begin{aligned} I_{\text{рез}} &= I_1 + I_2 = \frac{3\mathcal{E}}{11R} \cdot \frac{5}{3} = \frac{5\mathcal{E}}{11R} \Rightarrow U_L = \mathcal{E} - \frac{5}{11}\mathcal{E} = \\ &= \frac{6}{11}\mathcal{E} \Rightarrow 3LI = \frac{6}{11}\mathcal{E} \Leftrightarrow I = \frac{6\mathcal{E}}{11L \cdot 3} = \frac{2\mathcal{E}}{11L}, \text{ Ober} \end{aligned}$$

3) Применение 3) из условия задачи:

конструкция ток через $3L$: $I_k = \frac{\mathcal{E}}{R}$, т.к.

известное засорение. I в момент замыкания найден, $I_1 = \frac{3\mathcal{E}}{11R}$; тогда в виду-

лем конфигура:



$$\frac{\Delta\Phi}{R} = \Delta q \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta q = \frac{(3L \cdot \frac{\mathcal{E}}{R} - L \cdot \frac{3\mathcal{E}}{11R})}{2R} = \frac{30}{11 \cdot 2} \frac{\mathcal{E}L}{R^2} = \frac{15 \cdot \mathcal{E}L}{11 R^2}, \text{ Ober}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



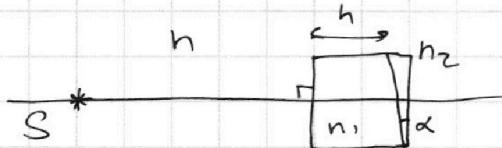
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ.

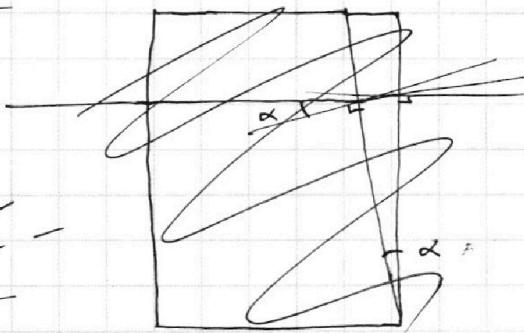
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

NS

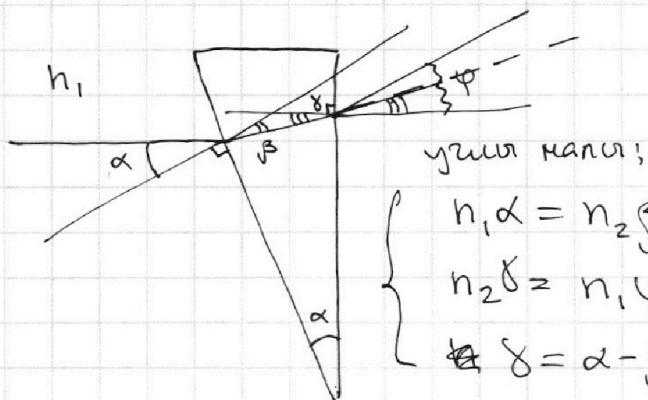
$$\alpha \text{ малый} \Rightarrow \alpha \approx \sin \alpha \approx \tan \alpha$$



Рассмотрим систему из ходов луча:



$$1) n_2 > n_1 = n = 1$$

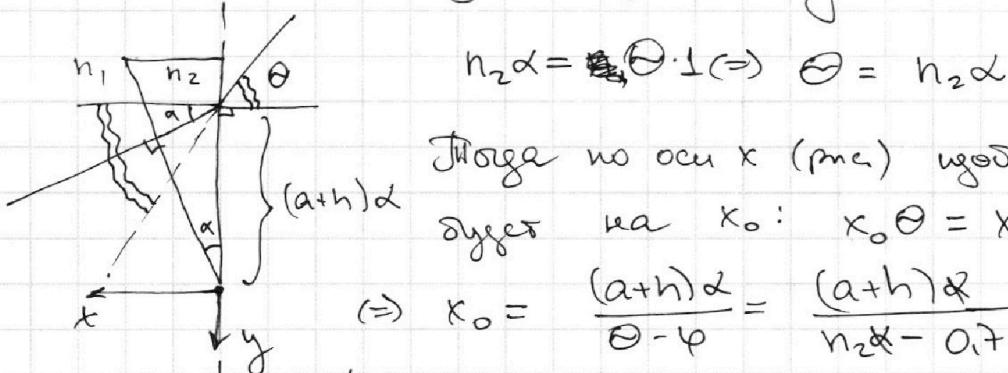


$$\left. \begin{array}{l} n_1 \alpha = n_2 \beta \\ n_2 \gamma = n_1 \varphi \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} n_1 \alpha = n_2 \beta \\ n_2 \alpha - n_2 \beta = n_1 \varphi \end{array} \right\} \gamma = \alpha - \beta$$

$$\Rightarrow n_1 \varphi = n_2 \alpha - n_2 \frac{n_1}{n_2} \alpha = (n_2 - n_1) \alpha \Leftrightarrow \varphi = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \alpha$$

для $n_1 = n_B = 1$, $n_2 = 1,7$: $\varphi = 0,7 \alpha = 0,07 \text{рад.}$ - ответ.

2) Направим ходы каждого луча:



$$n_2 \alpha = \Theta \cdot 1 \Leftrightarrow \Theta = n_2 \alpha$$

Приле на оси x (расстояние) подразумевается
для x_0 : $x_0 \Theta = x_0 \varphi + (a+h) \alpha$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{(a+h) \alpha}{\Theta - \varphi} = \frac{(a+h) \alpha}{n_2 \alpha - 0,7 \alpha} = a+h$$

Приле на y: $y_0 = (a+h) \varphi =$

$$= (a+h) 0,07 = 203 \text{ см. } 0,07 = 14,21 \text{ см} \quad - \text{ответ.}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



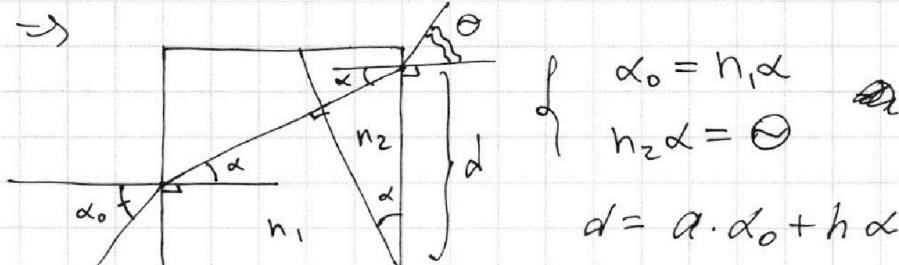
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

3) рассмотрим такой лук, который в
пределах сфер 1 и 2 падает по горизонтали x_0 :

\Rightarrow



$$\begin{aligned} \alpha_0 &= n_1 \alpha \\ n_2 \alpha &= \Theta \end{aligned}$$

$$d = a \cdot \alpha_0 + h \alpha$$

$$\text{Аналогично: } x_0 \Theta = x_0 \varphi + \alpha = x_0 \varphi + a \alpha_0 + h \alpha$$

$$\Leftrightarrow x_0 (\Theta - \varphi) = a \alpha_0 + h \alpha = a \cdot n_1 \alpha + h \alpha = (a n_1 + h) \alpha$$

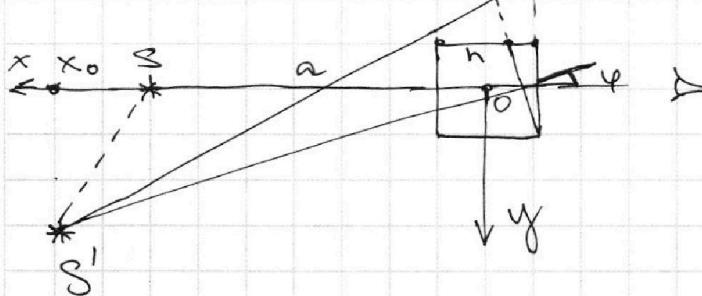
$$\Leftrightarrow x_0 = \frac{(a n_1 + h) \alpha}{\Theta - \varphi} = \frac{(a n_1 + h) \cancel{\alpha}}{n_2 \cancel{\alpha} - (n_2 - 1) \cancel{\alpha}} = \frac{231 + 9}{1,7 - \frac{17}{15} + 1} =$$

$$= \frac{300 \text{ cm}}{2,7 - \frac{17}{15}} = \frac{900 \text{ cm}}{5,1 - \frac{17}{5}} = \frac{900 \text{ cm}}{5,1 - 3,4} = \frac{900}{1,7} \approx 530 \text{ cm}$$

$$\Rightarrow y_0 = 530 \text{ cm} \cdot \varphi = 530 \text{ cm} \cdot \frac{2}{15} = \frac{1060}{15} \text{ cm} = \frac{2012}{3} \text{ cm} =$$

$$= 70 \frac{2}{3} \text{ cm} \Rightarrow S = \sqrt{(530 - 184)^2 + 70 \frac{2}{3}^2} \text{ cm} = \sqrt{436^2 + 71^2} \text{ cm}$$

$$= \sqrt{190096 + 5041} \text{ cm} \approx 14 \cdot 10^{\frac{3}{2}} \text{ cm} \quad - \text{ ответ.}$$



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!

чертежи

$$pV = JRT = \frac{m_1\mu_1 + m_2\mu_2}{\mu_1\mu_2} RT$$

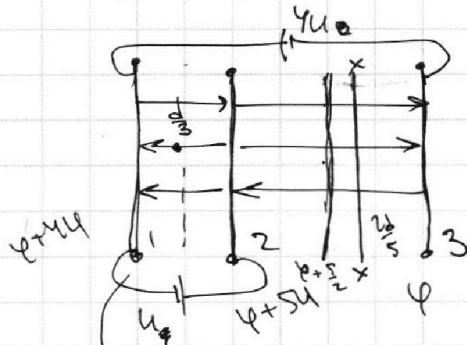
$$\mu_1 = 44 \text{ Г/моль}$$

$$m_2 = 18 \text{ г/моль}$$

$$\frac{p_0 \frac{V}{2}}{T_0} = \frac{p \frac{V}{5}}{\frac{5}{4} T_0}$$

$$436^2 + 71^2$$

$$p_n = p_{\text{атм}}$$



$$\varphi = -\frac{Q_3(3d) + Q_2(d)}{2SE} = -\frac{64u}{2}$$

$$p_0 \frac{V}{2} = JRT_0$$

$$P_0 = P_r + P_n$$

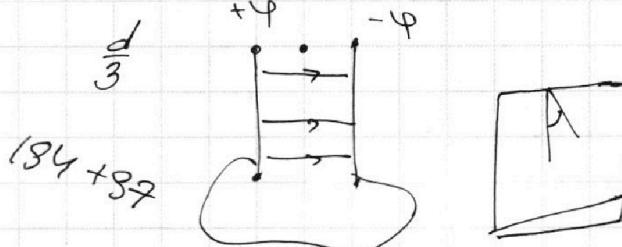
$$p_r \frac{V}{2} = J_r RT$$

~~$$p_r \frac{V}{2} = J_r RT$$~~

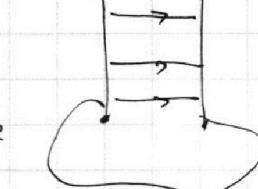
$$p_n \frac{V}{2} = J_n RT_0$$

$$p_n \frac{V}{2} = J_n RT_0$$

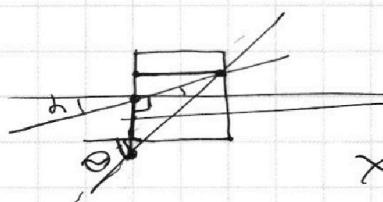
?



$$184 \times 82$$

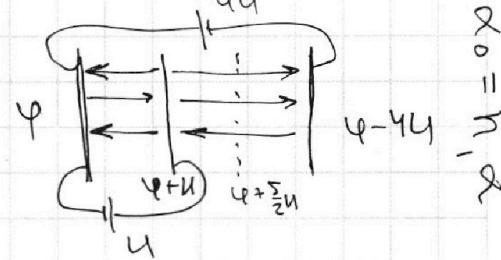


$$\alpha(\eta+\alpha)$$



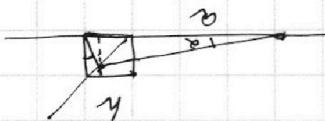
$$\alpha(\eta+\alpha) = (\alpha - \theta)x$$

$$\alpha \theta x + \alpha(\eta+\alpha)x = \alpha x$$



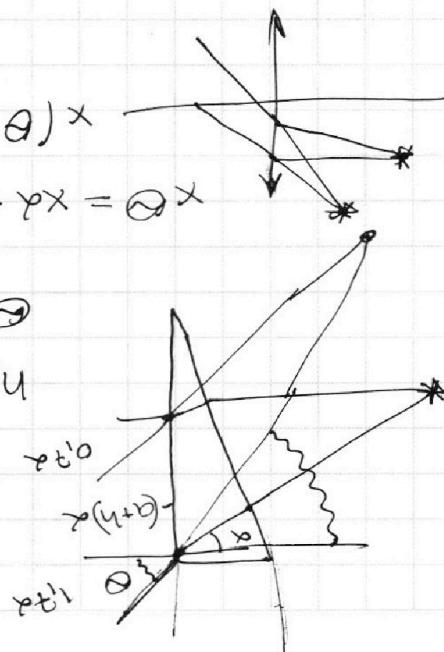
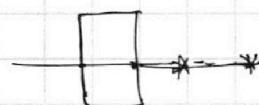
$$2/3 = 1/4$$

$$\alpha(\eta+\alpha) = \alpha(\eta - \theta)$$



$$\alpha^2 \eta = \alpha$$

$$\alpha \eta = \alpha^2$$



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

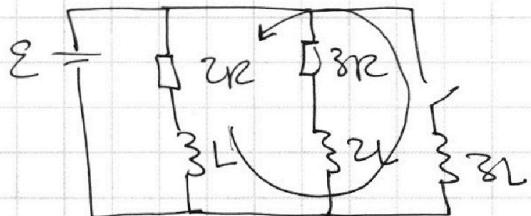
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



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

$$I_B = \frac{E}{R}$$

$$3L \left(\frac{E}{R} - \frac{B_E}{IR} \right) =$$

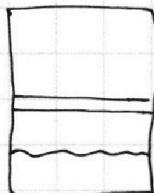
$$q = \frac{\Delta \Phi}{2R} = \frac{15EL}{11R^2 \cdot 2} = \frac{15EL}{22R^2} \neq \frac{15EL}{IR} = \Delta \Phi$$

$$\begin{array}{r} 436 \\ 436 \\ \hline 2896 \\ 1308 \\ 1744 \\ \hline 190096 \end{array} \quad \begin{array}{r} 71 \\ 71 \\ \hline 494 \\ 5041 \end{array}$$

$$195$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ 14 \\ \hline 56 \\ 14 \\ \hline 186 \end{array}$$

$$\frac{P_0 V}{T_0} = \frac{(25 P_0 - P_H) \frac{5}{11} V}{\frac{5}{4} T_0 \cdot J_2}$$

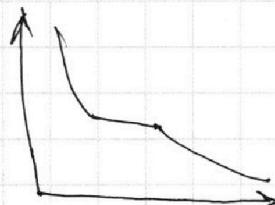


$$P_0 \frac{V}{T_0} = J_1 R T_0$$

$$\frac{P_0 \frac{V}{T_0}}{J_2} = \frac{P \frac{V}{T_0}}{\frac{5}{4} T_0}$$

~~$$P = \frac{25}{8} P_0$$~~

$$\frac{P_H V}{T_0} = \frac{P_H \frac{5}{11} V}{\frac{5}{4} T_0}$$



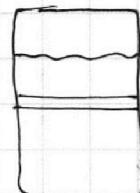
$$P' = \frac{25}{8} P_0 - P_H$$

$$J_2 \theta C = \frac{h}{l} \theta$$

$$J_2 \theta G = \frac{2}{l} \theta$$

□

$$\frac{(C^\theta + G) \cdot \frac{h}{l} \theta}{\frac{h}{l} \cdot V \cdot \ln \left(\frac{P_0}{P_H} - \frac{8}{5} \right)} = \frac{C^\theta \Delta \theta}{\frac{h}{l} \theta}$$



$$\frac{h}{l} \theta = d$$



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"/> |

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

 МФТИ