



Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023



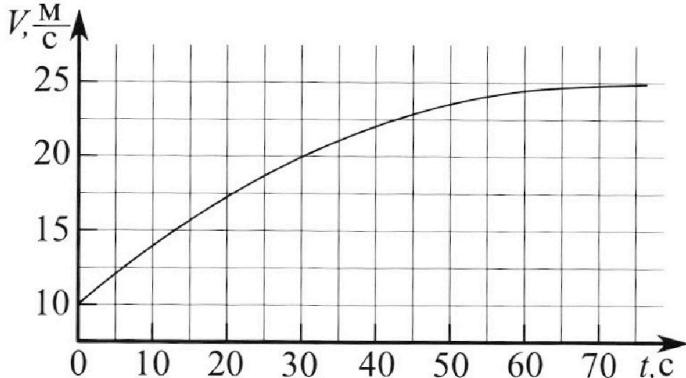
Вариант 11-01

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%.

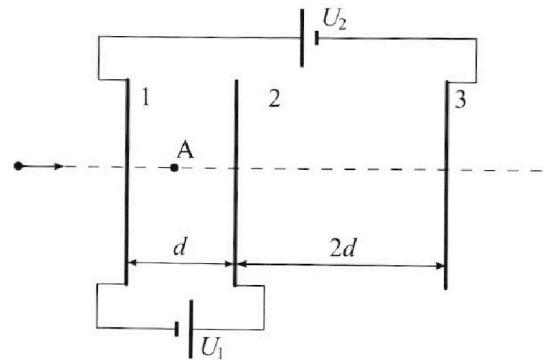


2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объёмом V разделён тонким невесомым теплопроводящим герметичным поршнем (диск соосный с сосудом) на две равные части. Поршень может перемещаться без трения. В верхней части цилиндра находится углекислый газ, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный 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 w 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 $R T \approx 3 \cdot 10^3$ 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

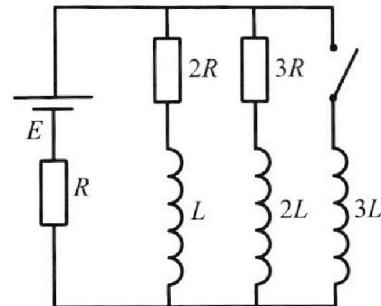


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

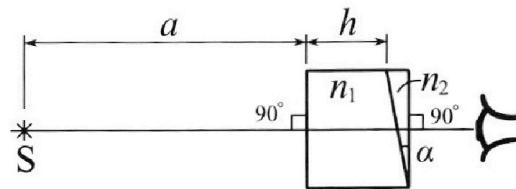
- 1) Найти ток I_{10} через резистор с сопротивлением $2R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью $3L$ сразу после замыкания ключа.
- 3) Какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $2R$ при замкнутом ключе?

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 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 $n_1 = n_b = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

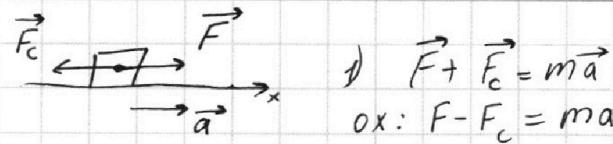


- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/>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



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

$$\left. \begin{array}{l} m = 1800 \text{ кг} \\ F_k = 500 \text{ Н} \\ \alpha V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \\ \hline 1) \alpha_1 = ? \\ 2) F_1 = ? \\ 3) P_1 = ? \end{array} \right\}$$



$$\begin{aligned} & 1) \vec{F} + \vec{F}_c = m \vec{a} \\ & \text{ox: } F - F_c = ma \\ & F_c = \alpha V - \text{при разгоне по условию.} \\ & \text{Конец разгона: } a \approx 0, \text{ т.к. asymptotica } V_m = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

$$F_k - \alpha V_m = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{V_m}.$$

Заметим, что с момента $t=20 \text{ с}$ до $t=30 \text{ с}$ завершается

$$V(t) \text{ приближается к своему линейной } \rightarrow V(t) \approx \frac{20+15}{2} = 17,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$= 17,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Найдем $\alpha_1 \approx V_1 / V(20)$

$$u \quad V(20) \approx \frac{20+15}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow \alpha_1 = \frac{V_1 - V(20)}{t_1 - t_{20}}, \text{ где } t_1 = 30 \text{ с}, \\ t_{20} = 20 \text{ с}$$

$$\alpha_1 = \frac{20 - 17,5}{30 - 20} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{2,5}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$2) \quad F_1 - \alpha V_1 = ma_1, \text{ где } F_1 - \text{сила тормоза при скорости } V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F_1 = ma_1 + \alpha V_1$$

$$\alpha_1 \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \alpha = \frac{F_k}{V_m}, \text{ где } F_k = 500 \text{ Н}, V_m = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow \alpha =$$

$$\Rightarrow F_1 = 1800 \text{ кг} \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{500 \text{ Н}}{25} \cdot 20 = 450 \text{ Н} + 400 \text{ Н} = 850 \text{ Н}$$

$$3) \quad P_1 = F_1 \cdot V_1, \text{ м.н. } dA = F dS \Rightarrow P = \frac{dA}{dt} = F \cdot \frac{dS}{dt} = F \cdot V$$

$$P_1 \approx 850 \text{ Н} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17000 \text{ Вт} \approx 17 \text{ кВт}$$

$$\text{Ответ: 1) } \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; 2) \approx 850 \text{ Н}; 3) \approx 17 \text{ кВт}.$$

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

$$V; T_0;$$

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

$$\frac{V}{5}; \rho = k p c v$$

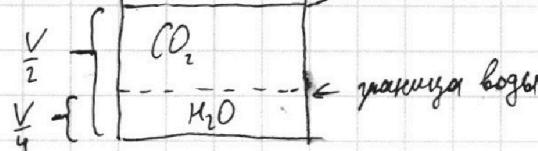
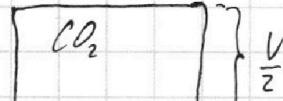
$$k \approx \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

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

$$\frac{1}{1} \frac{V_1}{V_2} = ?$$

$$2) p_0 (P_{ATM}) = ?$$

1) До нагрева:



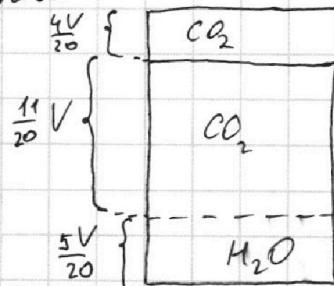
$$\text{Верхняя часть: } p_0 \cdot \frac{V}{2} = V_1 RT_0$$

$$\text{Нижняя часть: } p_0 \cdot \frac{V}{4} = V_2 RT_0 \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = 2,$$

згд V_1 - кол-во CO_2 в верхней части, а

V_2 - кол-во газа CO_2 в нижней части сосуда.

2) После нагрева



$$\text{В верхней части: } p \cdot \frac{4V}{20} = V'_1 RT$$

$$\text{В нижней части: } p \cdot \frac{11V}{20} = V'_2 RT$$

$$\frac{V'_1}{V'_2} = \frac{4}{11} \Rightarrow V'_2 = \frac{11}{4} \cdot V'_1$$

p - давление в обеих частях, т.к. это условие равновесия поршня
($P_{\text{верх.}} = P_{\text{нижн.}} = p$).

V'_2 - новое кол-во CO_2 в нижней части сосуда.

$$V'_2 = V_2 + V_k, \text{ згд } V_k - изменение кол-ва } CO_2 \text{ в бутылке.}$$

~~$$V'_2 = V_2 + \Delta V' + \Delta V, \text{ згд } \Delta V - параллельное кол-во } CO_2 \text{ в бутылке,}$$~~

~~$$\Delta V' - конечное кол-во } CO_2 \text{ в бутылке.}$$~~

~~$$V'_2 = V_2 + k \cdot \frac{V}{2} \cdot (p_0 + p)$$~~



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

$$\begin{aligned} v_2' = v_2 + k \cdot \frac{V}{4} \cdot (\rho_0 - \rho) &= \frac{11}{4} v_2 \Rightarrow v_2 + \frac{kV}{4} \cdot (\rho_0 - \rho) = \frac{11}{2} v_2 \\ \frac{v_1}{v_2} = 2 \Rightarrow v_1 = 2v_2 & \\ \frac{kV}{4} (\rho_0 - \rho) &= \frac{9}{2} v_2 \end{aligned}$$

$$v_2' = v_2 + v_k$$

При константной температуре T в ваге пошли нем $CO_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta v = k \rho_0 \cdot \frac{V}{4} = v_k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2' = v_2 + k \frac{\rho_0 V}{4} \Rightarrow \frac{9}{2} v_2 = k \frac{\rho_0 V}{4}$$

$$v_2' = \frac{11}{4} v_2 \Rightarrow v_2' = \frac{11}{2} v_2$$

$$v_1 = 2v_2$$

$$\text{Заметим, что } \frac{\rho_0 V}{4} = v_2 R T_0 \Rightarrow \frac{9}{2} v_2 = k \cdot v_2 R T_0 \Rightarrow$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{v_1}{v_2} = 2.$$

2) —

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

$$d; 2d$$

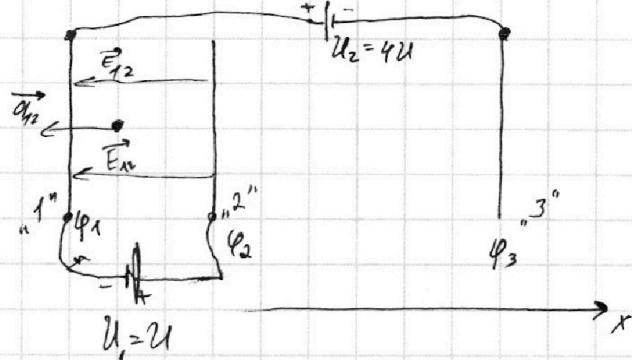
$$U_1 = U; U_2 = 4U$$

$$m; g > 0; V_0$$

$$\text{1) } a_{12} = ?$$

$$\text{2) } K_1 - K_2$$

$$\text{3) } \varphi_A = ?, \frac{d}{2} \text{ от } 1''$$



$$1) \text{ Пусть } \varphi_3 = 0 \Rightarrow \varphi_1 = 4U; \Rightarrow \varphi_2 = 5U \Rightarrow$$

$\Rightarrow \Pi_i$ - потенциальная энергия в некоторой точке. $\Rightarrow \Pi_i = q \cdot \varphi_i$
(заряда q)

 \Rightarrow

2-ой Закон Ньютона: $F_{\text{кулона}} = m\ddot{a} \Rightarrow \ddot{a} \propto -q \cdot E_{12} = -ma_{12} \Rightarrow$

$$\Rightarrow a_{12} = \frac{q}{m} \cdot E_{12}$$

$$\text{Чтобы узнать что надо } \Rightarrow \text{ между } 1'' \text{ и } 2'' \text{ однодело} \Rightarrow E_{12} = \frac{5U}{d} = \frac{U}{d}$$

$$a_{12} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

$$2) \quad \Pi_1 = q \cdot \varphi_1 = q \cdot 4U = 4qU \quad \left. \right\} \Rightarrow K_1 = \frac{mV_0^2}{2} - 4qU$$

 $K_2 = \text{пусто}$

$$W_{\text{полн}} = K_0 = \frac{mV_0^2}{2}, \text{ м.р. так же } \cancel{\text{здесь}}$$

отсутствует (так \Leftrightarrow на бесконечной удалении a)

 пусто

$$\Pi_2 = q \cdot \varphi_2 = 5qU \Rightarrow K_2 = \frac{mV_0^2}{2} - 5qU$$

 $K_2 = W_{\text{полн}} - \Pi_2$

$$K_1 - K_2 = \left(\frac{mV_0^2}{2} - 4qU \right) - \left(\frac{mV_0^2}{2} - 5qU \right) = qU = K_1 - K_2$$



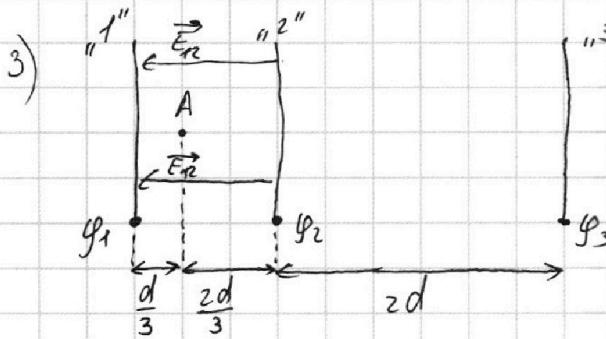
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!



\vec{E}_{12} направлена вправо \Rightarrow

$$\Rightarrow \varphi_A = \varphi_2 - U_{2A}, \text{ где}$$

U_{2A} - напряжение между
плоскостью "2" и точкой A.

$$\begin{aligned} U_{2A} &= E_{12} \cdot \frac{2d}{3} \\ E_{12} &= \frac{y}{d} \end{aligned} \Rightarrow U_{2A} = \frac{y}{d} \cdot \frac{2d}{3} = \frac{2}{3} y \Rightarrow \varphi_A = \varphi_2 - U_{2A} = 5U - \frac{2}{3} U =$$

$$= \frac{15-2}{3} \cdot U = \frac{13}{3} \cdot U = \varphi_A$$

$$\Pi_A = q \cdot \varphi_A = q \cdot \frac{13}{3} U$$

$$K_A = \frac{m v_A^2}{2}, \text{ но максимум } K_A = W_{\text{полн}} - \Pi_A = \frac{m V_0^2}{2} - q \cdot \frac{13}{3} U$$

$$\frac{m v_A^2}{2} = \frac{m V_0^2}{2} - q \cdot \frac{13}{3} U \Rightarrow v_A^2 = V_0^2 - \frac{q}{m} \cdot \frac{26}{3} \cdot U$$

$$\boxed{v_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{26}{3} \cdot \frac{q}{m} \cdot U}}$$

Ответ: 1) $q_{12} = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d};$

2) $K_1 - K_2 = q U;$

3) $v_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{26}{3} \cdot \frac{q}{m} \cdot U}.$

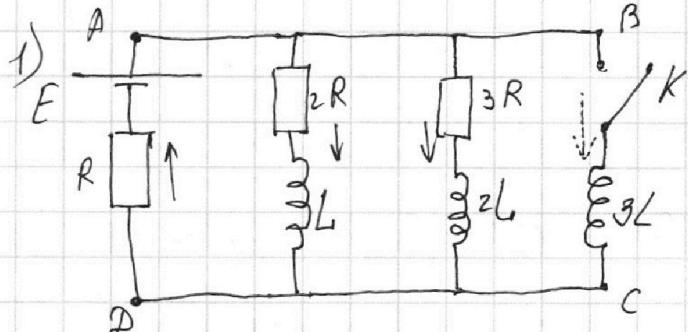
СТР. 2.

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

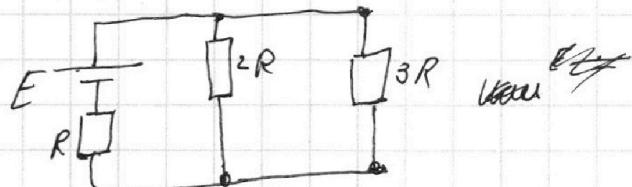


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\boxed{\begin{array}{l} 1) \dot{y}_{10} = ? \\ 2) \frac{dy_{10}}{dt} = ? \\ 3) y_{2R} = ? \end{array}}$$



1 - каток K разомкнут, токи установились \Rightarrow Эквивалентная схема выглядит так:



$$\frac{1}{2R} + \frac{1}{3R} = \frac{1}{R_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_2 = \frac{2R \cdot 3R}{2R+3R} = \frac{6}{5}R \Rightarrow E - \frac{1}{\frac{6}{5}R} \parallel R \quad \text{или } R_2 = \frac{6}{5}R$$

$$y_{\text{сум}} = \frac{E}{\frac{11}{5}R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} = y_{10} + y_{3R}, \text{ где } y_{10} - \text{ток через } 2R,$$

y_{3R} - ток через $3R$.

$$U_{10} = U_{3R} \Rightarrow \begin{cases} y_{10} \cdot 2R = y_{3R} \cdot 3R \\ y_{10} + y_{3R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} \\ y_{3R} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{R} \end{cases}$$

$\boxed{y_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}}$ - ток через $2R$ до замыкания K в установ. режиме.

2) Каток K замыкает: Контур ABCDA: $E - 3L \cdot \frac{dy_{3L}}{dt} = y \cdot R$

Ток через R в мгновенное время замыкания K.

Мгновенный ток в $2L$ и в $3L$ в первое мгновение занулится наше



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!

замыкания сохраняется таким же, как и до, индуктивности
 $2L$ и $3L$ постоянны, а значит токи через $2L$ и $3L$ в
эти индуктивные будут равны из пропущим. Так в первое
иницирование после замыкания К через $3L$ также сохра-
няется и будет равен нулю $\Rightarrow I = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{R} + \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \Rightarrow$
 $\Rightarrow 3L \cdot \frac{dI_{3L}}{dt} = E - IR = E - \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \cdot R = \frac{6}{11} \cdot E$

$$\boxed{\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2}{11L} \cdot E}$$

Однако: 1) $I_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$;

2) $\frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L}$;

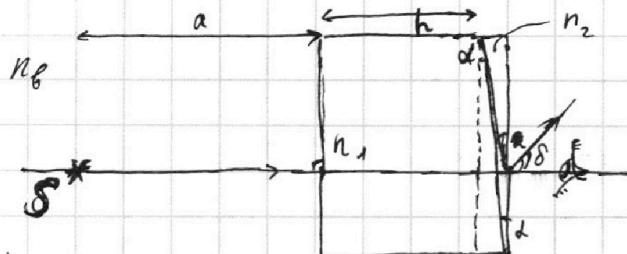
3) — .



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



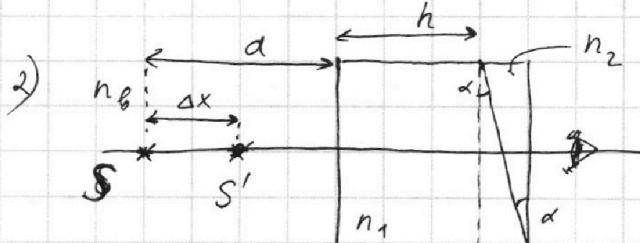
$$1) \quad n_1 = n_2 = 1; \quad n_1 = 1,7$$

Призма с коэффициентом преломления n_2 - кристалл кварца (оптический), при этом

$\alpha = 0,1 \text{ rad}$, то есть угол при вершине мал \Rightarrow

$$\Rightarrow \delta = \alpha \cdot (n_2 - 1), \text{ m.e. } \sin \alpha \approx \alpha; \sin \delta \approx \delta; n_2 = n_1 = 1,7$$

$$n_2 = 1,7 \Rightarrow \delta = 0,7 \cdot 0,1 \text{ rad} \cdot (1,7 - 1) = [0,07 \text{ rad.} = \delta]$$



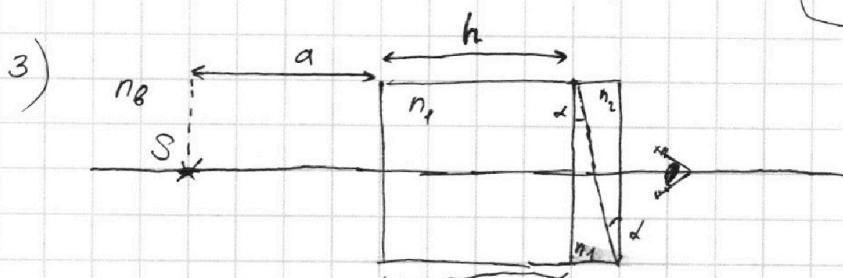
$$n_1 = n_2 = 1; \quad n_2 = 1,7$$

$$\Delta x = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot (a + h) -$$

- расстояние Δx от S до S' , где

S' - конкурирующая источник света: $\Delta x = \frac{1,7 - 1}{1} \cdot (994 + 9) =$
($a = 194 \text{ см}; h = 9 \text{ см}$)

$$= 0,7 \cdot 203 = [142,1 \text{ (см)}] = \Delta x$$



Можно заменить слой с коэффициентом преломления n_2 и длиной h на отсутствующий слой либо слой слоя, однако необходимо



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

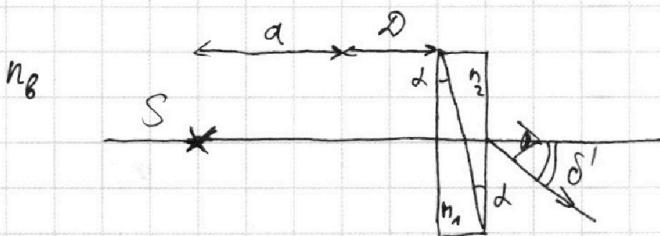
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

измерить расстояние D ид $D = \frac{h}{n_1}$, т.е. предполагая источник света S в к осевый гаси оптической системы ид расстояние

$$h - \frac{h}{n_1} = \frac{hn_1 - h}{n_1} = \frac{9 \cdot 1,5 - 9}{1,5} = \frac{13,5 - 9}{1,5} = \frac{4,5}{1,5} = 3 \text{ (см)}.$$

$(D = 6 \text{ см})$

Замерим и построим эквивалентную схему:



Заметим, что угол отклонения δ_1 в кисе n_1 не

зависит от угла падения луча от источника $S \Rightarrow$ фокусно дистанция $n_2 \Rightarrow$ Можно утверждать, что кисе n_1 включает изогнутый луч „по гасовой струнке“ с углом $\delta_1 = \alpha(n_1 - 1)$ к осевой, на которой лежит источник S и шаз, а кисе n_2 изогнутый луч „кто уходит гасовой“ с углом $\delta_2 = \alpha(n_2 - 1)$ к осевой источник - шаз. \Rightarrow Суммарно шаз отклоняется на угол $\delta_2 - \delta_1 = \alpha(1,7 - 1) - \alpha(1,5 - 1) = 0,2 \cdot \alpha$ по гасовой струнке.

$$\text{Обозначим } \delta_2 - \delta_1 = \delta' = 0,2 \alpha = 0,2 \cdot 0,1 \text{ rad} = 0,02 \text{ rad}.$$

Замерим эту систему, на эквивалентную. Тогда $\delta' = j \cdot (n_1 - 1)$,

$$\text{где } j - \text{угол при вершине кельца} \Rightarrow 0,5j = 0,02 \text{ rad} \Rightarrow j = 0,04 \text{ rad}.$$

$$\text{Тогда } \Delta x = \frac{n_1 - n_2}{n_2} \cdot (\alpha + \delta) \Rightarrow \Delta x = 0,5 \cdot 200 \text{ см} = 100 \text{ см}.$$

Ответ: 1) 0,07 rad; 2) 142,1 см; 3) 100 см.

стр. 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 |
| <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

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

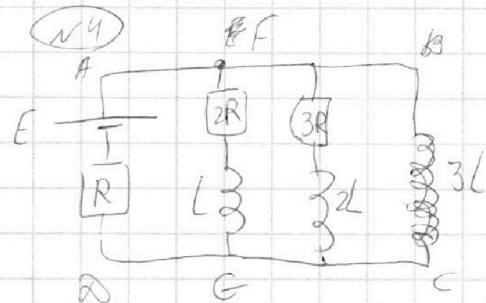
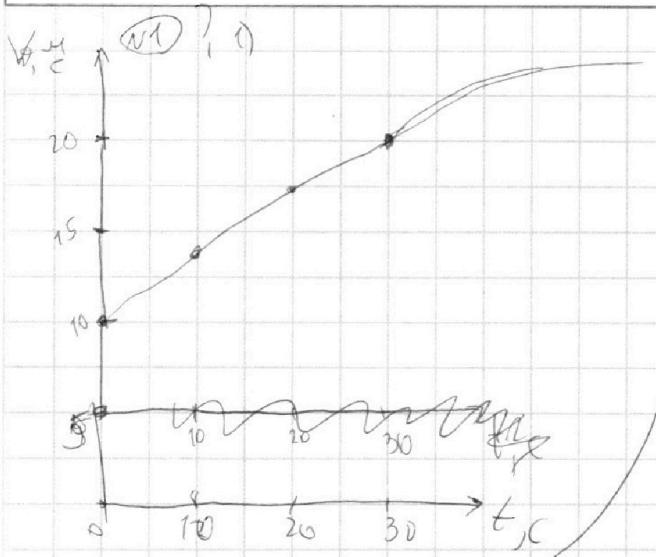
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



$$FBCGF: -3L \frac{dU}{dt} - \frac{dU}{dt} = \frac{U}{2R}$$

128-6107

$$-4L \frac{dU}{dt} = \frac{U}{2R}$$

$$-2L \frac{dU}{dt} = \frac{U}{R}$$

$$qE = ma$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot E$$

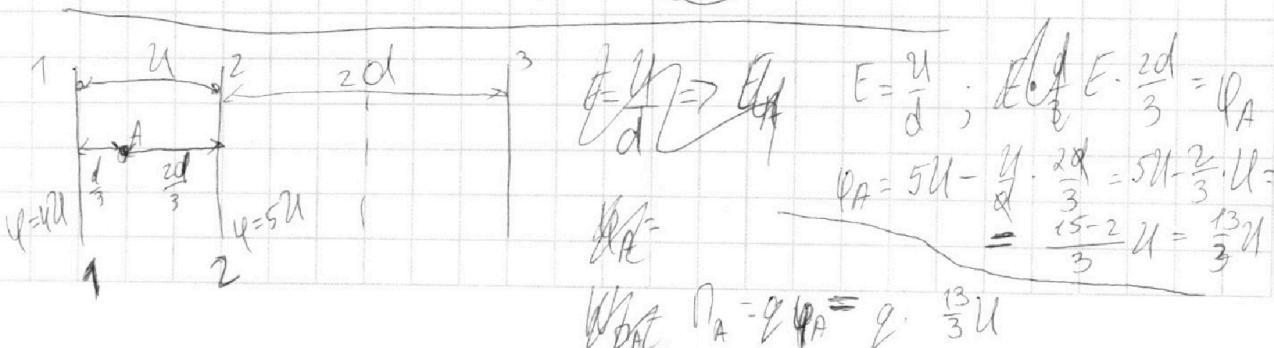
$$\frac{qE \cdot d}{m} = U \Rightarrow E = \frac{U}{d}$$

$$a = \frac{q}{m} \cdot \frac{U}{d}$$

2) $W_{K_0} = \frac{mv_0^2}{2}; P_1 = q \cdot 4U; W_{K_1} = \frac{mv_0^2}{2} - q \cdot 4U$

$$P_2 = q \cdot 5U \Rightarrow W_{K_2} = \frac{mv_0^2}{2} - q \cdot 5U$$

$$K_1 - K_2 = -4qU + 5qU = 1qU$$





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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

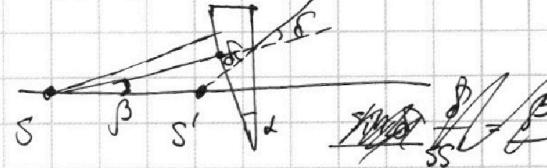
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

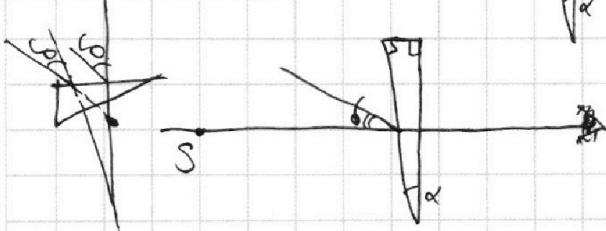
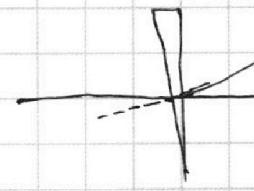
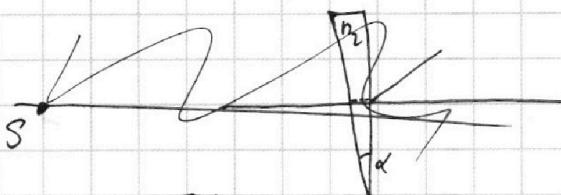
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$K_p = \frac{mv_0^2}{2} - g \cdot \frac{13}{3} U = \frac{mv_A^2}{2} / \cdot 2 \Rightarrow v_0^2 - g \cdot \frac{26}{3} U = v_A^2$$

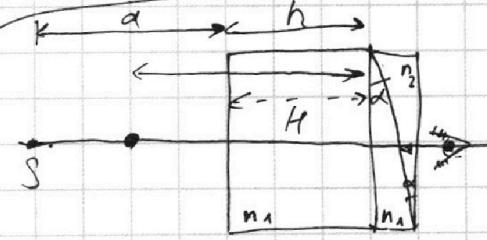
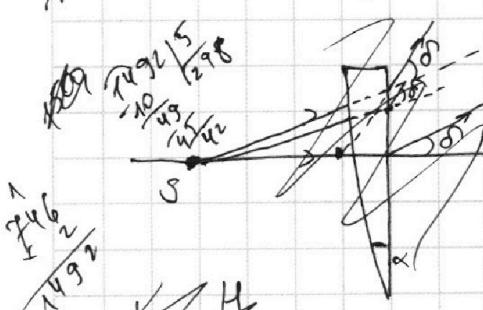
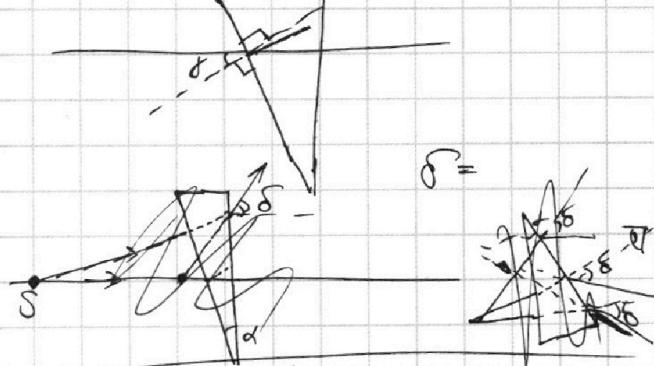
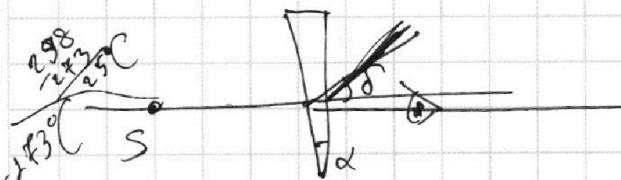
$$v_A^2 = v_0^2 - g \cdot \frac{2}{m} \cdot \frac{26}{3} U$$



№ 5.

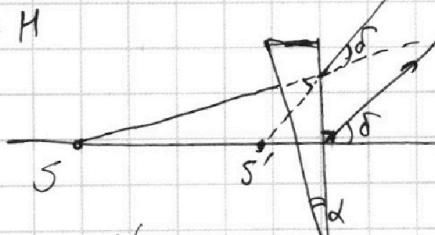


$$\delta = \alpha(n-1) = \alpha \cdot 0,7 = 0,610,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ pag.}$$



$$\frac{h}{h_1} = H$$

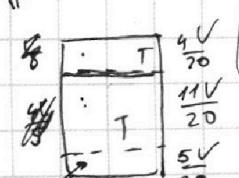
317



$$\frac{V}{4} = \frac{5V}{20}$$

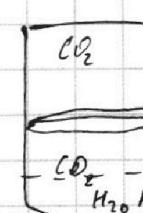
$$\frac{V}{5} = \frac{4V}{20}$$

$$\Delta V' = k p \frac{V}{4}$$



$$\Rightarrow$$

$$\sqrt{\delta_1} - \delta_2$$



$$n \cdot \frac{V}{2} = \frac{1}{2} RT$$

$$n \cdot \frac{V}{4} = \frac{1}{2} RT$$

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

$$\frac{V}{2}$$

$$\Delta V = k P_0 \cdot \frac{V}{4}$$

$$P \cdot \frac{4V}{20} = P_1 RT$$

$$P \cdot \frac{1V}{20} = P_2' RT$$

$$P_2' = P_2 + \Delta V \Rightarrow P \cdot \frac{1V}{20} = (\frac{1}{2} P_1 + \Delta V)$$

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!

$$\frac{g}{2} V_2 = \frac{P_0 X}{RT_0} \cdot \frac{g}{2} = \frac{kX(P_0 - P)}{X}$$

$$\frac{P_0}{RT_0} \cdot \frac{g}{2} = k(P_0 - P)$$

$$P_0 \frac{V}{20} = V_1 R T = V_1 R \cdot \frac{5}{4} T_0 = \frac{5}{4} \cdot P_0 \cdot \frac{V}{2}$$

$$P \cdot \frac{V}{20} = \frac{5}{4} P_0 \cdot \frac{V}{2} = \frac{5}{8} P_0 = \frac{P}{20} \Rightarrow P_0 = \frac{8}{5} \cdot \frac{P}{20} = \frac{8P}{100}$$

~~$$\frac{1 \cdot g^2}{2} = \frac{3L \cdot g^2}{2}$$~~

$$P \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} \cdot V_1 \cdot RT_0 = \frac{5}{4} \cdot P_0 \cdot \frac{V}{2}$$

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

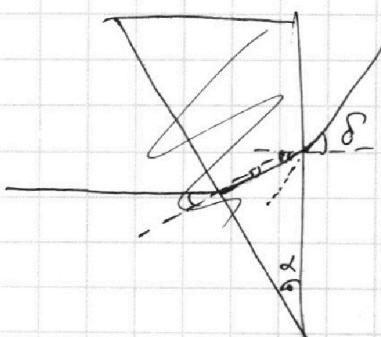
~~$$E = \sqrt{\frac{dP}{dt}} = \frac{dR}{dt} + \frac{dP}{dt}$$~~

$$P \cdot \frac{V}{20} = \frac{11}{4} P_1 \cdot RT_0 \cdot \frac{5}{4} = \frac{55}{16} \cdot P_0 \cdot \frac{V}{2} = \frac{P_0 55}{32} V$$

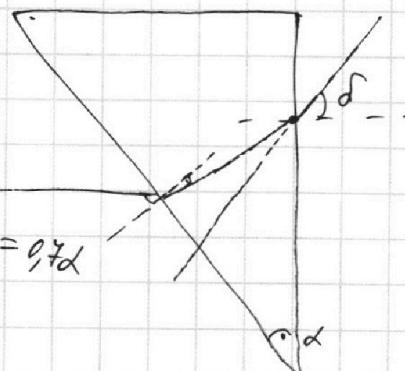
$$\frac{11P_0}{20} = \frac{11P \cdot 5}{32} = 32P = 5$$

$$\Delta x = \frac{|n_2 - n_1|}{h_1} \cdot x$$

$$\frac{194}{203}$$

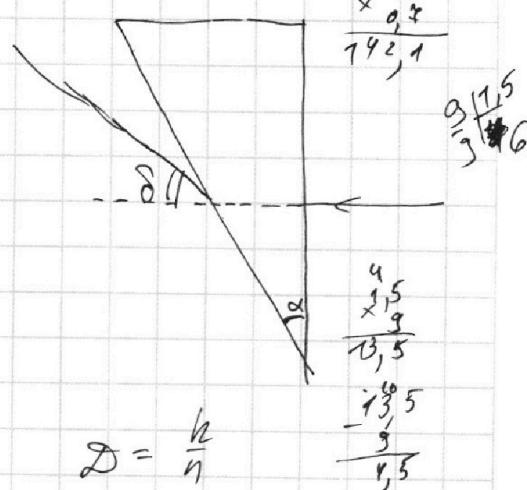


$$a + d = 194 + 6 = 200$$



$$\alpha(n_2 - 1) = 97\alpha$$

$$d(n_1 - 1) = 0.5d$$



$$D = \frac{h}{n}$$

$$\frac{195}{135} - \frac{135}{95}$$



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!

$$PV^\gamma = \text{const} \rightarrow P = \frac{\text{const}}{V^\gamma} \rightarrow P'(V) = \frac{dP}{dV} = \text{const} \cdot (V^{-\gamma})' = \text{const} \cdot (-\gamma) \cdot V^{-\gamma-1} \rightarrow \frac{dP}{dV} = -\gamma \frac{1}{V} \cdot \frac{\text{const}}{V^\gamma}$$

$$C = \sqrt{\frac{K}{P}} \\ K = -\frac{dP}{dV} \cdot V \quad \Rightarrow \cancel{K = \frac{dP}{dV} \cdot V}$$

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!

$$i) \frac{d\varphi_{3L}}{dt} = \frac{1}{3L} (E - \gamma R)$$

~~1~~ ~~2~~ ~~3~~ ~~4~~ ~~5~~ ~~6~~ ~~7~~

$$= \frac{1}{3L} \cdot \left(E - \frac{5}{11} \frac{E}{R} \right) = \frac{E}{3L} \cdot \frac{6}{11} = \frac{2}{11} \frac{E}{L}$$

(в первое приближение: $\Delta\varphi_L \approx \Delta\varphi_R = 0$)

3) $V_K = \text{Kоеку} : E = \gamma_K R ; V_L = \frac{3L}{2} \gamma_K^2 = \frac{3L}{2} \frac{E^2}{R^2}$

$$p \cdot \frac{V}{20} = p \cdot \frac{4V}{20} = p_1 RT$$

$$p = \frac{11V}{20} = p_2' RT$$

$$\frac{11}{4} = \frac{p_1}{p_2'} \Rightarrow p_2' = \frac{4p_1}{11}$$

$$\gamma_K = \frac{E}{R} \quad \text{и} \quad v_2 = \frac{v_1}{2}$$

$$= p_2 + \Delta p' = \frac{p_1}{2} + \Delta p' = \frac{4p_1}{11} + \Delta p' = \frac{4p_1}{11} + \frac{10}{11} = \frac{14p_1}{11}$$

$$\Delta p' = \frac{10}{11}$$

$F_k - F_c = ma$, $F_k - \alpha v = ma$

В конце разгона: $F_k = F_c = \alpha v_{\max} \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_{\max}}$

$v = v_1; F_k = F_c = \alpha v_1 \Rightarrow \alpha = \frac{F_k}{v_1}$

2) $F = m a_1 + \alpha v_1 = m a_1 + \frac{F_k}{v_{\max}} \cdot v_1$

$F = 1800 \text{ кг} \cdot \frac{1 \text{ м/с}}{3 \text{ с}^2} + \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м}} \cdot e \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = (600 + 800)e = 1400e$

$500 \cdot 20 = 10 \cdot 10^3$ $\frac{10 \cdot 10^3}{25} = \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot 2 \cdot 8}{28} = 4 \cdot 10^2 = 400$ $\frac{35}{2} = 175$

3) $P = F v_1 = 1000 \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 20 \text{ кВт}?$

$\frac{20+175}{2} = 100$

$a_1 = \frac{20-175}{10} = \frac{2,5}{10} = 0,25$

 $= \frac{25}{100} = 0,25$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

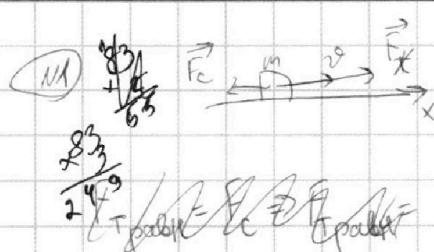
решение которой представлено на странице:



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



$$\vec{F}_k + \vec{F}_c = m\vec{a} ; \quad F_c = k\vartheta$$

$$\vec{F}_k - F_c = ma$$

~~Левая~~ ~~правая~~

$$\begin{matrix} 3000 & 800 \\ 843 & 136 \\ -510 & 8 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 83 \\ 24 \\ 2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 33 \\ 23 \\ 25 \\ 15 \end{matrix}$$

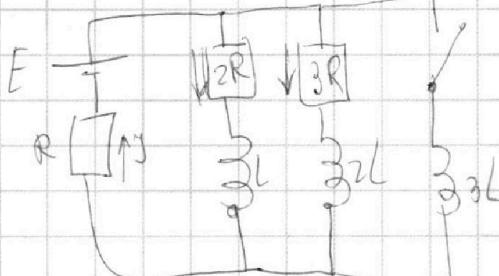
$$\begin{matrix} 4 \\ 0 \\ 0 \\ 20 \end{matrix}$$

$$F_k - k\vartheta = m \frac{d\vartheta}{dt} \Rightarrow F_k dt - k\vartheta dt = m d\vartheta$$

$$F_k dt - \int \vartheta dx = m d\vartheta \Rightarrow F_k t - \int x dx = m(\vartheta_f - \vartheta_0)$$

$$pV = \nu RT \Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$$

(2)



$$1) E = YR + \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} =$$

$$= Y \left(R + \frac{6R^2}{5R} \right) = Y \left(R + \frac{6}{5} R \right) = \frac{11}{5} YR.$$

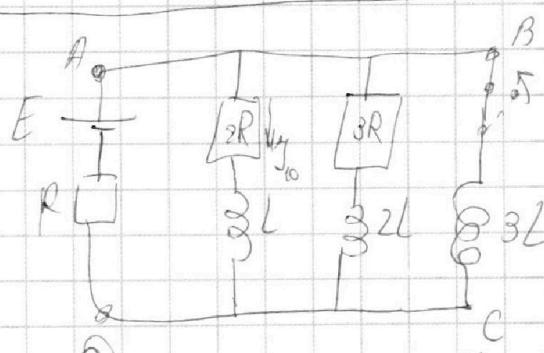
$$E = \frac{11}{5} YR \Rightarrow Y = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$Y_{2R} = E - YR = E - \frac{5}{11} E = \frac{6}{11} E \Rightarrow Y_{10} = \frac{Y_{2R}}{2R} =$$

$$= \frac{6}{11} \cdot \frac{E}{2R} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$1) Y_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$\Delta P = k \cdot p_0 \cdot \frac{V}{4}; \quad \Delta P' = \Delta P - k p \cdot \frac{V}{4} = k \frac{V}{4} (p_0 - p)$$



$$ABCDA: E - 3L \frac{dy}{dt} = YR \Rightarrow 3L \frac{dy}{dt} = E - YR$$

$$3L \frac{dy}{dt} = E - YR = 3L \frac{dy}{dt} \cdot \frac{1}{3L} \cdot (E - YR)$$

$$3L \frac{dy}{dt} = E - YR \quad \text{или} \quad \frac{dy}{dt} = \frac{1}{3L} (E - YR)$$

$$3L \frac{dy}{dt} = Edt \quad \text{или} \quad dy = \frac{Edt}{3L}$$

$$3L \int dy = E \int dt - YR \int R dt \Rightarrow 3L (y - 0) = Et$$

$$y_2 = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$

$$y_2'$$

$$\frac{y_2}{y_2'} = 2 \Rightarrow y_2' / (2y_2) = 2$$

$$y_2' = \frac{11}{42} \cdot 2y_2 = \frac{11}{21} y_2$$

$$y_2' - y_2 = \frac{9}{2} y_2 = \Delta y' = \frac{p_0 V}{4RT_0} \cdot \frac{9}{2}$$