



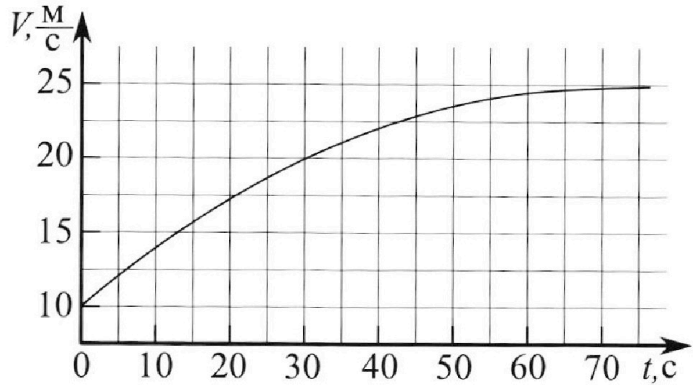
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

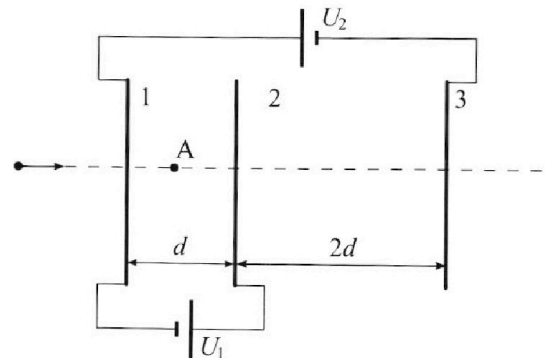
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$ 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

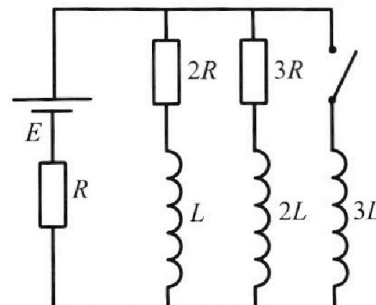
Вариант 11-01

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_0 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.

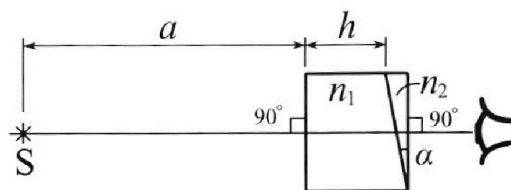


рис.). Угол $\alpha = 0,1$ рад можно считать малым, толщина $h = 9$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

- 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

$$m = 1800 \text{ кг}$$

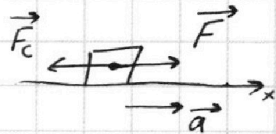
$$F_k = 500 \text{ Н}$$

$$V_1 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$1) a_1 = ?$$

$$2) F_1 = ?$$

$$3) P_1 = ?$$



$$\vec{F} + \vec{F}_c = m\vec{a}$$

$$\text{ох: } F - F_c = ma$$

$$F_c = \alpha V - \text{при разгоне по условию.}$$

$$\text{Конец разгона: } a \approx 0, \text{ т.к. асимптота } V_m = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

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

Заметим, что с момента $t=20 \text{ с}$ до $t=30 \text{ с}$ зависимость $V(t)$ приближенно к линейной $V(t) \approx \frac{20+15}{2} = 17,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$\text{Тогда } a_1 \approx \frac{V_1 - V(20)}{t_1 - t_{20}}$$

$$\text{и } V(20) \approx \frac{20+15}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 17,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow a_1 = \frac{V_1 - V(20)}{t_1 - t_{20}}, \text{ где } t_1 = 30 \text{ с}, t_{20} = 20 \text{ с}$$

$$a_1 \approx \frac{20 - 17,5}{30 - 20} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{2,5}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

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

$$a_1 \approx 0,25 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}; \alpha = \frac{F_k}{V_m}, \text{ где } F_k = 500 \text{ Н}, V_m = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow \alpha = 20 \frac{\text{Н}}{\text{м/с}}$$

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

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

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

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

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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

$$V; T_0;$$

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

$$\frac{V}{5}; \Delta V = k p \Delta V$$

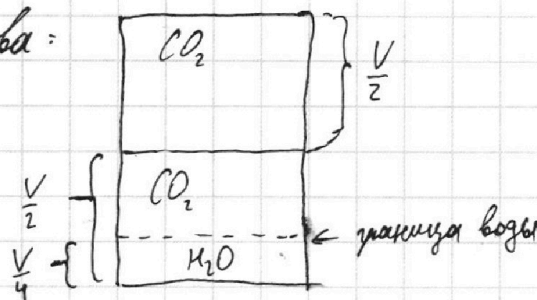
$$k \approx \frac{1}{3} \cdot 10^{-3} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

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

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

$$2) p_0(p_{\text{атм}}) = ?$$

1) До нагрева:

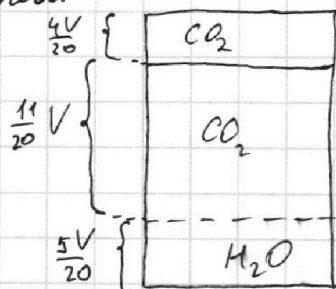


$$\left. \begin{array}{l} \text{Верхняя часть: } p_0 \cdot \frac{V}{2} = \nu_1 RT_0 \\ \text{Нижняя часть: } p_0 \cdot \frac{V}{4} = \nu_2 RT_0 \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{\nu_1}{\nu_2} = 2,$$

где ν_1 - кол-во CO_2 в верхней части, а

ν_2 - кол-во газа CO_2 в нижней части сосуда.

2) После нагрева



$$\text{В верхней части: } p \cdot \frac{4V}{20} = \nu_1' RT$$

$$\text{В нижней части: } p \cdot \frac{11V}{20} = \nu_2' RT$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{4}{11} \Rightarrow \nu_2' = \frac{11}{4} \cdot \nu_1$$

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

ν_2' - новое кол-во CO_2 в нижней части сосуда.

$$\nu_2' = \nu_2 + \nu_k, \text{ где } \nu_k - \text{изменение кол-ва } \text{CO}_2 \text{ в воде.}$$

$$\nu_k = \Delta \nu' + \Delta \nu, \text{ где } \Delta \nu' - \text{качественное кол-во } \text{CO}_2 \text{ в воде,}$$

$$\Delta \nu - \text{количественное кол-во } \text{CO}_2 \text{ в воде.}$$

$$\nu_2' = \nu_2 + \Delta \nu' + \Delta \nu \Rightarrow \nu_2' = \nu_2 + k \cdot \frac{V}{4} \cdot (p_0 + p)$$

$$\Delta \nu = k p_0 \cdot \frac{V}{4}; \Delta \nu' = k p \cdot \frac{V}{4}$$

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!

$$v_2' = v_2 + k \cdot \frac{V}{4} \cdot (p_0 - p) = \frac{11}{4} v_2 \Rightarrow v_2 + \frac{kV}{4} \cdot (p_0 - p) = \frac{11}{4} v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 2 \Rightarrow v_1 = 2v_2$$

$$\frac{kV}{4} (p_0 - p) = \frac{9}{2} v_2$$

$$v_2' = v_2 + v_k$$

При постоянной температуре T в воде почти нет $CO_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \Delta v = k p_0 \cdot \frac{V}{4} = v_k \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_2' = v_2 + k \frac{p_0 V}{4} \Rightarrow \frac{9}{2} v_2 = k \frac{p_0 V}{4}$$

$$v_2' = \frac{11}{4} v_1 \Rightarrow v_2' = \frac{11}{2} v_2$$

$$v_1 = 2v_2$$

Заметим, что $\frac{p_0 V}{4} = v_2 R T_0 \Rightarrow \frac{9}{2} v_2 = k \cdot v_2 R T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow$

Ответ: 1) $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

2) —

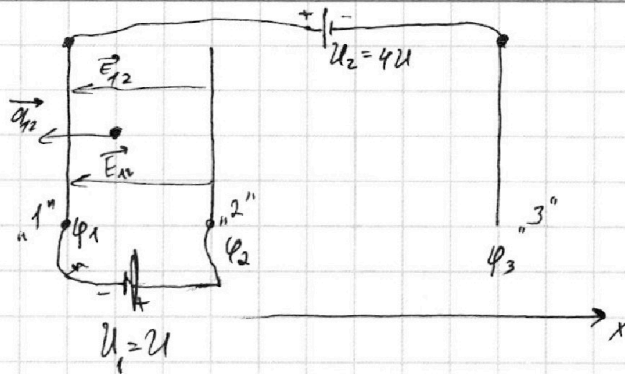
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

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

$d; 2d$

$U_1 = U; U_2 = 4U$

$m; q > 0; V_0$



1) $a_{12} = ?$

2) $K_1 - K_2$

3) $\varphi_A = ?$, d от "1"

1) 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: $F_{\text{Кулона}} = m \cdot a \Rightarrow 0x: -q \cdot E_{12} = -m a_{12} \Rightarrow$

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

читаем что поле E между "1" и "2" однородно $\Rightarrow E_{12} = \frac{5U - 4U}{d} = \frac{U}{d}$

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

2) $\left. \begin{aligned} \Pi_1 &= q \cdot \varphi_1 = q \cdot 4U = 4qU \\ K_1 &= W_{\text{полн}} - \Pi_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_1 = \frac{mV_0^2}{2} - 4qU$

$W_{\text{полн}} = K_0 = \frac{mV_0^2}{2}$, т.к. там поле $\vec{E}$

отсутствует (там $\leftrightarrow$ на бесконечном удалении от пластин)

$\left. \begin{aligned} \Pi_2 &= q \cdot \varphi_2 = 5qU \\ K_2 &= W_{\text{полн}} - \Pi_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow K_2 = \frac{mV_0^2}{2} - 5qU$

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

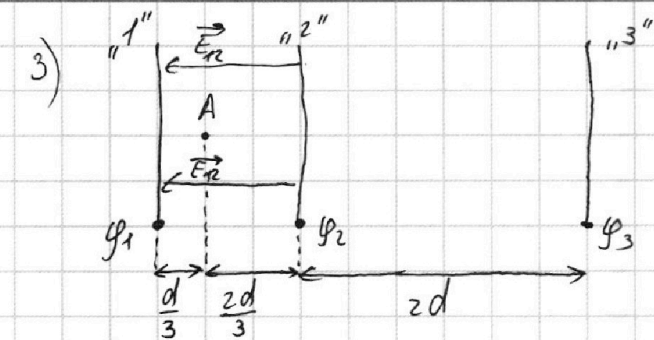
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!



$\vec{E}_{12}$ направлен влево $\Rightarrow$

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

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

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

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

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

$$K_A = \frac{mv_A^2}{2}, \text{ но также } K_A = W_{\text{полн}} - \Pi_A = \frac{mV_0^2}{2} - q \cdot \frac{13}{3} U$$

$$\frac{mv_A^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} - q \cdot \frac{13}{3} U \Rightarrow v_A^2 = V_0^2 - \frac{q}{m} \cdot \frac{26}{3} \cdot U$$

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

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

2) $K_1 - K_2 = qU$;

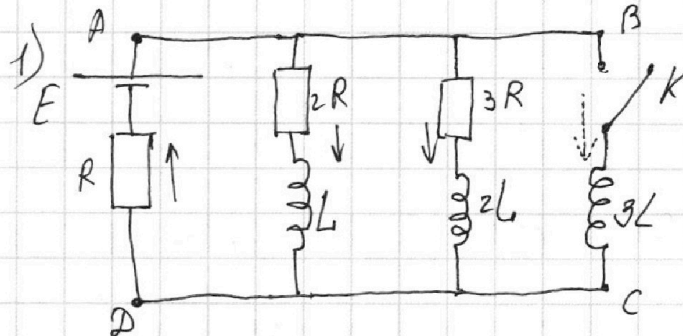
3) $v_A = \sqrt{V_0^2 - \frac{26}{3} \cdot \frac{q}{m} \cdot U}$.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

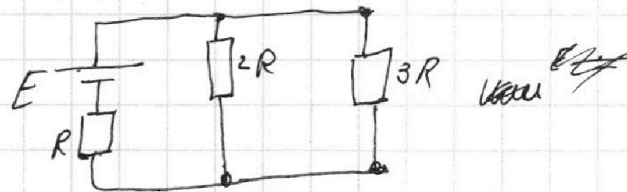
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1) $y_{10} = ?$	1) $y_{10} = ?$
2) $\frac{dy_{3L}}{dt} = ?$	2) $\frac{dy_{3L}}{dt} = ?$
3) $y_{3L} = ?$	3) $y_{3L} = ?$



1 - ключ K разомкнут, режим установився $\Rightarrow$ эквивалентная схема выглядит так:



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

$$\Rightarrow R_2 = \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = \frac{6}{5} R \Rightarrow$$

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

$$y_{3R} = \text{ток через } 3R.$$

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

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

2) Ключ K замыкают: контур ABCDA: $E - 3L \cdot \frac{dy_{3L}}{dt} = y \cdot R$
 y - ток через R в момент после замыкания K.

Магнитный поток в $2L$ и в $3L$ в первое мгновение ~~после~~ после

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

замыкания сохранится таким же, как и до, индуктивности

$2L$ и $3L$ постоянны, а значит ток через $2L$ и $3L$ в

это индуктивное будет равно нулю. Ток в первом

индуктивное поле замыкания K через $3L$ также сохра-

нится и будет равен нулю $\Rightarrow \mathcal{Y} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{R} + \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R} = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow 3L \cdot \frac{d\mathcal{Y}_{3L}}{dt} = E - \mathcal{Y}R = E - \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R} \cdot R = \frac{6}{11} \cdot E$$

$$\boxed{\frac{d\mathcal{Y}_{3L}}{dt} = \frac{2}{11L} \cdot E}$$

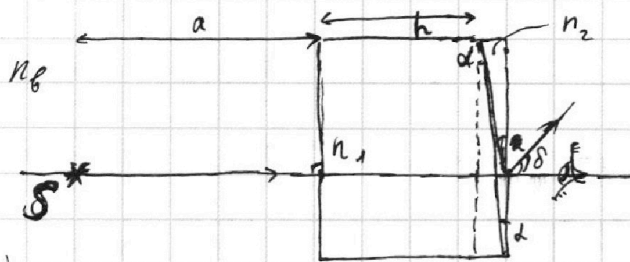
Ответ: 1) $\mathcal{Y}_{10} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$;

2) $\frac{d\mathcal{Y}_{3L}}{dt} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L}$;

3) —

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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



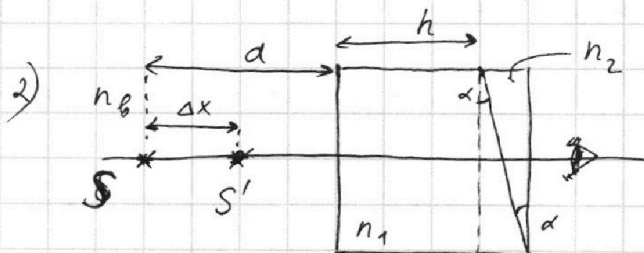
1) $n_0 = n_1 = 1$; $n_2 = 1,7$

Тризмма с ~~при~~ коэффициентом преломления n_2 - клин (бл.) (оптический), при этом

$\alpha = 0,1$ рад, то есть угол при вершине мал $\Rightarrow$

$\Rightarrow \delta = \alpha \cdot (n_2 - 1)$, м.к. $\sin \alpha \approx \alpha$; $\sin \delta \approx \delta$; $n_0 = n_1 = 1$;

$n_2 = 1,7 \Rightarrow \delta = 0,1 \text{ рад} \cdot (1,7 - 1) = 0,07 \text{ рад} = \delta$



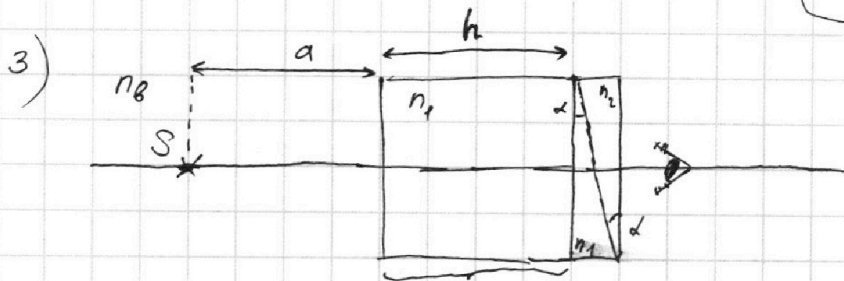
$n_0 = n_1 = 1$; $n_2 = 1,7$

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

- расстояние от S до S', где

S' - когерентный источник света: $\Delta x = \left| \frac{1,7 - 1}{1} \right| \cdot (194 + 9) =$
($a = 194$ см; $h = 9$ см)

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



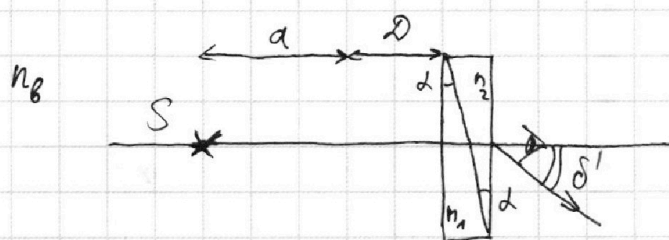
Можно зачеркнуть слой с коэффициентом преломления n_1 и толщиной h на отсутствующие какого либо слоя, однако необходимо

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

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

измерить расстояние h на $D = \frac{h}{n_1}$, т.е. превратить источник света S в к. остальной части оптической системы на расстояние h . Тогда $h - \frac{h}{n_1} = \frac{hn_1 - h}{n_1} = \frac{9 \cdot 1,5 - 9}{1,5} = \frac{13,5 - 9}{1,5} = \frac{4,5}{1,5} = 3 \text{ (см)}$.
($D = 6 \text{ см}$)

Замерим и построим эквивалентную схему:



Заметим, что угол отклонения δ_1 в клине n_1 не

зависит от угла падения луча от источника $S \Rightarrow$ аналогично для клина $n_2 \Rightarrow$ Можно утверждать, что клин n_1 всегда направит луч "по часовой стрелке" с углом $\delta_1 = \alpha(n_1 - 1)$ к прямой, на которой летит источник S и глаз, а клин n_2 направит луч "против часовой" с углом $\delta_2 = \alpha(n_2 - 1)$ к прямой источник-глаз. $\Rightarrow$ суммарно глаз отклонится на угол

$$\delta_2 - \delta_1 = \alpha(1,7 - 1) - \alpha(1,5 - 1) = 0,2 \cdot \alpha \text{ по часовой стрелке.}$$

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

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

$$\text{где } \gamma - \text{угол при входе в клин} \Rightarrow 0,5 \gamma = 0,02 \text{ рад} \Rightarrow \gamma = 0,04 \text{ рад.}$$

$$\text{Тогда } \Delta x = \left| \frac{n_1 - n_2}{n_2} \right| \cdot (a + D) \Rightarrow \Delta x = 0,5 \cdot 200 \text{ см} = 100 \text{ см.}$$

Ответ: 1) 0,02 рад ; 2) 142,1 см ; 3) 100 см . СТР. 2.



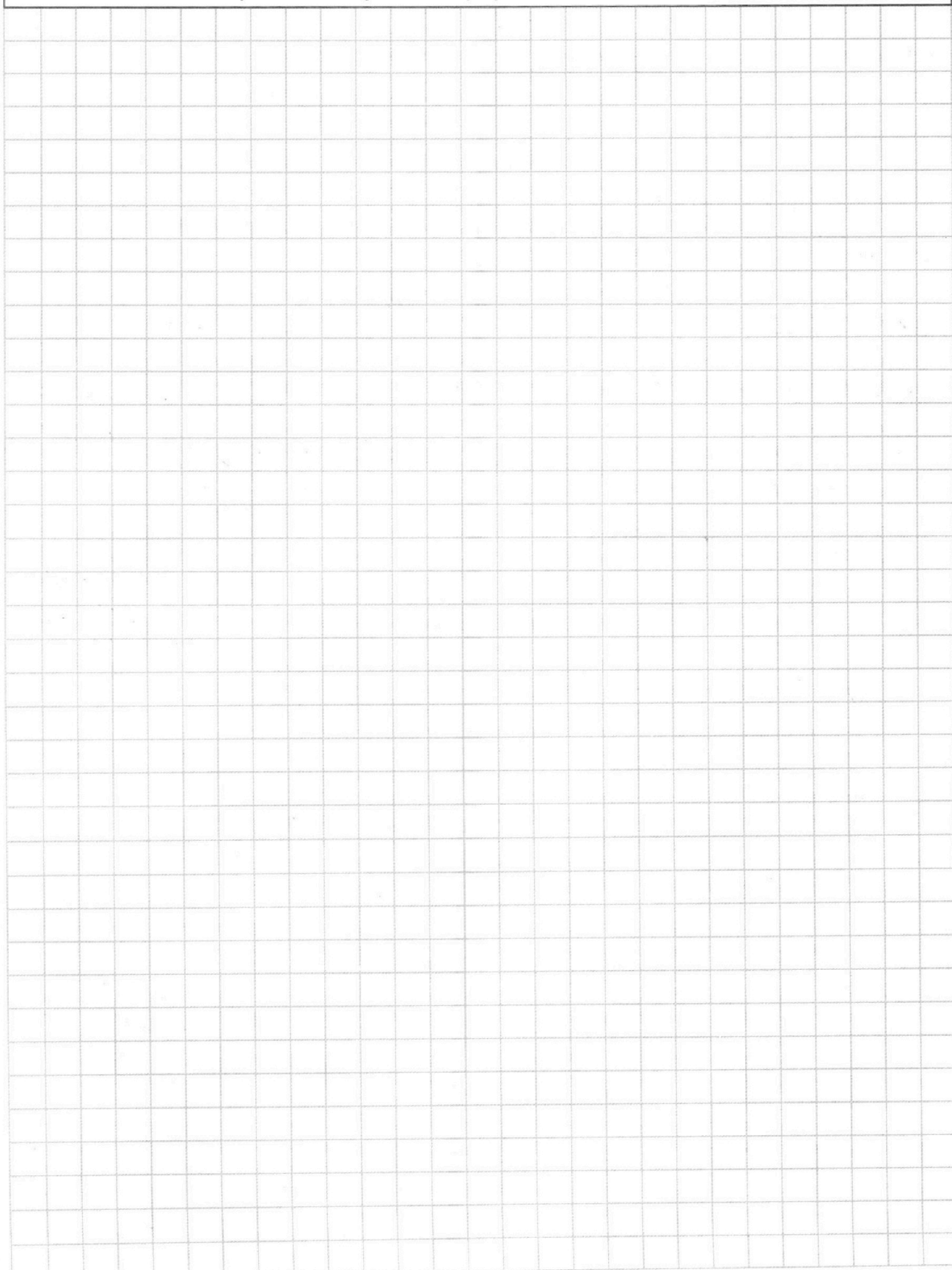
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐



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



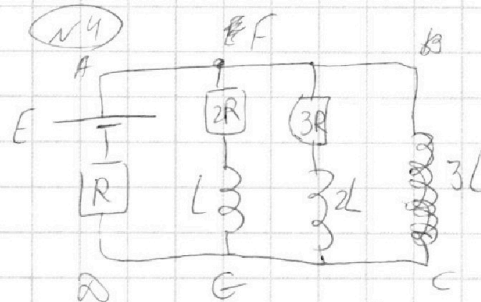
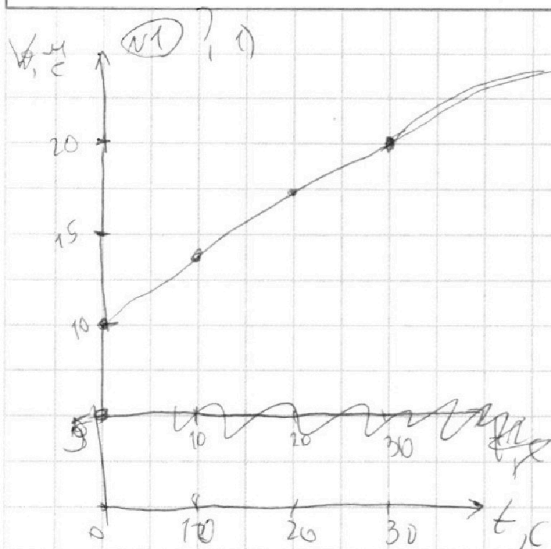
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -3L \frac{dI}{dt} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt} (2R \cdot I)$

$-4L \frac{dI}{dt} = \frac{d}{dt} (2R \cdot I)$

$-2L \frac{dI}{dt} = \frac{d}{dt} (2R \cdot I)$

$qE = ma$

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

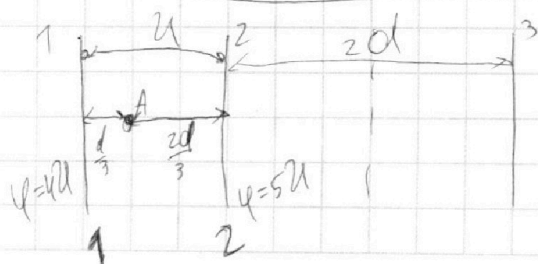
$E \cdot d = U \Rightarrow E = \frac{U}{d}$

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

2) $W_{k0} = \frac{mv_0^2}{2}$; $P_1 = q \cdot 4U$; $W_{k1} = \frac{mv_1^2}{2} - q \cdot 4U$

$P_2 = q \cdot 5U \Rightarrow W_{k2} = \frac{mv_2^2}{2} - q \cdot 5U$

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



$E = \frac{U}{d} \Rightarrow E_A = \frac{U}{d}$

$E = \frac{U}{d}$; $E \cdot \frac{2d}{3} = \varphi_A$
 $\varphi_A = 5U - \frac{U}{d} \cdot \frac{2d}{3} = 5U - \frac{2}{3} \cdot U = \frac{13}{3} U$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

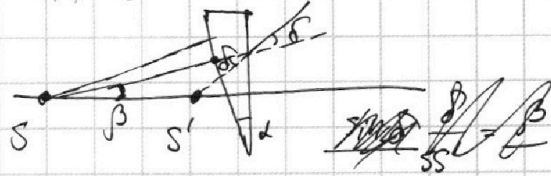
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

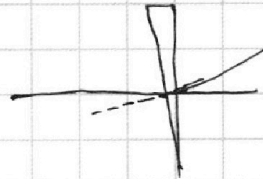
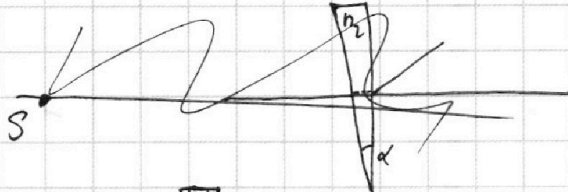
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$K_A = \frac{mv_0^2}{2} - q \cdot \frac{13}{3} U = \frac{mv_A^2}{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow v_0^2 - \frac{q}{m} \cdot \frac{26}{3} U = v_A^2$$

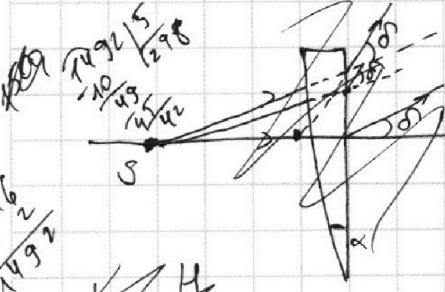
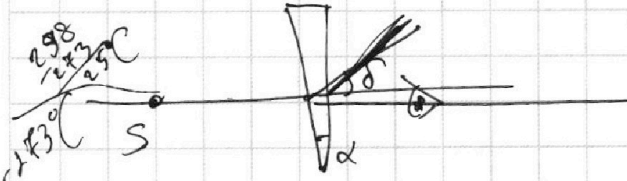
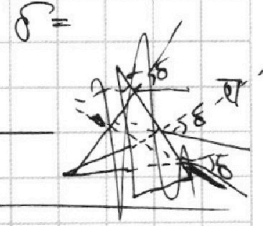
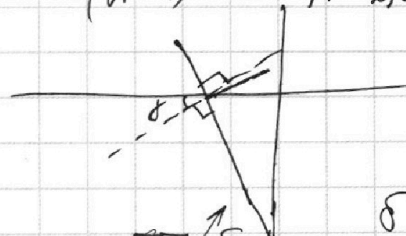
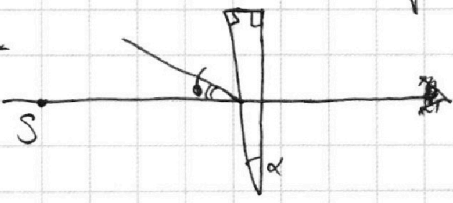
$$v_A = \sqrt{v_0^2 - \frac{q}{m} \cdot \frac{26}{3} U}$$



(15)

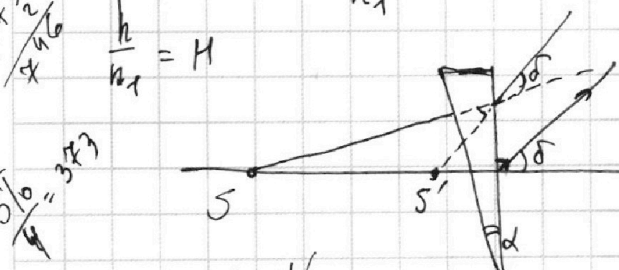


$$\delta = 2(n-1) = 2 \cdot 0,7 = 1,4 \text{ or } 0,1 \cdot 0,7 = 0,07 \text{ рад.}$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

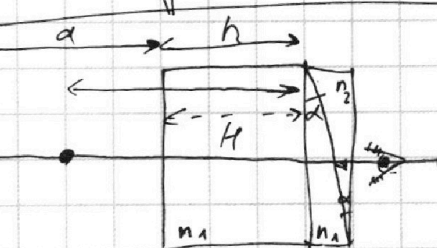


$$\frac{V}{4} = \frac{5V}{20}$$

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

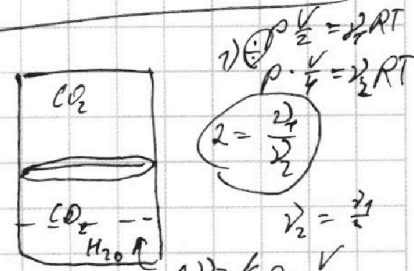
T	4V
T	11V
T	5V

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



$$\delta_1 = 2(n_1-1); \delta_2 = 2(n_2-1)$$

$$\delta_1 + \delta_2$$



$$p \cdot \frac{V}{4} = n_2 RT$$

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

$$p \cdot \frac{4V}{20} = n_1 RT$$

$$p \cdot \frac{11V}{20} = n_2' RT$$

$$n_2' = n_2 + \Delta n$$

$$p \cdot \frac{11V}{20} = (n_2 + \Delta n) RT$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$\frac{g}{2} v_2 = \frac{p_0 \chi}{4RT_0} \cdot \frac{g}{2} = \frac{k \chi (p_0 - p)}{\chi}$$

$$\frac{p_0}{RT_0} \cdot \frac{g}{2} = k(p_0 - p)$$

$$p_{20} \frac{V}{20} = \frac{5}{4} p_0 \frac{V}{20} = \frac{5}{4} p_0 \cdot \frac{V}{20}$$

$$p \cdot \frac{V}{20} = \frac{5}{4} p_0 \cdot \frac{V}{20} = \frac{5}{8} p_0 = \frac{p}{20} \Rightarrow p_0 = \frac{8}{5} \cdot \frac{p}{20} = \frac{2p}{100}$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} p_0 \cdot \frac{V}{5} = \frac{5}{4} p_0 \cdot \frac{V}{5}$$

$$p \cdot \frac{V}{5} = p_0 \cdot \frac{V}{2} \Rightarrow 2p = 5p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{2}{5} p$$

$$p \cdot \frac{V}{20} = \frac{11}{4} p_0 \cdot \frac{V}{20} = \frac{55}{16} p_0 \cdot \frac{V}{20} = \frac{p_0 55V}{32}$$

$$\frac{11p_0}{20} = \frac{11p \cdot 5}{32} = 32p = 5$$

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

$$a + D = 194 + 6 = 200$$

$$\alpha(n_2 - 1) = 0,7\alpha$$

$$\alpha(n_1 - 1) = 0,5\alpha$$

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

$$\begin{array}{r} 194 \\ + 6 \\ \hline 200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 200 \\ \times 203 \\ \hline 4000 \\ 6060 \\ 19400 \\ \hline 40600 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9115 \\ \times 3 \\ \hline 27345 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 15 \\ \hline 675 \\ 675 \\ \hline 675 \end{array}$$



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!

$$pV^\gamma = \text{const} \Rightarrow p = \frac{\text{const}}{V^\gamma} \Rightarrow p'(V) = \frac{dp}{dV} = \text{const} \cdot (V^{-\gamma})' =$$
$$= \text{const} \cdot (-\gamma) \cdot V^{-\gamma-1} \Rightarrow \frac{dp}{dV} = -\gamma \frac{1}{V} \cdot \frac{\text{const}}{V^\gamma}$$

$$c = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho}}$$
$$\gamma = - \frac{dp}{dV} \cdot V \Rightarrow \gamma = \frac{K}{p} \cdot p$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ



$$1) \frac{dI_{3L}}{dt} = \frac{1}{3L} (E - IR)$$

6. первое условие: $\Delta \Phi_L = \Delta \Phi_H = 0$

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

3) $\frac{W}{R} = \frac{W}{R} = \text{Корень: } E = I_k R; N_L = \frac{3L}{2}; I_k^2 = \frac{3L}{2} \cdot \frac{E^2}{R^2}$

$$P = \frac{U^2}{20} = I_1^2 R$$

$$P = \frac{U^2}{20} = I_2^2 R$$

$$\frac{11}{4} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{11}{4}} = \frac{\sqrt{11}}{2}$$

$$I_1 = I_2 + \Delta I = \frac{\sqrt{11}}{2} + \Delta I = \frac{4\sqrt{11}}{2}$$

4) $F_k - F_c = ma; F_k - 2v = ma \Rightarrow F_k = 2v + ma$

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

$v = v_1; F - d v_1 = m a_1$

$$a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20 - 10 \text{ м/с}}{30 \text{ с}} = \frac{10}{30} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = \frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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

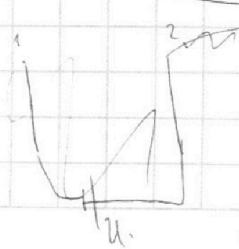
$$F = 1800 \text{ кг} \cdot \frac{1}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + \frac{500 \text{ Н}}{25 \text{ м}} \cdot 20 \frac{\text{м}}{\text{с}} = (600 + 400) \text{ Н} = 1000 \text{ Н}$$

$$\frac{500 \cdot 20}{25} = \frac{10 \cdot 10^3}{25} = \frac{10^2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5}{25} = 4 \cdot 10^2 = 400$$

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

$$\frac{20 \cdot 15}{2} = 150$$

4) $\frac{W}{R} = \frac{W}{R}$



$$a_1 = \frac{20 - 17.5}{10} = \frac{2.5}{10} = \frac{1}{4}$$

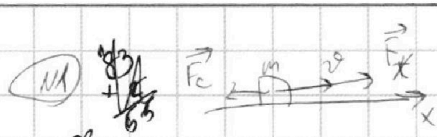
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\vec{F}_k + \vec{F}_c = m\vec{a} \quad ; \quad F_c = \lambda v$$

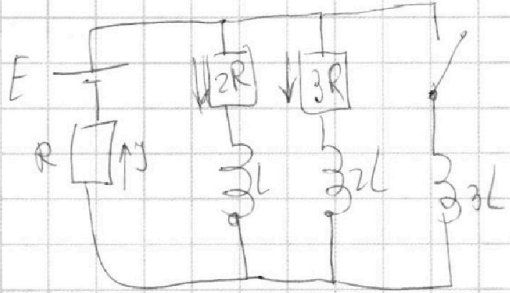
$$F_k - F_c = ma$$

23
249
3000 823
849 136
510
8

$$F_k - \lambda v = m \frac{dv}{dt} \Rightarrow F_k dt - \lambda v dt = m dv$$

$$F_k \int_0^t dt - \lambda \int_0^x dx = m \int_{v_0}^v dv \Rightarrow F_k t - \lambda x = m(v - v_0)$$

114



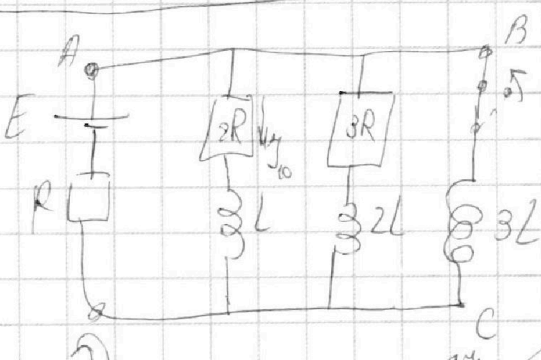
1) $E = IR + I \cdot \frac{2R \cdot 3R}{2R + 3R} = I(R + \frac{6R^2}{5R}) = I(R + \frac{6}{5}R) = \frac{11}{5}IR$

$$E = \frac{11}{5}IR \Rightarrow I = \frac{5}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

$$U_{2R} = E - IR = E - \frac{5}{11}E = \frac{6}{11}E \Rightarrow I_0 = \frac{U_{2R}}{2R} = \frac{6}{11} \cdot \frac{E}{2R} = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$$

1) $I_0 = \frac{3}{11} \cdot \frac{E}{R}$

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



ABDA: $E - 3L \frac{dI}{dt} = IR \Rightarrow 3L \frac{dI}{dt} = E - IR$

$$3L \frac{dI}{dt} = E - IR = 2 \frac{dI}{dt} \cdot \frac{1}{3L} (E - IR)$$

$$3L \frac{dI}{dt} = E - IR$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{3L} (E - IR)$$

$$3L dI = E dt - IR dt$$

$$3L \int_0^I dI = E \int_0^t dt - IR \int_0^t dt \Rightarrow 3L(I - 0) = Et$$

$$I_0 = \frac{p_0 V}{4RT_0}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = 2 \Rightarrow I_1 = 2I_2$$

$$I_1' = \frac{11}{4L} \cdot 2I_2 = \frac{11}{2} I_2$$

$$I_1' - I_2 = \frac{9}{2} I_2 = \Delta I' = \frac{p_0 V}{4RT_0} \cdot \frac{9}{2}$$