



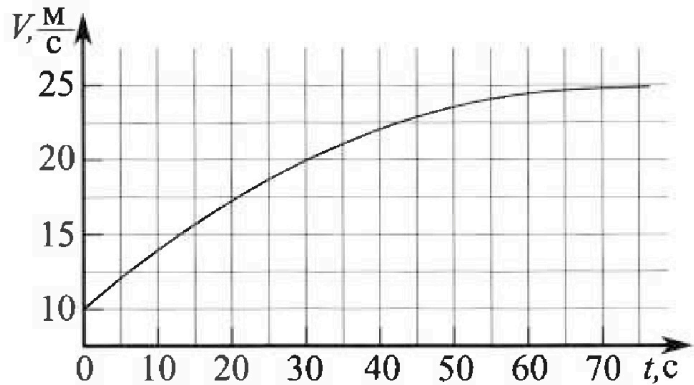
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

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.



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

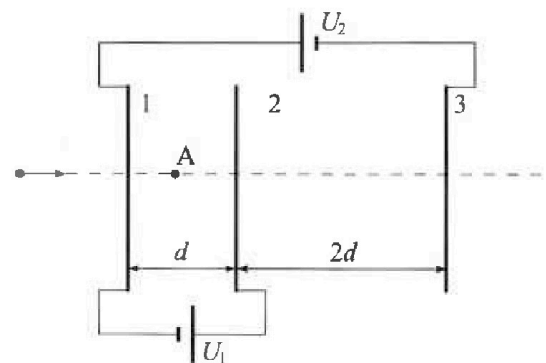
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд объемом 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 $\Delta\nu$ растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta\nu = kpw$. 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.

- Найти отношение количеств вещества в газообразном состоянии в верхней и нижней частях до нагревания.
- 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.



- Найти модуль ускорения частицы в области между сетками 1 и 2.
- Найти разность $K_1 - K_2$, где K_1 и K_2 — кинетические энергии частицы при пролете сеток 1 и 2.
- Найти скорость частицы в точке А на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

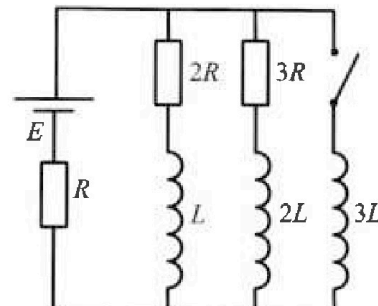
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



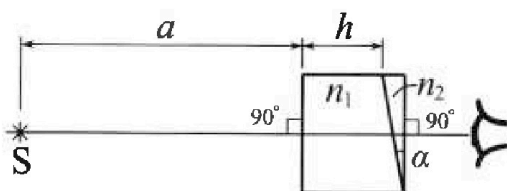
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_в = 1,0$. 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 $n_1 = n_в = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.

- 2) Считая $n_1 = n_в = 1,0$, $n_2 = 1,7$, 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

$$N^{\circ} 1 \quad m = 1800 \text{ кг}$$

Пусть F сила сопротивления $F_c = kU$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

В конце разгона $U \approx 25 \text{ м/с}$, $F_k = 500 \text{ Н} \Rightarrow a = 0 \Rightarrow$

$$23 \text{ м:} \quad F_c = F_k \quad kU = F_k \quad k = \frac{F_k}{U} = \frac{500}{25} = \frac{25 \cdot 20}{25} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$$

1) Из графика: при $t = 30 \text{ с}$, $U = 20 \text{ м/с}$

$$\text{при } t = 35 \text{ с}, \quad U \approx 24,5 \text{ м/с} \quad \Rightarrow a_1 = \frac{dU}{dt} = \frac{24,5 - 20}{35 - 30} = \frac{4,5}{5} \approx 0,9 \frac{\text{м/с}^2}$$

$$2) \quad F \quad F_m - F_c = ma_1 \quad F_k \quad F_m = F_c + ma_1 = kU_1 + ma_1$$

$$F_m = 20 \cdot 1800 + 20 \cdot 20 + 1800 \cdot 0,9 = 400 + 450 = 850 \text{ Н}$$

$$3) \quad P_1 = F_m U_1 = 850 \cdot 20 = 16 \text{ кВт}$$

Ответ: а) $0,9 \text{ м/с}^2$ б) 850 Н в) 16 кВт

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

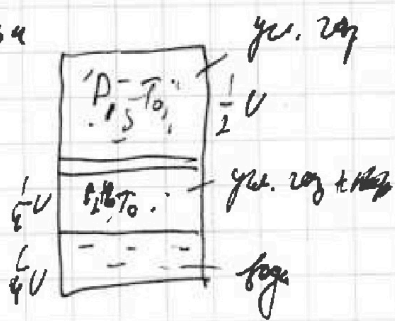
МФТИ

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

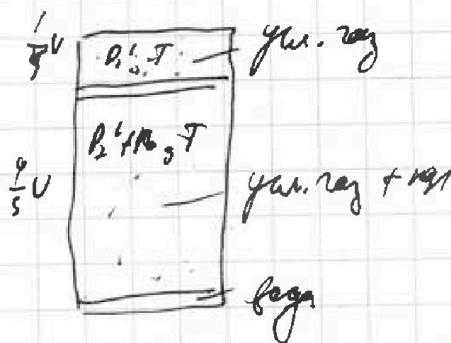


$T_0 T = 3754$

$\frac{\partial_2 - \partial_1}{\partial_1}$



\Rightarrow



$\Delta J = k P W$

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

$P = P_2 = \frac{2RT_0}{V} (2 - \alpha) P_0$

$\Delta J = k \cdot \frac{1}{4} V \cdot \frac{2RT_0}{V} (2 - \alpha) P_0 = \frac{k}{2} (2 - \alpha) P_0 V$

$\Delta J \cdot \frac{1}{k P_0} = \partial_2 - \alpha \partial_1$

$\Delta J = \frac{\partial_2}{1 - \alpha} = \frac{\partial_2 \cdot k R T_0}{k R T_0 (1 - \alpha)}$

$\Delta J \left(\frac{1}{k R T_0} + 1 \right) = \partial_2$

$\Delta J \frac{1 + k R T_0}{k R T_0} = \partial_2$

$\Delta J = \partial_2 \cdot \frac{k R T_0}{1 + k R T_0}$

$\partial_2 - \alpha \partial_1 = \partial_2 \left(\frac{k R T_0}{1 + k R T_0} + 1 - \frac{k R T_0}{1 + k R T_0} \right) = \partial_2 \frac{1}{1 + k R T_0}$

$\partial_2 - \alpha \partial_1 = \frac{\partial_2}{1 + k R T_0}$ В нач. момент: $P_1 = P_2$

$2 k (2 - \alpha) R T_0 = \frac{2 V_1 R T_0}{V}$

$\frac{\partial_2}{\partial_2 - \alpha \partial_1} = 2$

$P_A = 10^5$, м.к. нач. момент

$P_1' = P_2' + P_A$

$\frac{1}{4} \frac{2RT_0}{V} = \frac{5\partial_2 RT}{4V} + P_A$

$5\partial_1 RT = \frac{5\partial_2 RT}{4} + P_A V$

$20\partial_1 RT = 5\partial_2 RT + P_A V \cdot 4$

$\partial_1 = \frac{5RT}{40k} \partial_2 + \frac{4P_A V}{5RT}$

$\partial_1 = \frac{1}{4} \partial_2 + \frac{P_A V}{5RT}$

$T = \frac{3}{4} T_0 \quad P_2 = \frac{1}{3} P_0$

$\partial_1 = 40k R T \partial_2$

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

$$\frac{5I_{1,RT}}{V} = \frac{5I_{2,RT}}{4V} + P_A$$

$$\frac{5 \cdot 40 \text{ кВТ} \cdot I_{2,RT}}{V} = \frac{5I_{2,RT}}{4V} + P_A$$

$$\frac{200 \text{ кВТ} \cdot I_{2,RT}}{V} = P_A$$

$$\frac{200I_{2,RT}}{4V} - \frac{5I_{2,RT}}{4V} = P_A$$

$$\frac{5RT}{4V} (40 - 1) = P_A$$

$$40 - I_{2,RT} = \frac{4VP_A}{5RT}$$

$$160 \text{ кВТ} I_{2,RT} - I_{2,RT} = \frac{4VP_A}{5RT}$$

$$I_{2,RT} = \frac{4VP_A}{5RT (160 \text{ кВТ} - 1)}$$

$$P_0 = P_2 = P_1 = \frac{4I_{2,RT}^2}{V} = \frac{4VP_A}{5RT} \cdot \frac{4RT}{(160 \text{ кВТ} - 1)} \cdot \frac{1}{V} = \frac{16P_A}{5(160 \text{ кВТ} - 1)}$$

$$P_0 = \frac{16 \cdot 10^5}{5(160 \cdot 10^3 - 1)} = \frac{16 \cdot 10^5}{5 \cdot 160 \cdot 10^3} = \frac{10^6}{5} = 20 \text{ кВт}$$

Ответ: 1) 2 2) 20 кВт

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!

$$3) \text{ЗСЭ: } \varphi_{\omega}^{\prime\prime} + \frac{mU_0^2}{2} = \varphi_A + \frac{mU_1^2}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } \frac{q}{m} \cdot \frac{4}{d}$$

$$2) Uq$$

$$3) U_0$$

$$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - \varphi_A$$

$$\varphi_A = \varphi_{1A} + \varphi_{2A} + \varphi_{3A} =$$

$$= \frac{kq_1}{d} + \frac{kq_2}{\frac{3d}{2}} + \frac{kq_3}{\frac{2d}{3}} = \frac{3k}{d} (8q_1 + 4q_2 + q_3)$$

$$q_1 = Uq - \frac{U \varepsilon_0 S}{d}$$

$$q_{2A} \quad E_{2A} = \frac{4,792 \cdot 45}{2 \cdot 505} = -\frac{85}{505}$$

$$E_{2A} \cdot 2d = 54$$

$$\varphi_2 = U + \varphi_1, \quad \varphi_1 = \varphi_3 / 4 \Rightarrow \varphi_2 - \varphi_3 = 54$$

$$E_1 - \frac{85}{505} = \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \Rightarrow q_3 = -\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{\varepsilon_0 S U}{1}$$

$$q_1 = -q_3 - q_4 = +\frac{10 \varepsilon_0 S U}{d} + \frac{3 \varepsilon_0 S U}{d} = \frac{13 \varepsilon_0 S U}{d}$$

$$\varphi_A = \frac{3k}{6d} \left(-8 \cdot \frac{4 \varepsilon_0 S U}{d} + 4 \cdot \frac{13 \varepsilon_0 S U}{d} - \frac{10 \varepsilon_0 S U}{d} \right) = 0$$

$$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} \Rightarrow \underline{U_1 = U_0}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

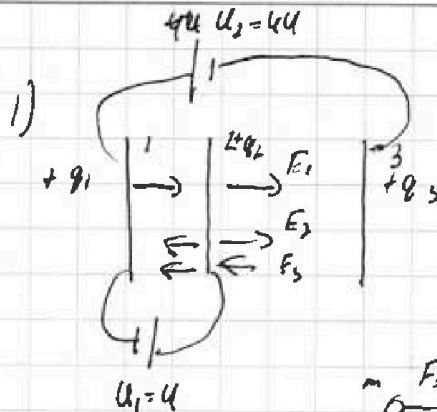
решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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

№3 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 $S_1 \gg d$
 $m, q > 0$
 U_0
 ~~U_0~~
 ~~U_0~~



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 \epsilon_1} = \frac{q_1}{\epsilon_0 d}$$

$$E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0 \epsilon_2} = \frac{q_2}{\epsilon_0 d}$$

$$E_3 = \frac{q_3}{\epsilon_0 \epsilon_3} = \frac{q_3}{\epsilon_0 d}$$

$$U = E_1 d = E_2 d = E_3 d$$

$$U = \frac{q_1}{\epsilon_0} = \frac{q_2}{\epsilon_0 \epsilon_2} = \frac{q_3}{\epsilon_0 \epsilon_3}$$

$$q_1 = \epsilon_0 U, \quad q_2 = \epsilon_0 \epsilon_2 U, \quad q_3 = \epsilon_0 \epsilon_3 U$$

~~Handwritten scribbles~~

$$E_2 \cdot d = U \Rightarrow \frac{q_2}{\epsilon_0 \epsilon_2} d = U$$

$$E_{12} = \frac{U}{d}$$

$$F_{21} = ma$$

$$F_{21} = E_{12} \cdot q$$

$$a = \frac{E_{12} \cdot q}{m} = \frac{\epsilon_0 U \cdot q}{m \cdot d}$$

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

2) $K_1 - K_2 = m \Delta v_K$

$\Delta v_K = \Delta v_m = \Delta v_n = U q$ $K_1 - K_2 = 4Uq$, $\vec{v}_0, \text{ м.к. } U \neq d$

см. на обороте

~~$E_3 \cdot d = U$ $U_{12} = U_1 + U_{23}$ $4U = U + U_{23}$ $U_{23} = 3U$~~

~~$\Phi_{02} = 3\Phi_1: \Phi_{02} + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1$~~

~~$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - \Phi_1$~~

~~$U_1 \cdot E \cdot \Phi_1 = U_0 \cdot E \cdot \Phi_0$ $U_1 - U_0 = E_{12} \cdot \frac{1}{3}d$~~

~~$U_1 \cdot \Phi_2 - \Phi_1 = U$ $U_1 - \Phi_3 = 4U \Rightarrow U_1 - \Phi_3 = 5U$ $E_{23} \cdot d = 3U$~~

~~$E_{23} = \frac{3U}{2d}$~~

~~$3\Phi_1: \frac{mU_0^2}{2} + \Phi_{00} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1$~~

~~$\frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1 = \frac{mU_0^2}{2} + \Phi_0$~~

~~$\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2}$~~

~~$\Phi_1 - \Phi_0 = E_{23} \cdot \frac{1}{3}d = \frac{U}{3}$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

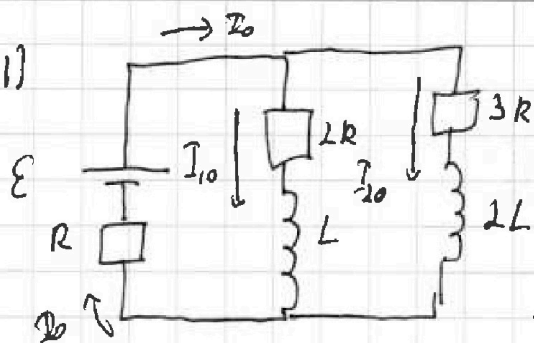
решение которой представлено на странице:

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. Печать QR-кода недоступна!

№4 1)



В упр. решиме U_L и U_{2L} равны 0

$$I_0 = I_{10} + I_{20}, \quad \Phi I_{10} \cdot 2R = I_{20} \cdot 3R$$

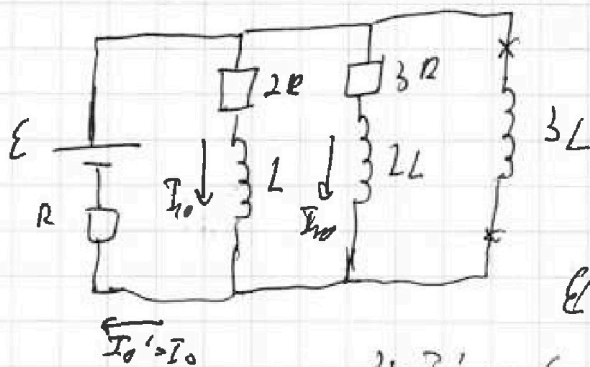
$$I_{10} = \frac{2}{3} I_{20}$$

$$\Phi I_{10} + \frac{2}{3} I_{20} = I_0 \quad I_{10} = \frac{3}{5} I_0$$

$$E = 2R I_{10} + I_0 R = \frac{11}{5} I_0 R$$

2) Грузы после замык. ключа, ток на катушках равен 0

не меняется $\Rightarrow I_L = I_0 \quad I_{2L} = I_{20}, \quad \Phi I_{20} = 0$



$$I_{30}' = I_{10} + I_{20} = I_0$$

$$U_{3L} = 3L \cdot I_{30}'$$

по II закону Кирхгофа:

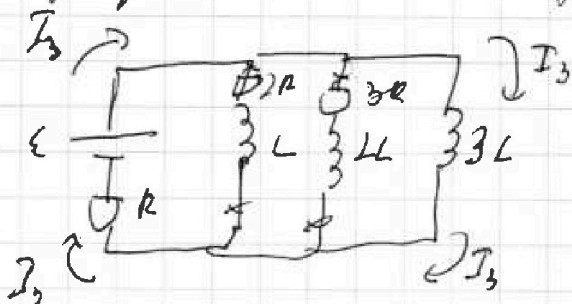
$$E + 3L \cdot I_{30}' = I_0 R$$

$$3L \cdot I_{30}' = E - I_0 R = E - E = 0$$

$$E = 2R I_{10} \quad E = 3L \cdot I_{30}' + I_0 R$$

$$I_{30}' = \frac{E - I_0 R}{3L} = \frac{E - \frac{5}{11} E}{3L} = \frac{\frac{6}{11} E}{3L} = \frac{2}{11} \cdot \frac{E}{L}$$

3) В упр. решиме ток. на катушках равно 0



$$E = I_3 R \quad I_3 = \frac{E}{R}$$

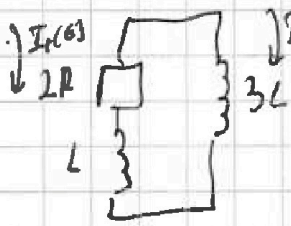
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



пр. Кирхгофа: $\int U_{3L} - U_L - I_1(t) \cdot 2R = 0$

$$3L \cdot \frac{dI_2}{dt} = L \cdot \frac{dI_1}{dt} + 2R \frac{dq_1}{dt}$$

$$3L dI_2 = L dI_1 + 2R dq_1$$

$$3L(I_2 - 0) - L(0 - I_1) = 2R q_1 - 0$$

$$2R q_1 = 3L I_2 + L I_1 = 3L \frac{\mathcal{E}}{R} + L \cdot \frac{2}{R} \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{3L \mathcal{E}}{R} \left(1 + \frac{1}{11}\right) = \frac{18 \mathcal{E} L}{11 R}$$

$$q_1 = \frac{18 \mathcal{E} L}{11 R^2}$$

Ответ) $\frac{18 \mathcal{E} L}{11 R^2}$

2) 1) $\frac{3 \mathcal{E}}{11 R}$

2) $\frac{2 \mathcal{E}}{11 R}$

3) $\frac{18 \mathcal{E} L}{11 R^2}$ $\frac{18 \mathcal{E} L}{11 R^2}$

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. Порядк QR-кода нелюбим!

№5

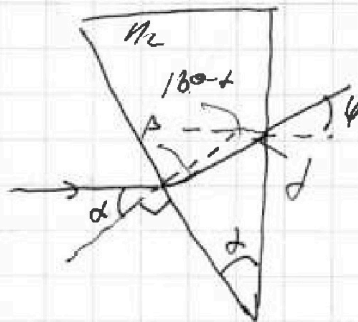
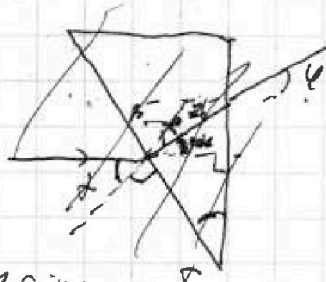
$n_1, n_2, n_3 = ?$

1) Если $n_1 = n_3$, можно убрать призму

$a = 199 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$



$n_3 n_2 \sin \alpha = n_1 \sin \beta$

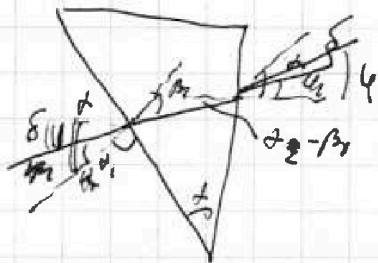
Если угол малый $\Rightarrow n_3 \alpha = n_2 \beta$

$\beta = 180 - 180 + \alpha - \beta = \alpha - \beta \quad n_2 (\alpha - \beta) = \varphi \cdot (n_3)$

$\varphi = \frac{n_2}{n_3} (\alpha - \frac{n_3 \alpha}{n_2}) \approx n_2 \Rightarrow \varphi = n_2 (\alpha - \frac{\alpha}{n_2}) = \alpha n_2 - \alpha = \alpha (n_2 - 1)$

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

2)



$\delta = n_2 \beta, (\alpha - \beta) \cdot n_2 = \varphi$

$\alpha n_2 - \delta = \varphi$

$\alpha n_2 - \varphi = \delta \Rightarrow n_2 \Rightarrow$ *приблизительно*

$\varphi_1 = \alpha n_2 - \alpha - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta$

где δ угол между гориз. лучом и продолжением \Rightarrow

$\varphi - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta \Rightarrow \varphi = \alpha (n_2 - 1) - \delta$ *угол отклонения* *каждому свой*

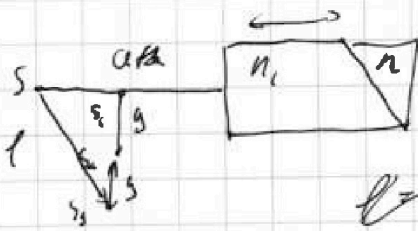
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$l = \sqrt{(a+h)^2 + b^2} \quad ?$$

$$l = \sqrt{(a+h - b \frac{1}{n_1})^2}$$

$$l = \sqrt{(a-h(1-\frac{1}{n_1}))^2 + 4(a+h-h(1-\frac{1}{n_1}))^2 \cdot d(n_2)}$$

$$l = \sqrt{(a-x)^2 + (y_1 + y_2)^2} = \sqrt{(a-h(1-\frac{1}{n_1}))^2 + ((a+h-x)(y_1+y_2))^2}$$

$$= \sqrt{(a-h(1-\frac{1}{n_1}))^2 + ((a+h-h(1-\frac{1}{n_1}))(d(n_1-1) + d(n_2-1)))^2}$$

~ tg α = 1/94

⊙

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 14,21 см

3) Сферическое туп



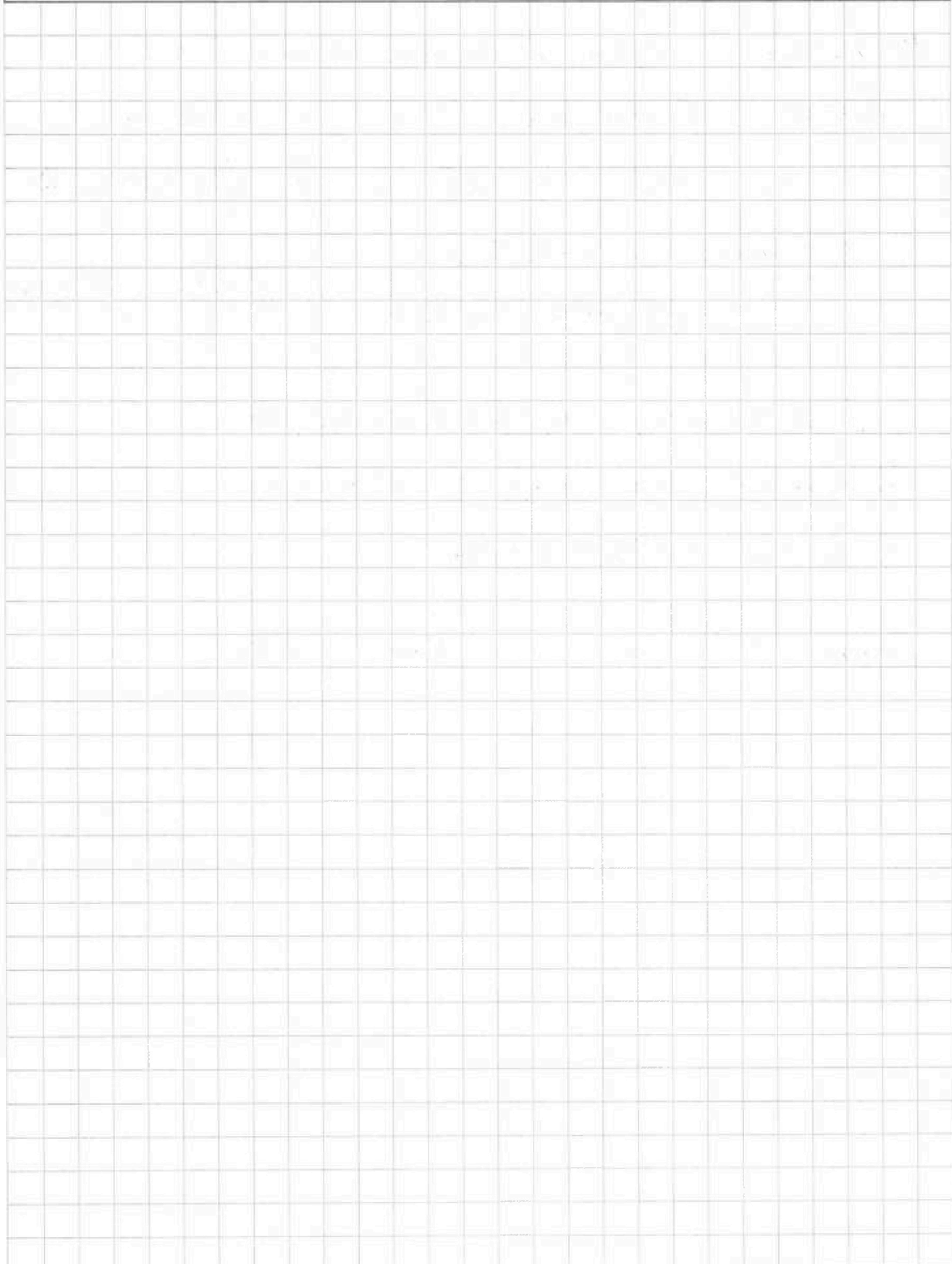
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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 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!



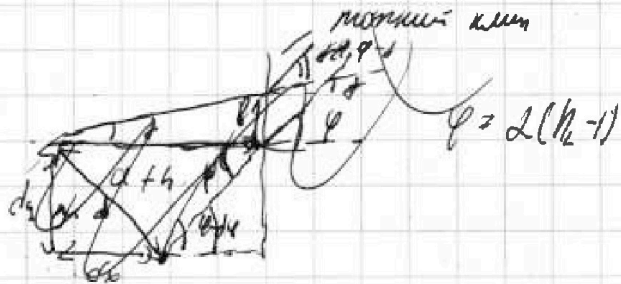
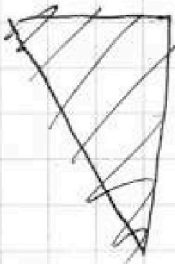
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$d = ?$

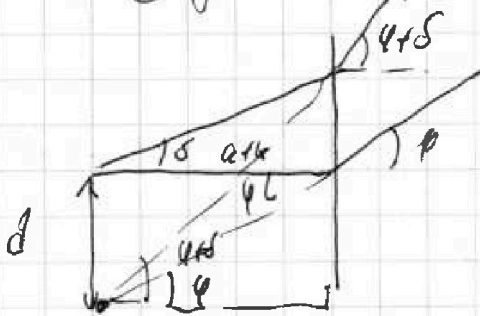
$$d = \frac{b}{\sin \phi} \quad \phi = \frac{d_2}{d_1 + d_2} \quad \phi = \frac{d_2}{a+h+d_2} \quad \phi = \frac{b \sin \phi}{a+h+d_2}$$

$$d \sin \phi = \frac{b \sin \phi}{a+h+d_2} \Rightarrow d = \frac{b}{\sin \phi} (a+h+d_2)$$

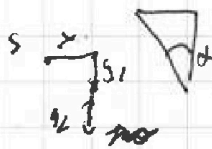
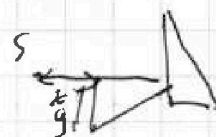
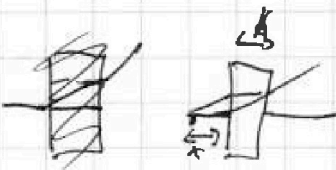
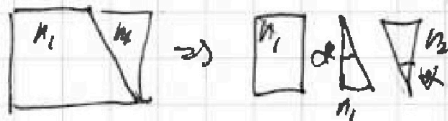
Убедитесь, что мощный клин имеет углубление

по формулам $\Rightarrow d = (a+h) \cdot \phi$

$$d = (a+h) \cdot 2(n_2 - 1) = (194+9) \cdot 0,1(0,7) = 14,11 \text{ см}$$



3) $n_1 = 1,5; n_2 = 1,7$



Клинья паралл. кат. имеют углубл по тем формулам. на

то мощн клин имеет углубл по формулам

$$x = h \left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) =$$

$$= h \left(1 - \frac{1}{1,7}\right)$$

$$y_1 = (a+h-x) \cdot \phi_1 \quad y_2 = (a+h-x) \cdot \phi_2$$

$$\phi_1 = \frac{y_1}{a+h-x} = \phi_2$$

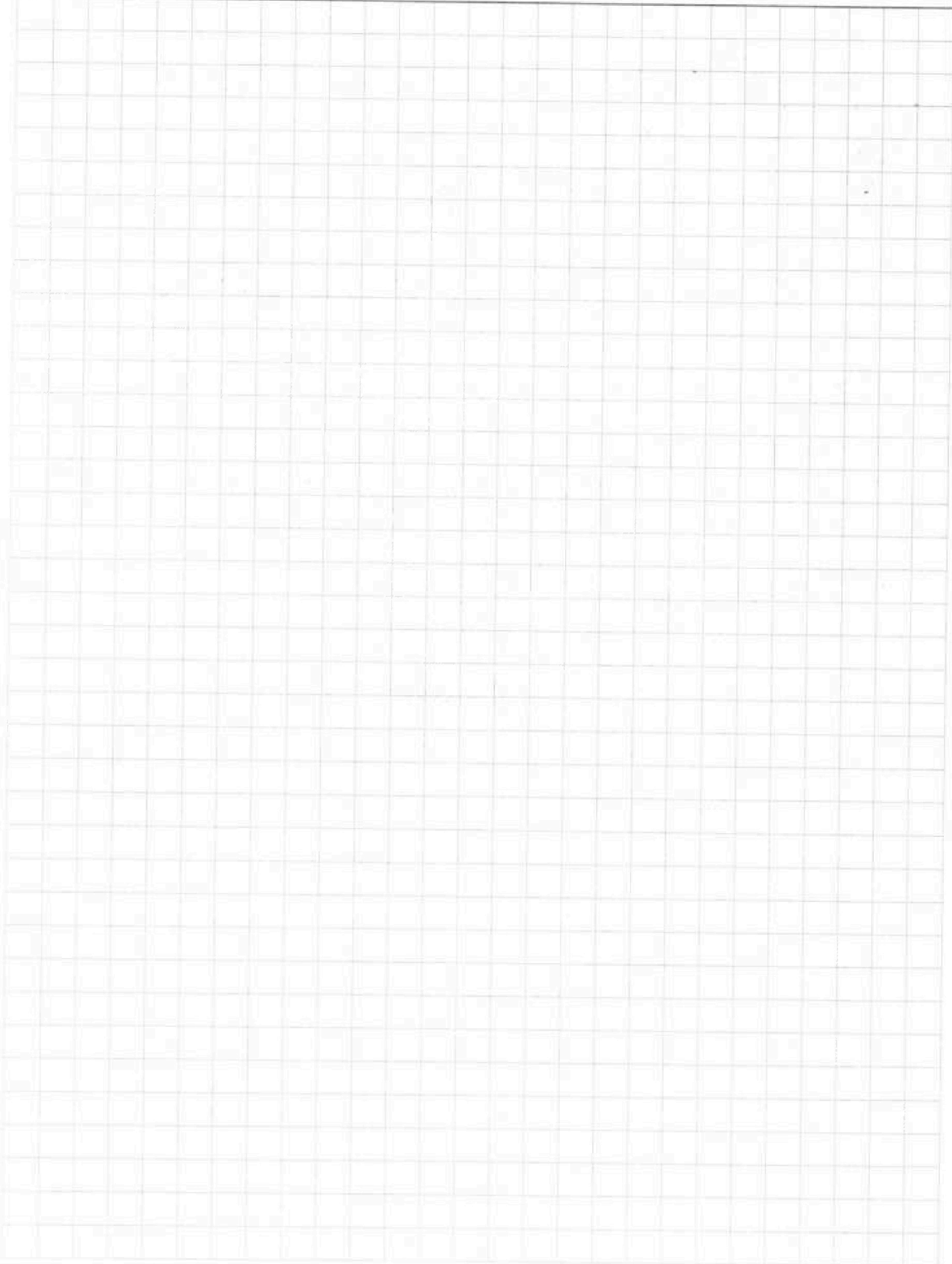
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

 МФТИ

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

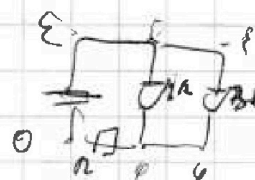
МФТИ

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



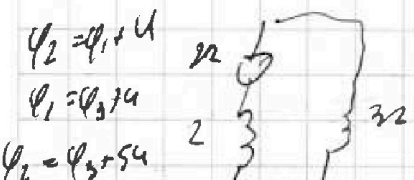
$$\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R = \frac{6}{5} \mathcal{E} + U_C + 6 \quad U_C = 9U_{2L} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$$

$U_{2L} = U_C$
 $\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R$
 $U_C = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$



$\mathcal{E} - \mathcal{E} = I_0 R$
 $\mathcal{E} = I_0 R$

$U_{2L} = U_C = U_{2L} + U_{2R}$
 $\frac{6}{5} \mathcal{E} + \mathcal{E} = U_{2L} + U_{2R}$
 $U_{2L} = 3U_{2R}$
 $\mathcal{E} = I_0 R = \frac{1}{5} I_0 \cdot \frac{6}{5} \mathcal{E} + I_0 R$



$U_{2L} = U_C + I_1 R$
 $I_2 R = I_1 R = I_0 R$

$2 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = 2L \frac{dI}{dt}$

$2 \cdot I_1(t) R + U_C(t) = U_{2L}$

$\varphi = \frac{2L I}{R}$

$2R \frac{d\varphi_1}{dt} + L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI_2}{dt}$

$U_C = L \frac{dI}{dt} \quad L = \frac{1}{3} C = \frac{200}{3} \text{ мкФ}$

$d - \frac{1}{3} \mathcal{E} = \frac{1}{3} d$

$3d - \frac{1}{3} d = \frac{2}{3} \mathcal{E}$

$3k\varphi_1 + 3k\varphi_2 + 3k\varphi_3 =$

$= \frac{k(24\varphi_1 + 12\varphi_2 + 3\varphi_3)}{3d} = \frac{k \cdot 3(8\varphi_1 + 4\varphi_2 + \varphi_3)}{3d}$

$8\varphi_1 + 4\varphi_2 + \varphi_3 = 7\varphi_1 + 13\varphi_2$

$\varphi_3 = \frac{9\varphi_2 - \varphi_1}{5}$

$\varphi_3 = \varphi_1 - \varphi_2$

$U_C = U_1 - U_2$

$\varphi_1 = \frac{\mathcal{E} \cdot 5}{4}$

$\frac{9(4\varphi_2 - \varphi_1) - \varphi_1}{5} = \varphi_1 - \varphi_2$

$-\varphi_3 = 4\varphi_1$

$\varphi_3 = -4\varphi_1$

$\varphi_2 = -15\varphi_1 = \frac{44\mathcal{E}}{4} = \frac{\mathcal{E}}{4} \cdot \frac{36 \cdot 5}{4}$

$\frac{9\mathcal{E}}{5} = 4\varphi_1$

$\varphi_3 = -4\varphi_1 = -\frac{2 \cdot 44 \cdot \mathcal{E}}{5}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$n_1, n_2, n_3 = 1$
 $\alpha = 194 \text{ см}$
 $d = 0,1 \text{ рад}$
 $\sin \alpha \approx \alpha = 0$
 $h > 5 \text{ см}$
 $h_2 \ll h$

$\frac{1}{10}, \frac{1}{10} = \frac{2}{100}$

1) $n_1 = n_2 = 1, n_3 \neq 1 \Rightarrow$

$\beta \approx \alpha + \delta = n_2 \beta$

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

$\varphi = k \frac{\alpha}{R}$

$\varphi_1 - \varphi_2 = 4$
 $\varphi_2 - \varphi_1 = 4$
 $\varphi_2 = \varphi_1 + 4$

$\varphi_0 = \frac{1}{2} d \cdot E_{12} \cdot \varphi_1$ 2L9
 1S 1S

$a = \frac{E_{12}}{E_0} = \frac{1,75}{10,9} = 0,158$

$\frac{1,75}{5,7} = \frac{1,75}{10,9} = \frac{1,75}{2,5}$

$100 - 100 + \delta \beta = \alpha - \beta$

$(\alpha - \beta) n_2 = \varphi$

$\varphi = \alpha n_2 - \beta = \alpha n_2 - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left(\frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right)$

$\varphi \approx \left(\frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right) \alpha$

анализ цепи



$\mathcal{E} = \mathcal{E}$

$\mathcal{E} = 3L \cdot I_{20}' + \mathcal{E}$

$I_{20} = \frac{2}{5} \frac{\mathcal{E}}{R}$

$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 3R + U_{L1} + I_{20} R$

$\mathcal{E} = \frac{6}{5} \mathcal{E} + \frac{2}{5} \mathcal{E} + U_{L1}$

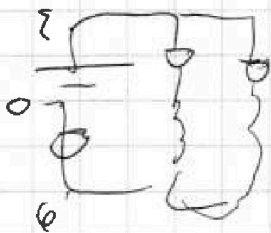
$U_{L1} = \frac{6}{5} \mathcal{E}$

$U_{2L} = I_{20} R - U_{L1} = 0$ $U_{2L} = U_{L1} + I_{20} R = -\frac{6}{5} \mathcal{E} + \frac{2}{5} \mathcal{E} = -\frac{4}{5} \mathcal{E}$

$\varphi = \frac{2}{5} \mathcal{E} \cdot 3R + U_{2L} \cdot X$

$U_{10} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$

$U_{2L} = 4U_{20} + \frac{6}{5} \mathcal{E}$



$\varphi = \frac{12}{5} \mathcal{E}$

$\frac{mU_{10}'}{L} = 0 = \frac{mU_{10}''}{L} + \varphi_1$

$\frac{mU_{10}''}{L} + \varphi_1 = \frac{mU_{10}''}{L} + \varphi_2$

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_2 = \varphi_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

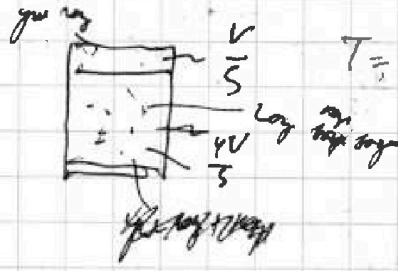
МОТИ

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

исл. $V, m=0$

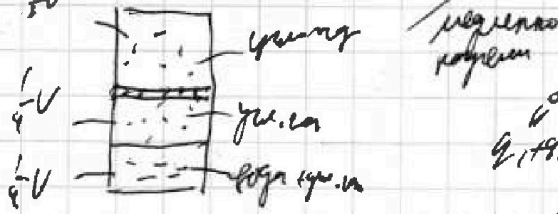
$q_1 = -q_2 - q_3$

$q_1 = -q_2 - q_3$

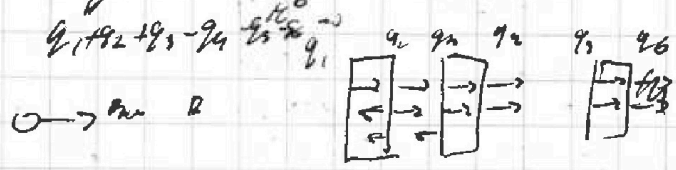


$T = \sum \frac{1}{4} T_0 = 375 K$

$\frac{100}{5} = \frac{100}{5} = 20$

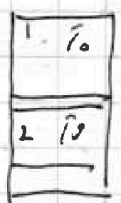


$\Delta Q = K P W \quad K + R T +$



при $q_1 T$ до q_2 $\Delta Q = K P W$

при q_1 : $\Delta Q = K \frac{1}{4} V \cdot P_1 q_1$ при q_2 : $\Delta Q = K \frac{1}{4} V \cdot P_2 q_2$



$P_1 = P_2 + P_0$

$P_1 \cdot \frac{1}{4} V = 2RT_0$

$P_1 = \frac{2 \cdot 2RT_0}{V}$

$P_2 = \frac{4RT_0}{V}$

$P_2 \cdot \frac{1}{4} V = 2RT_0$

$P_2 = \frac{4 \cdot 2RT_0}{V}$

$P_0 = P_1 - P_2 = \frac{2 \cdot 2RT_0}{V} - \frac{4 \cdot 2RT_0}{V} = \frac{RT_0}{V} (2 - 4) = -\frac{2RT_0}{V}$

$P_1' = P_2' + P_0$

$P_1' \cdot \frac{1}{4} V = 2RT_0 \Rightarrow P_1' = \frac{2 \cdot 2RT_0}{V}$

$P_2' = \frac{4V}{5} = \frac{5}{4} q_2 (2 + 2) RT_0$

$P_2' = \frac{25 (2+2) RT_0}{16 V}$

$\frac{100 \cdot 2RT_0}{16V} = P_0 + \frac{25 (2+2) RT_0}{16 V}$

$\frac{100 \cdot 2RT_0}{16V} - \frac{25 (2+2) RT_0}{16V} = P_0$

$q_1 = q_2 + q_3 = 2$

$h_{12} \cdot d = 4$

$= \frac{4 \cdot 4}{16} \frac{1 \cdot 2}{4} + \frac{1 \cdot 2}{4} + \frac{1 \cdot 2}{4} = 2$

$\frac{q_1}{2} d = 2 \cdot 2 = 4$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

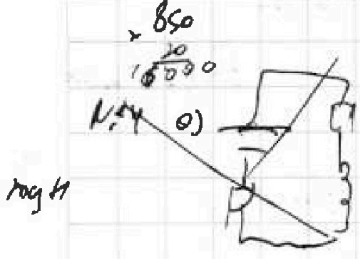
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

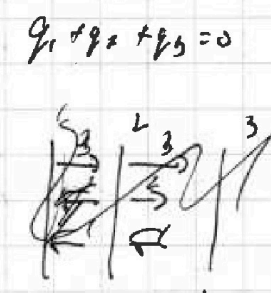
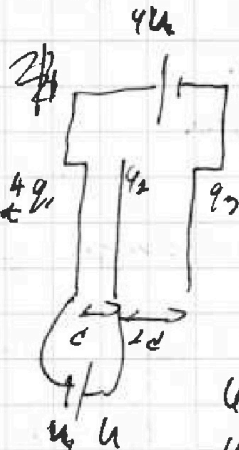
МФТИ

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

$F = qE$
 $N = 1$
 $F_A = 50 \cdot 10^{-4}$
 $F_B = 10^{-4}$
 $F_C = 10^{-4}$



$F = qU = 2 \mu C$
 $F = qU \quad q = 500 = 2 \cdot 10^{-4}$
 $U = \frac{50 \cdot 10^{-4}}{25} = 2 \cdot 10^{-3}$



$\frac{H}{k} = \frac{H_1}{k_1} = \frac{H_2}{k_2}$
 $\frac{1}{\epsilon} = \frac{1}{\epsilon_1} = \frac{1}{\epsilon_2}$

$q \ll a$
 $d \gg d$

$F_2 = qE \cdot q = \frac{6054}{8 \cdot 265} \cdot q = \frac{U}{25} \cdot q$
 $q = \frac{F_2}{E}$

$U = Ed$
 $U = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (q_1 q_2)$
 $U = \frac{q_1 q_2 - q_3^2}{2\epsilon_0 S} \cdot d$
 $U = \frac{2q_1^2}{2\epsilon_0 S} \cdot d$

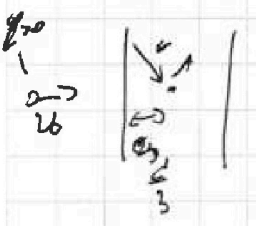


$\frac{1}{\epsilon} = 25$
 $U = \frac{2q_1^2}{2\epsilon_0 S} \cdot d$

$4U = \frac{1}{2\epsilon_0 S} (2q_1^2 - q_3^2) = \frac{q_3^2 - q_1^2}{\epsilon_0 S} \cdot 3d$

$q_3 = \frac{4U \epsilon_0 S}{3d} + \frac{3\epsilon_0 S q_1}{3d} = \frac{7\epsilon_0 S q_1}{3d}$

$q_1 = \sqrt{\frac{q_3^2 - q_1^2}{3}} = -\frac{5}{3} - \frac{1}{3} = -\frac{4}{3} \frac{\epsilon_0 S q_1}{d}$



$\Delta \varphi = k \frac{q_1}{r}$
 $\leftarrow \text{б. с. у. с. м.}$

$\varphi_1 = \frac{q_1}{d}$
 $\varphi_2 = \frac{q_2}{\frac{d}{2}}$

$\varphi_1 = \frac{3kq}{d}$

$\varphi_2 = \frac{3kq}{\frac{d}{2}}$

$\varphi_3 = \frac{2kq}{2d + \frac{d}{3}} = \frac{3kq}{8d}$

$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{6kq}{2d} + \frac{3kq}{2d} = \frac{9k}{2d} (q_1 + q_2) =$

$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{3k}{8d} (8q_1 + 4q_2 + q_3)$

$\varphi_0 = \frac{106^2}{1} = \frac{104^2}{2} + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$

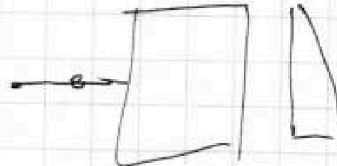
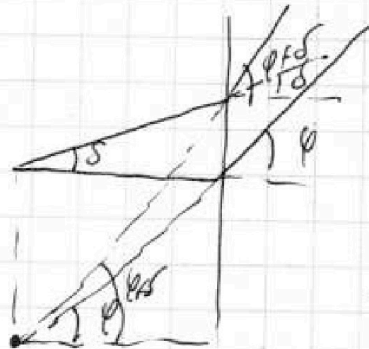
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

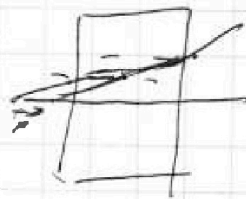
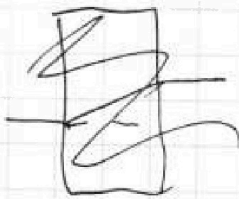
МОТИ

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



7 $x = R \cdot d \cdot (1 - \frac{V_{02}}{V_{01}})$

$\varphi_A = \frac{R \cdot d}{r}$



$U = R \cdot I$

$\varphi_{1,2} = \varphi_{2,1} = \varphi_A$

$\frac{194}{203}$

$\frac{203}{0,03}$

$\frac{203}{14,21}$

$32 + 18 - 10 = 2128$

$16 \cdot 28 = 448$

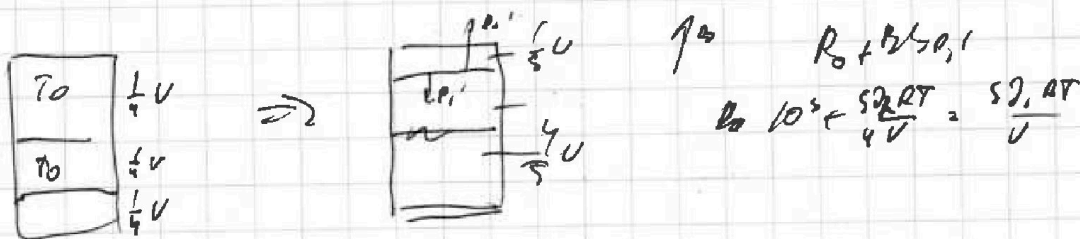
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$a) = \kappa P U \quad p = (P_1 - P_2) \cdot 2 \quad R_2 \cdot U = \gamma \cdot U$$

$$(P_1 - P_2) R T_0 = P_2 \cdot \frac{1}{4} U$$

$$a) = \kappa \frac{1}{4} U$$

$$\frac{2}{4} = 1$$

$$2 \cdot a) = 2 - \frac{2}{\kappa P_2} = 2 \left(1 - \frac{1}{\kappa P_2} \right)$$

$$\frac{2}{4} = \frac{2}{4}$$

$$\frac{2}{4} = \frac{1}{4} \cdot 2 + \frac{2}{20T}$$

$$P_2 U = \gamma \cdot RT$$

$$\downarrow \uparrow$$

$$(P_1 - P_2) R T_0 = P_2 \cdot RT$$

$$P_1 = P_2 \Rightarrow 4 \cdot 2$$

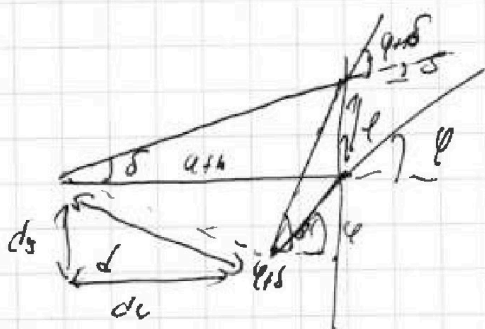
$$P = \frac{20T}{U}$$

$$\frac{U}{50L} = \kappa R T \quad \gamma_1 = 40 \kappa R T \gamma_2$$

$$\frac{20T}{U}$$

$$P = \frac{20T}{U}$$

$$P_2 = P_1 + P_2 \quad P_0 = P_1$$



$$d_y = \rho \cdot h \cdot (\varphi + S) d_x - P = \rho \cdot h \cdot (\alpha h - d_x)$$

$$S = \frac{L}{\alpha h} \left(\varphi + \frac{L}{\alpha h} \right) d_x - P = \rho (\alpha h - d_x)$$

$$\varphi \cdot d_x = \rho (\alpha h - d_x)$$

$$\varphi d_x = \rho \alpha h - \rho d_x$$

$$d_x = \frac{\rho (\alpha h)}{\varphi} \alpha h$$