



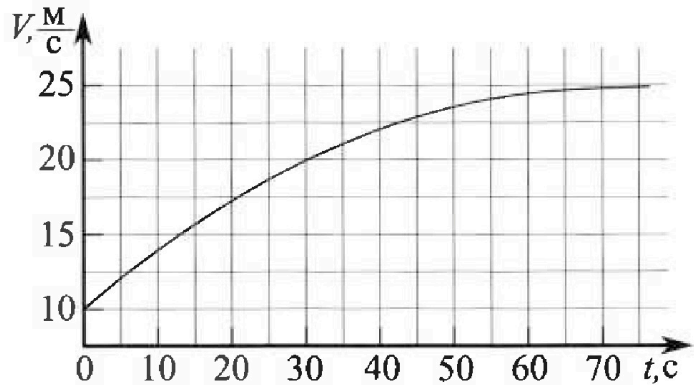
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

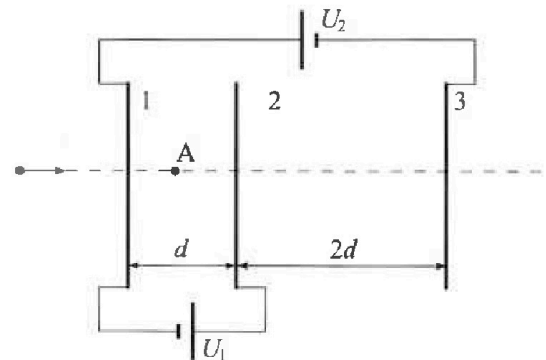
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

2. Герметичный вертикальный цилиндрический сосуд 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.

- 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

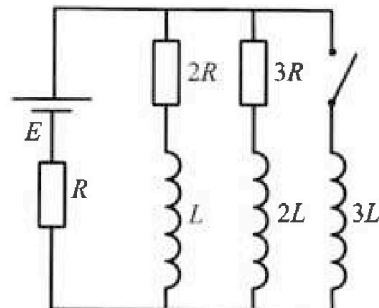
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



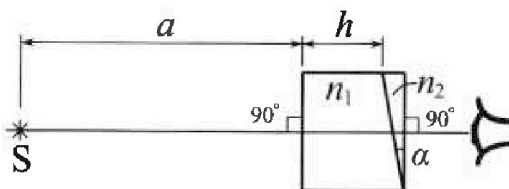
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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 $n_в = 1,0$. 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!

№1 $m = 1800 \text{ кг}$

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

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

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

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

$F_m = \frac{500 + 1800 \cdot 0,9}{20 - 20} = 400 + 1620 = 2020 \text{ Н}$

3) $P_1 = F_m U_1 = 2020 \cdot 20 = 40400 \text{ Вт}$

Ответ: а) $0,9 \text{ м/с}^2$ б) 2020 Н в) 40400 Вт

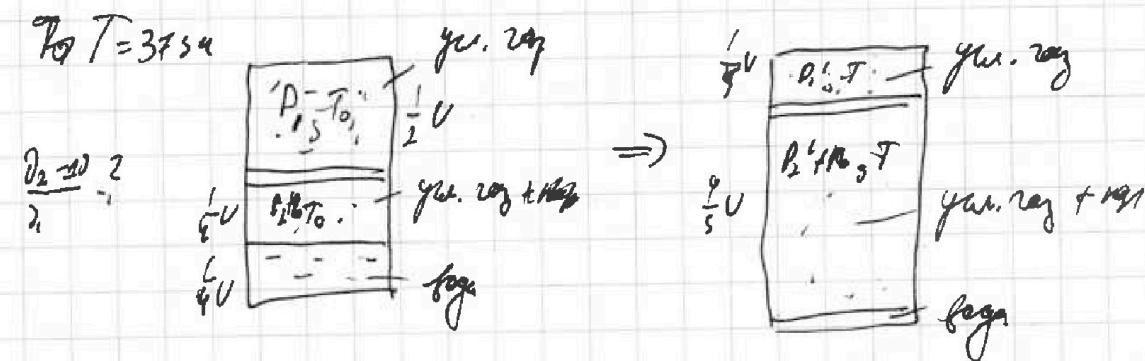
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Delta J = k P W$$

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

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

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

$$\Delta J \cdot \frac{1}{kRT_0} = 2 - \alpha$$

$$\Delta J = \frac{J_2}{kRT_0} = \frac{J_2 \cdot kRT_0}{kRT_0}$$

$$\Delta J \left(\frac{1}{kRT_0} + 1 \right) = J_2$$

$$\Delta J \frac{1 + kRT_0}{kRT_0} = J_2$$

$$\Delta J = J_2 \cdot \frac{kRT_0}{1 + kRT_0}$$

$$J_2 - \alpha J_2 = J_2 \left(\frac{kRT_0}{1 + kRT_0} \right) = J_2 \frac{kRT_0}{1 + kRT_0}$$

$$T = \frac{3}{4} T_0 \quad P_2 = \frac{1}{3} P_1$$

$$J_2 - \alpha J_2 = \frac{5J_2}{4kRT} \quad \text{В нач. момент: } P_1 = P_2$$

$$\frac{2k(2 - \alpha)RT_0}{V} = \frac{2V_1 RT_0}{V}$$

$$\frac{J_2}{J_2 - \alpha J_2} = 2$$

$$J_1 = 40 \alpha RT_0 J_2$$

$$P_A = 10^5, \text{ м.к. Па, нач. давление}$$

$$P_1' = P_2' + P_A$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{2RT_0}{V} = \frac{5J_2 RT}{4V} + P_A$$

$$5J_2 RT = \frac{5}{4} J_2 RT + P_A V$$

$$20J_2 RT = 5J_2 RT + P_A V \cdot 4$$

$$J_1 = \frac{5RT}{40k} J_2 + \frac{4P_A V}{5RT}$$

$$J_1 = \frac{1}{4} J_2 + \frac{P_A V}{5RT}$$

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!

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

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

$$2) Uq$$

$$3) U_0$$

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

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

$$= \frac{kq_1}{d} + \frac{kq_2}{\frac{3}{2}d} + \frac{kq_3}{\frac{5}{2}d} = \frac{3k}{d} (8q_1 + 4q_2 + q_3)$$

$$q_1 = Uq - \frac{U\epsilon_0 S}{d}$$

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

$$E_{2B} = 20 = 54$$

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

$$E_1 - \frac{85}{505} = \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \Rightarrow q_3 = -\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{\epsilon_0 S U}{1}$$

$$q_1 = -q_3 - q_4 = +\frac{10\epsilon_0 S U}{d} + \frac{36\epsilon_0 S U}{d} = \frac{46\epsilon_0 S U}{d}$$

$$\varphi_A = \frac{3k}{6d} \left(-8 \cdot \frac{4\epsilon_0 S U}{d} + 4 \cdot \frac{46\epsilon_0 S U}{d} - \frac{10\epsilon_0 S U}{d} \right) = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

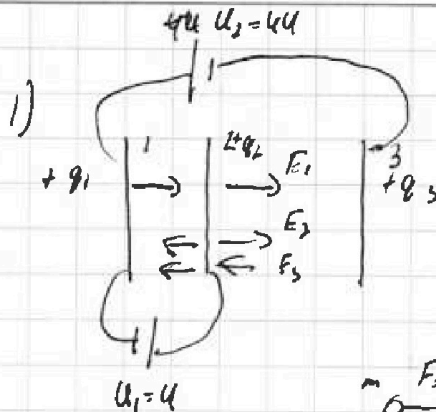
решение которой представлено на странице:

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!

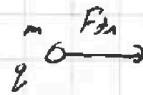
№3 $U_1 = U$
 $U_2 = 4U$
 $S_1 \gg d$
 $m, q > 0$
 U_0
 ~~U_0~~
 ~~U_0~~



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

$$= \frac{q_1 - q_2 - q_3}{\epsilon_0 S} = \frac{q_1 + 4q_1}{\epsilon_0 S} = \frac{5q_1}{\epsilon_0 S}$$



$$F_{Эл} = ma$$

$$F_{Эл} = E_{12} \cdot q$$

$$a = \frac{E_{12} \cdot q}{m} = \frac{5q_1 \cdot q}{m \cdot \epsilon_0 S}$$

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

$$E_{12} \cdot d = U \Rightarrow \frac{5q_1}{\epsilon_0 S} \cdot d = U$$

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

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

$$\Delta E_k = \Delta E_m = \Delta E_n = Uq \quad K_1 - K_2 = 4Uq, \quad \text{? } \text{м.к. } U \neq d$$

см. на обороте

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

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

~~$\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - \Phi_A$~~ ~~$U_1 < U_0$~~

~~$U_1 \cdot E \cdot \Phi_A = U_1 \cdot \Phi_A + U_1 \cdot \Phi_{12}$~~ ~~$U_1 - U_A = E_{12} \cdot \frac{1}{3}d$~~

~~$U_1 \cdot \Phi_2 - \Phi_1 = U$~~ ~~$\Phi_1 - \Phi_3 = 9U \Rightarrow \Phi_2 - \Phi_3 = 5U$~~ ~~$E_{23} \cdot 2d = 5U$~~

~~$E_{23} = \frac{5U}{2d}$~~

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

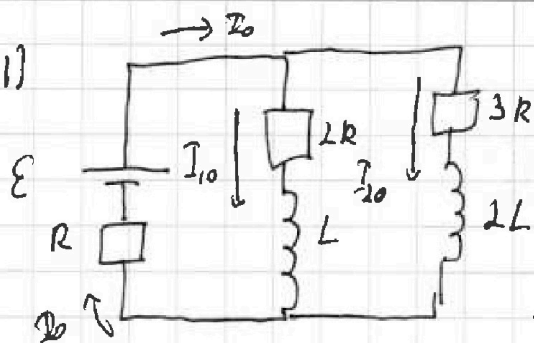
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7



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

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

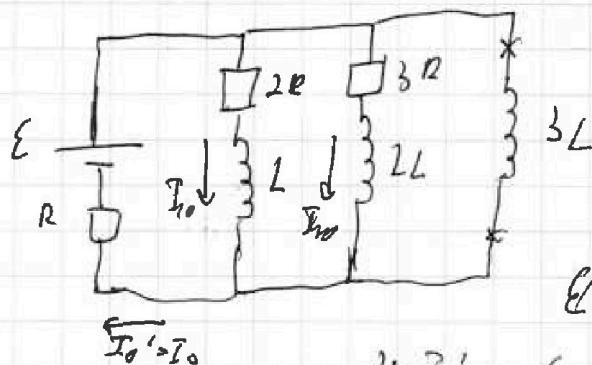
$$I_{10} = \frac{2}{3} I_{20}$$

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

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

$$I_0 = \frac{5E}{11R} \quad I_{10} = \frac{3E}{11R}$$

2) Грузы после замык. ключа, ток на катушках равен 0 не меняется $\Rightarrow I_L = I_{10} \quad I_{2L} = I_{20}, \quad \Phi I_{20} = 0$



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

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

по II закону Кирхгофа:

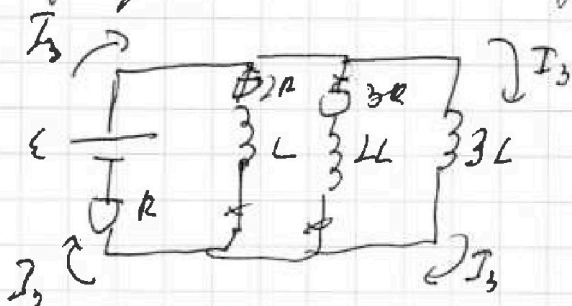
$$E + 3L \cdot I_{30}' - I_0 R = 0$$

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

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

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

3) В упр. решиме ток на катушках равно 0



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

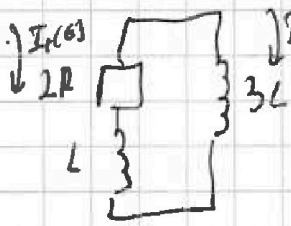
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

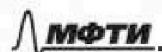
2) $\frac{2 \mathcal{E}}{11 R}$

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

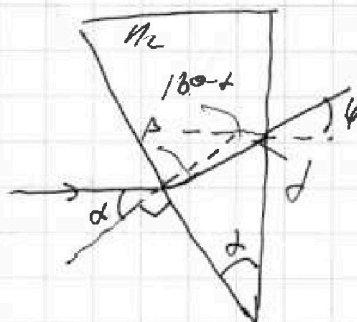
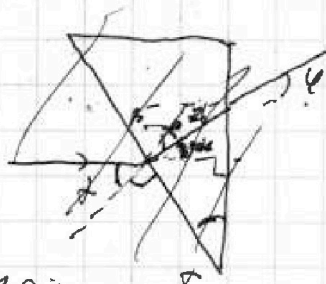
$n_1, n_2, n_3 = ?$

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

$a = 199 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$



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

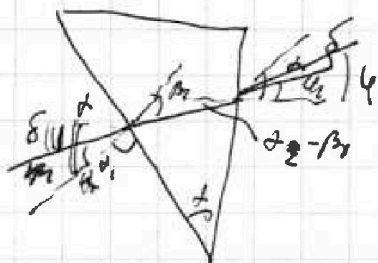
Если угол малый $\Rightarrow n_3 \alpha = n_2 \beta$

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

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

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

2)



$\delta_1 = n_2 \beta_1 \quad (\alpha - \beta_1) \cdot n_2 = \varphi_1$

$\alpha n_2 - \delta_1 = \varphi_1$

$\alpha n_2 - \varphi_1 \rightarrow \alpha n_2 \Rightarrow$ *призменная часть*

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

где δ угол между гориз. лучом и продолжением \Rightarrow

$\varphi - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta \Rightarrow \varphi = \alpha (n_2 - 1)$ - *для любого угла.*

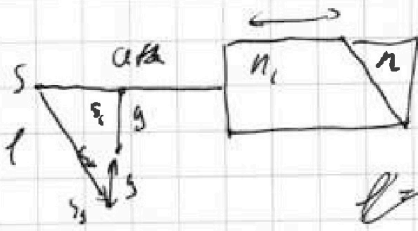
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$r = \sqrt{(a+h-x)^2 + (y_1+y_2)^2}$$

$$r = \left(a+h - h \left(1 - \frac{1}{n_1} \right) \right)^2$$

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

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

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

~ tan 19.4

g

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 14,21 см

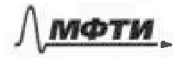
3) Сферическое туп



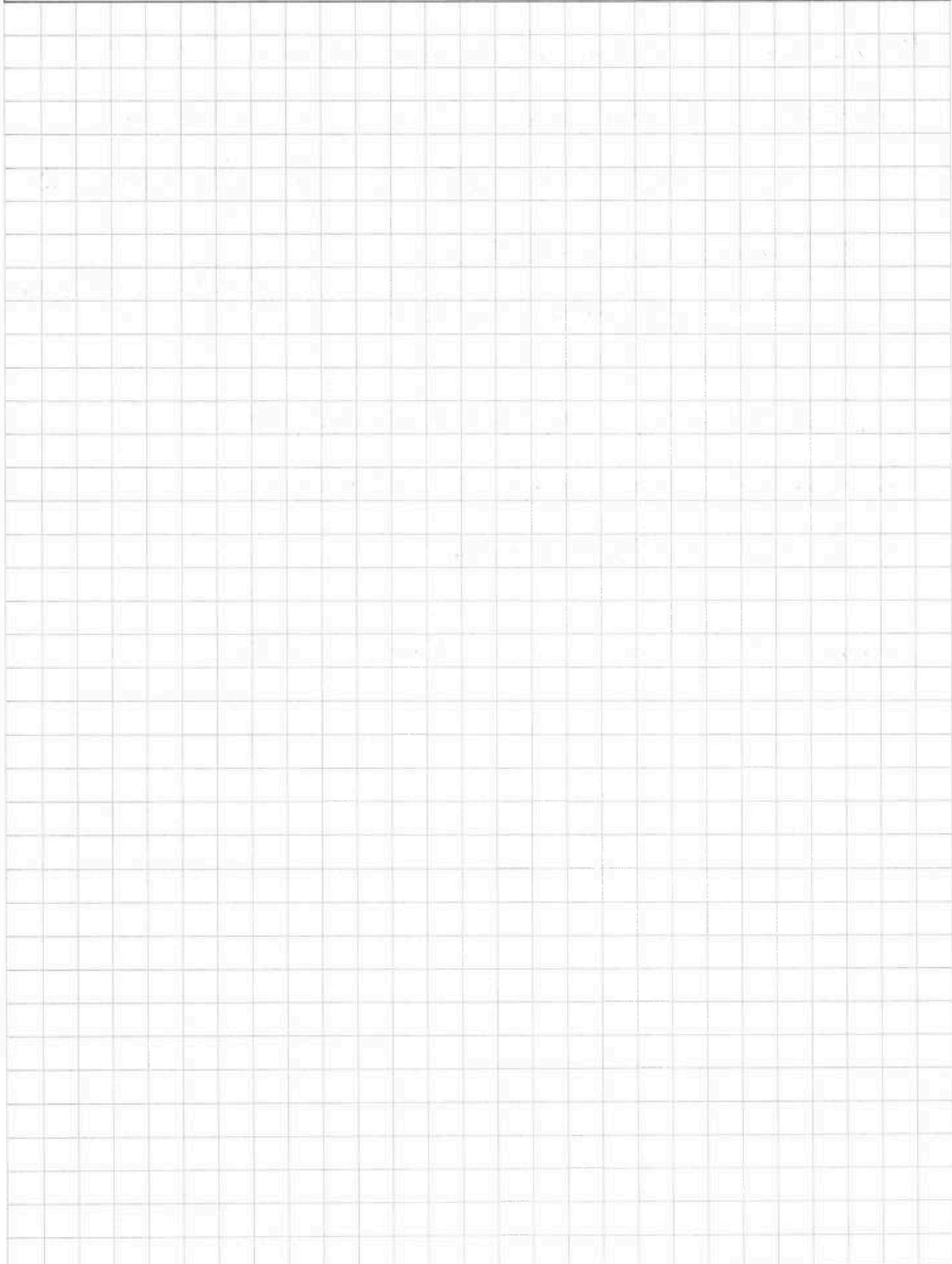
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



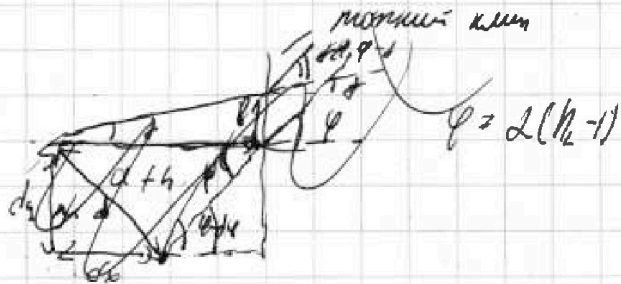
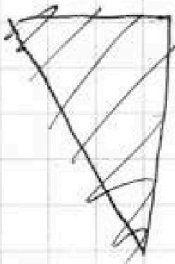
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$d = ?$

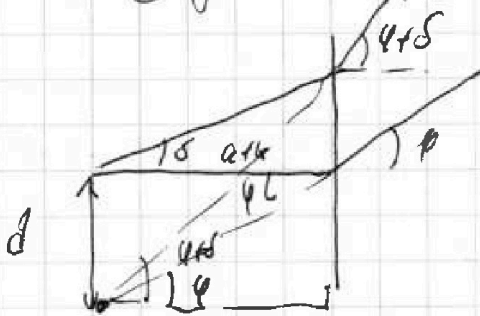
$$d = \frac{b}{a+h} \cdot \varphi \quad \varphi = \frac{d_0}{a+h-d_0} \quad \varphi = \frac{b \cdot d_0}{a+h-d_0}$$

$$d = \frac{b}{a+h} \cdot \varphi \Rightarrow d = \frac{b \cdot d_0}{a+h-d_0}$$

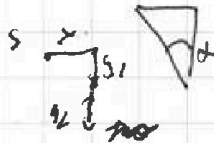
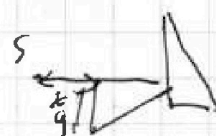
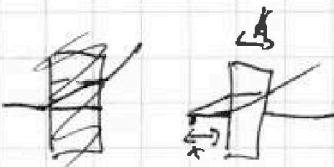
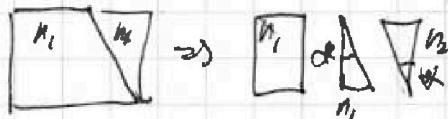
Убедитесь, что формула
можно использовать

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

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



3) $n_1 = 1,9; n_2 = 1,7$



Положа парал. луч. введем
углуб по оси зрения. на

то виде луч
введем угол
по формулам

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

$$y_1 = (a+h-x) \cdot \varphi_1 \quad y_2 = (a+h-x) \cdot \varphi_2$$

$$\varphi_1 = \frac{y_1}{a+h-x} = \varphi_2$$

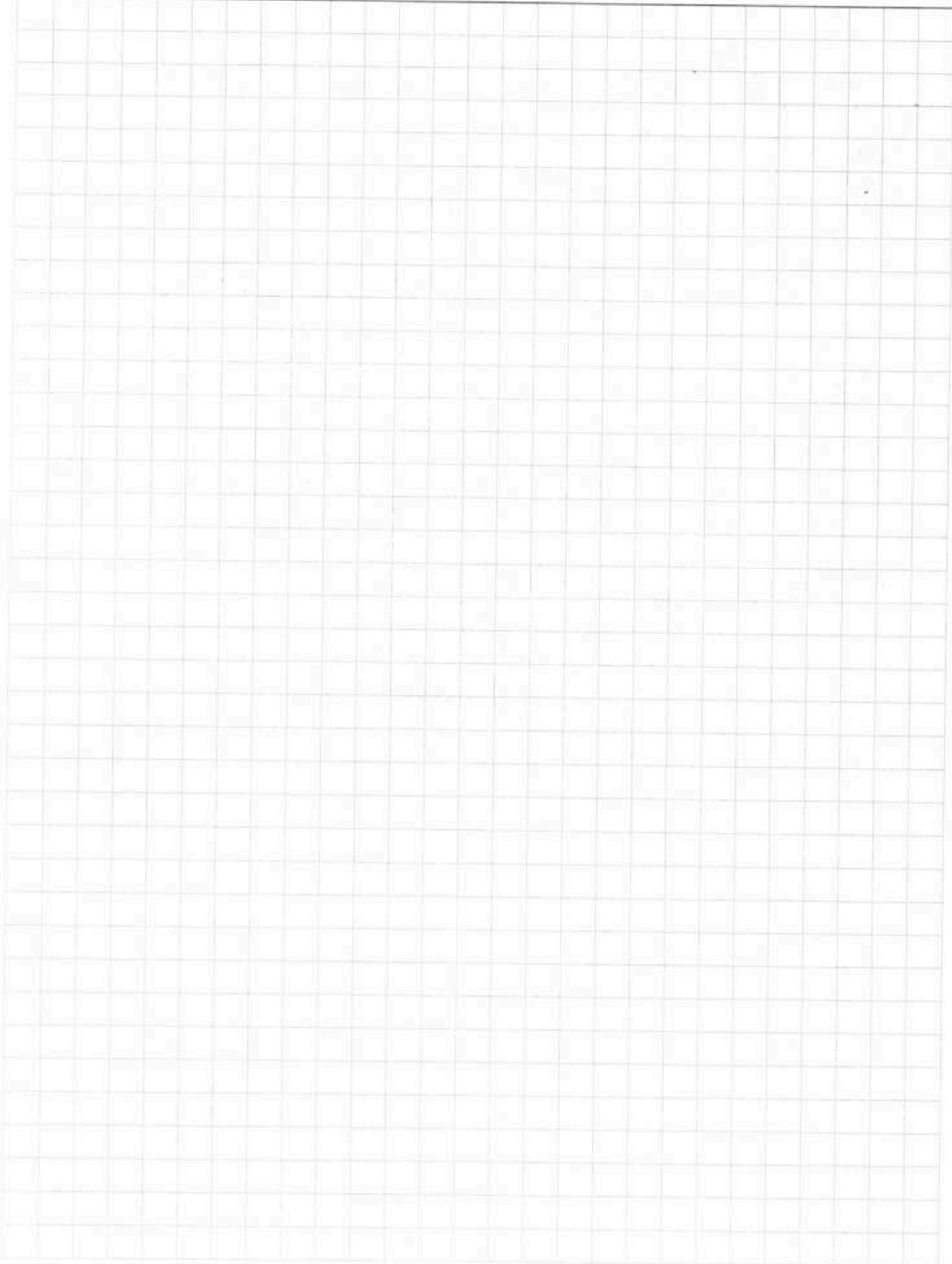
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

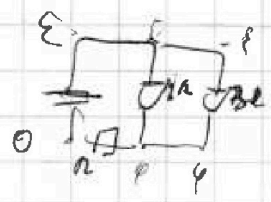
МФТИ

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

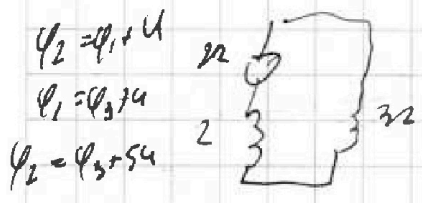


$$\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R = \frac{6}{5} \mathcal{E} + U_C + 6 \quad U_C = 9U_{2L} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$$

$U_{2L} = U_C$
 $\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R$
 $U_C = 9U_{2L} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$
 $\frac{6}{5} \mathcal{E} + \mathcal{E} = 6$
 $\mathcal{E} = 1.5$



$\mathcal{E} - 0 = I_0 R$
 $\mathcal{E} = I_0 R$
 $\mathcal{E} - \varphi = I_0 \cdot 2R = \mathcal{E} - I_0 R$
 $\frac{6}{5} I_0 \cdot 2R = \mathcal{E} - I_0 R$



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

~~$2 \cdot \frac{d\varphi_1 R}{dt} + 2L \frac{dI}{dt}$~~

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

$\varphi = \frac{2q}{\epsilon}$

~~$2R \frac{dq_1}{dt} + L \frac{dI}{dt} = L \frac{dI_2}{dt}$~~

$U_C = L \frac{dI}{dt} \quad L = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{2\pi a^2}{a} \cdot c \cdot \text{const}$

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

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

$\frac{3kq_1}{d} + \frac{3kq_2}{2d} + \frac{3kq_3}{8d} =$

$= \frac{k(2q_1 + 4q_2 + 3q_3)}{8d} = \frac{k \cdot 3(8q_1 + 4q_2 + 19q_3)}{8d}$

$8q_1 + 4q_2 + 19q_3 = 7q_1 + 13q_2$

$q_1 = \frac{4q_2 - 19q_3}{1}$

$q_1 = \frac{6054}{5}$

$\frac{9 \cdot 19q_2 - 4q_3}{10d} = \frac{6054}{5}$

$-q_3 = 811q_2$

$q_3 = -811q_2$

$q_2 = -15q_1 = \frac{4485}{5} = \frac{6054}{5}$

$19q_3 = 44$

$q_3 = \frac{2 \cdot 44 \cdot 6054}{5}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7

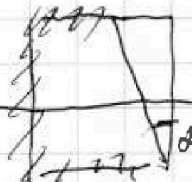


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается первичком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

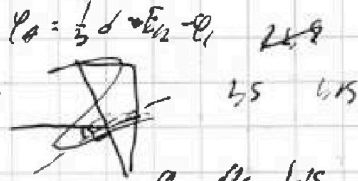


$n_1, n_2, n_3 \neq 1$
 $\alpha = 194 \text{ см}$
 $d = 0,1 \text{ рад}$
 $\sin \alpha \approx \alpha = \alpha$
 $h > 25 \text{ см}$
 $h_2 \ll h$

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



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

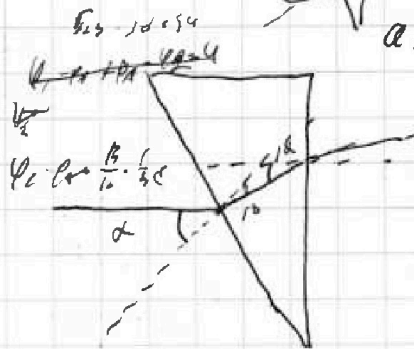


1) $n_1, n_2 = 1, n_3 \neq 1 \Rightarrow$

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

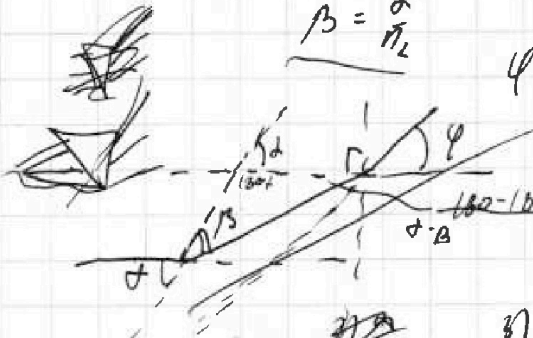
$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

$\varphi = \frac{2\pi R}{\lambda}$



$a = \frac{v_0}{v} = \frac{1,75}{10,9} = 0,158$

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



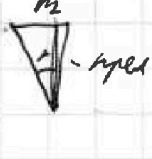
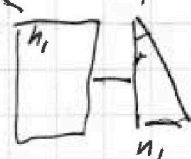
$100 - 100 + \delta = \alpha - \beta$

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

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

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

определить n_2



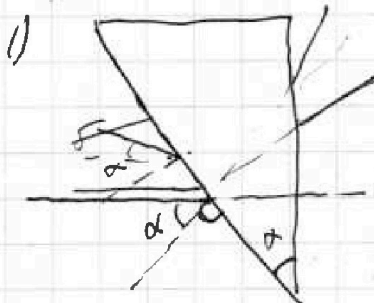
$\beta_2 = \frac{\alpha}{n_2}$

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

$\epsilon = \mathcal{E}$

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

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



$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 3R + U_{2L} + I_{20} R$

$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 3R + U_{2L} + I_{20} R$

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

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

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

$U_{2C} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$

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



$\varphi = \frac{12}{8}$

$\frac{m v_1^2}{2} = 0 = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1$

$\frac{m v_1^2}{2} + \varphi_1 = \frac{m v_1^2}{2} + \varphi_2$

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_2 = \varphi_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

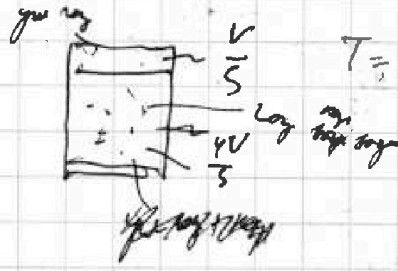
МОТИ

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

исл. $V, m=0$

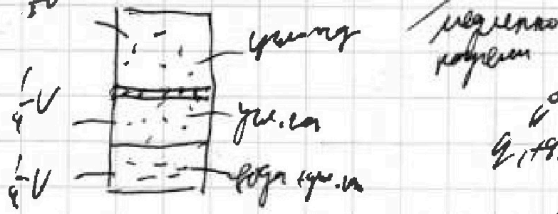
$q_1 = -q_2 - q_3$

$q_1 = -q_2 - q_3$

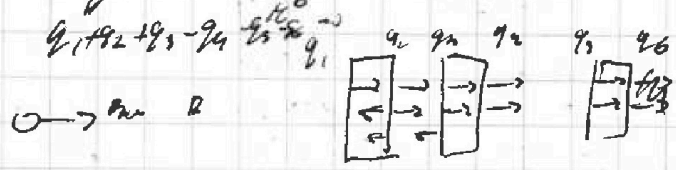


$T = \sum \frac{1}{4} T_0 = 375 K$

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

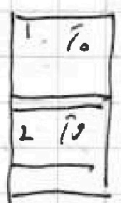


$\Delta Q = K P W \quad K + R T +$



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



$P_1 = P_2 + P_0$

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

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

$P_2 = \frac{1}{2} P_1$

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

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

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

$P_1' = P_2' + P_0$

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

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

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

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

$\frac{100 \cdot 2RT_0}{16V} - \frac{25 \cdot 4 RT_0}{16V} = P_0$

$q_1 = q_2 + q_3$

$h_{12} \cdot d = 4$

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

$\frac{q_1}{2 \cdot 5} d \cdot 2 = 2$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

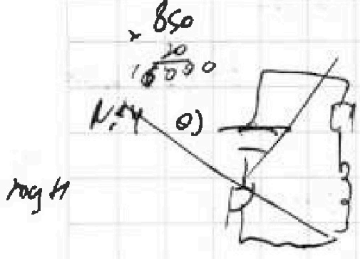
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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!

$F = qE$ $U = \int E \cdot dl$ $N = 1$ $P = I^2 R$ $F_A = 50 \cdot 10^{-4}$ $F_B = 10^{-4}$ $F_C = 10^{-4}$ $F_D = 10^{-4}$

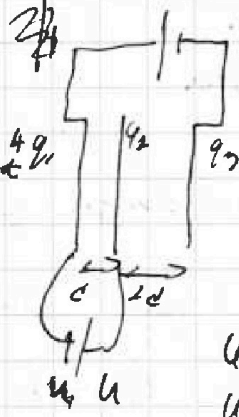


$U = IR$ $I = \frac{U}{R}$ $P = IU = \frac{U^2}{R}$

$F = qE = q \frac{U}{d}$ $U = IR$ $I = \frac{U}{R}$ $500 = 2 \cdot 10^{-4} \cdot U$

$\frac{F}{k} = \frac{q_1 q_2}{r^2}$ $\frac{F}{k} = \frac{q_1 q_2}{r^2}$

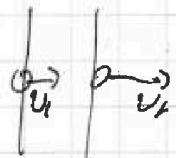
$q \ll a$ $S \gg d$



$q_1 + q_2 + q_3 = 0$

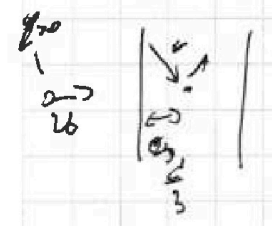
$F = qE$ $E = \frac{U}{d}$ $F = q \frac{U}{d}$

$U = \frac{q_1 - q_2}{\epsilon_0 S} \cdot d$ $q_1 = -q_2 - q_3$



$U = \frac{q_1 - q_2}{\epsilon_0 S} \cdot d$

$q_1 = \frac{F \cdot S \cdot d}{\epsilon_0}$



$\Delta \varphi = k \frac{q}{r}$ $\varphi_1 = \frac{k q_1}{\frac{d}{3}}$ $\varphi_2 = \frac{k q_2}{\frac{2d}{3}}$

$q_3 = \frac{44 \epsilon_0 S}{3d} + \frac{3 \epsilon_0 S q}{3d} = \frac{7 \epsilon_0 S q}{3d}$

$q_1 = 2q_2 - q_3 - q_1 = -\frac{5}{3} - \frac{1}{3} = -\frac{6}{3} \frac{\epsilon_0 S q}{3d}$

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

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

$\varphi_3 = \frac{2 \epsilon_0 S}{2d} = \frac{3kq}{2d}$

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

$\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3 = \frac{3k}{8d} (8q_1 + 4q_2 + 2q_3)$

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

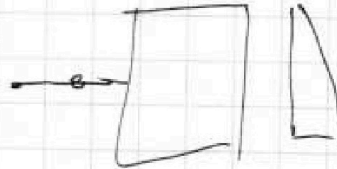
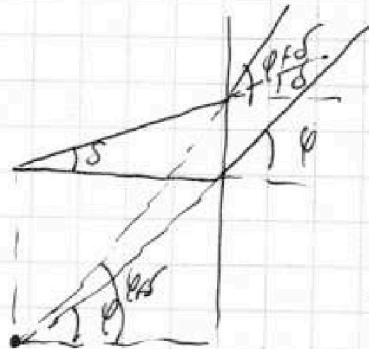
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

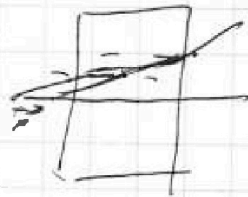
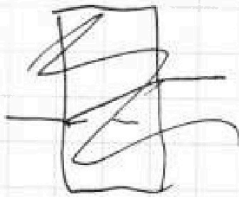
МОТИ

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



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

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



$$U = R \cdot I$$

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

$$\begin{array}{r} 194 \\ 7 \\ \hline 203 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ 0,03 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 203 \\ 14,21 \\ \hline \end{array}$$

$$32 + 18 - 10 = 2128$$

$$16 \cdot 28 = 448$$

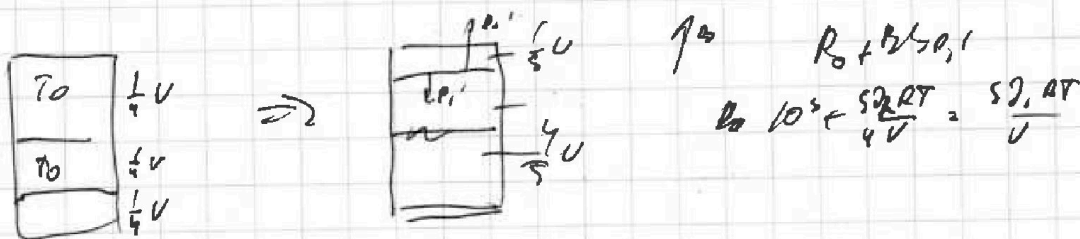
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$a) = k p U \quad p = (p_1 - p_2) \cdot 2 \quad R_2 \cdot V_2 = \gamma_2 \cdot r$$

$$(\gamma_2 - \gamma_1) R T_0 = p_2 \cdot 4 \cdot U$$

$$a) = k \frac{1}{4} U \quad \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = 1$$

$$\gamma_2 - \gamma_1 = \gamma_2 - \frac{\gamma_2}{\left(\frac{p_2}{k p_0} - 1\right)} = \gamma_2 \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{p_2}{k p_0} - 1\right)}\right)$$

$$\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2}$$

$$\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2} = \frac{1}{\frac{p_2}{k p_0} - 1} + \frac{p_2}{k p_0} \quad p_2 V = \gamma_2 \cdot R T$$

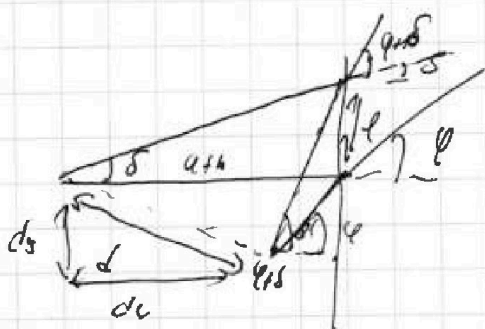
$$\downarrow \gamma_1 \uparrow \gamma_2 \quad (\gamma_2 - \gamma_1) R T_0 = \gamma_2 \cdot R T$$

$$p_1 = p_2 \rightarrow 4 \gamma_2$$

$$p = \frac{\gamma_2 R T}{U} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma_2 R T}{U} \quad \gamma_1 = 4 \gamma_2 R T \cdot \gamma_2$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma_2 R T}{U} \quad \gamma_1 = 4 \gamma_2 R T \cdot \gamma_2$$

$$p_0 = p_1 + p_2 \quad p_0 = p$$



$$d_y = \int_0^l (\varphi + S) dx - l = \varphi \int_0^l dx + \int_0^l S dx$$

$$S = \frac{l}{\alpha x} \left(\varphi + \frac{l}{\alpha x} \right) dx - l = \varphi (\alpha x - dx)$$

$$\varphi \int_0^l \varphi dx = \varphi (\alpha l - dx)$$

$$\varphi dx = \varphi \alpha - \varphi dx$$

$$d_x = \frac{\varphi (\alpha l)}{\varphi} \alpha l$$