



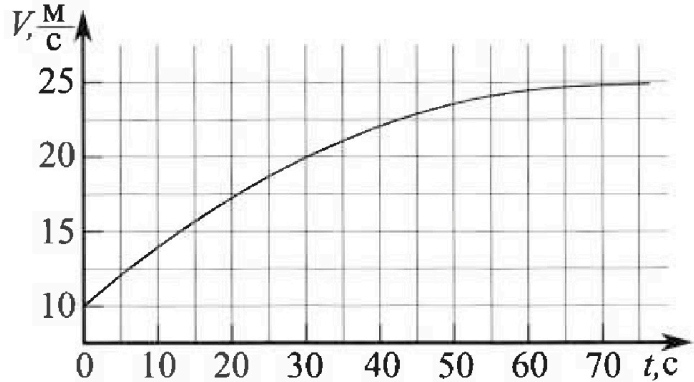
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

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 ?

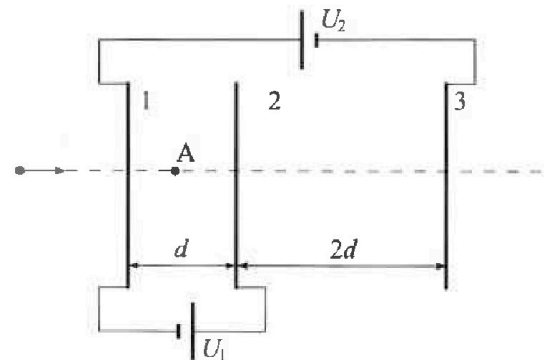
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 Δn растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta n = kpw$. 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 A на расстоянии $d/3$ от сетки 1.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-01

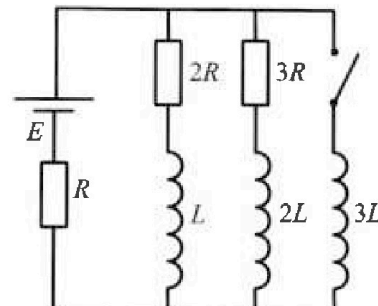
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



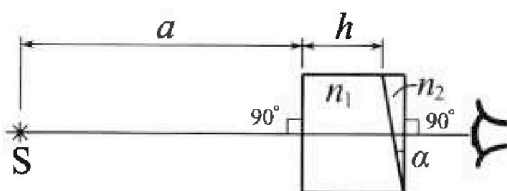
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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!

$$\text{№1 } m = 1800 \text{ кг}$$

Пусть F сила сопротивления $F_c = kU$

$$F_k = 500 \text{ Н}$$

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

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

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

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

$$2) \text{ } F_m - F_c = ma_1 \quad F_k \quad F_m = F_c + ma_1 = kU_1 + ma_1$$

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

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

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

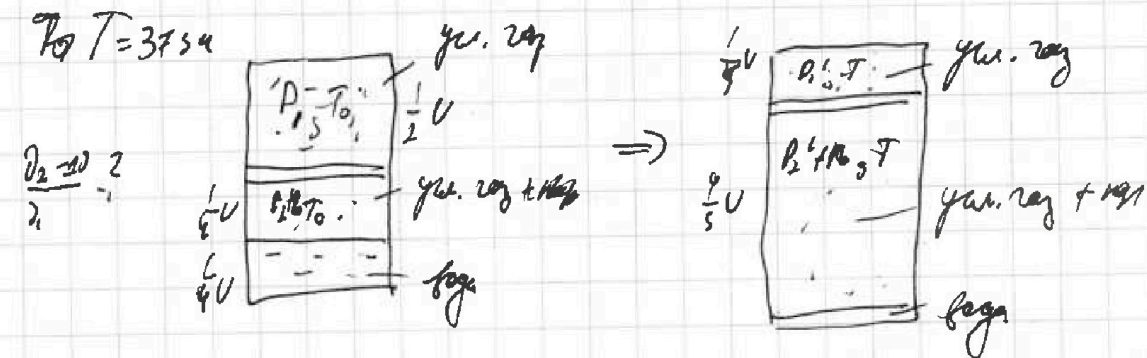
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Delta J = k P W$$

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

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

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

$$\Delta J \cdot \frac{V}{kRT_0} = J_2 - \alpha J$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$J_1 = 4\alpha RT J_2$$

$$P_A = 10^5, \text{ м.к. наг. насос}$$

$$P_1' = P_2' + P_A$$

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

$$5J_1 RT = 5J_2 RT + P_A V$$

$$20J_1 RT = 5J_2 RT + P_A V \cdot 4$$

$$J_1 = \frac{5RT}{4 \cdot 20RT} J_2 + \frac{4P_A V}{5 \cdot 20RT}$$

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

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!

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

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

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

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

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

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

$$160kRT I_{2,RT} = \frac{4VP_A}{5RT}$$

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

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

$$P_0 = \frac{16 \cdot 10^5}{5(160 \cdot 10^3 \cdot 10^8 \cdot 10^{-8} - 1)} = \frac{16 \cdot 10^5}{5 \cdot 160 \cdot 10} = \frac{10^9}{5} = 20 \text{ кВт}$$

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!

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

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

$$2) Uq$$

$$3) U_0$$

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

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

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

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

$$q_{2A} \quad E_{2A} = \frac{4,792 \cdot 43}{2 \cdot 505} = -\frac{83}{505}$$

$$E_{2A}: 2d = 54$$

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

$$E_1 - \frac{83}{505} = \frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \Rightarrow q_3 = -\frac{5}{2} \cdot \frac{4}{d} \cdot \frac{\epsilon_0 S U}{1}$$

$$q_1 = -q_3 - q_4 = +\frac{10\epsilon_0 S U}{2} + \frac{3\epsilon_0 S U}{2} = \frac{7\epsilon_0 S U}{2}$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

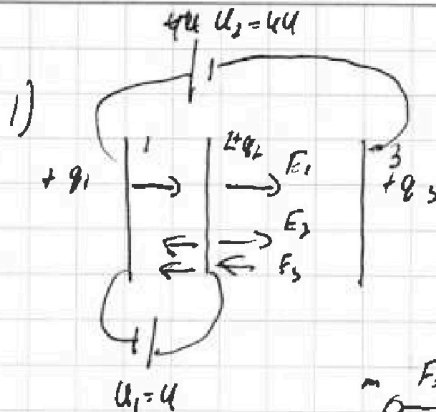
решение которой представлено на странице:

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~~



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

$$F_{ЭМ} = ma$$

$$F_{ЭМ} = E_{12} \cdot q$$

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

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

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

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

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

$\Delta E_k = \Delta E_m = \Delta E_n = Uq$
 $K_1 - K_2 = 4Uq$,
 \vec{v}_0 , м.к. $v \ll c$
 см. на обороте

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

~~$\Phi_{02} = 3\Phi_0: \Phi_{02} + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_0$
 $\frac{mU_1^2}{2} = \frac{mU_0^2}{2} - \Phi_0$~~

~~$U_1 - U_2 = U$ $U_1 - U_3 = 4U \Rightarrow U_1 - U_3 = 5U$ $E_{23} \cdot d = 3U$~~

~~$E_{23} = \frac{3U}{2d}$ $3\Phi_0: \frac{mU_0^2}{2} + \Phi_{00} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1$~~

~~$\frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1 = \frac{mU_0^2}{2} + \Phi_0$
 $\frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} - \Phi_1 + \Phi_0$
 $\Phi_0 - \Phi_1 = E_{23} \cdot d = 3U = \frac{U}{3}$~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

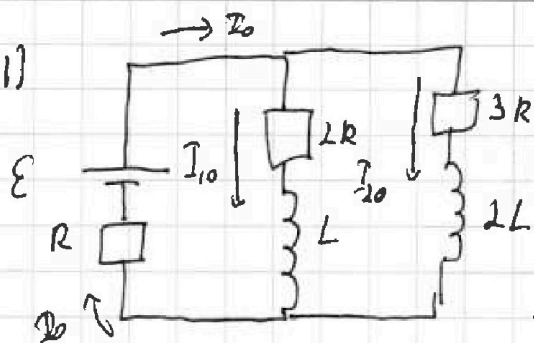
решение которой представлено на странице:

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

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

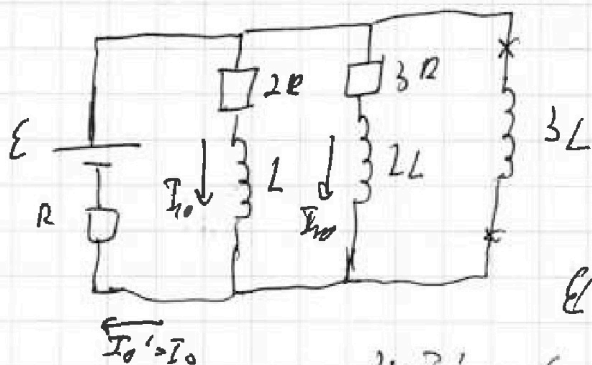
$$I_{10} = \frac{2}{3} I_{20}$$

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

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

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:

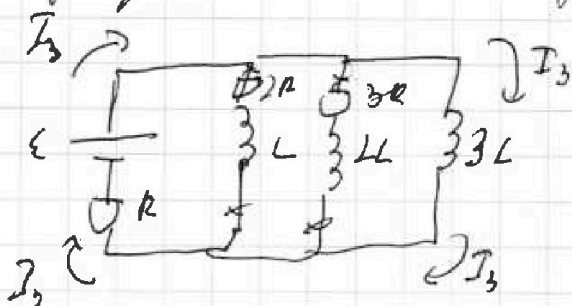
$$E + 3L \cdot I_{30}' = I_0 R$$

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

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

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

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



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

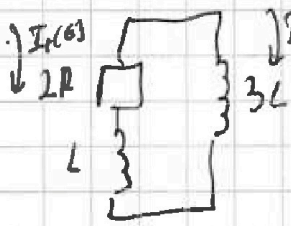
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

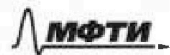
2) $\frac{2\mathcal{E}}{11L}$

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

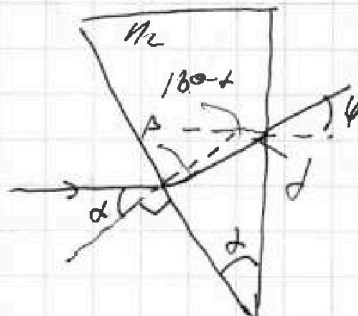
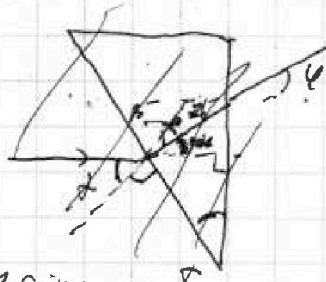
$n_1, n_2, n_3 = ?$

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

$a = 199 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$



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

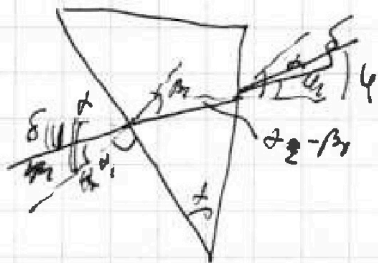
Если угол малый $\Rightarrow n_3 \alpha = n_1 \beta$

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

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

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

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

$\varphi - \delta = \alpha (n_2 - 1) - \delta \Rightarrow \varphi = \alpha (n_2 - 1)$ - *угол отклонения* *каждого луча*

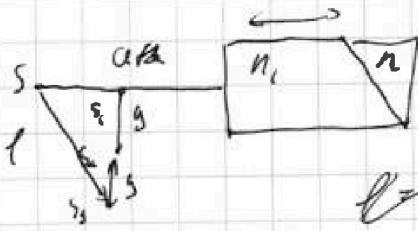
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$r = \sqrt{(a+h)^2 + b^2} \cdot d$$

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

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

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

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

~ tan 19,4

g

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 14,21 см

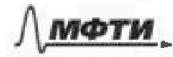
3) Сферическое туг



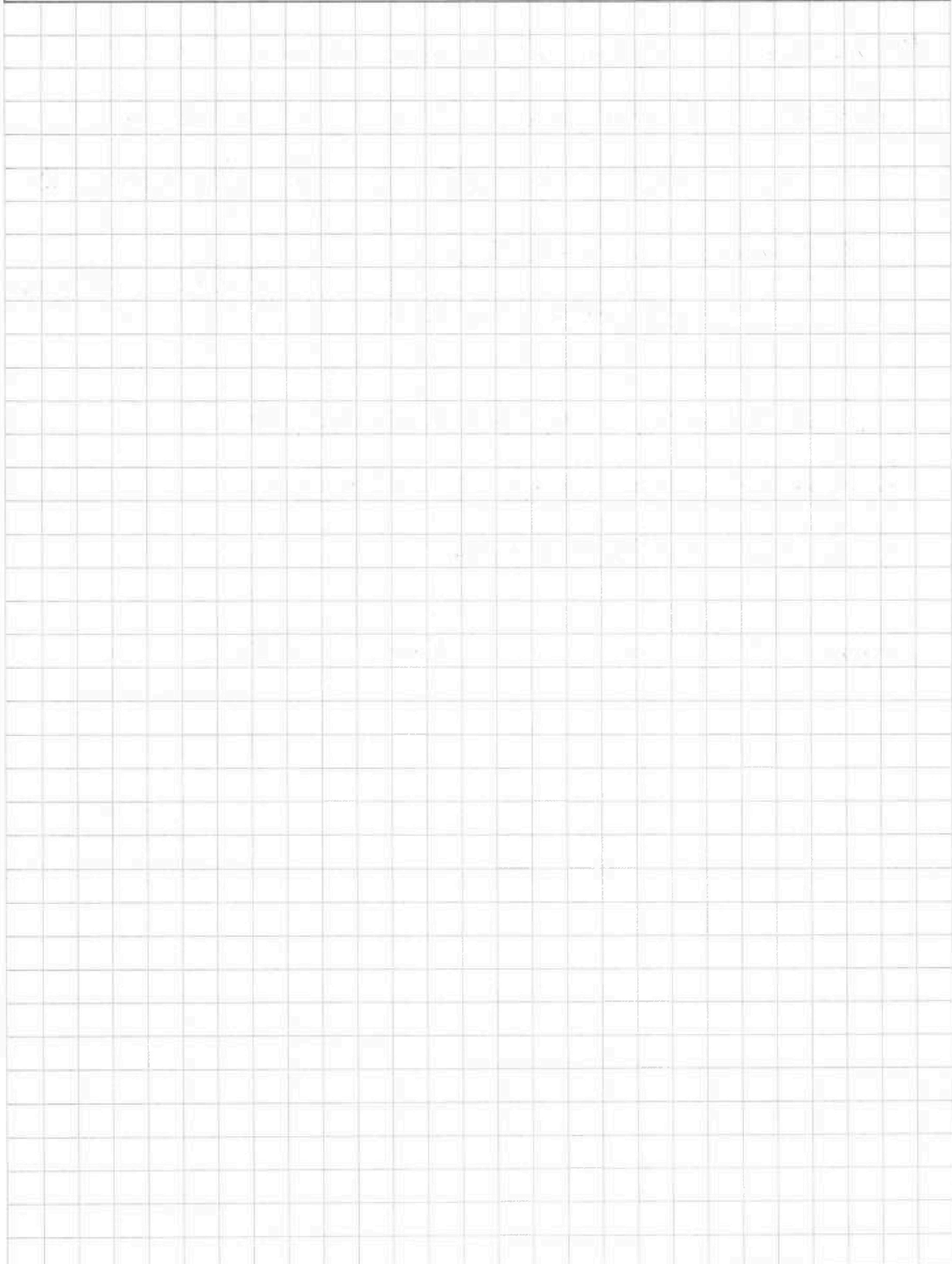
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



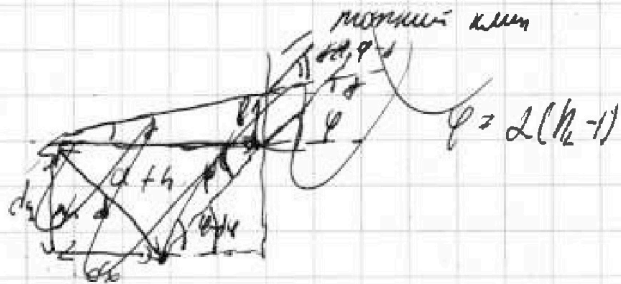
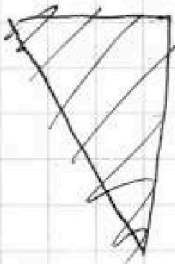
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



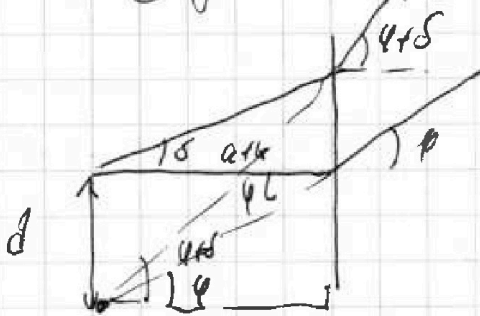
$d = ?$

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

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

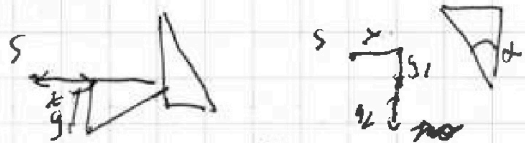
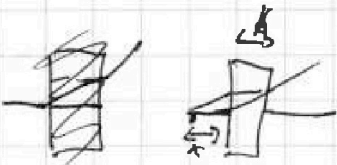
Убедитесь, что нормали
клин имеют углубление

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



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

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



Клинок парал. кат. широким
углом по всем срезам. на

то широким кат.
широким углом
по формулам

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

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

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

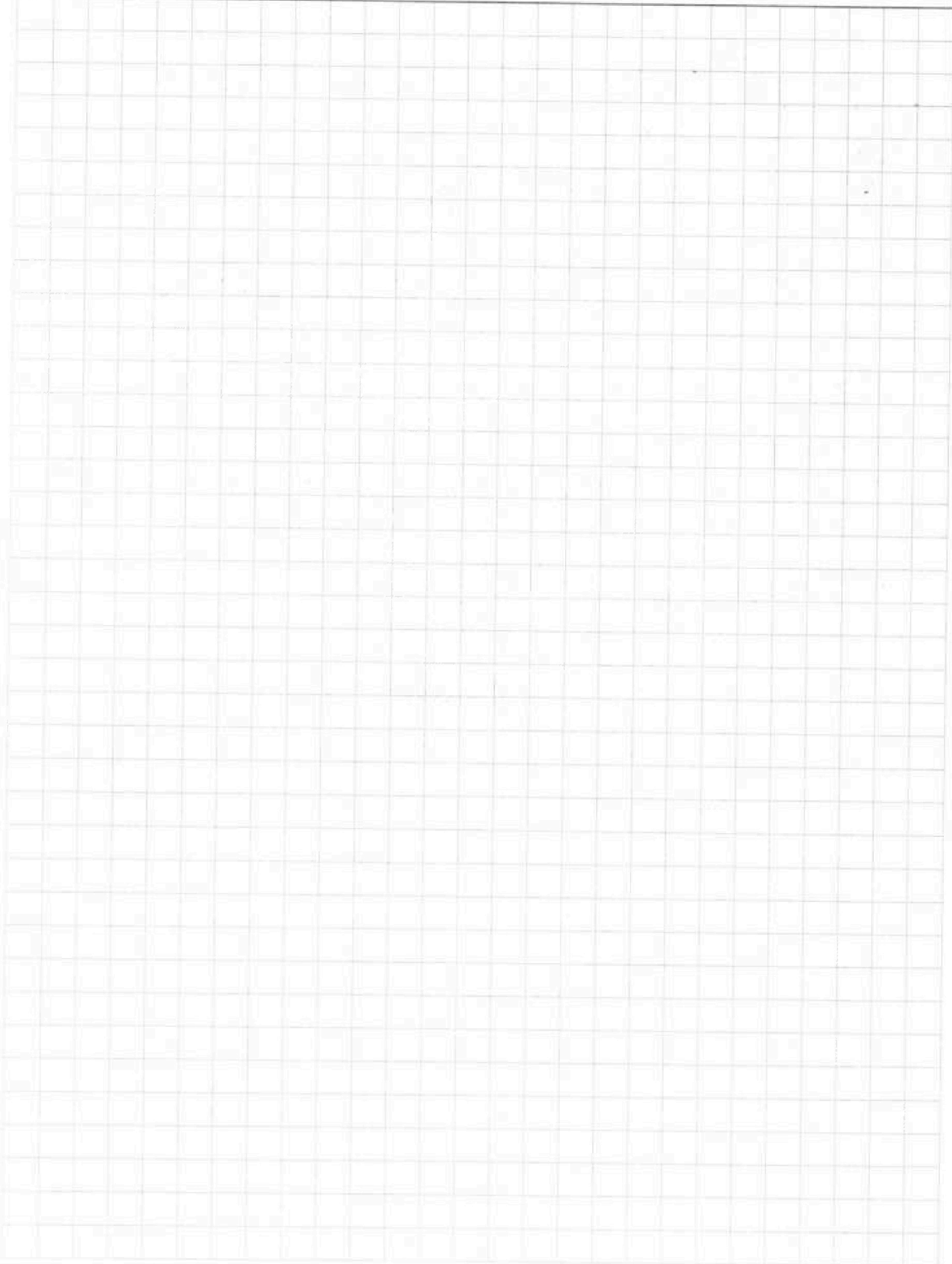
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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

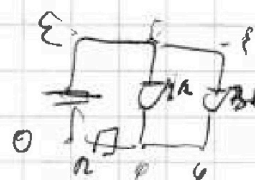
МФТИ

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



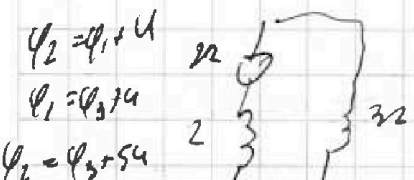
$$\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R = \frac{6}{5} \mathcal{E} + U_C + 6 \quad U_C = 9U_{2L} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$$

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



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

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



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

$2 \cdot \frac{d\varphi_1}{dt} = 2L \frac{dI_2}{dt}$

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

$\varphi = \frac{L I_2^2}{2}$

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

$U_C = L \frac{dI_2}{dt} \quad L = \frac{1}{3} C = \frac{2 \text{ As}}{3} \quad C = 0.5 \text{ F}$

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

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

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

$= \frac{k(2q_1 + 12q_2 + 3q_3)}{8d} = \frac{k \cdot 3(8q_1 + 4q_2 + q_3)}{8d}$

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

$q_1 = \frac{9q_2 - q_3}{15}$

$q_3 = 7q_1 - q_2$

$U_C = U_1 - U_2$

$\frac{9kq_2 - q_3}{15d} - \frac{q_3}{8d} = \frac{U_C}{d}$

$-q_3 = 8q_1 + q_2$

$q_3 = -2d \cdot$

$q_1 = \frac{8 \cdot 5 \cdot 4}{5}$

$q_2 = -25q_1 = \frac{4485}{5} - \frac{8 \cdot 5 \cdot 4}{5} = \frac{3685}{5}$

$15q_2 = 44$

$q_2 = \frac{2 \cdot 44 \cdot \mathcal{E} S}{6}$

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!

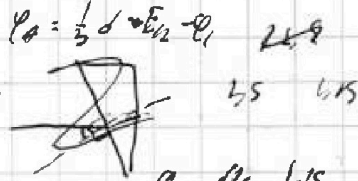


$n_1, n_2, n_3 \neq 1$
 $\alpha = 194 \text{ см}$
 $d = 0,1 \text{ рад}$
 $\sin \alpha \approx \alpha = \alpha$
 $h > 5 \text{ см}$
 $h_2 \ll h$

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



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

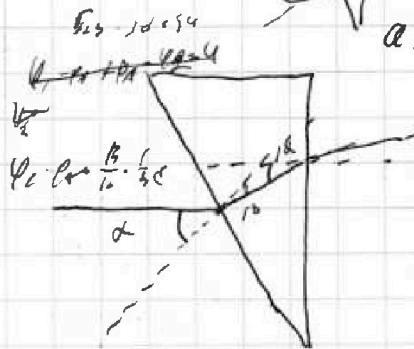


1) $n_1, n_2 = 1, n_3 \neq 1 \Rightarrow$

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

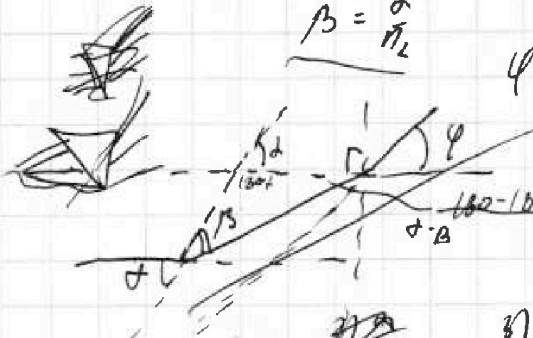
$\beta = \frac{\alpha}{n_2}$

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



$a = \frac{60}{10} = \frac{1,75}{10,9} = 0,158$

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

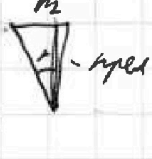


$100 - 100 + \delta \approx \alpha - \beta$

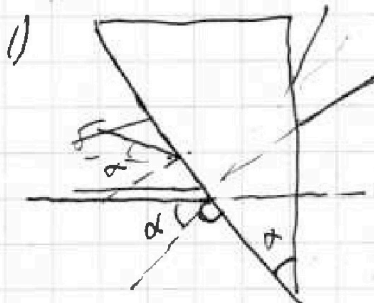
$(\alpha - \beta) n_2 = \varphi$

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

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



$R_{20} = \frac{2}{5} \frac{R}{R}$



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

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

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

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

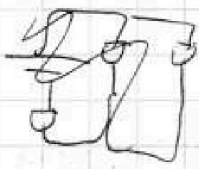
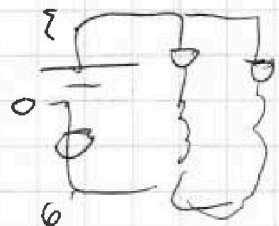
$U_{20} = \frac{6}{5} \mathcal{E}$

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

$\varphi = \frac{2}{5} \mathcal{E} \cdot 3R + U_{20} + \mathcal{E}$

$U_{20} = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$

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



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

$\frac{mU_1^1}{2} = 0 = \frac{mU_1^2}{2} + \varphi_1$

$\frac{mU_1^2}{2} + \varphi_1 = \frac{mU_1^2}{2} + \varphi_2$

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_2 = \varphi_1$

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

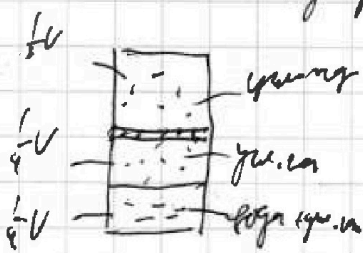
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

исх. $V, m=0$

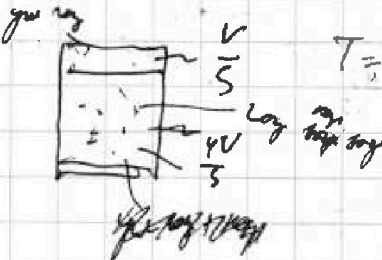
масса

$q_1 = -q_2 - q_3$

$q_1 = -q_2 - q_3$



медленно расширяется

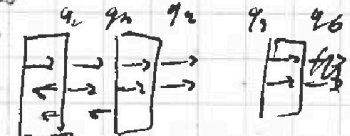


$T = \sum \frac{1}{4} T_0 = 375 K$

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

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

$q_1 + q_2 + q_3 = q_4$

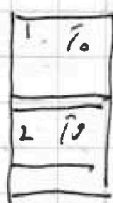


гелий при T медленно расширяется $\Delta Q = K P W$

гелий при T : $\Delta Q = K \frac{1}{4} V \cdot P_{гелий}$ гелий расширяется медленно.

$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6 = 0$

$\frac{1}{4} (q_1 - q_2 - q_3 - q_4 - q_5 - q_6) = 0$
 $q_1 = q_2 = q_3$



$P_1 = P_2 + P_3$

$P_1 = P_2 + P_3$

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

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

$P_2 = P_3$

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

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

$P_2 = P_1 - P_3 = \frac{2 \cdot 2RT_0}{V} - \frac{4 \cdot 2RT_0}{V} = \frac{RT_0}{V} (2 - 4) = -2 \frac{RT_0}{V}$

$P_1' = P_2' + P_3$

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

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

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

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

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

$q_1 = q_2 + q_3 = 0$

$h_{12} \cdot d = 4$

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

$\frac{q_1}{RT_0} = 0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

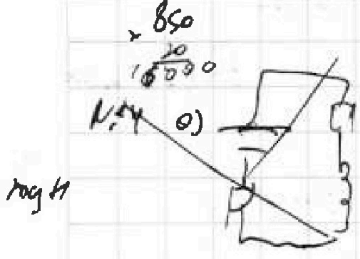
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

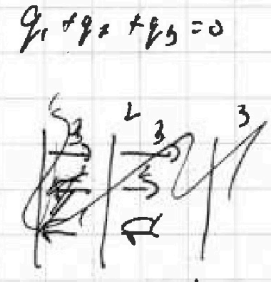
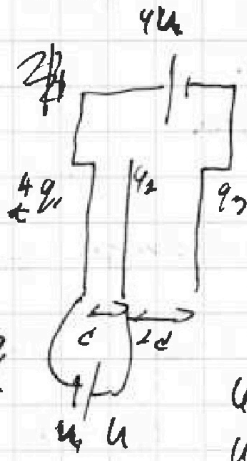
$F = qE$
 $N = 1$
 $F_A = 50 \cdot 10^{-4}$
 $F_B = 10^{-4}$
 $F_C = 10^{-4}$



$25 = \frac{85}{1000}$
 $\frac{1600}{1000}$

$F = qU = 2 \mu C$
 $F = qU \quad 500 = 2 \cdot 10$
 $U = \frac{50 \cdot 10}{25} = 20$
 $P = 20U$
 $a = U$

$P = 20U$
 $q_1 + q_2 + q_3 = 0$

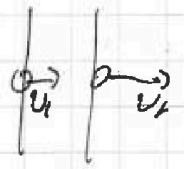


$\frac{H}{L} = \frac{K_1 L_1}{L_2}$
 $\frac{H}{L} = \frac{K_1 L_1}{L_2}$

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

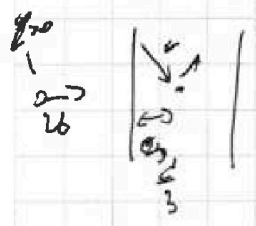
$F_2 = qE \cdot q = \frac{6054}{8 \cdot 10^5} \cdot q = \frac{U}{25} \cdot q$
 $a = \frac{U}{E}$

$2) (K_1 - K_2) \cdot ?$
 $\Delta P_1 = A_1 \cdot \frac{U}{d}$
 $A_2 U_2$



$\frac{U_1}{U} = 25$

$U = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2 \epsilon_0 S} \cdot d$
 $U = \frac{2q_1}{2 \epsilon_0 S} \cdot d$
 $q_1 = \frac{\epsilon_0 S U}{d}$



$\Delta P = K \frac{q^2}{d}$
 \leftarrow

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

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

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

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

$\varphi_2 = \frac{3Kq_2}{2d}$

$\varphi_3 = \frac{2 \epsilon_0 S}{2d} = \frac{3Kq_3}{2d}$

$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{6Kq_1}{2d} + \frac{3Kq_2}{2d} = \frac{3K}{2d} (q_1 + q_2) =$

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

$\varphi_0 = \frac{U^2}{2} = \frac{U^2}{2} + \varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3$

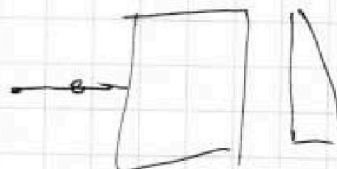
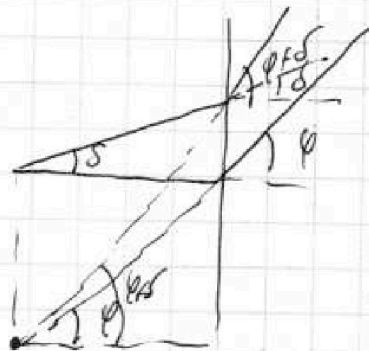
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

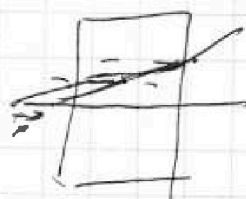
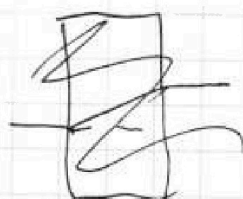
МОТИ

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



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

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



$U = R \cdot I$

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

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

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

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

$$32 + 18 - 10 = 2128$$

$$16 \quad 28 \quad \frac{28}{2}$$

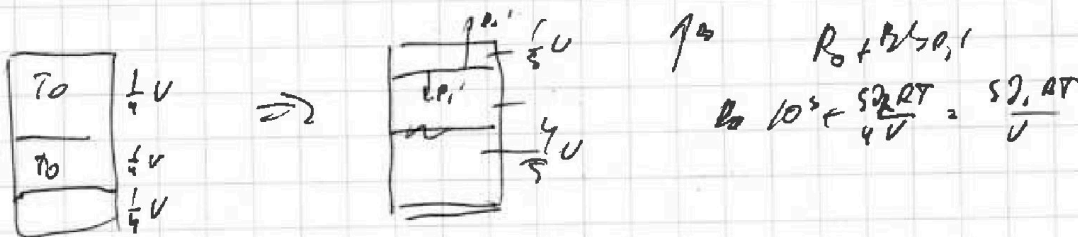
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

$$\gamma (p_1 - p_2) R T_0 = p_2 \cdot \frac{1}{4} U$$

$$a) = k \frac{1}{4} U \quad \frac{\gamma}{p_2} = 1$$

$$\gamma_2 \cdot a) = \gamma_2 - \frac{\gamma_2}{(k p_2 - 1)} = \gamma_2 \left(1 - \frac{1}{(k p_2 - 1)} \right)$$

$$\frac{\gamma_2 - a)}{\gamma_2} = \frac{\gamma_2 - a)}{\gamma_2}$$

$$\frac{\gamma_2 - a)}{\gamma_2} = \frac{1}{4} \gamma_2 + \frac{p_2}{20 T} \quad P_2 V = \gamma_2 \cdot R T$$

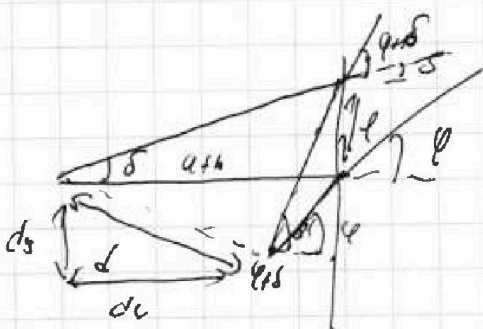
$$\downarrow \uparrow \quad (\gamma_2 - a) R T_2 = \gamma_2 R T$$

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

$$p = \frac{\gamma_2 R T}{V} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{p_1 R T}{p_2 R T} \quad \gamma_1 = 40 k R T \gamma_2$$

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma_1 R T}{\gamma_2 R T} \quad \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\gamma_1 R T}{\gamma_2 R T}$$

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



$$d_y = \frac{1}{2} d_h (\varphi + \psi) d_h - l = \varphi d_h (a h - d_x)$$

$$S = \frac{l}{a h} \left(\varphi + \frac{l}{a h} \right) d_h - \varphi = \varphi (a h - d_x)$$

$$\varphi d_h = \varphi (a h - d_x)$$

$$\varphi d_h = \varphi a h - \varphi d_x$$

$$d_x = \frac{\varphi (a h)}{\varphi} = a h$$