



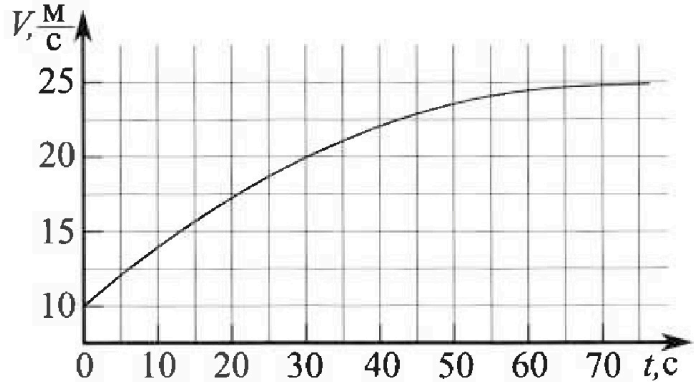
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## 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  $V_1$ ?

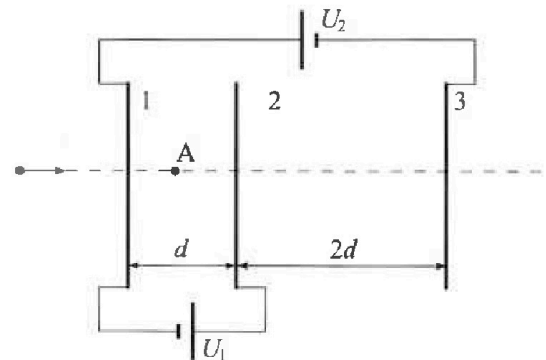
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  растворённого газа в объёме жидкости  $w$  пропорционально парциальному давлению  $p$  газа:  $\Delta v = kpw$ . Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры  $k \approx (1/3) \cdot 10^{-3}$  моль/(м<sup>3</sup>·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 A на расстоянии  $d/3$  от сетки 1.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-01

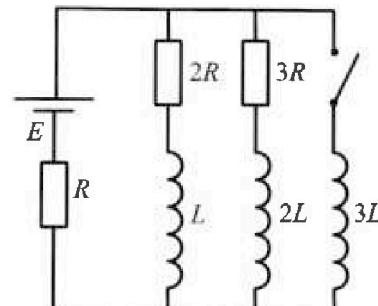
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



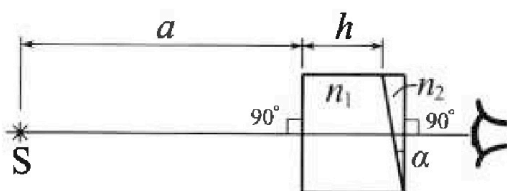
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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!

№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:  $F_c = F_k \quad kU = F_k \quad k = \frac{F_k}{U} = \frac{500}{25} = \frac{25 \cdot 20}{25} = 20 \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}}$

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

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

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

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

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

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

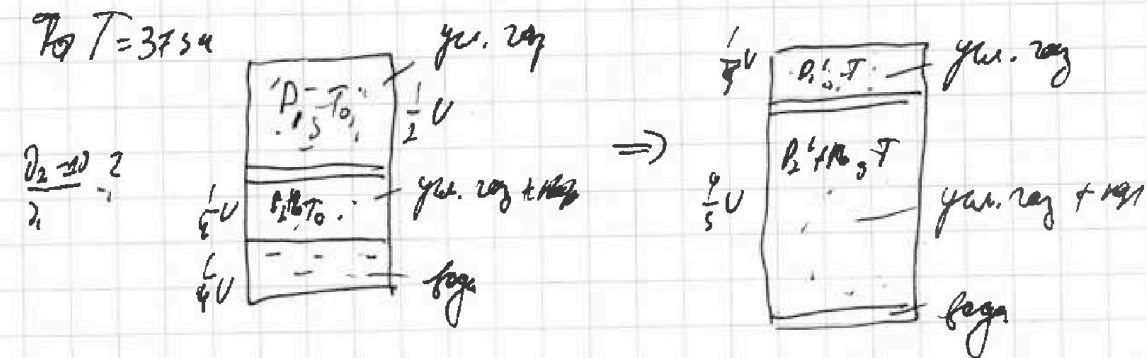
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$\Delta J = k P W$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T = \frac{3}{4}T_0 \quad P_2 = \frac{4}{5}P_1$$

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

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

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

$$J_1 = 4\alpha RT J_2$$

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

$$P_1' = P_2' + P_A$$

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

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

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

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

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

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!

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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!

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

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

$$2) Uq$$

$$3) U_0$$

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

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

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

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

$$q_2 = \frac{4,791 - 43}{2\epsilon_0 S} = -\frac{83}{\epsilon_0 S}$$

$$E_{12} = 2d = 54$$

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

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

$$q_1 = -q_3 - q_2 = +\frac{10\epsilon_0 S U}{2} + \frac{36U S}{d} = \frac{7\epsilon_0 S U}{d}$$

$$\varphi_A = \frac{3k}{6d} \left( -8 \cdot \frac{4\epsilon_0 S U}{d} + 4 \cdot \frac{36\epsilon_0 S U}{d} - \frac{10\epsilon_0 S U}{d} \right) = 0$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

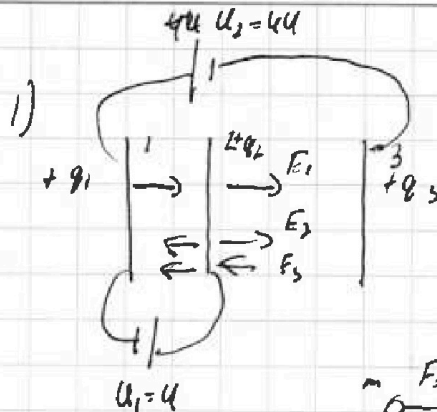
решение которой представлено на странице:

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!

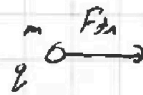
№3  $U_1 = U$   
 $U_2 = 4U$   
 $S_1 \gg d$   
 $m, q > 0$   
 $U_0$   
 ~~$U_0$~~   
 ~~$U_0$~~



$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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



$$F_{Эл} = ma$$

$$F_{Эл} = E_{12} \cdot q$$

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

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

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

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

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

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

см. на обороте

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

~~$\Phi_{0A} = 3\Phi: \Phi_{0A} + \frac{mU_0^2}{2} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_A$~~

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

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

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

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

~~$3\Phi: \frac{mU_0^2}{2} + \Phi_{0A} = \frac{mU_1^2}{2} + \Phi_1$~~

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

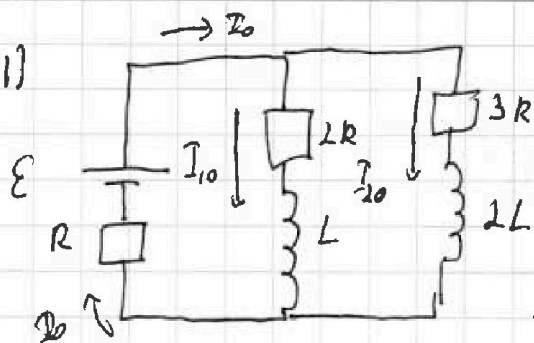
решение которой представлено на странице:

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

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

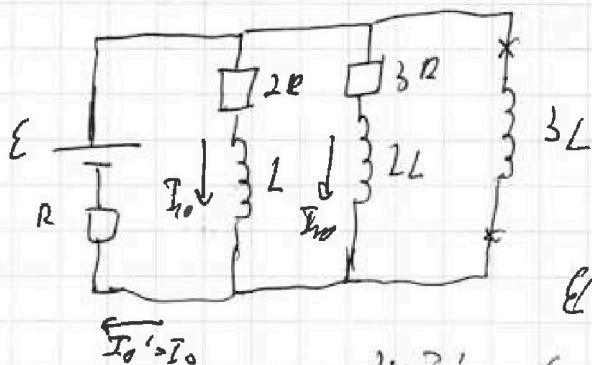
$$I_{10} = \frac{2}{3} I_0$$

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

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

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

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



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

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

по II закону Кирхгофа:

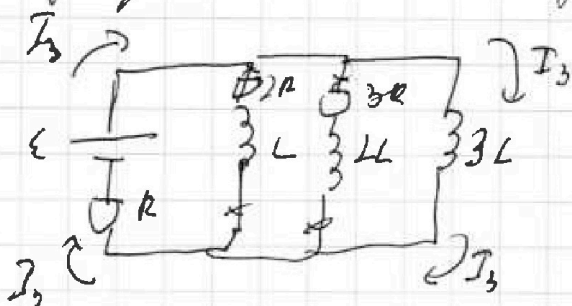
$$E + 3L \cdot I_{3L}' + I_0 R$$

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

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

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

3) В упр. решиме ток на катушках равно 0



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



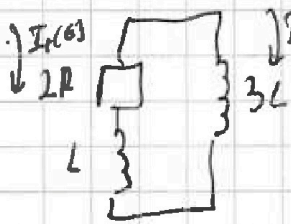
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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

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

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

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

$$2R q_1 = 3L I_2 + L I_1 = 3L \frac{\varepsilon}{R} + L \cdot \frac{3}{R} \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3L \varepsilon}{R} \left(1 + \frac{1}{R}\right) = \frac{4 \cdot 3 \varepsilon L}{R \cdot 11}$$

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

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

2) 1)  $\frac{3}{11} \frac{\varepsilon}{R}$

2)  $\frac{2\varepsilon}{11L}$

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

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

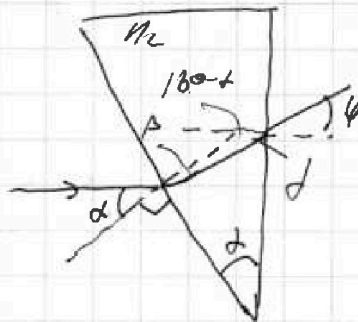
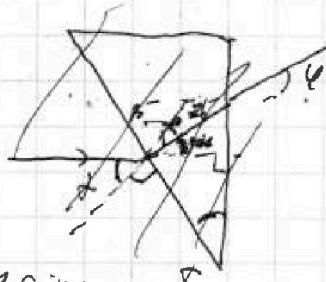
$n_1, n_2, n_3 = ?$

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

$a = 199 \text{ см}$

$\alpha = 0,1 \text{ рад}$

$h = 9 \text{ см}$



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

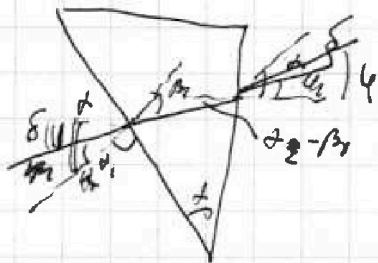
Если угол малый  $\Rightarrow n_3 \alpha = n_2 \beta$

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

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

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

2)



$\delta_1 = n_2 \beta, (\alpha - \beta) \cdot n_2 = \varphi_1$

$\alpha n_2 - \delta_1 = \varphi_1$

$\alpha n_2 - \varphi_1 \rightarrow \alpha n_2 \Rightarrow$  *призма без*

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

где  $\delta$  угол между гориз. линией и *продолжением*

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

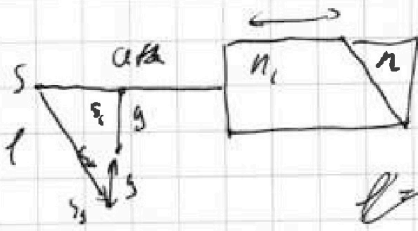
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$r = \sqrt{(a+h-x)^2 + b^2} \quad \varphi = ?$$

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

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

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

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

→ tan φ = ...

φ

Ответ: 1) 0,07 рад

2) 14,21 м

3) Сферическое туг



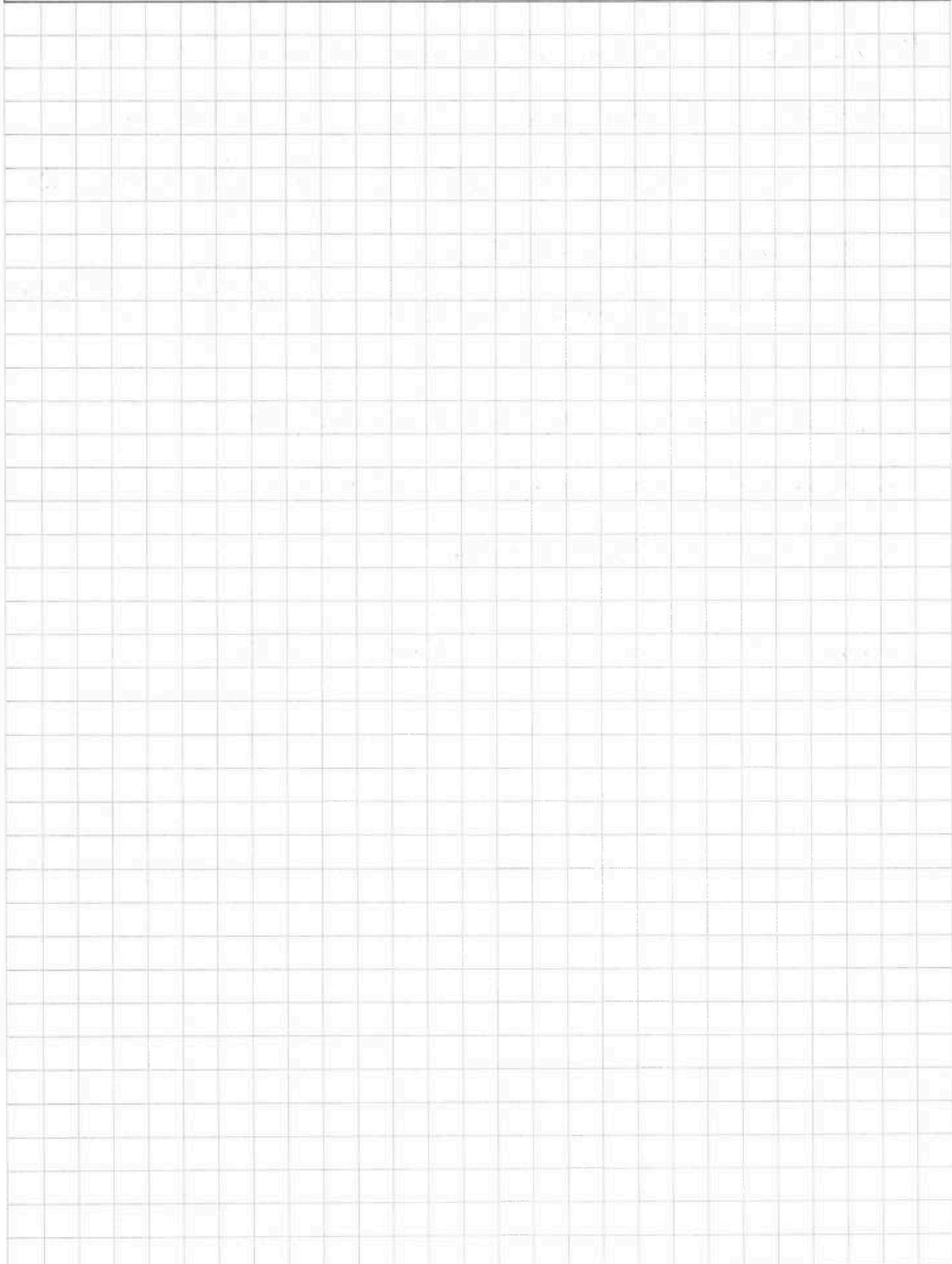
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



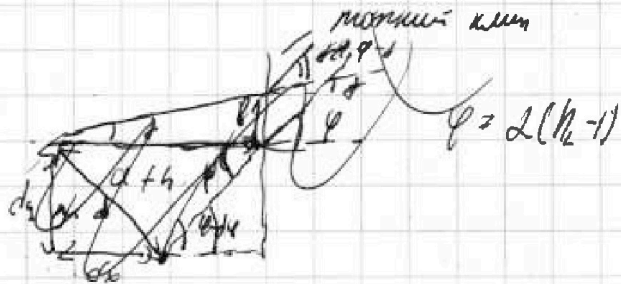
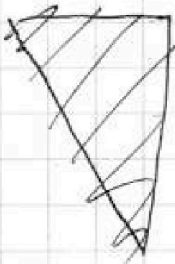
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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



$d = ?$

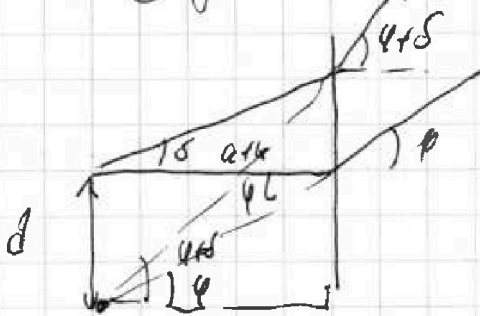
$$d = \frac{b}{a+h} \cdot \varphi \quad \varphi = \frac{d_0}{a+h-d_0} \quad \varphi = \frac{b \cdot d_0}{a+h-d_0}$$

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

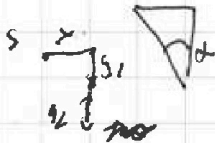
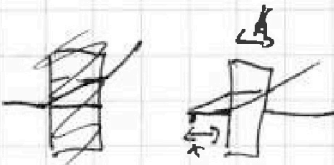
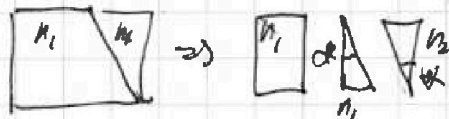
Убедитесь, что формула  
можно использовать

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

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



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



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

то виде луч  
введем углуб  
по формулам

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

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

$$\varphi_1 = \frac{d_0}{a+h-d_0} \quad \varphi_2 = \frac{d_0}{a+h-d_0}$$

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

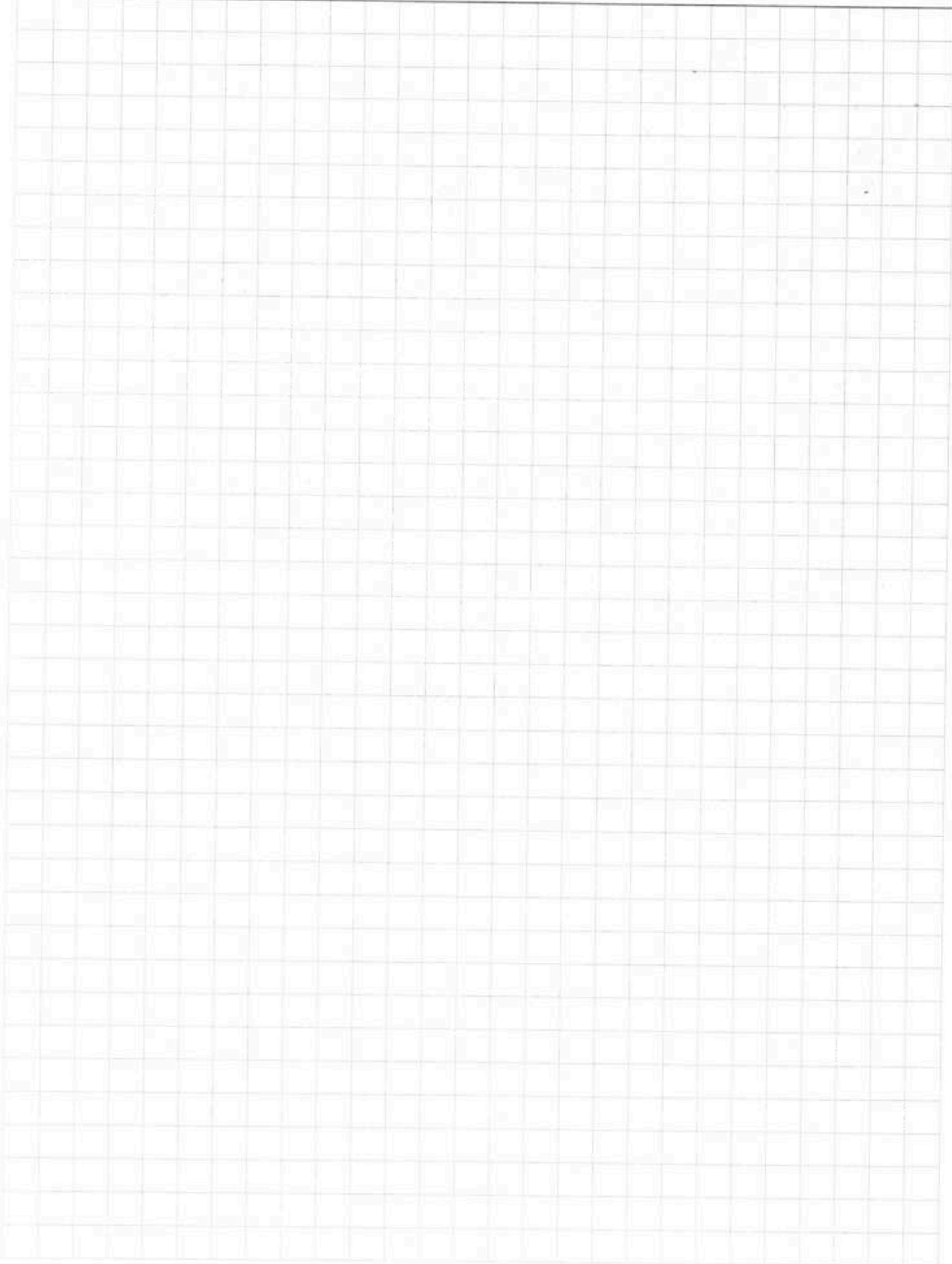
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МОТИ**

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

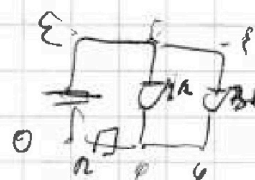
МФТИ

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



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

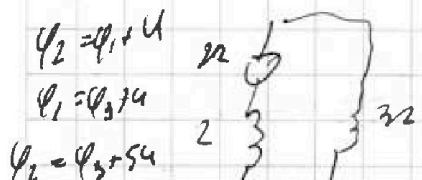
$U_{2L} = U_C$   
 $\mathcal{E} = I_0 \cdot 2R + U_C + I_0 R$   
 $U_C = -\frac{6}{5} \mathcal{E}$



$\mathcal{E} - 0 = I_0 R$   
 $\mathcal{E} = I_0 R$

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

$U_{2L} = \varphi_2 - \varphi_1$   
 $U_C = U_{2L} + U_{2R}$   
 $U_{2R} = 3U$   
 $\mathcal{E} - \varphi_2 = I_0 \cdot 2R = \frac{1}{5} I_0 \cdot \mathcal{E}$



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

~~$2I_0 R = 5\mathcal{E} - I_0 R + U_C + I_0 R = \mathcal{E}$~~

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

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

$\varphi = \frac{4\mathcal{E}}{5}$

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

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

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

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

$\frac{3k\varphi_1}{d} + \frac{3k\varphi_2}{2d} + \frac{3k\varphi_3}{8d} =$

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

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

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

$\varphi_3 = \varphi_1 - \varphi_2$

$U_C = \varphi_2 - \varphi_1$

$\frac{9(9\varphi_2 - \varphi_1) - \varphi_1}{5} = \frac{81\varphi_2 - 10\varphi_1}{5}$

$-\varphi_3 = 8\varphi_1 - 9\varphi_2$

$\varphi_3 = 2\varphi_1$

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

$\varphi_2 = -2.5\varphi_1 = \frac{44\mathcal{E}}{8} = \frac{\mathcal{E} \cdot 11}{2} = \frac{3\mathcal{E} \cdot 11}{8}$

$\frac{11\mathcal{E}}{8} = 44$

$2\varphi_3 = \frac{2 \cdot 44 \cdot \mathcal{E}}{6}$

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!



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

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

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

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

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

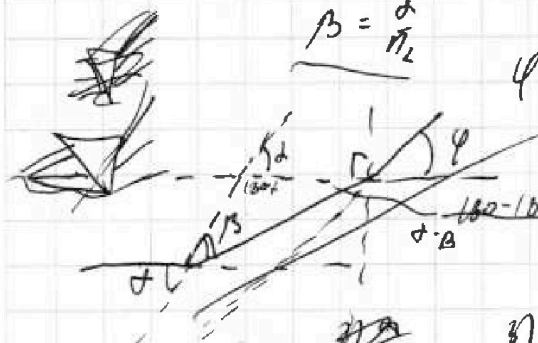
$\varphi = k \frac{\alpha}{R}$

$\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$   
 $\varphi_2 = \varphi_1 = \varphi$   
 $\varphi_2 = \varphi_1 = \varphi$

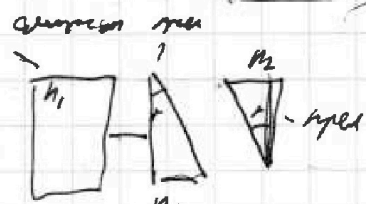
$\varphi_0 = \frac{1}{2} d \cdot E_{12} \cdot \varphi_1$   
 $2 \cdot 9$   
 $55 \quad 65$

$a = \frac{E_{12}}{E_0} = \frac{1,75}{109} = 0,015$

$\frac{1,75}{57} = \frac{1,75}{57} = \frac{1,75}{57}$

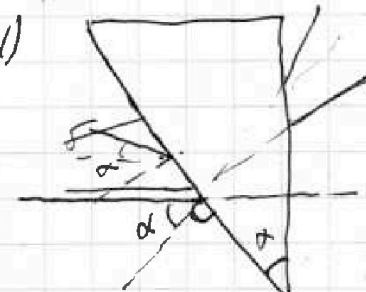


$(\alpha - \beta) n_2 = \varphi$   
 $\varphi = \alpha n_2 - \beta = \alpha n_2 - \frac{\alpha}{n_2} = \alpha \left( \frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right)$   
 $\varphi \approx \left( \frac{n_2^2 - 1}{n_2} \right) \alpha$



$\mathcal{E} = \mathcal{I} R$   
 $\mathcal{E} = 3I \cdot 2R + \mathcal{E}$

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



$\mathcal{E} = I_{20} \cdot 3R + U_{2c} + I_0 R$

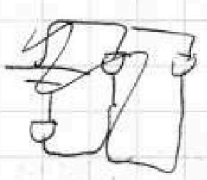
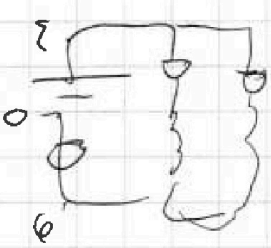
$\mathcal{E} = \frac{6}{5} \mathcal{E} + \frac{2}{5} \mathcal{E} + U_{2c}$   
 $U_{2c} = \frac{6}{5} \mathcal{E}$

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

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

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

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



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

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

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

$\varphi_2 = \varphi$

$\varphi_2 = \varphi_1$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

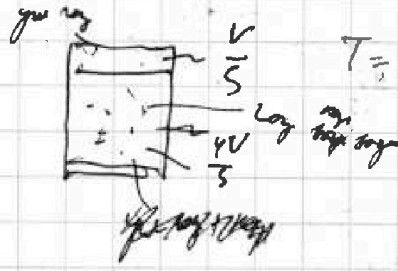
**МОТИ**

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

исл.  $V, m=0$

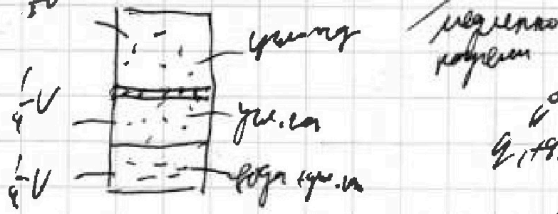
$q_1 = -q_2 - q_3$

$q_1 = -q_2 - q_3$

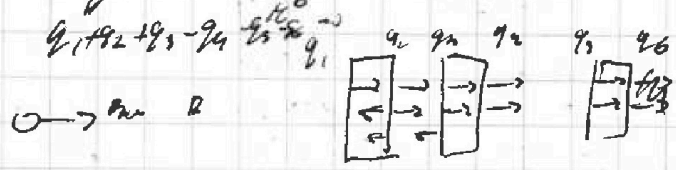


$T = \sum \frac{1}{4} T_0 = 375 K$

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



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

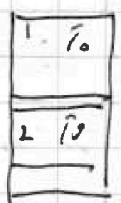


газ при  $T$  ...  $\Delta Q = K P W$

газ при  $T$ :  $\Delta Q = K \frac{1}{4} V \cdot P_{газ}$

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

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



$P_1 = P_2 + P_3$

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

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

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

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

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

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

$P_1' = P_1 + P_0$

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

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

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

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

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

$q_1 = q_2 + q_3 = 0$

$h_{12} \cdot d = 4$

$\frac{100}{16} \frac{RT_0}{V} + \frac{100}{16} \frac{RT_0}{V} + \frac{100}{16} \frac{RT_0}{V} = 0$

$\frac{100}{16} \frac{RT_0}{V} = 0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

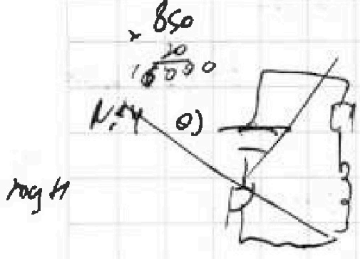
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

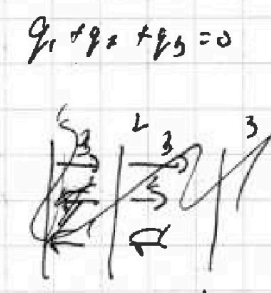
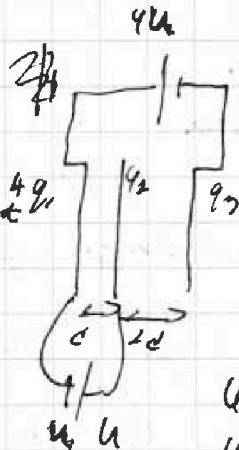
МФТИ

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

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



$F = qU$   
 $F = R U$   
 $500 = 2 \cdot 10^5$   
 $R = 20 \Omega$   
 $a = U$

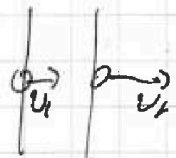


$\frac{H}{L} = \frac{K \cdot H}{L}$   
 $\frac{H}{L} = \frac{K \cdot H}{L} = K \cdot \frac{H}{L}$

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

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

$U = Ed$   
 $U = \frac{1}{2 \cdot 10^5} (q_1 + q_2) \cdot d$   
 $U = \frac{q_1 - q_2 - q_3}{2 \cdot 10^5} \cdot d$   
 $U = \frac{2q_1}{2 \cdot 10^5} \cdot d$   
 $q_1 = -q_2 - q_3$   
 $q_1 = \frac{F_2 \cdot 54}{d}$

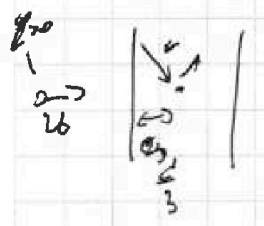


$\frac{L}{d} = 25$

$4U = \frac{1}{2 \cdot 10^5} (2q_1 - 2q_2) = \frac{2q_1 - 2q_2}{10^5} \cdot 3d$

$q_3 = \frac{44 \cdot 605}{3d} + \frac{3 \cdot 6054}{3d} = \frac{7 \cdot 6054}{3d}$

$q_1 = 2q_2 - q_3 - q_1 = -\frac{5}{3} - \frac{3}{3} = -\frac{8}{3} \frac{6054}{d}$



$\Delta \varphi = k \frac{q_1}{r}$   
 $\leftarrow$

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

$\varphi_1 = \frac{3kq_1}{d}$

$\varphi_2 = \frac{3kq_2}{d}$

$\varphi_3 = \frac{2kq_3}{3} = \frac{3kq_3}{3d}$

$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{6kq_1}{2d} + \frac{3kq_2}{2d} = \frac{3k}{2d} (q_1 + q_2) =$

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

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

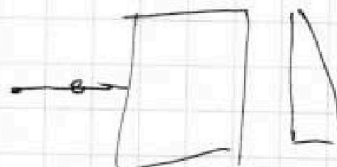
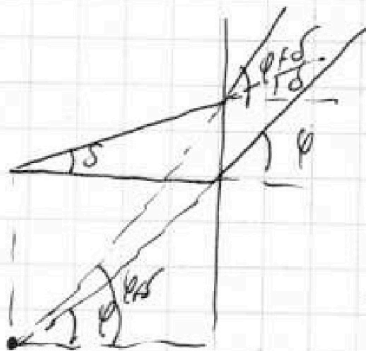
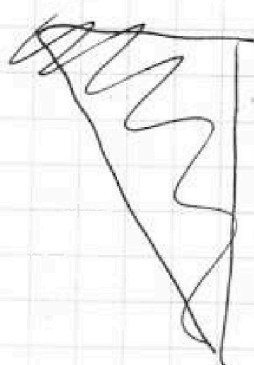
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

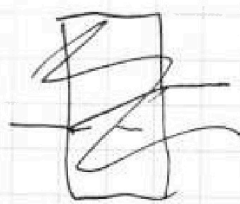
**МОТИ**

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



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

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



$$U = R \cdot I$$

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

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

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

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

$$32 + 18 - 10 = 2128$$

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

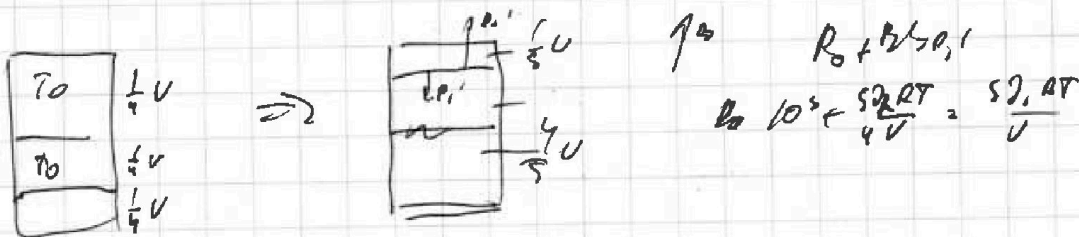
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$\alpha) = \kappa p U$   $p = (p_1 - p_2) \cdot 2$   $R_2 \cdot U = \gamma \cdot \tau$   
 $(\gamma_1 - \alpha) RT_0 = p_2 \cdot 4/5 U$

$\alpha) = \kappa \frac{1}{4} U$   $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = 1$

$\gamma_2 - \alpha) = \gamma_2 - \frac{\alpha \gamma_2}{(\kappa p_2 - 1)} = \gamma_2 \left( 1 - \frac{1}{(\kappa p_2 - 1)} \right)$

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

~~$\frac{\gamma_1 - \alpha}{\gamma_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} - \frac{\alpha}{\gamma_2}$~~   $\frac{\alpha}{\gamma_2 - \alpha} = \frac{1}{\gamma_2} + \frac{4U}{2RT}$   $p_2 U = \gamma_2 \cdot RT$

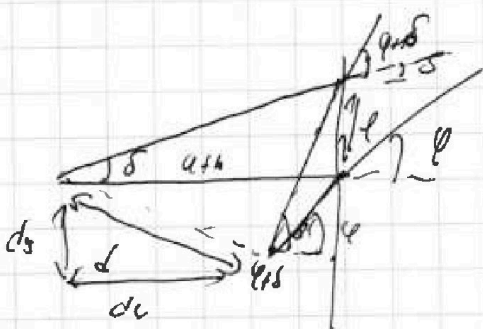
$\downarrow \gamma_1 \uparrow \gamma_2$   $(\gamma_2 - \alpha) RT_0 = \gamma_2 \cdot RT$

$p_1 = p_2 \rightarrow 4 \gamma_2$

$p = \frac{2RT}{U}$   $\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \kappa RT$   $\gamma_1 = 4 \kappa RT \gamma_2$

$\frac{2RT}{U}$   $(\gamma_2 - \alpha)$

$p_2 = p_1 + p_2$   $p_0 = p$



$d_y = \int_{d_x}^{\alpha h} (\varphi + S) dx - l = \varphi d_x (a h - d_x)$

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

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

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

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