

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

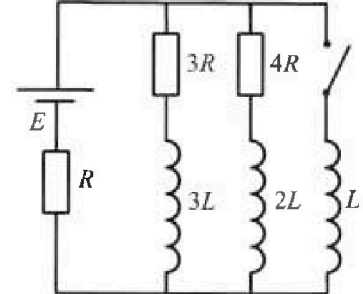
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



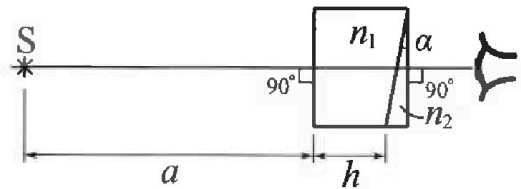
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 1) Найти ток I_0 через резистор с сопротивлением $3R$ при разомкнутом ключе.
- 2) Найти скорость возрастания тока в катушке индуктивностью L сразу после замыкания ключа.
- 3) К какой заряд протечет через резистор с сопротивлением $3R$ 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 $n_v = 1,0$. Точечный источник света S расположен на расстоянии $a = 90$ 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 $h = 14$ см. Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.



Толщина призмы с показателем преломления n_2 на прямой «источник – глаз» намного меньше h . Отражения в системе не учитывать.

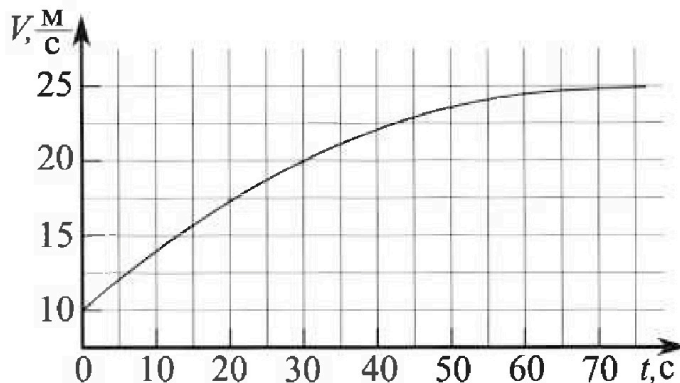
- 1) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая $n_1 = n_v = 1,0$, $n_2 = 1,7$, найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая $n_1 = 1,4$, $n_2 = 1,7$, найдите на каком расстоянии от источника будет его изображение, которое увидит наблюдатель.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-03

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

1. Автомобиль массой $m = 1500$ 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 $F_k = 600$ Н. Считать, что при разгоне сила сопротивления движению пропорциональна скорости.



- 1) Используя график, найти ускорение автомобиля в начале разгона.
- 2) Найти силу тяги F_0 в начале разгона.
- 3) Какая мощность P_0 передается от двигателя на ведущие колеса в начале разгона?

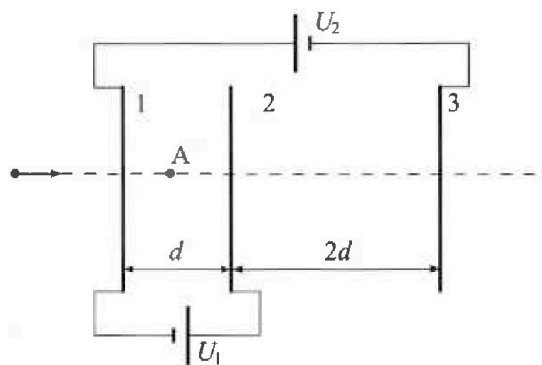
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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 гелий, а в нижней - вода и углекислый газ. В начальный момент система находилась в равновесии при давлении $P_0 = P_{\text{атм}}/2$ ($P_{\text{атм}}$ - нормальное атмосферное давление) и при комнатной температуре T_0 . При этом жидкость занимала объём $V/4$. Затем цилиндр медленно нагрели до $T = 373$ К. Установившийся объём его верхней части стал равен $V/5$.

По закону Генри, при заданной температуре количество Δv растворённого газа в объёме жидкости w пропорционально парциальному давлению p газа: $\Delta v = kpw$. Объём жидкости при этом практически неизменен. Для углекислого газа константа Генри для данной комнатной температуры $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$ 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 отношение конечной и начальной температур в сосуде T/T_0 .

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 $U_2 = 3U$. 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 $d/4$ от сетки 1.

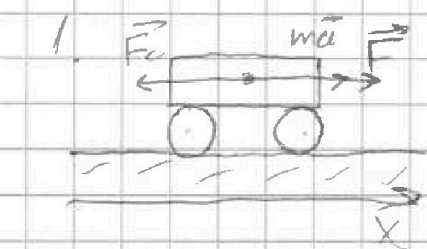
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$ma = \vec{F} + \vec{F}_c \quad ||$$

$$ma = F - F_c \quad (\text{по ОХ})$$

Дано:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_c = 600 \text{ Н}$$

$$1) a_0 = \frac{dv}{dt}$$

будем считать, что $\Delta t = 5 \text{ с}$ (маленькое изменение скорости)

$$a_0 = \frac{(12,5 - 10) \text{ м/с}}{5 \text{ с}} = \boxed{0,5 \text{ м/с}^2}$$

(приращение скорости)

2) рассмотрим конец движения. $v = 0 \Rightarrow ma = 0$

$$\Rightarrow F_c - F_k = 0 \Rightarrow F_k = F_c$$

$$F_c = \lambda v_k \quad (\text{по закону } F_c \sim v^2), \text{ где } \lambda - \text{коэф. к тр.}$$

$$F_k = 600 \text{ Н}; v_k = 25 \text{ м/с}$$

$$\lambda = \frac{F_k}{v_k} = \frac{600 \text{ Н}}{25 \text{ м/с}} = \boxed{24 \frac{\text{Н}}{\text{м}}}$$

$$\begin{cases} ma_0 = F_0 - F_{c0} \\ F_{c0} = \lambda v_0 \end{cases} \Rightarrow F_0 = ma_0 + \lambda v_0 = ma_0 + \frac{v_0}{v_k} F_k =$$

$$F_{c0} = \lambda v_0 = 1500 \cdot 0,5 + \frac{10}{25} \cdot 600 = 750 + 240 = \boxed{990 \text{ Н}}$$

3) будем считать мощность (N) на самом коротком участке

$$\Delta W = \frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2} = \frac{m(v_2 - v_1)(v_2 + v_1)}{2}; N_0 = N_F - N_{F_c}$$

$$(F_0 - F_c) \Delta t = m(v_2 - v_1) \Rightarrow N_F = \frac{F_0(v_1 + v_2)}{2}$$

$$N_0 = \frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{(F_0 - F_c)(v_1 + v_2)}{2} \quad \text{средняя мощность} = \frac{990}{2} \cdot 22,5 = \boxed{11137,5 \text{ Вт}}$$

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!



He	$\frac{V}{2}$	p_0

CO ₂	$\frac{V}{4}$	p_0

CO ₂ + He	$\frac{V}{4}$	p

$$V_{He_0} = \frac{V}{4}$$

$$V_{He} = \frac{V}{5}$$

Дано:

$$V_{CO_2_0} = \frac{V}{4}$$

$$\Delta V = K p V$$

$$T = 373 K$$

$$V_{He_0} = \frac{V}{2}$$

p

$$p_0 = \frac{p_{atm}}{2}$$

$$V_k = \frac{V}{4}$$

$$RT \approx 3 \cdot 10^3$$

$$K \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$$

$$p \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

$$\begin{cases} p_0 \frac{V}{2} = \nu_{He} R T_0 \\ p_0 \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} R T_0 \end{cases}$$

~~$$p \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT$$~~

$$V_{CO_2}' = V - \frac{V}{5} - \frac{V}{4} = \frac{20-4-5}{20} V = \frac{11}{20} V$$

~~$$p \frac{V}{4} = \nu_{CO_2} RT$$~~

$V_{Boya} \times C_m$

$$\frac{\nu_{He_0}}{\nu_{CO_2_0}} = 2$$

$$\Delta V_0 = K p_0 \frac{V}{4}; \quad \nu_{CO_2}' = \nu_{CO_2} - \Delta V_0$$

$$\nu_{He} \approx C_m (\text{изометрия})$$

$$\Delta V' = K p \frac{V}{4} \Rightarrow \nu_{CO_2}' = \nu_{CO_2} - \Delta V' =$$

$$= \nu_{CO_2_0} + K p_0 \frac{V}{4} - K p \frac{V}{4} = \nu_{CO_2_0} + K \frac{V}{4} (p_0 - p)$$

$$p \frac{11}{20} V = \nu_{CO_2}' RT$$

$$\frac{\nu_{CO_2}'}{\nu_{He}} = \frac{11}{20} \cdot 5 = \frac{11}{4}; \quad \frac{\nu_{CO_2_0} + K \frac{V}{4} (p_0 - p)}{\nu_{He_0}} = \frac{11}{4}$$

$$p \frac{V}{5} = \nu_{He} RT$$

$$\frac{1}{2} + \frac{K V (p_0 - p)}{4 \nu_{He}} = \frac{11}{4} \Rightarrow \frac{K (p_0 V - p V)}{\nu_{He}} = 9 \Rightarrow K \frac{2 p_0 V - p V}{\nu_{He}} = 9$$

$$p_0 V = 2 \nu_{He} RT_0$$

$$p V = 5 \nu_{He} RT$$

$$K (2 R T_0 - 5 R T) = 9 \Rightarrow \frac{T_0}{T} = \frac{9 + 5 R K T}{2 R K T} = \frac{9 + 5 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{9 + 7,5}{3} = 5,5$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

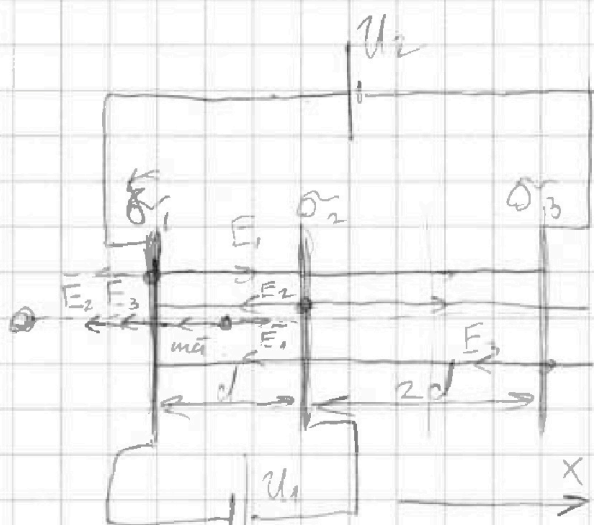
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



3.



Дано:

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0}, \quad \sigma_1 = \frac{q_1}{S}, \quad U_1 = U$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0}, \quad \sigma_2 = \frac{q_2}{S}, \quad U_2 = 3U$$

$$E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}, \quad \sigma_3 = \frac{q_3}{S}, \quad m, g, v_0$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

$$U_1 = (E_2 + E_3 - E_1) \cdot d$$

$$U_2 = \cancel{E_1 \cdot d + E_1 \cdot 2d - E_2 \cdot d + E_2 \cdot 2d - 3E_3 \cdot d}$$

$$U_2 = 3E_1 \cdot d + E_2 \cdot d - 3E_3 \cdot d = (3E_1 + E_2 - 3E_3) \cdot d$$

$$\begin{cases} U_1 = (q_2 + q_3 - q_1) \frac{d}{2S\epsilon_0} = U \\ U_2 = (3q_1 + q_2 - 3q_3) \frac{d}{2S\epsilon_0} = 3U \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3U_1 + U_2 = (3q_2 + q_3) \frac{d}{2S\epsilon_0} \\ 5U = 4q_2 \frac{d}{2S\epsilon_0} \Rightarrow q_2 = \frac{5US\epsilon_0}{d} \end{cases}$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0 \Rightarrow q_1 = -q_2 - q_3$$

$$\sigma_2 = \frac{q_2}{S} = \frac{3U \cdot \epsilon_0}{d}$$

$$U_1 - (q_2 + q_3 + q_2 + q_3) \frac{d}{2S\epsilon_0} = (q_2 + q_3) \frac{d}{2S\epsilon_0} = U \Rightarrow q_3 = \frac{US\epsilon_0}{d} - \frac{3US\epsilon_0}{d} = -2 \frac{US\epsilon_0}{d}$$

$$\sigma_3 = \frac{q_3}{S} = \left[-\frac{2U\epsilon_0}{d} \right] \Rightarrow q_1 = -\frac{US\epsilon_0}{d} \Rightarrow \sigma_1 = -\frac{U\epsilon_0}{d}$$

1) $m\ddot{x} = E_1 \cdot q + E_2 \cdot q + E_3 \cdot q$ (II II)

так как:

$$-m\ddot{x} = (E_1 - E_2 - E_3) \cdot q \Rightarrow m\ddot{x} = \frac{\sigma_2 + \sigma_3 - \sigma_1}{2\epsilon_0} \cdot q \Rightarrow \ddot{x} = \frac{2U\epsilon_0}{2d\epsilon_0} \frac{q}{m} = \frac{Uq}{dm}$$

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!

3.

$$2) E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon_0} = -\frac{U}{2d}$$

$$E_2 = \frac{\sigma_2}{2\epsilon_0} = \frac{3U}{2d}$$

$$E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0} = -\frac{U}{d}$$

$$\left\{ \begin{aligned} W_{K_1} - W_{K_2} &= + A_{эл} = q \Delta\varphi, \\ A_{эл} &= q \Delta\varphi, \\ \Delta\varphi &= U_0 = U \end{aligned} \right.$$

$$\downarrow$$

$$W_{K_1} - W_{K_2} = \boxed{Uq}$$

$$3) \left\{ \begin{aligned} W_{K_A} - W_{K_0} &= - A_{эл} = -q \Delta\varphi \quad (3 \text{ л.з.}) \\ W_{K_A} &= \frac{m v_A^2}{2} \\ W_{K_0} &= \frac{m v_0^2}{2} \\ \Delta\varphi &= (\varphi_A - 0) \end{aligned} \right.$$

$$\varphi_A = E_1 \cdot \frac{d}{4} - E_2 \cdot \frac{3}{4}d - E_3 \cdot \frac{1}{4}d$$

$$= (E_1 - 3E_2 - 1E_3) \frac{d}{4}$$

$$\downarrow$$

$$m v_A^2 = m v_0^2 - \frac{3}{2} U q \cdot 8$$

$$\boxed{v_A = \sqrt{v_0^2 - 3 \frac{Uq}{m}}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

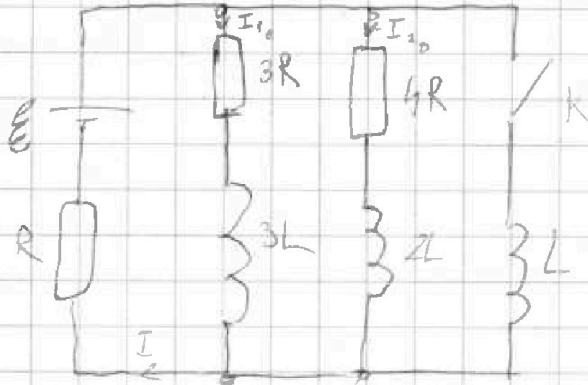
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ.

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



4.



Дано:

E, R, L

$I_{10} - ?$

$I_{30} - ?$

$q_1 - ?$

уст. режим сразу после К.

$$E = I_{10} \cdot 3R + R \cdot I_0$$

$$E = I_{20} \cdot 4R + R \cdot I_0$$

$$I_{10} + I_{20} = I_0 \quad (E_s = 0 \text{ уст. режим})$$

$$I_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R} \quad (\text{такое же как в замкнутой})$$

1) Поток через катушку не изменяется \Rightarrow $\dot{q}_1 = 0$

$$3I_{10} = 4I_{20}$$

$$I_{10} = \frac{4}{3} I_{20} \Rightarrow I_{10} = \frac{4}{3} I_{20}$$

$$E = 4I_{20}R + \frac{7}{3}I_{20}R = \frac{19}{3}I_{20}R$$

$$I_{20} = \frac{3}{19} \frac{E}{R}$$

$$I_{10} = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

$$\begin{cases} E - E_{s30} = I_0 R \\ E_{s30} = \dot{I}_{30} L \\ I_0 = \frac{7}{19} \frac{E}{R} \end{cases} \quad \left(\begin{array}{l} I_0 \text{ такое же как в цепи замкнутой} \\ \text{т.к. } I_0 = I_{10} + I_{20} + I_{30} = 0 \end{array} \right)$$

$$2) \frac{E - \frac{7}{19}E}{L} = \dot{I}_{30} \Rightarrow \dot{I}_{30} = \frac{12}{19} \frac{E}{L}$$

$$3) E_{s1} - E_{s2} = I_1 \cdot 3R$$

$$E_{s1} = -\dot{I}_1 \cdot L \cdot 3$$

$$E_{s2} = -\dot{I}_3 L$$

$$I_3 L - 3\dot{I}_1 L = 3I_1 R$$

I_{30} - ср. возмает. ток

в катушке L | в цепи

$$\int_0^{I_K} dI_3 L - \int_0^{I_{10}} 3dI_1 L = \int_0^{I_K} 3dq_1 R$$

$$I_K L + 3I_{10} L = 3q_1 R \Rightarrow E = I_K R$$

$$q_1 = \frac{EL}{3R} + \frac{12}{319} \frac{EL}{R^2} = \frac{31}{57} \frac{EL}{R^2}$$

так через 3L и 2L дует 0, а весь ток дует через цепь L.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

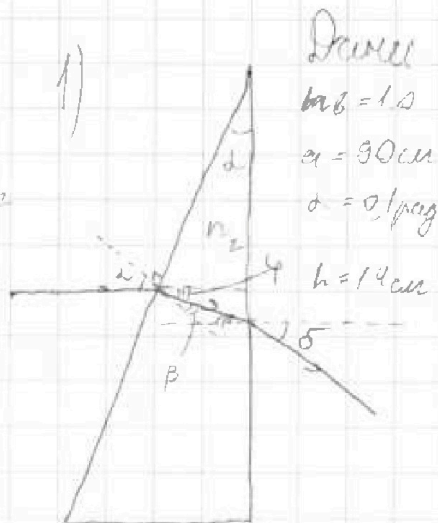
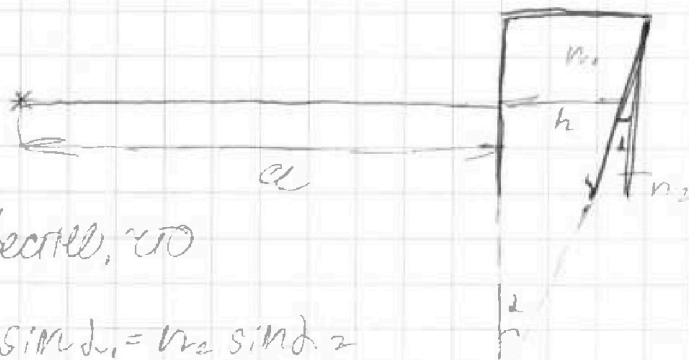
1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



5.



Даны
 $ab = 1.0$
 $a = 90 \text{ см}$
 $\alpha = 0.1 \text{ рад}$
 $h = 14 \text{ см}$

1) Известно, что

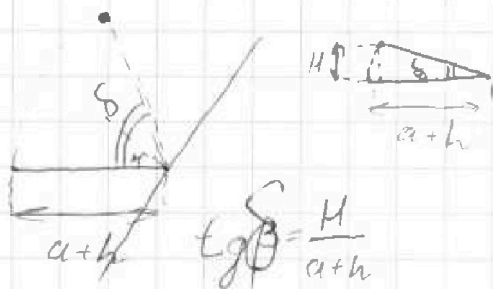
$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$$

т.к. $n_1 = n_3 = 1$ луч не отклоняется в призме n_1 .

$$n_2 = 1.7 \Rightarrow \delta = 2(n_2 - 1) = 0.1 \cdot 0.7 = 0.07 \text{ рад}$$

$$\left(\begin{array}{l} \varphi = \alpha - \beta \\ \alpha - \beta = \delta \cdot n_2 \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \sin \alpha \approx \alpha \\ \sin \beta \approx \beta \\ \sin \delta \approx \delta \end{array} \right)$$

2) т.к. луч повернется на β угол изобразится также повернется отстоявшая на β



т.к. угол мал считаем $\sin \alpha \approx \alpha$ и $\sin \beta \approx \beta$ поворот изобразит прями. линией

$$\tan \beta \approx \delta \Rightarrow h = \delta(a+h) = 0.07 \cdot 104 \text{ см} = 7.28 \text{ см}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

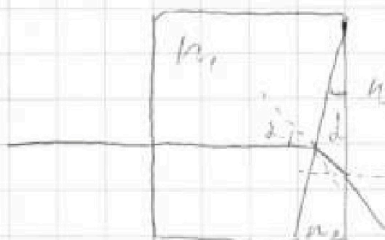
1
 2
 3
 4
 5
 6
 7



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



5) 3)



~~анализируем первую точку
в n_1 угл. α на нормали ON_1
(т.к. \perp n_2 -пл.)~~

$$\begin{cases} \alpha \cdot n_1 = \beta \cdot n_2 \\ \varphi = \alpha - \beta \text{ (доказано в 1 пункте)} \\ \varphi \cdot n_2 = \delta \cdot l \end{cases}$$

$$\delta_{\text{max}} = (\alpha - \beta) n_2 = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \beta n_2 = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \alpha n_2 = (n_2 - n_1) \alpha = 0,03 \text{ рад}$$

~~$H = (a+b) \cdot \delta$ доказано в 1 пункте~~

~~$$H = (a+b)(n_2 - n_1) \alpha = 104 \text{ см} \cdot (1,7 - 1,4) \cdot 0,1 = 0,03104 \text{ см} \approx 3,12 \text{ см}$$~~

n_1 - срезаемая призма $\delta = (n_1 - 1) \alpha$

$$\delta = \delta_1 - \delta_2 \Rightarrow \delta = (n_1 - 1) \alpha - (n_2 - n_1) \alpha = 2n_1 \alpha - \alpha - n_2 \alpha =$$

$$\delta_1 = (n_1 - 1) \alpha = \alpha (2n_1 - 1 - n_2) = 0,01 \text{ рад}$$

$$H = \delta \cdot (a+b) = 104 \cdot 0,01 = 1,04 \text{ см}$$

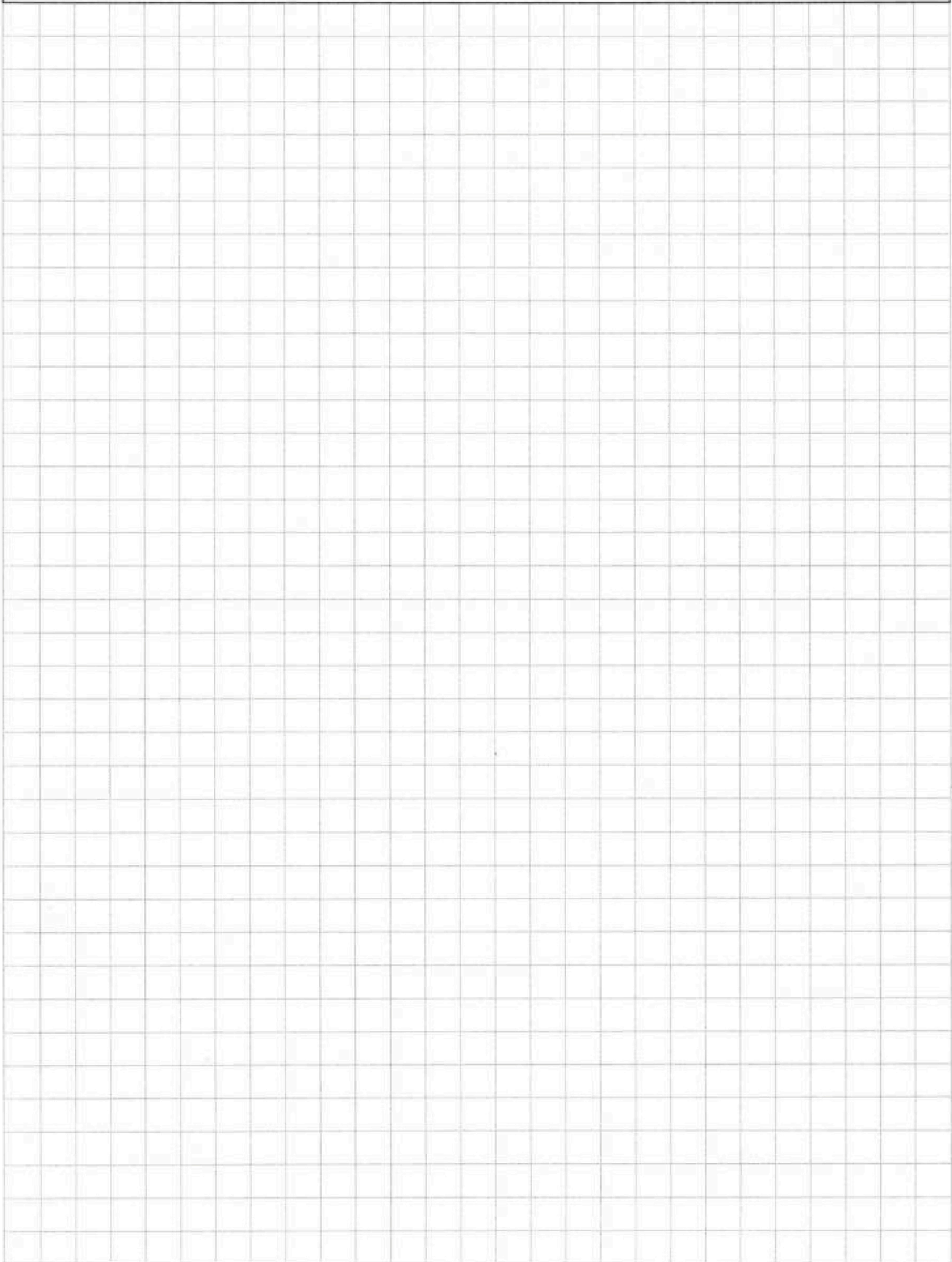
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





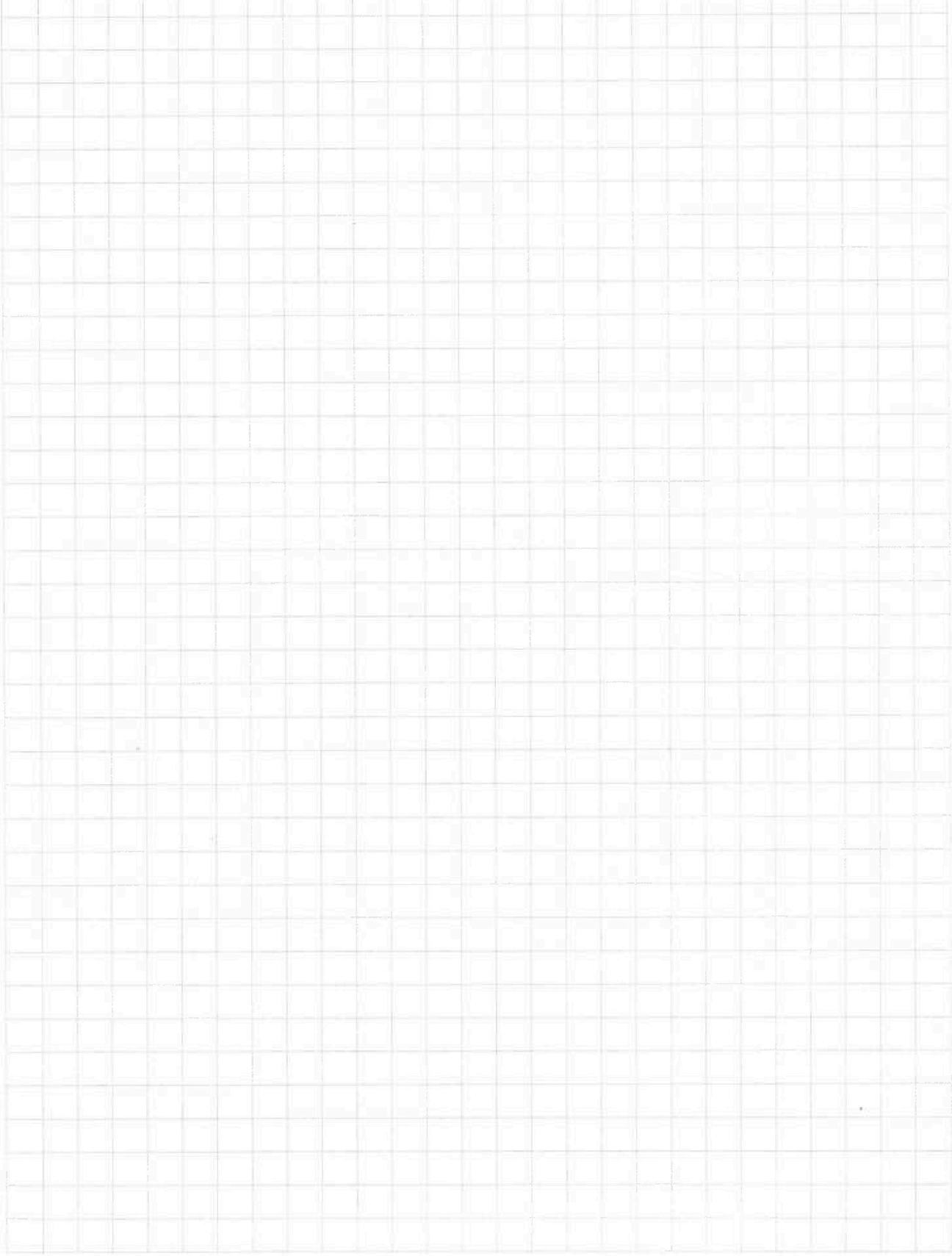
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$$m dV = F \cdot dt$$

$$\frac{m(v_2^2 - v_1^2)}{2 \cdot \Delta t} = (F_0 - F_c) \cdot (v_1 + v_2) \quad 22,5 - 500 = 12250$$

$$\frac{\Delta W}{\Delta t} = \frac{(F_0 - F_c)(v_1 + v_2)}{2} \Rightarrow$$

$$\times 990$$

$$\times 99$$

$$\times 225$$

$$99$$

$$22500 - 225$$

$$\frac{22275}{1} = 11137,5 \text{ Вт}$$

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!



$$W_2 - W_1 = A_{эл}$$

$$A_{эл} = q \Delta \varphi$$

$$\Delta \varphi = (E_1 - E_2 - E_3) d$$

$$\# (-1 - 3 + 2) \frac{d}{2\epsilon_0} \frac{U \epsilon_0}{d} = -\frac{1}{2} U =$$

$$\varphi_1 = (3E_3 - E_2) d = (-6 - 3) \frac{d U \epsilon_0}{2 d \epsilon_0} = -\frac{9}{2} U$$

$$E_1 = \frac{\sigma_1}{2\epsilon} = \frac{U \epsilon_0}{2 \epsilon_0 d} = \frac{U}{2d}$$

$$E_2 = \frac{3U \epsilon_0}{2 d \epsilon_0} = \frac{3U}{2d}$$

$$E_3 = \frac{-2U \epsilon_0}{2 d \epsilon_0} = -\frac{U}{d}$$

$m v_1^2$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{9}{2} U q$$

$$m v_1^2 = m v_0^2 - 9 U q$$

$$m v_0^2 - m v_1^2 = 9 U q \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 - \frac{9 U q}{m}$$

$$m v_1^2 = m v_0^2 - 2 U q$$

$$m v_0^2 = m v_1^2 + 2 U q$$

$$W_1 = 2) K_1 = K_2 = A_{эл} = q U$$

$$\Delta \varphi = E_1 \cdot \frac{d}{4} - E_2 \cdot \frac{d \cdot 3}{4} - \left(\frac{3}{4} - 2\right) E_3 d$$

$$\varphi_A = \frac{1}{4} E_1 d - \frac{3}{4} E_2 d - \frac{1}{4} E_3 d = (E_1 - 3E_2 - E_3) \frac{d}{4}$$

$$= \frac{1}{4} \left(-\frac{1}{2} - \frac{9}{2} + 11\right) \frac{U}{4} = \frac{6}{4} U = \frac{3}{2} U$$

$$A = \frac{3}{2} U q$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2} = \frac{3}{2} U q \Rightarrow v_1^2 = v_0^2 - \frac{3 U q}{m}$$

$$v_1 = \sqrt{v_0^2 - \frac{3 U q}{m}}$$

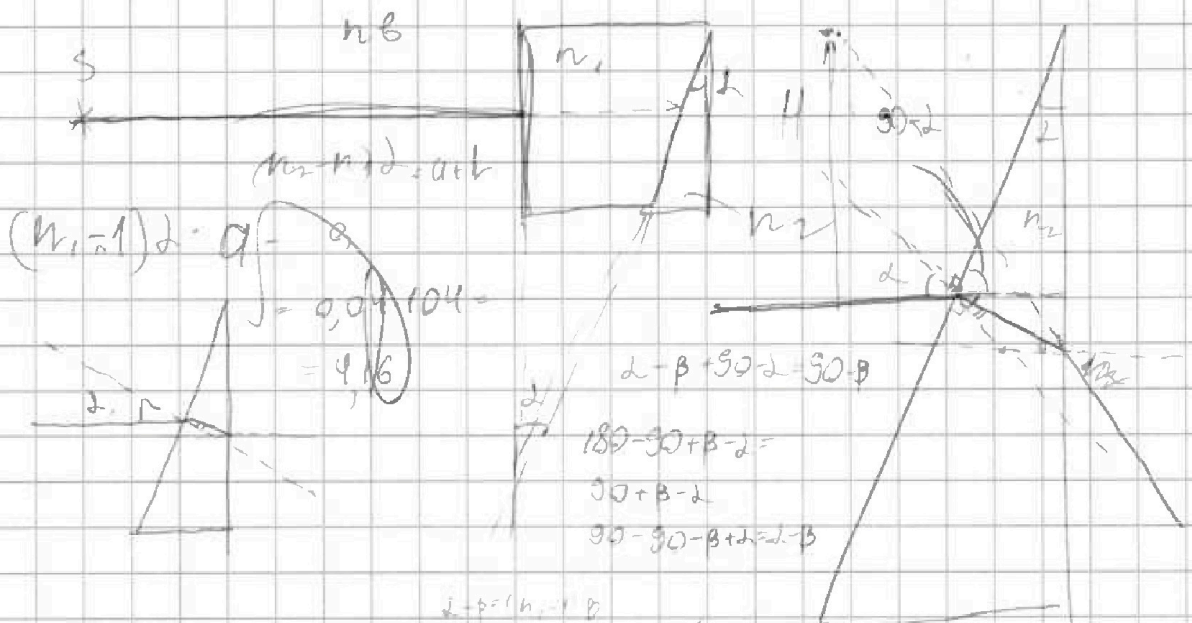
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$\delta = \beta \cdot n_2$

$\delta \cdot (n_2 - 1)$ параллельно

~~cos~~ $\cos(\alpha - \beta) =$

$(\delta - \beta) n_2 = \delta \cdot n_1$

$n_1 \delta = \beta \cdot n_2$

$\beta = \delta - \beta$

$\delta = \beta \cdot n_2$

$904 \cdot 90 = 83,6$

$\tan \beta = \frac{H}{a}$

$\delta = (n_2 - 1) \beta n_2 = (n_2 - 1) \delta$

(3,6)

$n_1 \cdot \delta = n_2 \cdot \beta$

$(\delta - \beta) \cdot n_1 = \delta$

$\delta_1 = (n_1 - 1) \delta$

$\delta = \frac{n_2}{n_1} \beta \parallel (\frac{n_2}{n_1} - 1) \beta \cdot n_2 = \delta$

$\delta_2 = (n_2 - n_1) \delta$

$\frac{(n_2 - n_1)}{n_1} \cdot \delta_1 = \frac{0,3 \cdot 104}{1,7} = 3,12$

$\delta = n_1 \delta_1 = \delta_1 + n_1 \delta_2$

$\delta = \delta_1 + \delta_2$

$\delta = *$

$\delta = 2 n_1 \delta_1 - n_1 \delta_2$

$n_2 - n_1 = 1$

$\delta = (2 n_1 - n_2 - 1) \delta_1 = (2 \cdot 1,7 - 1,7 - 1) \delta_1 = 0,7 \delta_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$I_1 \cdot 3R = I_1 \cdot L + I_3 \cdot R$$

$$\varphi_{S_1} - \varphi_{S_3} = I_1 \cdot 3R$$

$$I_1 \cdot 3L - I_3 \cdot L = -I_1 \cdot 3R$$

$$\int_{I_1}^0 dI_1 \cdot 3L - \int_{I_3}^0 dI_3 \cdot L = - \int_0^q dq \cdot 3R$$

$$3I_1 \cdot L + I_3 \cdot L = q \cdot 3R$$

$$\frac{\varphi}{R} = I_3 \cdot R$$

$$q = \frac{12 \frac{\varphi}{R} L + \frac{\varphi}{R} L}{3R} = \frac{13}{3} \frac{\varphi L}{R^2}$$

$$\frac{31}{19 \cdot 3} = \frac{31}{57} \frac{\varphi L}{R^2}$$

$$RR \cdot (2T_0 - 5T) = q$$

~~$$RR \cdot 2T_0 = 5TRK \cdot q$$~~

$$\frac{\varphi}{R}$$

$$\varphi_{S_2} - \varphi_{S_1} = 3I_1 R$$

$$\frac{\varphi}{R} L + \frac{12}{19} \frac{\varphi}{R} L = 3qR \Rightarrow q = \frac{31}{19 \cdot 3} \frac{\varphi L}{R^2}$$

$I_1 = I_3$

- 1
2
3
4
5
6
7

$$\frac{1}{2} + \frac{KV(p_0 - p)}{4J_{\text{me}}} = \frac{11}{4}$$

$$\frac{KV(p_0 - p)}{4J_{\text{me}}} = 9$$

$$\frac{p_0 V}{2} = J_{\text{me}} R T_0$$

$$K(p_0 V - pV) = 9 J_{\text{me}}$$

$$K(2J_{\text{me}} R T_0 - 5J_{\text{me}} R T) = 9$$

$$pV = 5J_{\text{me}} R T$$

$$2RKT_0 = 9 + 5RKT$$

$$T = \frac{2RKT_0 - 9}{5RK} = \frac{2}{5} T_0 - \frac{9}{5RK}$$

$$\begin{array}{r} 165 \overline{) 30} \\ 150 \overline{) 15} \\ \hline 15 \end{array}$$

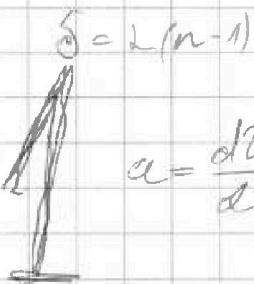
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

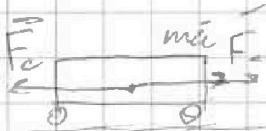
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



$$a = \frac{d^2\theta}{dt^2}$$



$$m\ddot{\alpha} = F_0 - F_c$$

$$m \frac{d^2\theta}{dt^2} = F_0 - lU$$

$$\alpha_0 = \frac{d^2\theta_0}{dt^2} = \frac{2,5}{5} = \left(\frac{1}{2}\right) \text{ u/c}^2$$

$$m d\theta = F_0 \cdot d\theta - lU d\theta$$

$$\int_{\theta_0}^{\theta} m d\theta = \int_{\theta_0}^{\theta} F_0 d\theta - \int_{\theta_0}^{\theta} lU d\theta$$

$$m\alpha = F_0 - lU_0$$

$$m(\theta_{25} - \theta_{10}) = \dots$$

$$m\alpha_0 = F$$

$$F_T = F_{cK}$$

$$\theta = 20 \frac{\text{u}}{\text{c}}, \quad \dot{\theta} = 30 \text{ c}$$

$$F_{T_{25}} = lU_{25}$$

$$\theta = 25 \frac{\text{u}}{\text{c}}, \quad \dot{\theta} = 80 \text{ c}$$

$$k = \frac{F_{T_{25}}}{\theta_{25}} = \frac{600}{25} = 24 \frac{\text{H} \cdot \text{c}}{\text{u}}$$

$$\theta = 10 \quad \dot{\theta} = 0$$

м/д/к.

$$F_0 = m\alpha_0 + lU_0 = 1500 \cdot \frac{1}{2} + 24 \cdot 10 = 750 + 240 = 990 \text{ H}$$

$$N_0 = \frac{m d\theta^2}{2 dt} = \frac{2,5^2 \cdot m \cdot 5}{2 dt}$$

$$\frac{m d\theta}{dt} = H$$

$$F_0 \cdot \Delta X \cdot \Delta t$$

$$\frac{m \theta^2}{2} dt$$

$$\theta dt^2$$

$$990 \cdot$$

$$1500 \cdot 2,5 \cdot 5 = 22435,5 \text{ H} \cdot \text{c}$$

$$25$$

$$25$$

$$125$$

$$50$$

$$625$$

$$5$$

$$3125$$

$$750$$

$$15605$$

$$21875$$

$$22435,50$$

$$N_0 = \frac{m\alpha_0 \cdot dt^2}{2} = \frac{1500}{4} \cdot 2,5 = 2750$$

$$\frac{750 \cdot 5}{36} = 1937$$

$$15$$

$$12$$

$$30$$

$$28$$

$$2$$

$$F_0 \cdot d\theta = m \ell^2 \ddot{\theta}$$

$$937,5 \text{ Br}$$

$$(F_0 - F_c) d\theta = m \ell^2 \ddot{\theta} \cdot dt$$

$$F_0 \cdot dt$$

$$\frac{m d\theta^2}{2} = (F_0 - F_c) d\theta \cdot dt$$

$$N = (F_0 + F_c) d\theta$$