

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-03

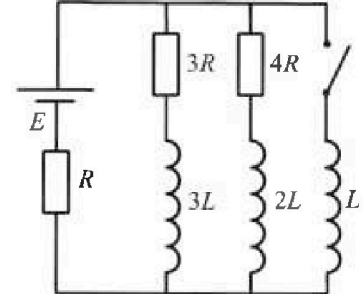
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



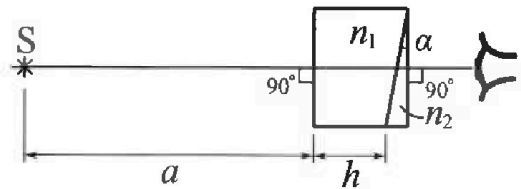
4. Параметры цепи указаны на схеме, все элементы идеальные. Ключ разомкнут, режим в цепи установился. Затем ключ замыкают.

- 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.

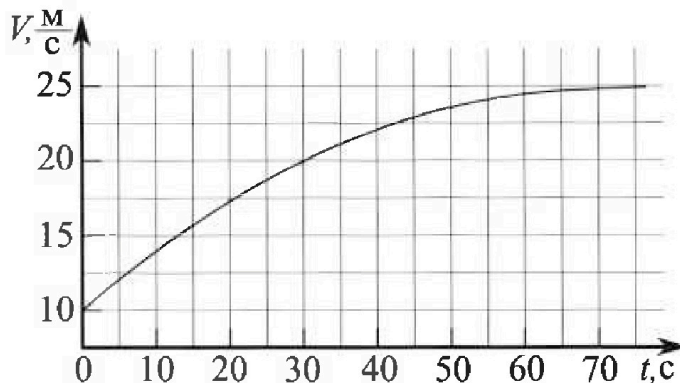
- 1) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите на какой угол отклонится системой луч, идущий от источника перпендикулярно левой грани системы.
- 2) Считая  $n_1 = n_v = 1,0$ ,  $n_2 = 1,7$ , найдите расстояние между источником и его изображением, которое будет видеть наблюдатель.
- 3) Считая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

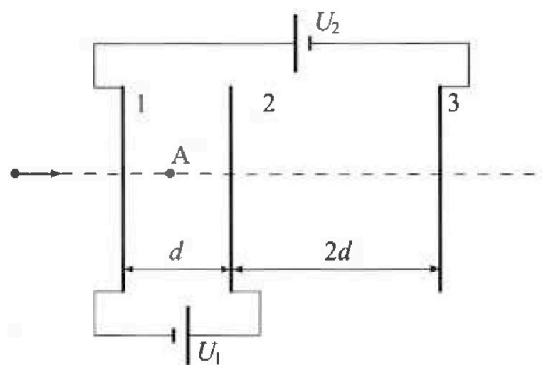
Требуемая точность численного ответа на первый вопрос ориентировочно 10%.

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  $\Delta v$  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  $k \approx 0,5 \cdot 10^{-3}$  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.

- 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.

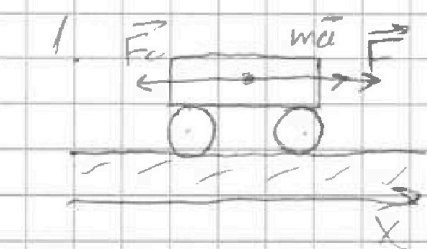
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$ma = \vec{F} + \vec{F}_c \quad \text{II}$$

$$ma = F - F_c \quad (\text{по ОХ})$$

Дано:

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$F_c = 600 \text{ Н}$$

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

будем считать, что  $\Delta t = 5 \text{ с}$  (маленький промежуток времени)

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

(промежуток времени)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 <sub>2</sub>	$\frac{V}{4}$	$p_0$
-----		
CO <sub>2</sub> + He	$\frac{V}{4}$	$p$

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

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

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

$$\Delta V = K p V$$

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

$p$

Дано:

$$T = 373 K$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$V_{Boya} \times C_m$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

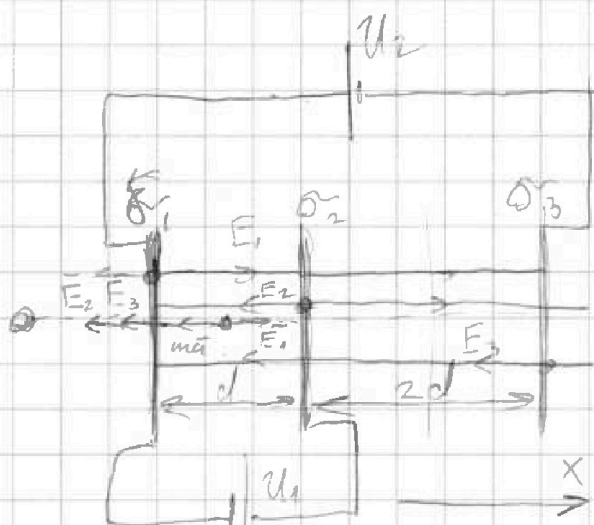
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



3.



Дано:

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

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

$$E_3 = \frac{\sigma_3}{2\epsilon_0}, \quad m, q$$

$$q_1 + q_2 + q_3 = 0$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.

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

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

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

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

$$\downarrow$$

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

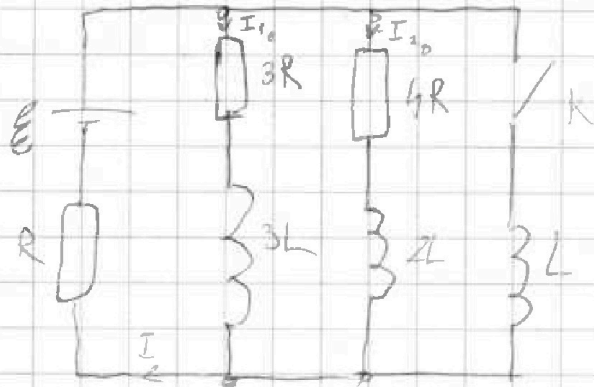
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



4.



Дано:

$E, R, L$

$I_0 - ?$

$I_{30} - ?$

$q_1 - ?$

уст. режим сразу после К.

$$E = I_0 \cdot 3R + R \cdot I_0$$

$$\frac{2}{3} E = I_2 \cdot 4R + R \cdot I_1$$

$$I_1 + I_2 = I_0 \quad (E_0 = 0 \text{ уст. режим})$$

$$I_0 = \frac{4}{19} \frac{E}{R} \quad (\text{такое же как } q_0 \text{ за время } K)$$

1) Поток через катушку не изменится  $\Rightarrow$   $\dot{I}_{30} = 0$

$$3I_1 = 4I_2$$

$$I_1 = \frac{4}{3} I_2 \Rightarrow I_0 = \frac{7}{3} I_2$$

$$E = 4I_2 R + \frac{7}{3} I_2 R = \frac{19}{3} I_2 R$$

$$I_2 = \frac{3}{19} \frac{E}{R}$$

$$I_1 = \frac{4}{19} \frac{E}{R}$$

$$\begin{cases} E - E_{30} = I_0 R \\ E_{30} = \dot{I}_{30} L \\ I_0 = \frac{7}{19} \frac{E}{R} \end{cases} \quad (\text{I}_0 \text{ такое же как } I_0 \text{ уст. режим, т.к. } I_0 = I_1 + I_2 + I_3 = I_0)$$

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

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

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

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

$$\dot{I}_3 L - 3\dot{I}_1 L = 3I_1 R$$

$I_{30}$  - ср. возмает. тока

в катушке L | в разрыве

$$\int_0^{I_{30}} dI_3 L - \int_0^{I_1} 3dI_1 L = \int_0^{I_1} 3dq_1 R$$

$$I_{30} L + 3I_1 L = 3q_1 R \quad E = I_{30} R$$

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

так через 3L и 2L будет 0, а весь ток будет через R

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

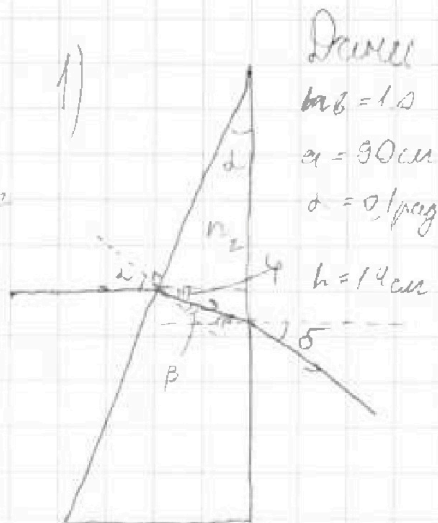
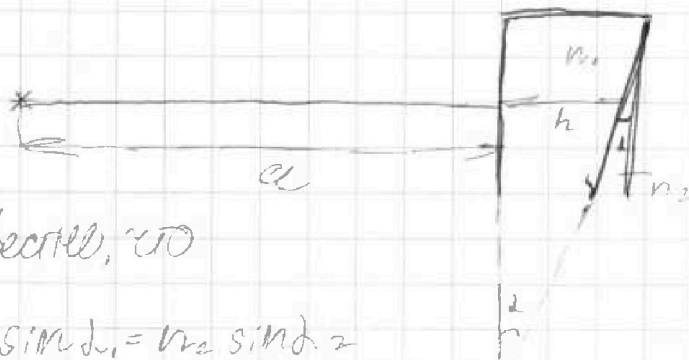
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



5.



Решение

$$ab = 1.4$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\delta = 0.1 \text{ рад}$$

$$h = 1.4 \text{ см}$$

1) Известно, что

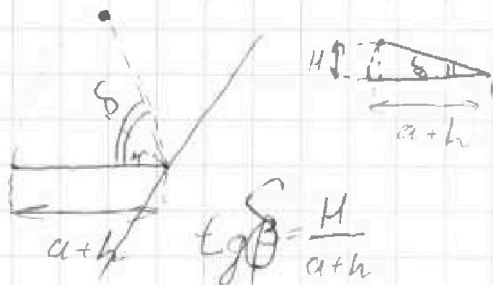
$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2$$

т.к.  $n_1 = n_2 = 1$  луч не отклоняется в призме  $n_1$ .

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

$$\left( \begin{array}{l} \varphi = \alpha - \beta \quad ; \quad \alpha \cdot 1 = \beta \cdot n_2 \\ (\alpha - \beta) \cdot n_2 = \delta \cdot 1 \Rightarrow \delta = (n_2 - 1) \beta \cdot n_2 = (n_2 - 1) \alpha \end{array} \right) \begin{array}{l} \sin \alpha \approx \tan \alpha \approx \alpha \\ \sin \beta \approx \tan \beta \approx \beta \\ \sin \delta \approx \tan \delta \approx \delta \end{array}$$

2) т.к. луч повернется на  $\beta$  угол изобразим так же повернется отстоявшая на  $\beta$



т.к. угол мал считаем  $\sin \approx \tan$  поворот изобразим прями. линией

$$\tan \beta \approx \delta \Rightarrow h = \delta(a+h) = 0.07 \cdot 10.4 \text{ см} = 7.28 \text{ см}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

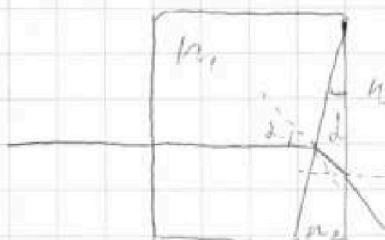
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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. на преломлении  
(т.к.  $\perp$  н.в.-ли)~~

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

$$\delta_{\text{max}} = (2 - \beta) n_2 = \left( \frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \beta n_2 = \frac{n_2 - n_1}{n_1} \cdot 2 n_1 = (n_2 - n_1) \cdot 2 = 0,03 \text{ рад}$$

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

~~$$H = (a+h)(n_2 - n_1) \delta = 104 \text{ см} \cdot (1,7 - 1,4) \cdot 0,1 = 0,03 \cdot 104 = 3,12 \text{ см}$$~~

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

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

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

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

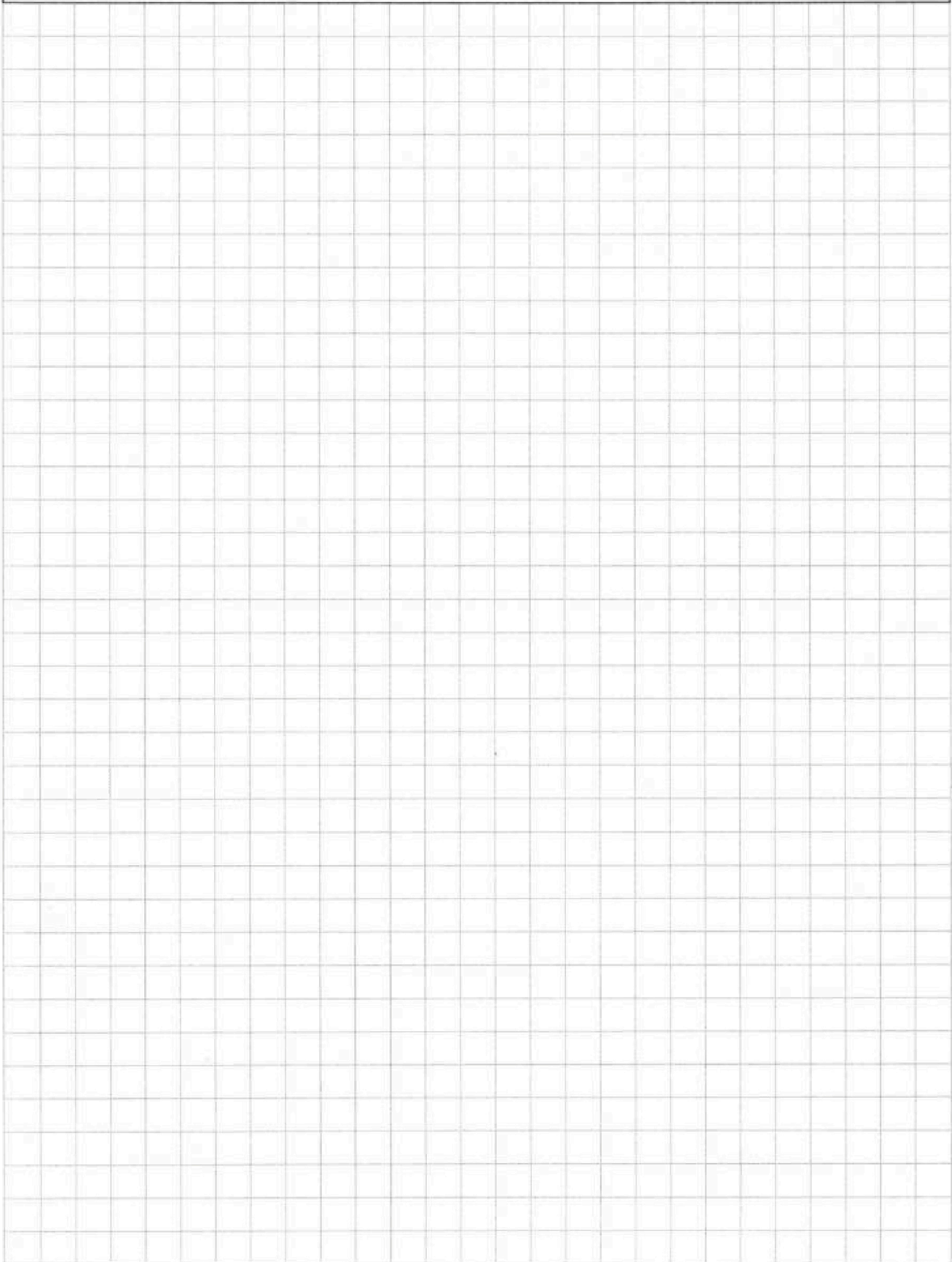
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





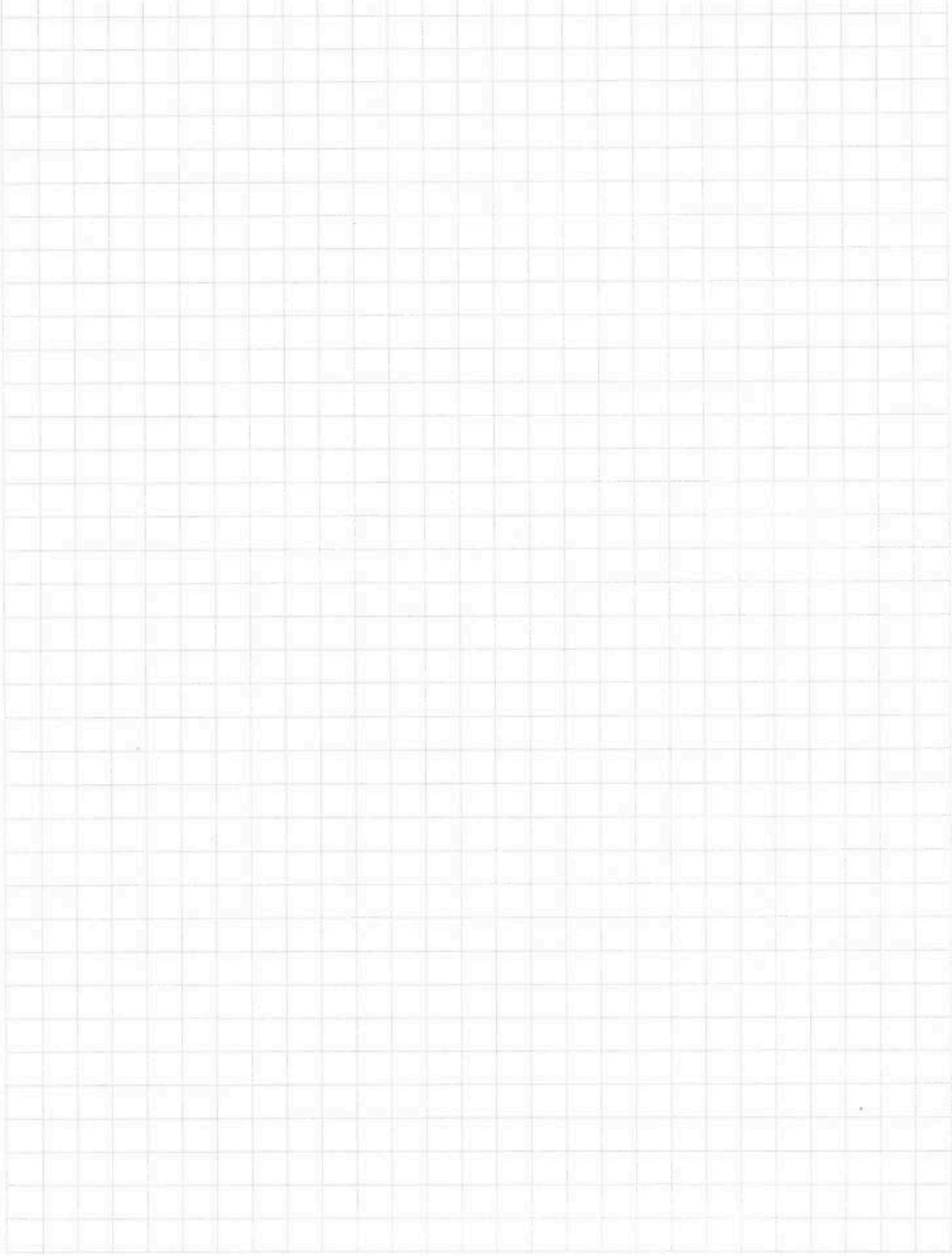
На одной странице можно оформлять **только одну задачу.**

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!

$$m dV = F \cdot dt$$

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

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

$$\times 990$$

$$\times 99$$

$$\times 225$$

---

$$99$$

$$22500 - 225$$

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

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!



$$W_2 - W_1 = A_{эл}$$

$$A_{эл} = q \Delta \varphi$$

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

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

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

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

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

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

мз

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

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

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

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

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

$$W_1 = W_2 \Rightarrow K_1 = K_2 = A_{эл} = q U$$

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

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

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

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

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

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

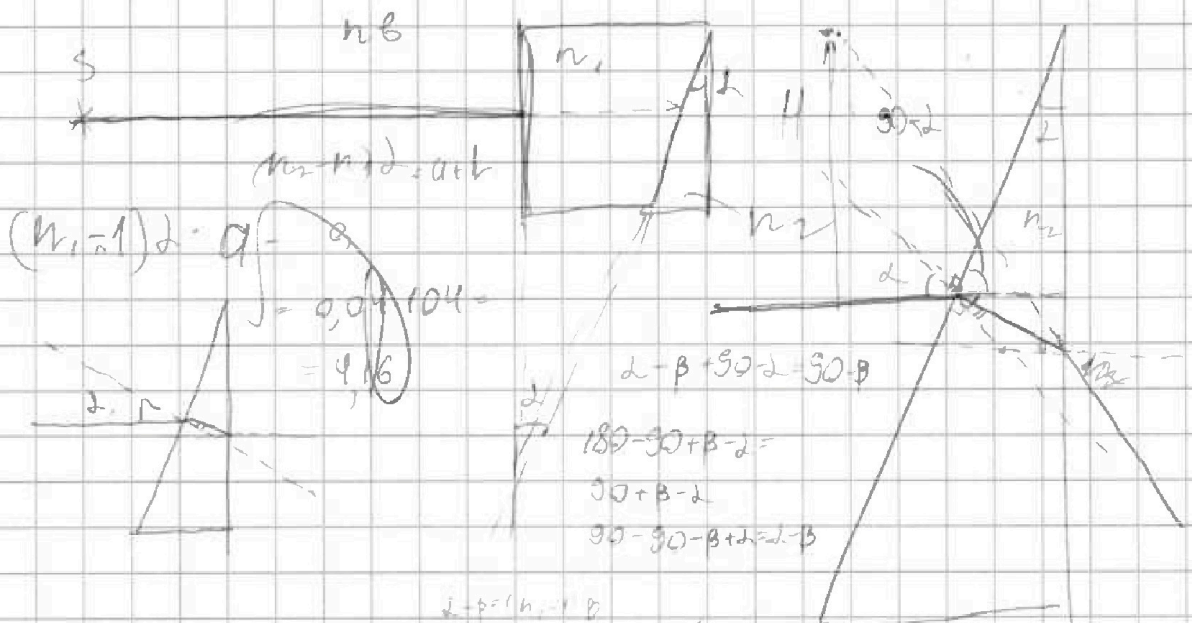
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$(n_2 - n_1)d = \alpha + \beta$   
 $(n_1 - 1)d = \alpha$   
 $d = 0,04 \cdot 104 = 4,16$

$d - \beta + 90 - \alpha = 90 - \beta$   
 $180 - 90 + \beta - \alpha = 90 + \beta - \alpha$   
 $90 - 90 - \beta + \alpha = \alpha - \beta$

$\alpha = \beta \cdot n_2$

$d \cdot (n_2 - 1)$  параллельно

$(d - \beta)n_2 = \delta$   
 $\delta = \dots$

$n_1 d = \beta \cdot n_2$   
 $304 \cdot 90 = 83,6$

$\tan \beta = \frac{H}{d}$   
 $\beta = d - \alpha$

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

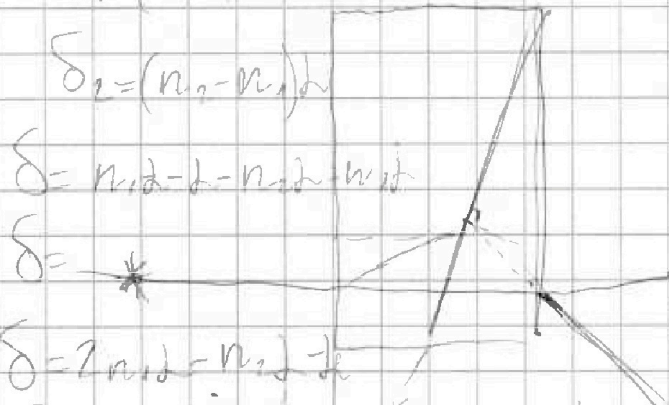
**3,6**

$n_1 \cdot d = n_2 \cdot \beta$

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

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

$\left( \frac{n_2 - n_1}{n_1} \right) \cdot n_2 \cdot d = 0,3 \cdot 104 = 3,12$



$\delta = \delta_1 + \delta_2$

$n_2 - n_1 - 1$

$\delta = (2n_1 - n_2 - 1)d = (2 \cdot 1,8 - 1,7 - 1) \cdot 0,1 = 0,01$

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!



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

$$E_{S1} - E_{S3} = I_1 \cdot 3R$$

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

$$\int_{I_{10}}^0 dI_1 \cdot 3L - \int_{I_{30}}^0 dI_3 \cdot L = - \int_0^q dq \cdot 3R$$

$$3I_{10} \cdot L + I_{30} \cdot L = q \cdot 3R$$

$$E = R \cdot I_{30}$$

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

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

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

$$\cancel{RR} \cdot T_0 = 5TRK \cdot q$$

$$\frac{E}{R}$$

$$E_{S2} - E_{S1} = 3IR$$

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

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

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

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

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

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

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

$$2RKT_0 = 9 + 5RKT$$

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

$$\begin{array}{r} 165 \overline{) 30} \\ 150 \overline{) 5,5} \\ 15 \end{array}$$

- 1   
2   
3   
4   
5   
6   
7

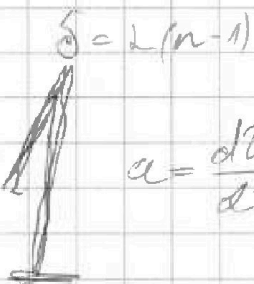
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

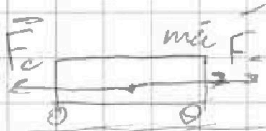
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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



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

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

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

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

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

$$m\alpha_0 = F_0 - L\theta_0$$

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

$$m\alpha_0 = F$$

$$F_T = F_{cK}$$

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

$$F_{T_{25}} = L\theta_{25}$$

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

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

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

м.д.т.

$$F_0 = m\alpha_0 + L\theta_0 = 1500 \cdot \frac{1}{2} + 24 \cdot 10 = 750 + 240 = 990 \text{ H}$$

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

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

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

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

$$\theta d\theta^2$$

$$990 \cdot$$

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

$$25$$

$$25$$

$$125$$

$$50$$

$$625$$

$$5$$

$$3125$$

$$750$$

$$15605$$

$$21875$$

$$22435,50$$

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

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

$$15$$

$$12$$

$$30$$

$$28$$

$$2$$

$$F_0 \cdot d\theta = m d\theta^2$$

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

$$(F_0 - F_c) d\theta = m d\theta^2 / dt$$

$$F_0 \cdot dt$$

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

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