



Задача	1	2	3	4	5	6	Σ	Подпись
							Цифрой	Прописью
Оценка	5	5	5	5	5	4	29	86 афгусов Желев

Задача 2

Лист 1 из 6

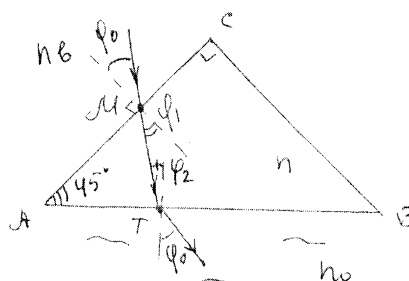
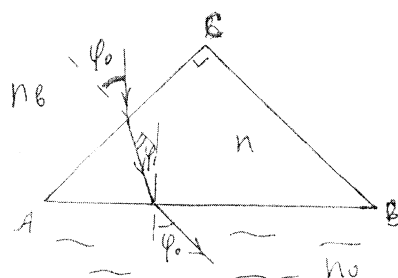
Дано:

$$n_0 = \frac{4}{3}$$

$$\angle C = 90^\circ$$

$$\varphi_1 = ?$$

Решение: Коэффициент преломления воздуха $n_b = 1$.



- 1) т.к. ABC - равнобедренный, $\angle C = 90^\circ$ (по усл.) $\angle CAB = 45^\circ$
 пункт M - перпендикуляр к $AC \Rightarrow \angle AMT = 90^\circ - \varphi_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \angle MTA = 180^\circ - 45^\circ - (90^\circ - \varphi_1)$ (т.к. сумма углов тр-ка $= 180^\circ$)
 $\angle MTA = 45^\circ + \varphi_1 \Rightarrow \angle \varphi_2 = 90^\circ - \angle MTA$ - угол падения луча
 на $AB \Rightarrow \boxed{\angle \varphi_2 = 45^\circ - \varphi_1}$

- 2) По закону Снеллиуса: $\frac{\sin \varphi_0}{\sin \varphi_1} = \frac{n}{n_b}$; $\frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_0} = \frac{n_0}{n}$

$$\begin{cases} \frac{\sin \varphi_0}{n} = \frac{\sin \varphi_1}{n_b} = \sin \varphi_1 \\ \sin \varphi_0 n_0 = \sin \varphi_2 n \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{\sin \varphi_0}{n} = \sin \varphi_1 \\ \frac{\sin \varphi_0}{n} = \frac{\sin \varphi_2}{n_0} \end{cases} \Rightarrow \sin \varphi_1 = \frac{\sin (45^\circ - \varphi_1)}{n_0}$$

- 3) $\sin \varphi_1 \cdot n_0 = \sin \left(\frac{\pi}{4} - \varphi_1 \right)$; $n_0 = \frac{4}{3}$; $\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha$

$$\frac{4}{3} \sin \varphi_1 = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \varphi_1 - \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \varphi_1$$

$$\sin \varphi_1 \left(\frac{4}{3} + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \varphi_1 \quad | : \cos \varphi_1 \neq 0$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 \left(\frac{8 + 3\sqrt{2}}{6} \right) = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{3\sqrt{2}}{8 + 3\sqrt{2}} \approx 0,35 \Rightarrow \varphi_1 = \arctg \left(\frac{3\sqrt{2}}{8 + 3\sqrt{2}} \right) \approx 19^\circ$$

Ответ: $\varphi_1 \approx 19^\circ$

(1)

Задача 3

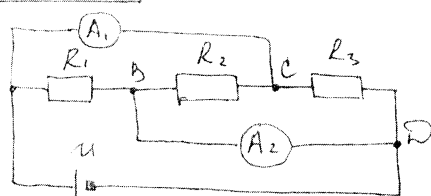
Дано:

$$I_0 = 1 \text{ мА}$$

$$R_1 = 1 \text{ кОм}$$

$$R_3 = 3 \text{ кОм}$$

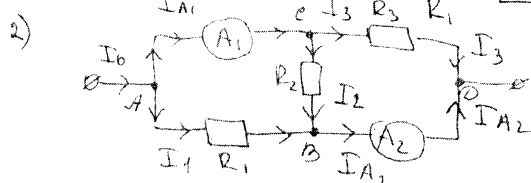
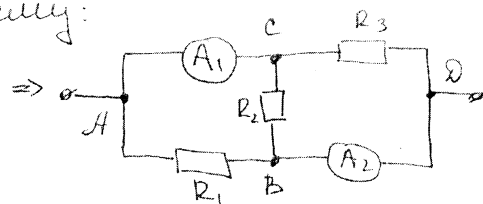
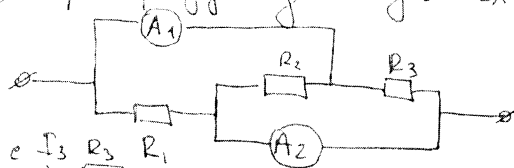
Решение:



мет 2 и 6

$$\Delta I_{A_1 - A_2} = ?$$

1) Преобразуем данную схему:



Зададим направление тока в цепи.

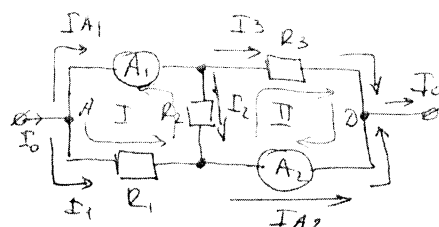
Напряжения на амперметрах кем м.к. ом идеальные.

3) По правилу Кирхгофа: сумма падений напряжений по контуру = $\mathcal{E}$.

Для контура I: $I_1 R_1 - I_2 R_2 = 0 \Rightarrow$

Для контура II: $-I_2 R_2 + I_3 R_3 = 0.$

$$\Rightarrow I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3 \Rightarrow I_1 = I_3 \frac{R_3}{R_1}$$



4) По правилу Кирхгофа для узлов:
сумма входящих в узел токов = сумме
выходящих из узла токов.

Для узла A: $I_0 = I_{A1} + I_1 \Rightarrow I_{A1} + I_1 - I_{A2} - I_3 = 0 \Rightarrow$

Для узла D: $I_0 = I_{A2} + I_3 \Rightarrow I_{A1} - I_{A2} = I_3 - I_1 = \Delta I_{A1 - A2}$

$$\Delta I_{A1 - A2} = I_3 - I_1 = I_3 - I_3 \frac{R_3}{R_1} = I_3 \left(1 - \frac{R_3}{R_1}\right)$$

$$\Delta I_{A1 - A2} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ А} \left(1 - \frac{3 \cdot 10^3 \text{ Ом}}{1 \cdot 10^3 \text{ Ом}}\right) = -2 \text{ мА}$$

(минус показывает то, что $I_{A2} > I_{A1}$ — модуль разности $\Delta I_{A1 - A2} = 2 \text{ мА}$.)

Ответ: $\Delta I_{A1 - A2} = 2 \text{ мА}$ ($I_{A2} > I_{A1}$)



ШИФР

4 3 0 9 6

Лист 3 из 6

Задача 5

Дано:

$$\Delta l = 50 \text{ см}$$

T-?

Решение:



1) Тело неподвижно $\Rightarrow$ по I закону Ньютона: $F_y = mg$
($F_y = k \Delta l$) $k \Delta l = mg$

$$k = \frac{mg}{\Delta l}$$

2) Система представляет собой пружинный маятник, период колебаний которого рассчитывается по формуле:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m \Delta l}{mg}} = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta l}{g}}$$

$$3) T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{50 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}} = 0,44 \text{ с}$$

(5)

Ответ: $T = 0,44 \text{ с}$

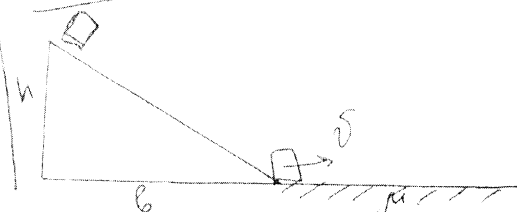
Задача 4

Дано:

h, v, m, μ

P-?

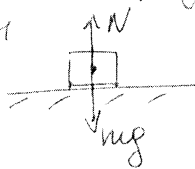
Решение:



1) По ЗСЭ: $mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $\sqrt{2gh} = v$

2) Мощность силы трения, приложенной к брусу сразу после вождения на горизонтальный участок:
 $P = F_{\text{тр}} v$, $F_{\text{тр}} = \mu N$

3) Брусок уже находится на горизонтальном участке $\Rightarrow$ сила реакции опоры



$$N = mg$$

$$4) F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \mu mg \cdot v = \mu mg \sqrt{2gh}$$

Ответ: $P = \mu mg \sqrt{2gh}$

(5)



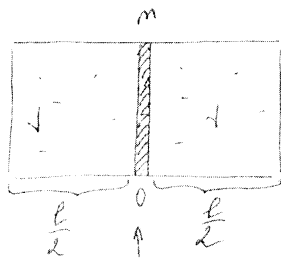
Задача 1

Дано:

l, m, γ, T

$\gamma \rightarrow ?$

Решение:



положение
равновесия

$T = \text{const}$

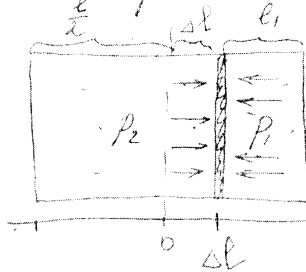
1) Ур-е Менделеева-Клапейрона

$$pV = \gamma RT \Rightarrow p = \frac{\gamma RT}{V}$$

$$V = lS$$

2) Во время колебаний поршня
газ в одной из частей сосуда
расширяется, а в другой
сжимается.

3) Рассматриваем поршень в амплитудном положении ($x = \Delta l$)



В амплитудном положении
ускорение поршня максимальное.
Оно создается разностью дав-
лений в частях сосуда.

$$m a_x = \Delta p S, \text{ по II закону Ньютона } (\Sigma \vec{F} = m \vec{a}) \quad S - \text{площадь сечения сосуда.}$$

$$-m a = (p_1 + p_2) S \Rightarrow m a = (p_1 - p_2) S \Rightarrow a = \frac{(p_1 - p_2) S}{m}$$

$$p_1 = \frac{\gamma RT}{V_1} = \frac{\gamma RT}{S l_1} \quad ; \quad p_2 = \frac{\gamma RT}{S (\frac{l}{2} + \Delta l)}$$

$$4) \quad a = \frac{S}{m} \cdot \frac{\gamma}{S} \left(\frac{\gamma RT}{l_1} - \frac{\gamma RT}{\frac{l}{2} + \Delta l} \right) = \frac{\gamma RT}{m} \left(\frac{\frac{l}{2} + \Delta l - l_1}{l_1 \cdot (\frac{l}{2} + \Delta l)} \right)$$

$$\text{Заметим, что длина сосуда: } l = l_1 + \frac{l}{2} + \Delta l \Rightarrow \frac{l}{2} = l_1 + \Delta l \Rightarrow$$

$$a = \frac{\gamma RT}{m} \left(\frac{\Delta l + (\frac{l}{2} - l_1)}{l_1 (\frac{l}{2} + \Delta l)} \right) = \frac{\gamma RT}{m} \cdot \frac{2 \Delta l}{l_1 (\frac{l}{2} + \Delta l)} \Rightarrow \boxed{\Delta l = \frac{l}{2} - l_1}$$

$$a = \frac{\gamma RT 2 \Delta l}{m (\frac{l^2}{4} - \Delta l^2)} = \frac{\gamma RT 2 \Delta l}{m (l^2 - 4 \Delta l^2)} = a_{\text{max}} = A \omega^2, \text{ где } A = \Delta l.$$

$$\omega^2 = \frac{2 \gamma RT}{m (l^2 - 4 \Delta l^2)} \quad (\text{сместившись ручкой})$$

$$5) \text{ В положении равновесия } p_1 = p_2 = \frac{\gamma RT}{l} 2 S$$

$p_1 + p_2 = 4 \frac{\gamma RT}{l} S$, на сколько уменьшается давление
в одной части сосуда, на столько (4)



ШИФР

4 3 0 9 6

1- продолжение

Лист 5 из 6

т.е. оно увеличивается в 4 раза $\Rightarrow p_1 + p_2 = \text{const} \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\sqrt{RT}}{\frac{l}{2} - \Delta l} + \frac{\sqrt{RT}}{\frac{l}{2} + \Delta l} = \frac{4\sqrt{RT}}{l}$$

$$\frac{l}{\frac{l^2}{4} - \Delta l^2} = \frac{4}{l} \Rightarrow \frac{l^2}{4} = \frac{l^2}{4} - \Delta l^2$$

$$b) a = \frac{\sqrt{RT} 2 \Delta l}{m \left(\frac{l^2}{4} - \Delta l^2 \right)} = \frac{\sqrt{RT} 2 \Delta l}{m \cdot \frac{l^2}{4}} = \frac{8 \sqrt{RT} \Delta l}{m l^2} = \Delta l \omega^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \frac{2}{l} \sqrt{\frac{2 \sqrt{RT}}{m}}$$

$$T) \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi l \sqrt{\frac{m}{2 \sqrt{RT}}} \quad (5)$$

Ответ: $T = \pi l \sqrt{\frac{m}{2 \sqrt{RT}}}$

Задача 6

Дано:

$$R = 10 \text{ Ом}$$

$$B = 0,5 \text{ Тл}$$

$$Q = 10 \text{ мДж}$$

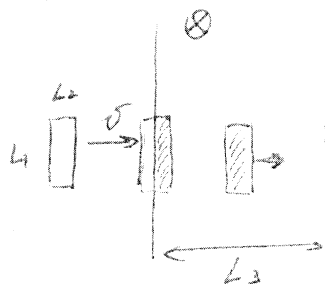
$$L_1 = 0,1 \text{ м}$$

$$L_2 = 0,05 \text{ м}$$

$$L_3 > L_1$$

$$V = ?$$

Решение: $\vec{B}$



1) Закон Джоуля-Ленца:

$$Q = \frac{U^2}{R} T = I^2 R T$$

Закон Фарадея: $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$

~~Или индукция в явном виде.~~

Магнитный поток:

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

2) При уменьшении потока через рамку выделяется кол-во теплоты; это происходит на границе поле:

$$\Delta \Phi_{\text{общ}} = 2 \cdot B L_2 L_1 (\cos \alpha = 1)$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{\Delta \Phi}{T} \Rightarrow Q = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R} T = \frac{4 B^2 (L_2 L_1)^2}{R T} \Rightarrow T = \frac{4 B^2 (L_2 L_1)^2}{Q R} \quad (5)$$

ШИФР 4 3 0 9 6

Лист 6 из 6

⑥ - продолжение

3) $\tau = \frac{4B^2(L_2 L_1)^2}{\alpha R}$ - время за которое рамка преодо-
левает границы магнитного поля. $\rightarrow$

$$\Rightarrow v = \frac{2L_2}{\tau} = \frac{2L_2 \alpha R}{4B^2(L_2 L_1)^2} = \frac{\alpha R}{2B^2 L_2 L_1^2} +$$

4) $v = \frac{10 \cdot 10^{-5} \cdot 1}{2 \cdot 0,5 \cdot 0,05 \cdot 0,1^2} = 20 \text{ м/с}$

Ответ: $v = 20 \text{ м/с}$?

④

⑥