

# Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205097**

ID профиля: **116324**

Вариант 3

Upradban

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

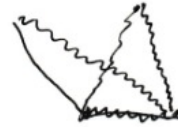
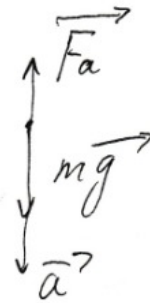
$$L = \frac{2V_0 \sin \alpha \cdot V_0 \cos \alpha}{g} = \frac{\sin 2\alpha V_0^2}{g} = S$$



$$g = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{R}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}}$$

$$R = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$



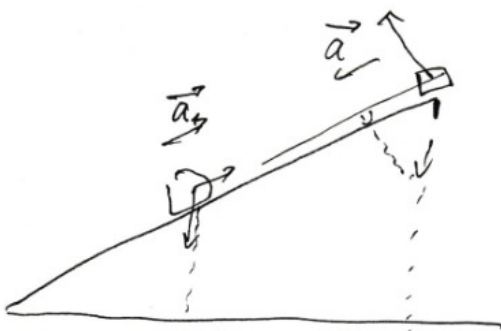
$$ma = mg - Fa$$

$$ma = mg + F$$

$$Fa = m(g - a)$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{\frac{v_0^2}{16}}{\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}} = \frac{g}{16 \cos^2 \alpha} = \frac{g}{1,4\sqrt{3}} = 0,8095$$

$$\sqrt{\frac{4}{5 \cdot (\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,81 - 0,95)}}$$



$$mg \sin \alpha \neq \mu mg \cos \alpha$$

$$\sin \alpha \neq \mu \cos \alpha$$

$$\frac{1}{2} \neq 0,11 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{0,7 \cdot 2 \cdot \sqrt{3}}{1 - 0,11\sqrt{3}} = \frac{1,4\sqrt{3}}{1 - 0,11\sqrt{3}}$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

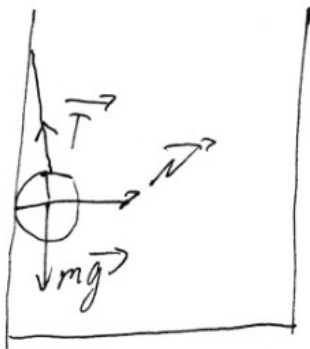
$$ma_1 = \mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 = g (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\frac{a_1 T^2}{2} = \frac{h}{\sin \alpha}$$

21205097(U116324-M1279431)

$$\sqrt{\frac{4}{5 \cdot (0,88 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2})}} = \sqrt{\frac{4}{1,31}}$$



$$N = T \sin \alpha$$

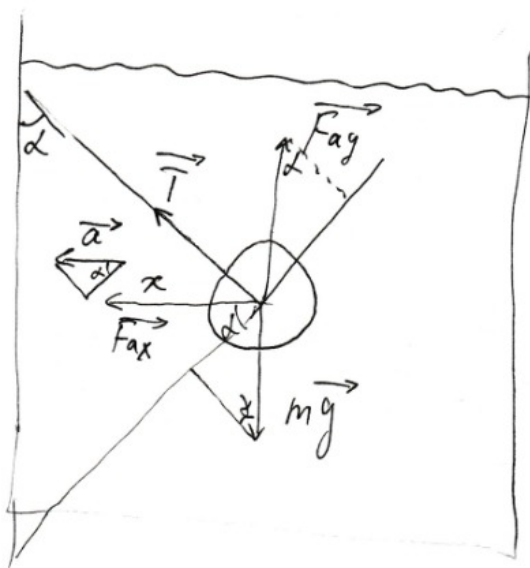
$$m \left[ \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} + \mu_2 mg \cos \alpha \cdot \frac{H-h}{\sin \alpha} \right]$$

$$\frac{0,05}{0,19365}$$



$$a^2 + R^2 = R^2 + l^2 + 2Rl$$

$$a = \sqrt{l(2R+l)}$$



$$ma = Fax + T \sin \alpha$$

$$T \cos \alpha + Fay = mg$$

$$T = \frac{mg - Fay}{\cos \alpha}$$

$$ma = S_0 V a + (mg - Fay) \tan \alpha$$

$$ma \cos \alpha = S_0 V a \cdot \cos \alpha + mg \sin \alpha -$$

$$a = \omega^2 x = \omega^2 (l+R) \cdot \sin \alpha - S_0 V g \sin \alpha$$

$$a (m - S_0 V) = (mg - S_0 V g) \tan \alpha$$

$$\frac{396}{\sqrt{3}}$$

$$\omega^2 (l+R) \cdot \cos \alpha (m - S_0 V) = mg - S_0 V g$$

$$\frac{16}{10 \cdot 92} = \frac{1}{10 \cdot 92} = \omega^2 (l+R) \cdot \cos \alpha = g$$

$$\frac{16}{10 \cdot 92} = \frac{1}{10 \cdot 92} = \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha = \frac{g}{2}$$

Задача 1

(1)

Дано:

$$\alpha = 60^\circ$$

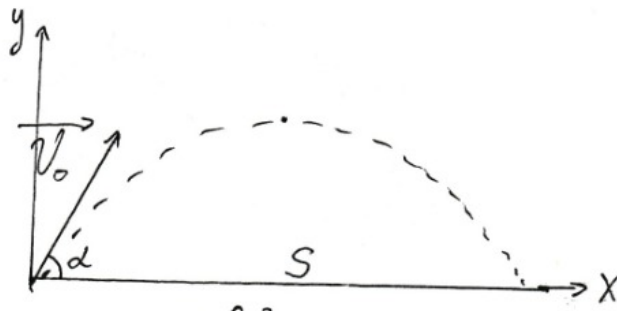
$$S = 17 \text{ м}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$v = \frac{v_0}{4}$$

1)  $v_0$  - ?

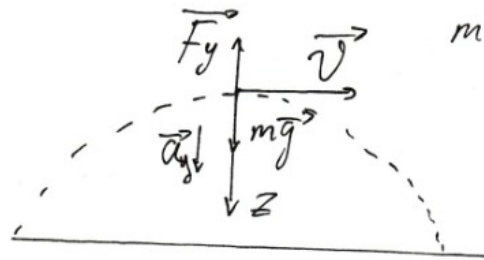
2)  $F_y$  - ?



$$1) L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = S$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Предположим, что аэродинамическая сила  $F$  действует на самолёт



так, что её проекция на вертикальную ось  $Z$  отрицательна (т.е. сила направлена вверх).

~~На самом деле, можно сказать, что горизонтальная составляющая~~

Согласно II з-ну Ньютона (в проекции на ось  $Z$ )

$$m a_y = mg - F_y$$

$$F_y = m(g - a_y)$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

П.к. траектории самолёта и кривые одинаковы радиус кривизны в верхней точке одинаковы.

При этом в верхней точке ускорение равно  $g$ ,

соответственно  $v_0 \cos \alpha$ .

$$g = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{R}; \quad R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

$$a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{\frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}} = \frac{\frac{(v_0)^2}{4} g}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{v_0^2 g}{16 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g}{16 \cos^2 \alpha}$$

$$F_y = m(g - a_y) = m\left(g - \frac{g}{16 \cos^2 \alpha}\right) =$$

$$= m\left(g - \frac{g}{4}\right) = m \cdot \frac{3g}{4} = \frac{3mg}{4} = 7,5 \text{ Н}$$

Если бы мы предположили, что  $\vec{F}_y$  направлено вниз, то получили бы:  $ma = mg + F_y$

$$F_y = m(a - g) < 0$$

Значит она действительно направлена вверх.

Ответ: 1)  $\sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2)  $\frac{3mg}{4} = 7,5 \text{ Н}$

(2)

Задача 2

Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

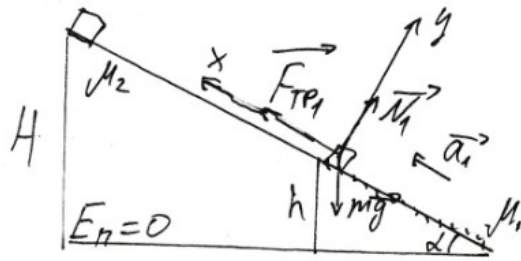
$$\mu_1 = 0,81$$

$$\mu_2 = 0,11$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$1) T - ?$$

$$2) H - ?$$



1) Начальная скорость коробки равна 0, но коробка всё-таки доехала до основания наклонной плоскости, значит на участке

$\mu_2$  коробка разогналась, а на  $\mu_1$  тормозила. Найдём  $a_1$  - ускорение на участке  $\mu_1$ .

II 3-к Ньютона:

$$m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}1}$$

$$Oy: 0 = N_1 - mg \cos \alpha$$

$$N_1 = mg \cos \alpha$$

$$Ox: ma_1 = F_{\text{тр}1} - mg \sin \alpha$$

$$F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_1 = \mu_1 mg \cos \alpha$$

$$ma_1 = mg(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$a_1 = g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

III. к. конечная скорость равна 0:

$$S_1 = \frac{a_1 T^2}{2}$$

$$S_1 = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$T = \sqrt{\frac{2S_1}{a_1}} = \sqrt{\frac{2h}{g \sin \alpha (\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}} =$$

$$= \cancel{1,75} 2c$$

3

2)  $E_1 = mgH$  - энергия в начале Числовый

$E_2 = 0$  - энергия в конце.

$A + E_2 = E_1$  - закон сохранения энергии, где  $A$  - работа сил трения.

$A = A_1 + A_2$

$A_1 = F_{\text{тр}1} \cdot S_1 = \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = \mu_1 mgh \cdot \text{ctg} \alpha$

$A_2 = F_{\text{тр}2} \cdot S_2 = \mu_2 mg \cos \alpha \cdot \frac{H-h}{\sin \alpha} = \mu_2 mg (H-h) \cdot \text{ctg} \alpha$

$A = mg (\mu_1 h + \mu_2 (H-h)) \cdot \text{ctg} \alpha$

Подставим в 3.у.э.:

$mg \cdot \text{ctg} \alpha (\mu_1 h + \mu_2 (H-h)) = mgH$

$\text{ctg} \alpha (\mu_1 h - \mu_2 h + \mu_2 H) = H$

$h \text{ctg} \alpha (\mu_1 - \mu_2) = H - H \mu_2 \cdot \text{ctg} \alpha$

$H = \frac{(\mu_1 - \mu_2) h \text{ctg} \alpha}{1 - \mu_2 \text{ctg} \alpha} = 3 \text{ м}$

Ответ: 1)  $T = 2 \text{ с}$

2)  $H = 3 \text{ м}$

4

# Умнобук

## Задача 3

Дано:

$$R = 0,05 \text{ м}$$

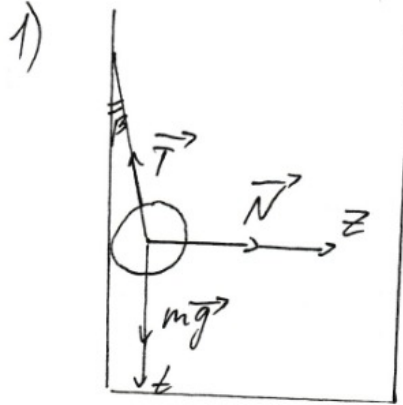
$$l = 0,15 \text{ м}$$

$$m = 0,8 \text{ кг}$$

$$\omega = 10 \text{ с}^{-1}$$

1)  $N$  - ?

2)  $\alpha$  - ?



По II з-му Ньютона:

$$0 = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g}$$

$$oz: 0 = N - T \sin \beta$$

$$ot: 0 = mg - T \cos \beta$$

$$T = \frac{mg}{\cos \beta}$$

$$N = T \sin \beta = mg \cdot \tan \beta$$



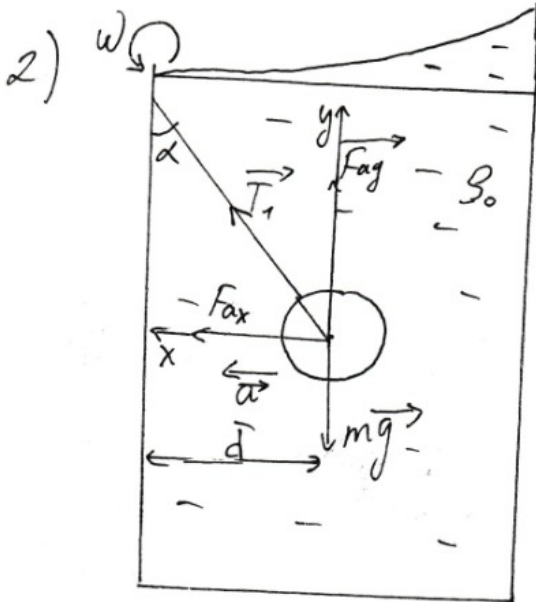
$$\sin \beta = \frac{R}{R+l}$$

$$\tan \beta = \frac{R}{\sqrt{l^2 + 2Rl}}$$

$$N = mg \cdot \frac{R}{\sqrt{l^2 + 2Rl}} =$$

$$= 2,1 \text{ Н}$$

5



II з-н Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{T}_1 + m\vec{g} + \vec{F}_a$$

П.к. вода в соуде движется с ускорением,  $F_a$  будет направлена не строго вертикально. Она будет разлагаться на 2 составляющие:  $F_{ax}$  и  $F_{ay}$ , причем

$$F_{ay} = \rho_0 g V, \quad F_{ax} = \rho_0 a V$$

$$oy: 0 = F_{ay} + T_1 \cos \alpha - mg = 0$$

$$T_1 = \frac{mg - F_{ay}}{\cos \alpha}$$

$$ox: ma = F_{ax} + T_1 \sin \alpha = F_{ax} + (mg - F_{ay}) \tan \alpha$$



Ученик

$$ma = \rho_0 Va + (mg - \rho_0 Vg) \operatorname{tg} \alpha$$

$$ma - \rho_0 Va = (mg - \rho_0 Vg) \operatorname{tg} \alpha$$

$$a = g \operatorname{tg} \alpha$$

$$a = \omega^2 d = \omega^2 \cdot (l+R) \cdot \cos \alpha$$

$$\omega^2 (l+R) \sin \alpha = g \operatorname{tg} \alpha$$

$$\omega^2 (l+R) \cos \alpha = g$$

$$\cos \alpha = \frac{g}{\omega^2 (l+R)} = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

Оубем: 1)  $N = 2,1 H$

2)  $\alpha = 60^\circ$

6

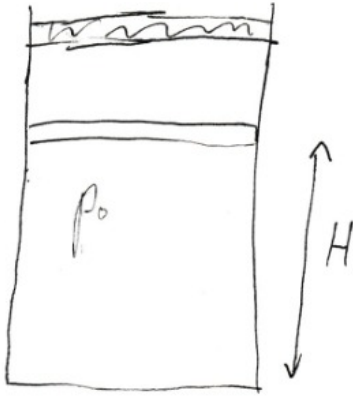
# Часть 2

Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205097**

ID профиля: **116324**

Вариант 3



Упробук W

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_0 V = \nu R T$$

$$C_p \cdot m \cdot \Delta T = \Delta Q$$

$$p_0 S (H - H_0) = \nu R \Delta T = \nu R \cdot \frac{\Delta Q}{C_p \cdot m}$$

$$p_0 S \Delta H = \frac{\nu R \Delta Q}{C_p m}$$

00,05,00

$$\Delta H =$$

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{5,5}{18} = \frac{11}{36}$$

$$\frac{5,5 \cdot 8,31 \cdot 373}{18 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}$$

+

$$\frac{5,5 \cdot 8,31 \cdot 4000}{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}$$

$$\frac{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}$$

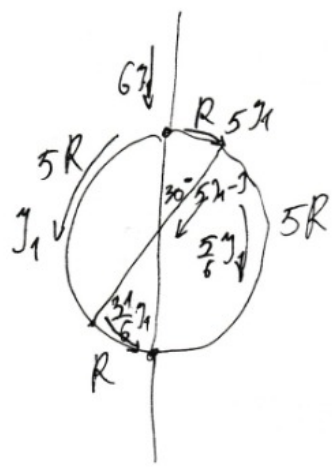
$$0,1897218 \quad +$$

$$\frac{5,5 \cdot 8,31 \cdot 4000}{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}$$

$$\frac{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}{18 \cdot 2200 \cdot 5,5 \cdot 10^3 \cdot 500 \cdot 10^3}$$

15

Чертова



$$5 I_2 R = (5 I_2 - I_1 + I_3) R$$

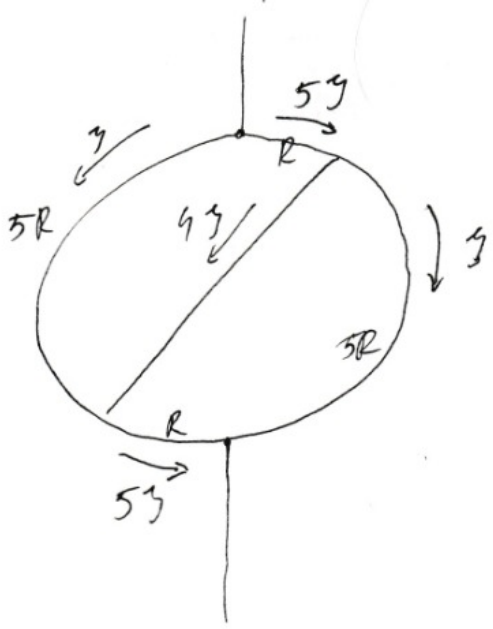
$$5 I_2 R = (5 I_2 - I_1) R$$

$$6 I_2 = 5 I_1$$

$$I_2 = \frac{5}{6} I_1$$

$$R_0 = 5 I_1 R +$$

P =



$$R_0 = \frac{5 I_2 R + 5 I_1 R}{6 I_1}$$

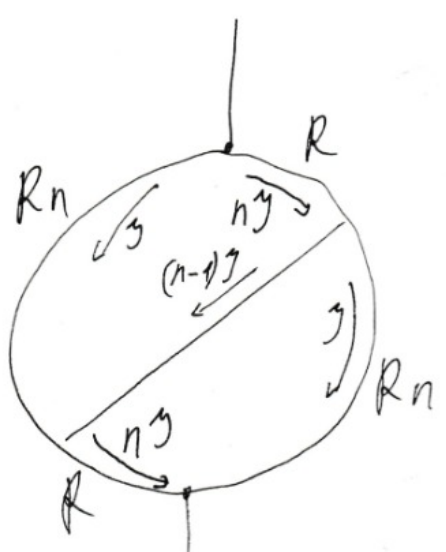
W R = 2 \Omega

$$10 I_2 R = 6$$

$$20 I_2 = 6$$

$$I_2 = \frac{6}{20} = 0,3 \text{ A} = \frac{3}{10}$$

$$P = 25 I_2^2 R + I_2^2 \cdot 5R + I_1^2 \cdot 5R + 25 I_2^2 R = 60 I_2^2 R = 60 \cdot \frac{9}{100} \cdot 2 = 10,8 \text{ Вт}$$



$$R(n+1) = 12$$

$$(n-1)I = \frac{2}{3}$$

$$\frac{3}{nI} (n+1) = 12$$

$$\frac{n+1}{nI} = 4$$

$$(n-1) \cdot \frac{n+1}{4n} = \frac{2}{3}$$

$$n^2 - 1 = \frac{8n}{3}$$

$$U = 2n I R = 6 \text{ В}$$

$$n I R = 3$$

$$R = \frac{3}{nI}$$

$$I = \frac{n+1}{4n}$$

$$3n^2 - 8n - 3 = 0$$

$$D = 4 \cdot 3 \cdot 3 + 64 = 100$$

$$m = 5,52$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_1 = 100^\circ\text{C}$$

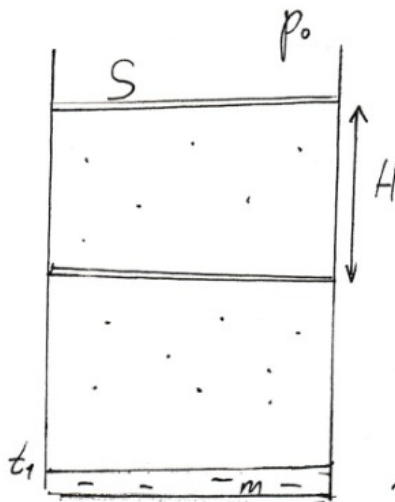
$$S = 500 \text{ см}^2$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$Q_2 = 17430 \text{ Дж}$$

$$1) Q_1 - ?$$

$$2) H - ?$$



$$1) Q_1 = cm(t_1 - t_2) = 2300 \text{ Дж}$$

2) Сначала нужно понять, останется вода в сосуде или все испарится после того как эти сойдутся  $Q_2$ .

$Q_k = r \cdot m$  - кол-во теплоты, необходимое чтобы испарить воду

$$Q_k = 12430 \text{ Дж}$$

$Q_k < Q_2 \Rightarrow$  все вода испарится.

После того как вода выкипит, объем содержащегося в сосуде увеличится на  $V_1$  - объем образовавшегося пара.

$p_0 V_1 = \nu R T_1$  - уравнение состояния образовавшегося пара.

$$V_1 = \frac{\nu R T_1}{p_0} = \frac{m R T_1}{M p_0} = \Delta V_1$$

После этого образовавшегося пару сообщают ещё  $Q = Q_2 - Q_k$  теплоты, в результате чего он расширяется:

$$p_0 V_1 = \nu R T_1$$

$$p_0 V_2 = \nu R T_2$$

$$p_0 (V_2 - V_1) = \nu R \Delta T, \text{ где } \nu = \frac{m}{M}$$

$$p_0 \cdot \Delta V_2 = \nu R \cdot \frac{Q}{c_p m}$$

$$Q = c_p m \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{c_p m}$$

$$\Delta V_2 = \frac{\nu R Q}{c_p m p_0} = \frac{\nu R (Q_2 - r \cdot m)}{c_p m p_0}$$

Суммарно объём <sup>числовых</sup> после замкнутое уравнение

$$\text{на } \Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = \frac{mRT_1}{Mp_0} + \frac{\nu R(Q_2 - r \cdot m)}{C_p m p_0}$$

$$H = \frac{\Delta V}{S} = \frac{mRT_1}{Mp_0 S} + \frac{\nu R(Q_2 - r \cdot m)}{C_p m p_0 S} =$$

$$= \frac{mRT_1}{Mp_0 S} + \frac{mR(Q_2 - r \cdot m)}{M C_p m p_0 S} \approx \overline{19 \text{ см}} \quad 35,7 \text{ см}$$

Ответ: 1)  $Q_2 = 2300 \text{ Дж}$

2)  ~~$H = 19 \text{ см}$~~   $H = 35,7 \text{ см}$

(2)

Условие

Задача 5

Дано:

$R = 24 \text{ Ом}$

$U = 6 \text{ В}$

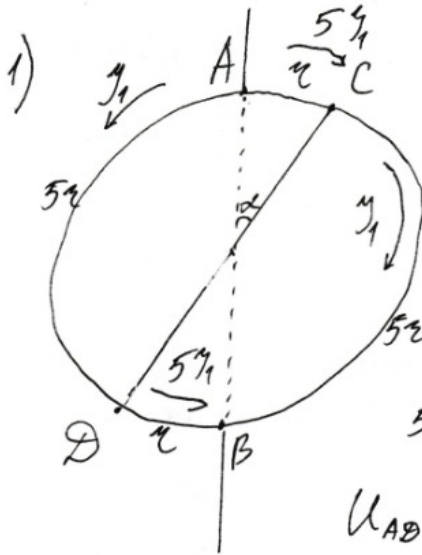
$\alpha = 30^\circ$

$I = \frac{2}{3} A$

1)  $P - ?$

2)  $n - ?$

3)  $P_2 - ?$



$\alpha = 30^\circ \Rightarrow$  перемычка имеет  
 длину  $\frac{180^\circ}{30^\circ} = 5$ . Аналогично длина  
 и сопротивление:  $r$  и  $5r$

Путь через левый участок  
 $5r$  перем ток  $I_1$ . (участок AD)

$U_{AD} = U_{ACB}$

$U_{ACB} = U_{AC} + U_{CB}$ , но  $U_{CB} = 0$ ,  
 т.к. сопротивление перемычки мало,

$U_{ACB} = U_{AC}$

$U_{AD} = U_{AC}$

$I_1 \cdot 5r = I_{AC} \cdot r \Rightarrow I_{AC} = 5I_1$

Путь через CB перем ток  $I_2$ .

Тогда  $I_{CB} = 5I_1 - I_2$  по 1 правилу Кирхгофа.

$I_{DB} = I_1 + (5I_1 - I_2) = 6I_1 - I_2$

$U_{CB} = U_{CDB}$ ,  $U_{CDB} = U_{CB} + U_{DB} = U_{DB}$

$U_{CB} = U_{DB}$

$I_2 \cdot 5r = (6I_1 - I_2) r$

$6I_2 = 6I_1$

$I_2 = I_1$

$U = U_{AC} + U_{CB} = 10I_1 r$

Сопротивление удлинённого кельца  $12r = 24 \text{ Ом}$   
 (точнее, проволоки, из которой оно сделано)  $r = 2 \text{ Ом}$

$I = \frac{U}{R} = 0,3 \text{ А}$

3

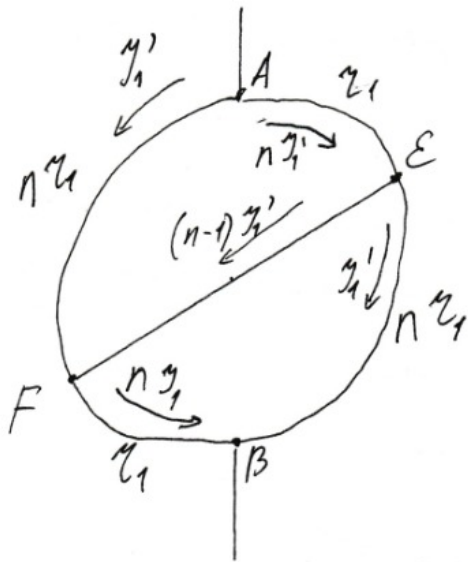
## Числовик

Теперь, зная ток и сопротивление каждого участка цепи, легко посчитать, какая мощность рассеивается на резисторе.

$$P = (5I_1)^2 Z + I_1^2 \cdot 5Z + I_1^2 \cdot 5Z + (5I_1)^2 Z = 60 I_1^2 Z =$$

$$= 60 \cdot \frac{9}{100} \cdot 2 = 10,8 \text{ Вт}$$

2)



Сопротивление поучему делится так же, как перемычка делит ток.

Сопротивление преобразован:

$$R = 2(n+1)Z_1 \quad (1)$$

Как и в первом пункте расставим токи в цепи:

$$I_{AF} = I_1' \Rightarrow I_{AE} = n \cdot I_1'$$

$$I_{EB} = I_2' \Rightarrow I_{EF} = \cancel{n} I_1' - I_2'$$

$$I_{FB} = (n+1) I_1' - I_2'$$

$$U_{EB} = U_{FB} \Rightarrow n Z_1 \cdot I_2' = ((n+1) I_1' - I_2') Z_1$$

$$(n+1) I_2' = (n+1) I_1'$$

$$I_2' = I_1'$$

$$U = 2n I_1' Z_1 \quad (2)$$

$$I = (n-1) I_1' \quad (3)$$

Решим систему из уравнений (1), (2) и (3):

$$Z_1 = \frac{R}{2(n+1)} = \frac{12}{n+1}$$

$$U = 2n I_1' \cdot \frac{12}{n+1}$$

$$I_1' = \frac{U(n+1)}{24n} = \frac{n+1}{4n}$$

$$\frac{n^2 - 1}{4n} = \frac{2}{3}$$

4



Числовик

$$3n^2 - 3 = 8n$$

$$3n^2 - 8n - 3 = 0$$

$$\begin{cases} n = 3 \\ n = -\frac{1}{3} \end{cases}; \quad n = 3$$

3)  $y_1' = \frac{1}{3} \text{ A}$

$$n y_1' = 1 \text{ A}$$

$$y_1 = 3 \text{ A}$$

$$n \cdot z_1 = 9 \text{ A}$$

Зная все токи и все сопротивления, легко посчитать мощность, которая рассеивается на катушке в этом случае.

$$P_2 = (3 y_1')^2 \cdot z_1 + (y_1')^2 \cdot 3z_1 + (y_1')^2 \cdot 3z_1 + (3y_1')^2 \cdot z_1 =$$
$$= 24 y_1'^2 \cdot z_1 = 8 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $P = 10,8 \text{ Вт}$

2)  $n = 3$

3)  $P_2 = 8 \text{ Вт}$

5