

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21205924**

ID профиля: **321509**

Вариант 3

Условие

№1.



Условие плавания куска льда:

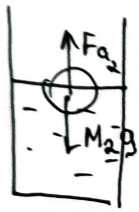
$$F_{a1} = Mg;$$

$$F_{a1} = \rho_0 g V_{н.1}; \quad Mg = \rho g V_1; \Rightarrow \rho_0 g V_{н.1} = \rho g V_1; \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{н.1} = \frac{\rho}{\rho_0} \cdot V_1; \Rightarrow V_{н.1} = V_1 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right)$$

$$V_1 = \frac{M}{\rho} = \frac{450 \text{ г}}{0,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 500 (\text{см}^3); \Rightarrow V_{н.1} = 500 \cdot \left(1 - \frac{0,9}{1}\right) = 50 (\text{см}^3)$$

Изначальная система находится в состоянии равновесия; $\Rightarrow t_0 = 0^\circ\text{C}$
После добавления воды объем надводной части льда уменьшился на 25 см^3 и стал равен $V_{н.2} = 25 \text{ см}^3$



$$M_2 g = F_{a2} \text{ (усл. плавания льда)}$$

$$M_2 = \rho V_2; \quad F_{a2} = \rho_0 g V_{н.2}$$

$$\rho V_2 g = \rho_0 V_{н.2} g; \Rightarrow V_{н.2} = \frac{\rho}{\rho_0} V_2; \Rightarrow V_{н.2} = V_2 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0}\right) = 25 \text{ см}^3$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{25}{1-0,9} = 250 (\text{см}^3); \Rightarrow M_2 = 250 \cdot 0,9 = 225 (\text{г}) = 0,225 (\text{кг})$$

Ур-е теплового баланса при добавлении воды: $\Delta m = M_1 - M_2 = 0,225 (\text{кг})$ - масса растаявшего льда

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = cm(t_0 - t_1); \quad Q_2 = \lambda m \quad \left| \rightarrow \quad cm(t_1 - t_0) = \lambda m \right.$$

$$m = \frac{\lambda m}{c(t_1 - t_0)} = \frac{336 \cdot 10^5 \cdot 0,225}{4200 \cdot 30} =$$

$$= 0,6 (\text{кг})$$

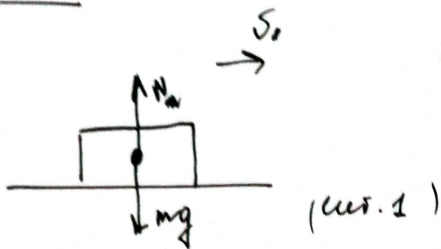
Ответ: 1) $V_{н.1} = 50 (\text{см}^3)$

2) $m = 0,6 (\text{кг}) = 600 (\text{г})$.

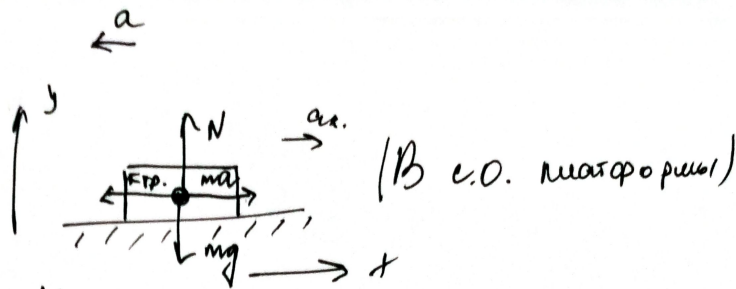
①

Задача

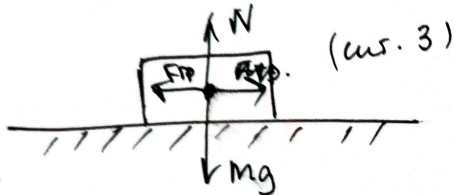
N2



когда платформа движется равномерно со скоростью v_0



когда платформа начала тормозить (рис. 2)



когда платформа остановилась

$v_0 = 10 \frac{м}{с} = at; \Rightarrow t = \frac{10}{2} = 5(с)$ - время, которое останавливалась платформа. и, следовательно, увеличивалась скорость коробки в с.о. платформы

По 2-ому 3-му Ньютона (рис. 2)

$$\begin{cases} N - mg = 0(0g) \\ ma - \mu N = ma_k; (0x); \Rightarrow a - \mu g = a_k; \Rightarrow \mu g = a - a_k \end{cases}$$

1) Тормозной путь платформы ~~$h = \frac{at^2}{2} = 25(м)$~~

Расстояние, которое проехал груз во время торможения платформы

$S_1 = \frac{a_k t^2}{2}$, расстояние, которое проехал груз после остановки,

равно S_2 ($\frac{mv^2}{2} = \mu N S_2$ (по 3-му закону сохранения энергии, после остановки платформы) (мк. энергии коробки пошла на работу шипа

времени по перемещению коробки)

$$S_2 = \frac{v^2}{2\mu g} = \frac{a_k^2 t^2}{2\mu g}; \quad S_1 + S_2 = \frac{a_k t^2}{2\mu g} + \frac{a_k t^2}{2} = S$$

$$\frac{a_k t^2}{2} \left(\frac{a_k}{\mu g} + 1 \right) = S; \quad \frac{a_k t^2}{2} \left(\frac{a_k}{a - a_k} + 1 \right) = S \quad (2)$$

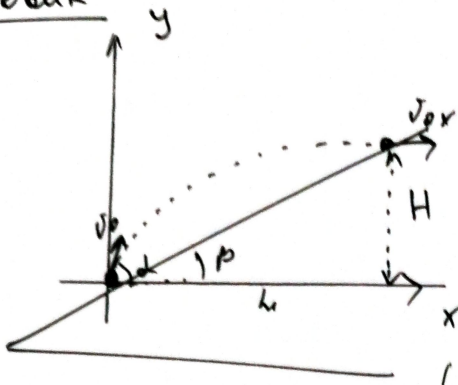
Все в м:

$$\frac{25 a_k}{2} \cdot \left(\frac{a_k}{2 - a_k} + 1 \right) = 12; \Rightarrow \frac{24}{25 a_k} = \frac{2}{2 - a_k}; \Rightarrow 48 - 24 a_k = 50 a_k \Rightarrow 48 = 74 a_k$$

~~$a_k = \frac{2674}{48} \approx 55,7(м/с^2)$~~
 ~~$\mu = \frac{1,54}{2} \approx 0,77$~~
 ~~$v_{max} = a_k t = 278,5(м/с)$~~
 ~~$h = 25(м); \mu = 0,0046$~~
 ~~$T = 5(с); v_{max} = 7,7(м/с)$~~
 $a_k = \frac{48}{74} = 0,648(м/с^2)$
 $\mu = \frac{a - a_k}{g} = 0,14$
 $v_{max} = a_k t = 3,24(м/с)$
 $h = 25(м); \mu = 0,14$
 Ответы: $T = 5(с); v_{max} = 3,24(м/с)$

Минорек

N3.



1) $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$; $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$

$$H = \frac{v_{0y}^2 - v_y^2}{2g} = \frac{v_{0y}^2}{2g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g}$$

~~$v_y = 0$, т.к. парабола симметрична относительно вертикали~~
 была параллельна

($v_y = 0$, т.к. перед вертикалью меморек движется горизонтально.)

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4}{3} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{3}{5} \sin \alpha; \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = \sin^2 \alpha \cdot \frac{17}{25} = 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{64}{17}; \rightarrow H = \frac{12^2 \cdot \frac{64}{17}}{2 \cdot 10} = 6,31 \text{ (м)}$$

h - расстояние, которое пролетит меморек по оси x (см. рис.)

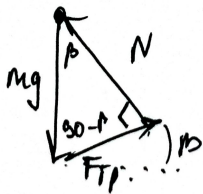
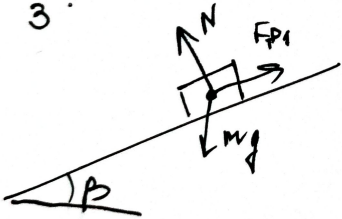
$$h = \frac{H}{\tan \beta} = v_{0x} \cdot t; t - \text{время полета}$$

~~$H = \frac{v_{0y}^2}{2g}$~~ $v_{0y} = gt; \Rightarrow t = \frac{v_{0y}}{g}$

$$2) h = \frac{H}{\tan \beta} = \frac{v_{0x} \cdot v_{0y}}{g}; \Rightarrow \tan \beta = \frac{H \cdot g}{v_{0x} \cdot v_{0y}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha \cdot g}{2g \cdot v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{2 \cos \alpha} = \frac{1}{2} \tan \alpha$$

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

4)



Условие, при котором меморек не будет перемещаться по плоскости

~~$F_{тр} = \mu N$; $N = mg \cos \beta$~~

$$\frac{F_{тр}}{N} = \mu = \tan \beta = \frac{4}{3}$$

(3)

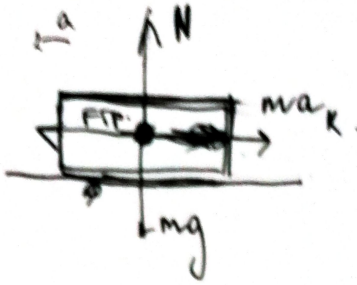
Ответ: 1) $H = 6,31 \text{ (м)}$

2) $\tan \beta = \frac{4}{3}$

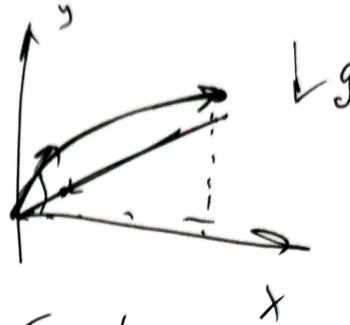
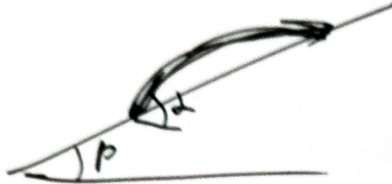
3) -

4) $\mu = \tan \beta = 1,33$

Упробук



- 1) Вбук. с. ускор.
- 2)



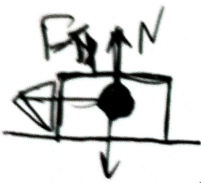
$$v_{oy} = v_0 \sin \alpha$$

$$v_{ox} = v_0 \cos \alpha$$

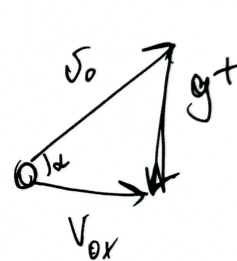
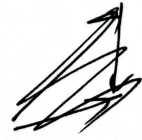
$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{8}{3}$$

$$\theta_2 = v_0 \sin \alpha$$

$$H = v_{oy} t - \frac{g t^2}{2}$$



$$\cos \alpha = \frac{3}{5} \sin \alpha$$



$$\frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{g}{64} + 1 = \frac{73}{64} \sin^2 \alpha = 1$$

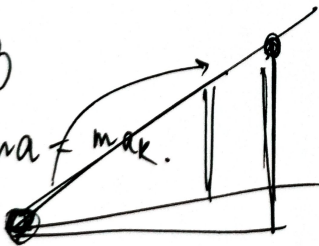
$$H = \frac{v_{oy}^2}{2g}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{\frac{1 \cdot 64}{673}} = \frac{8}{\sqrt{673}}; \cos \alpha = \frac{3}{\sqrt{23}}$$



$$N = mg$$

$$\mu mg + ma = ma_k$$



$$mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

4

Решение



$F_a = mg; \rho_0 g V_k = \rho g V$

$k = \text{some volume}$

$V = \frac{m}{\rho} = \frac{480}{0,9} = 500$

$\rho_0 k = \rho$

$k = 0,9 \Rightarrow V_k = 0,9 V = 500 \cdot 0,9 = 450 \text{ (cm}^3\text{)}$



$\rho_0 g V_{n.2} = \rho g V_2$

$V_2 = \frac{\rho_0}{\rho} \cdot V_{n.2} = \frac{1}{0,9} \cdot 475 = 0,9$

$Q_1 + Q_2 = 0$
 $c m t_1 + \Delta m = 0$

$-c m t_1 + \Delta m = 0$

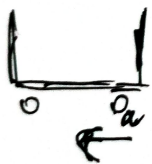
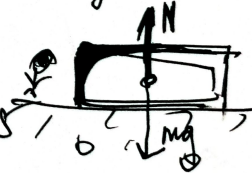
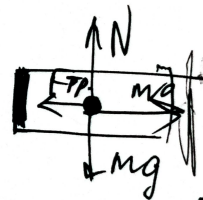
$\Delta m = \frac{c m t_1}{g}$



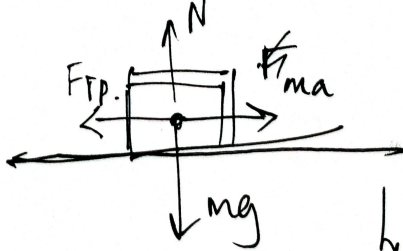
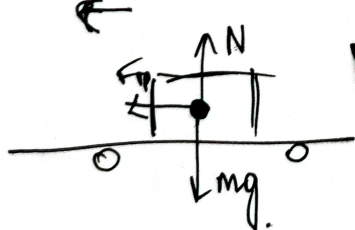
$\rho g V_2 = \rho_0 g V_{n.2}$

$V_{n.2} = V_2 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_0} \right) = 25 \cdot 0,9$

$250 \cdot 0,9$



уда сдвинуть



$\frac{m v^2}{2} = m g s$

$v^2 = \frac{2 m g s}{m} = 2 g s$

5

$m g = m a$
 $a = g$

$h = 6 \text{ м}$
 $h = \frac{a t^2}{2}$

$a = \frac{2h}{t^2} = \frac{12}{25} = 0,48 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21205924**

ID профиля: **321509**

Вариант 3

Условие

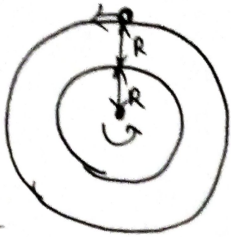
N4

$$M_3 = 6 \cdot 10^{24} \text{ (кг)}$$

$$R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{2R}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24}}{2 \cdot 6,4 \cdot 10^6}} = 176,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 2R}{v} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 6,4 \cdot 10^6}{176,8} = 454,6 \approx 455 \text{ (с)} - \text{период}$$

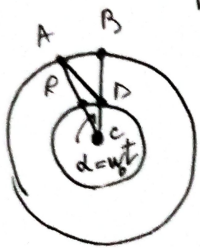


Обращение спутника; $\omega_c = \frac{2\pi}{T} = \frac{360^\circ}{455} = 0,79 \text{ }^\circ/\text{с}$

ω_0 - относительная угловая скорость (угловая скорость спутника в с.о. Земли)

$$\omega_3 = \frac{360^\circ}{24 \cdot 60 \cdot 60} = 0,0042 \text{ }^\circ/\text{с}$$

$$\omega_0 = \omega_c - \omega_3 = 0,78 \text{ }^\circ/\text{с}$$



$AC = BC = 2R$; $AD = DC = R$; D - наблюдатель.

Наименьшее расстояние между наблюдателем и спутником равно R

По т. косинусов в ΔACD :

$$AD^2 = S^2 = 4R^2 + R^2 - 4R^2 \cos(\alpha) = 5R^2 - 4R^2 \cdot \cos(\omega_0 t)$$

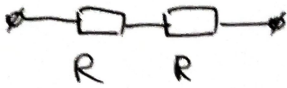
$$S = R \sqrt{5 - 4 \cos(\omega_0 t)}$$

$$S'(t) = \omega_0 t = \pi^\circ; t_1 = 57,7 \text{ (с)}$$

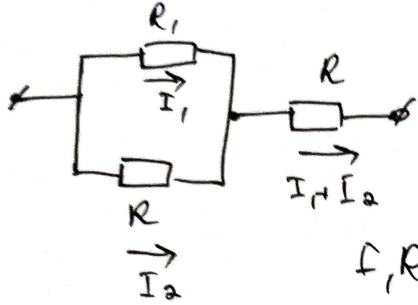
$$\text{Ответ: } T = 455 \text{ (с)}, t_1 = 57,7 \text{ (с)}$$

Задача

NS. 1) $R_0 = 2R$; $P = U_0 I_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = 1 \text{ Вт}$; $\Rightarrow R_0 = \frac{U_0^2}{P} = 36 \text{ Ом}$;
 $\Rightarrow R = \frac{R_0}{2} = 18 \text{ (Ом)}$



2)



Рассавим токи с учетом 3-на Ома, обратно пропорционально сопротивлению параллельных ветвей и с учетом 1-ого правила Кирхгофа.

$$I_1 R_1 = I_2 R; \Rightarrow I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R};$$

$$U_0 = I_2 R + I_1 R + I_2 R = 2R \cdot I_1 \cdot \frac{R_1}{R} + I_1 R = I_1 (2R_1 + R);$$

$$R_1 = \frac{U_0}{2I_1} - \frac{R}{2}; \Rightarrow P_1 = I_1^2 R_1 = I_1^2 \cdot \frac{U_0}{2I_1} - \frac{I_1^2 R}{2} = -\frac{I_1^2}{2} R + \frac{U_0 I_1}{2}$$

График $P_1(I_1)$ - парабола, ветви вниз; $\Rightarrow P_1 - \text{max}$ - при ее вершине,

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\frac{1}{2} U_0}{\frac{1}{2} \cdot R} = \frac{3}{18} = \frac{1}{6} \text{ (А)}; \Rightarrow R_1 = \frac{6}{2 \cdot \frac{1}{6}} - \frac{18}{2} = 9 \text{ (Ом)}$$

$$P_{1\text{max}} = -\frac{1}{36} \cdot \frac{1}{2} \cdot 18 + 6 \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4} \text{ Вт} = 0,25 \text{ (Вт)}$$

Ответ: $P_{\text{max}} = \frac{1}{4} \text{ (Вт)}$; $R_1 = 9 \text{ (Ом)}$; $R = 18 \text{ (Ом)}$

2

Черновик

$$\frac{648R_1 + 36R_1^2}{(36R_1 + 324)^2} = \frac{R_1^2 + 18R_1}{(R_1 + 9)^2} = \frac{R_1^2 + 18R_1}{R_1^2 + 18R_1 + 81} = 1 - \frac{81}{R_1^2 + 18R_1 + 81}$$

$$(R_1^2 + 18R_1 + 81) - 2R_1 + 18$$



$$\frac{36}{2} = 18$$



$$R_1^2 + 18R_1 = 9R_1$$

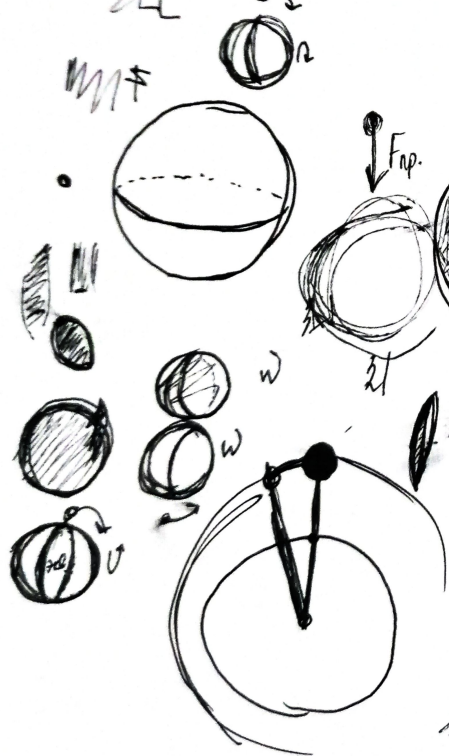
$$R_1^2 + 9R_1 = 0$$

$$36R_1$$

$$= \frac{9R_1}{R_1^2 + 18R_1 + 81} = \frac{9R_1}{(R_1 + 9)^2}$$

$$4R_1^2 + 22R_1 + 324$$

$$R_1^2 + 18R_1 + 81$$



$$6 \cdot 10^{24} \cdot 6,67 \cdot 10^{-11}$$

$$2\pi \cdot 2R \cdot R$$

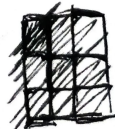
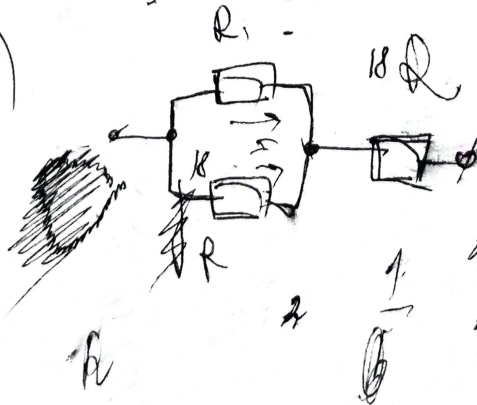
$$GM$$

$$\frac{1}{9} + \frac{1}{8} = \frac{27}{72} = \frac{3}{8} = \frac{1}{6}$$

$$6 + 18 = 24 \text{ (сек)}$$

$$I_0 = \frac{6}{24} = \frac{1}{4} \text{ (м)}$$

③



Решение.

$$I_1 = \frac{U_0^2 R_1}{(2R_1 + R)^2} = \frac{I_1 R_1}{R}$$

$$I_0 = I_1 \left(\frac{R+R_1}{R} \right)$$

$$\frac{4R_1 R}{R_1 + R} + R = \frac{2R_1 R + R^2}{R_1 + R}$$

$$P_0 = \frac{U_0^2}{2R_1 + R} \left(\frac{R+R_1}{R} \right)$$

$$P = \frac{U_0^2}{(2R_1 + R)}$$

$$\frac{324 R_1}{4R_1^2 + 472R_1 + 324} = \frac{81R_1}{R_1^2 + 118R_1 + 81}$$

$$\left(\frac{U_0}{2R_1 + R} + \frac{U_0 R_1}{R(2R_1 + R)} \right) \cdot R = \frac{13}{54} U_0 \left(1 - \frac{R_1 + R}{2R_1 + R} \right)$$

$$U_0 - \frac{U_0 R}{2R_1 + R} \left(1 + \frac{R_1}{R} \right) = \frac{(R_1 + R) \cdot U_0}{2R_1 + R}$$

$$1 - \frac{6R_1 + 108}{2R_1 + 18} = \left(3 + \frac{54}{2R_1 + 18} \right) = \frac{36}{4} = 9$$

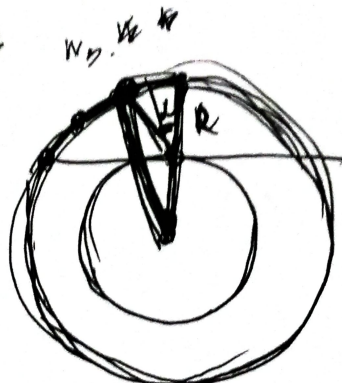
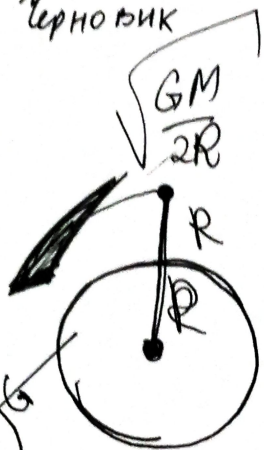
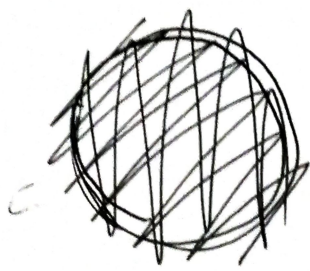
$$\frac{U_0^2}{2R_1 + R} \left(\frac{R+R_1}{R} \right) - \frac{U_0^2}{(2R_1 + R)^2} \left(\frac{R+R_1}{R} \right)^2 \cdot R \quad \rightarrow \quad (4)$$

$$\frac{U_0^2}{2R_1 + R} \cdot \frac{R+R_1}{R} \left(1 - \frac{R+R_1}{2R_1 + R} \right) = \frac{R_1 \cdot (R+R_1)}{R(2R_1 + R)^2} \cdot U_0^2$$

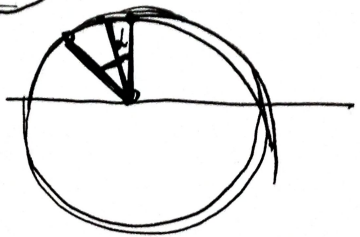
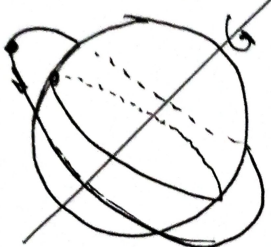
$$\frac{18R_1 + R_1^2}{4R_1^2 + 472R_1 + 324} \cdot \frac{1}{4} = \frac{18R_1 + R_1^2}{2R_1^2 + 36R_1 + 162} = \frac{1}{2} - \frac{162}{2R_1^2 + 36R_1 + 162}$$

~~Handwritten scribbles~~

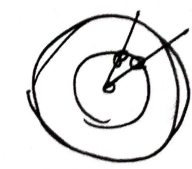
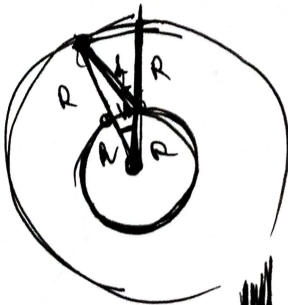
УПЛОТНИК



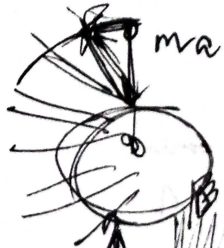
$$d = w_3 t$$



$$S = \sqrt{4R^2 + R^2 - 4R^2 \cdot \cos(w_3 t)}$$



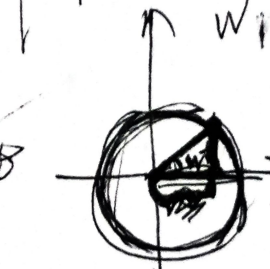
$$= R^2 \cdot \sqrt{5 - 4 \cos(w_3 t)}$$



1-ship

$$S = R \cdot \sqrt{5 - 4 \cos w_3 t}$$

$$S'(t) =$$



$$\frac{1}{2} R$$

Угол

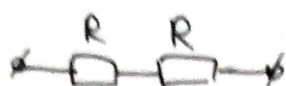


$$\sqrt{5 - \frac{S^2}{R^2}}$$

4

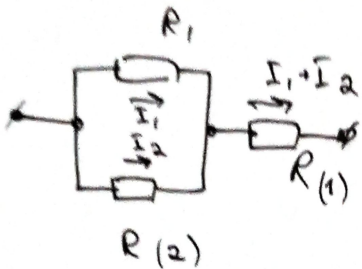
Электротехника Упробук

N5.

 $R_0 = 2R$; $P = U_0 I_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = 1 \text{ Вт}$

1) $R_0 = \frac{U_0^2}{P} = 36 \text{ (Ом)} = 2R$; $\Rightarrow R = 18 \text{ (Ом)}$;

2)



Рассчитать токи с учетом 3-на Ома, обратно пропорционально сопротивлению параллельных ветвей и с учетом 1-ого правила Кирхгофа.

$I_1 R_1 = I_2 R$; $\Rightarrow I_2 = \frac{I_1 R_1}{R}$

$U_0 = I_1 R_1 + R(I_1 + I_2) = I_1 R_1 + I_1 R + \frac{I_1 R_1}{R} \cdot R = 2I_1 R_1 + I_1 R$

$I_1 = \frac{U_0}{2R_1 + R}$

$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{U_0^2}{(2R_1 + R)^2} \cdot R_1$ Красивая формула мощности на резисторе

$P_0 = U_0 (I_1 + I_2) = \frac{U_0}{2R_1 + R} \cdot U_0 \left(1 + \frac{R_1}{R}\right)$; $P_{R(1)} = (I_1 + I_2)^2 \cdot R =$

$= \frac{U_0^2}{(2R_1 + R)^2} \cdot \left(\frac{R + R_1}{R}\right)^2 \cdot R = \frac{U_0^2}{(2R_1 + R)^2} \cdot \frac{(R + R_1)^2}{R}$

$P_1 = P_0 - P_{R(1)} = \frac{U_0^2}{2R_1 + R} \cdot \frac{R + R_1}{R} \left(1 - \frac{R + R_1}{2R_1 + R}\right) = \frac{U_0^2 (R + R_1)}{(2R_1 + R)^2} \cdot R_1$

~~$R_1 = \frac{U_0}{2I_1} - \frac{R}{2}$~~

$R_1 = \frac{U_0}{2I_1} - \frac{R}{2}$

⑤

$P_1 = I_1^2 \cdot \left(\frac{U_0}{2I_1} - \frac{R}{2}\right) = \frac{I_1 U_0}{2} - \frac{I_1^2 R}{2}$