

Часть 1

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

Шифр: **21204959**

ID профиля: **173138**

Вариант 4

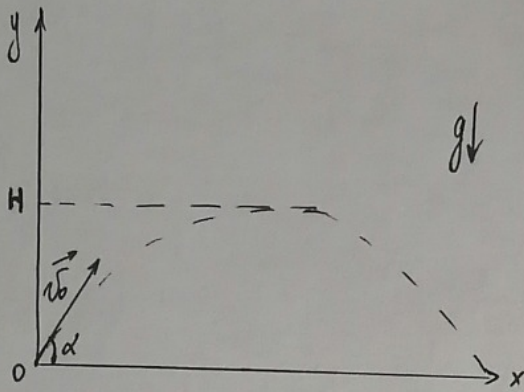
Условие 1

1)

Дано

$\alpha = 45^\circ$
 $H = 10 \text{ м}$

1) $v_0 = ?$



$$1) v_0 = \sqrt{v_{0x}^2 + v_{0y}^2}$$

$$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha = v_0 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = v_{0x}$$

$$Oy: H = \frac{v_{Hy}^2 - v_{0y}^2}{-2g}$$

$v_{Hy} = 0$, скорость камня на высоте H

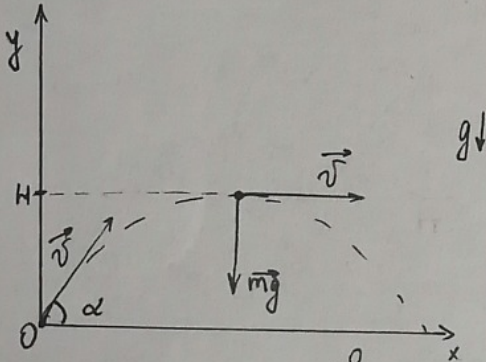
$$v_{0y} = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow v_0 = \frac{v_{0y}}{\sin \alpha} = \frac{10\sqrt{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = 20 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \text{ м/с}$

2) $v = \text{const}$
 $F_p = \frac{1}{2} Mg$

$v = ?$



$$Oy: H = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2a_y}$$

$$H = -\frac{v \cdot \cos^2 \alpha}{2a_y}, \quad a_y = -\frac{v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2H}$$

т.к. $v = \text{const}$, $v = \sqrt{v_{0x}^2 + v_y^2}$

$v_y \neq \text{const}$, то $v_x \neq \text{const} \Rightarrow$

у тела есть ускорение по OX

т.к. $\alpha = 45^\circ$ то $v_{0x} = v_{0y} = v \cdot \cos \alpha$

на высоте H $v_{0y} = 0 \Rightarrow v_x = v$

$$Ox: v_x = v_{0x} + a_x \cdot t$$

$$v = v \cdot \cos \alpha + a_x t$$

$$L = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x} = \frac{v^2 - v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2a_x}$$

$$a_x = \frac{v^2 - v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2L}; \quad L = 20 \text{ м}$$

из 1ой части:

на высоте H:

$$Oy: 0 = v_{0y} - g t$$

$$t = \frac{v_{0y}}{g} = \frac{10\sqrt{2}}{10} = \sqrt{2} \text{ с}$$

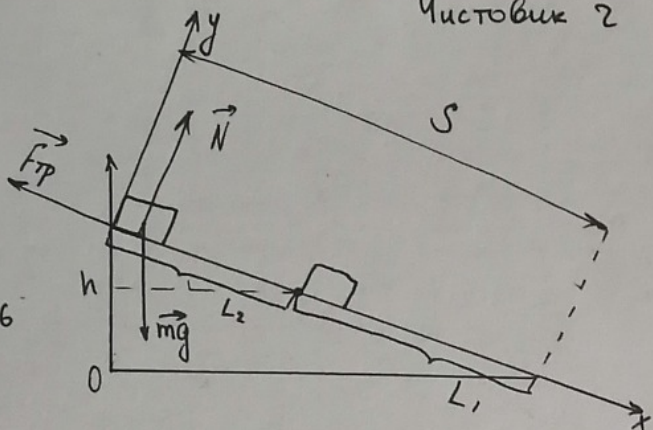
$$Ox: L = v_{0x} \cdot t = v_{0y} \cdot t = 10\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 20 \text{ м}$$

$$F_p = a \cdot m = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \cdot m$$

$$\frac{1}{2} mg = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} \cdot m$$

$$\frac{g^2}{4} = \left(\frac{v^2 - v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2L} \right)^2 + \left(\frac{v^2 \cdot \cos^2 \alpha}{2H} \right)^2$$

Чистовик 2



1) на участках выше h и ниже h на коробку действуют постоянные ускорения a_2 и a_1 при этом на коробку действуют одни и те же силы, изменяется лишь величина сил трения и силы реакции опоры

2) Дано:
 $\cos \alpha = \frac{24}{25}$
 $h = 1,4 \text{ м}$
 $h_1 > h \Rightarrow \mu_2 = 0,06$
 $h_2 < h \Rightarrow \mu_1 = 0,5$
 $v_0 = 0 \text{ м/с}$
 $v_k = 0 \text{ м/с}$

1) v_{\max} - ?
 2) S - ?

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{\frac{625 - 576}{625}} = \frac{7}{25}$$

$$\begin{cases} OX: mg \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} = am \\ F_{\text{тр}} = N \cdot \mu \\ OY: N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \quad N = mg \cos \alpha \end{cases}$$

$$mg \cdot \sin \alpha - mg \cos \alpha \cdot \mu = am$$

и $a_1 < 0$
 т.к. $a_2 > 0$ то на участке выше h тело разогнается до v_{\max} а на участке ниже h оно теряет скорость от v_{\max} до 0.

$$a_1 = (\sin \alpha - \cos \alpha \mu_1) \cdot g < 0$$

$$a_2 = (\sin \alpha - \cos \alpha \mu_2) \cdot g > 0$$

где участок от h до 0 выполняется закон сохранения полной мех энергии:

$$\frac{v_{\max}^2 \cdot m}{2} + mgh = A_{F_{\text{тр}}} = F_{\text{тр}} \cdot L_1 = mg \cos \alpha \cdot \mu_1 \cdot L_1, \quad L_1 \text{ — гл. кат по } OX$$

$$L_1 = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v_{\max}^2}{2} + gh = g \cos \alpha \cdot \mu_1 \cdot \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$v_{\max} = \sqrt{(\cos \alpha \cdot \mu_1 \cdot \frac{1}{\sin \alpha} - 1) \cdot 2gh} = \sqrt{(\frac{24}{25} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{25}{4} - 1) \cdot 2 \cdot 10 \cdot 1,4} = \sqrt{\frac{5}{7} \cdot 14 \cdot 2} = 2\sqrt{5} \text{ м/с}$$

Отвеч: 1) $v_{\max} = 2\sqrt{5} \text{ м/с}$

2) $S = L_2 + L_1$; $L_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1,4}{\frac{7}{25}} = 5 \text{ м}$

$$L_2 = \frac{v_{\max}^2 - v_0^2}{2a_2} = \frac{v_{\max}^2}{g(\sin \alpha - \cos \alpha \mu_2) \cdot 2} = \frac{(\sqrt{20})^2}{10 \cdot (\frac{7}{25} - \frac{24}{25} \cdot \frac{6}{100}) \cdot 2} = \frac{20}{20(0,2224)} = 4,49 \text{ м}$$

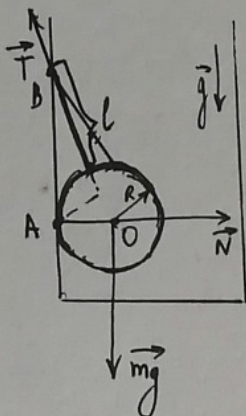
$$S = 4,49 + 5 = 9,49 \text{ м}$$

Отвеч: 2) $S = 9,49 \text{ м}$.

3) Дано:

$R = 8 \text{ см} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $l = 8 \text{ см} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ м}$
 $m = 5,2 \text{ кг}$

1) $F = ?$



$F = T$

1) стенка сосуда идет по касательной к шару или нормальной реакции опоры N перпендикулярна пов-ти, в данном случае стенке сосуда \Rightarrow вектор N совпадает с радиусом шара \Rightarrow вектор N проходит через центр шара O .

условия равновесия:

$$\begin{cases} \vec{m}g + \vec{N} + \vec{T} = 0 \\ M_{mg} + M_N + M_T = 0 \end{cases}$$

~~В~~ А-точка касания шара со стенкой сосуда

($\bullet A$) $-mg \cdot R + 0 + Td = 0$ d -плечо силы T

$$F = T = \frac{mgR}{d} = \frac{mg \cdot R}{\frac{\sqrt{3}}{2} R} = \frac{2mg}{\sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 5,2 \cdot 10}{\sqrt{3}} = 60,1 \text{ Н}$$

B -точка крепления нити к сосуду

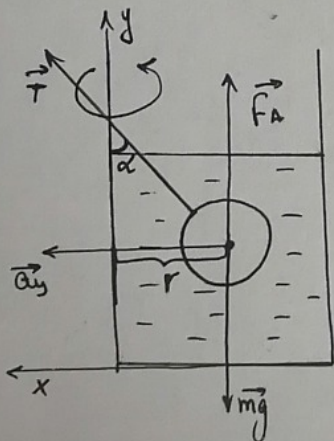
$\triangle AOB$:

$AO = R$; $BO = R + l = 2R$

$AB = \sqrt{OB^2 - OA^2} = \sqrt{4R^2 - R^2} = R\sqrt{3}$

$d = \frac{AO \cdot BA}{OB} = \frac{R \cdot R\sqrt{3}}{2R} = \frac{\sqrt{3}}{2} R$

2) $\alpha = 60^\circ$
 $T = ?$



Ответ: 1) $F = 60,1 \text{ Н}$

$$\begin{cases} OY: F_A + T \cdot \cos \alpha - mg = 0 \\ OX: T \cdot \sin \alpha = m \cdot a_y \end{cases} \quad T = \frac{mg - F_A}{\cos \alpha}$$

$$\frac{mg - F_A}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = m \cdot a_y$$

$F_A = \rho_B \cdot g \cdot V_{\text{ш}} ; V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi R^3$

$F_A = \rho_B \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$

$a_y = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 n^2}{T^2 \cdot r} = \frac{4\pi^2 \cdot r}{T^2} ; r = (l + R) \cdot \sin \alpha = 2R \cdot \sin \alpha$

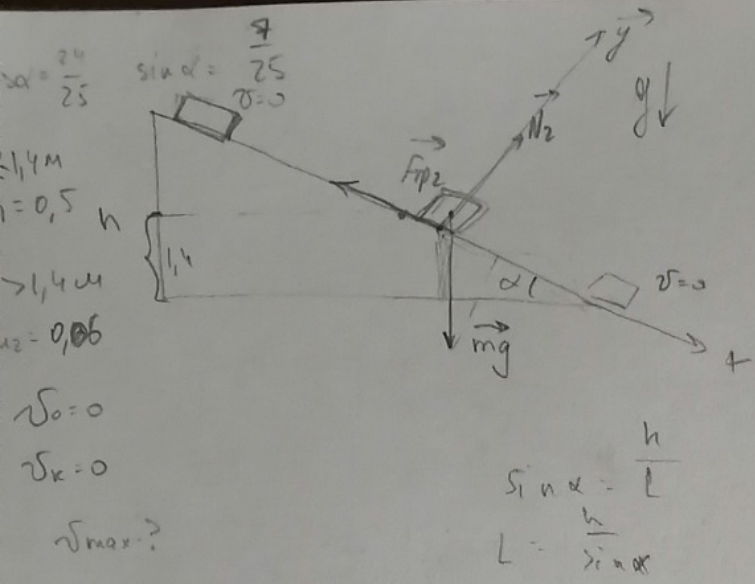
$(mg - \rho_B \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3) \cdot \tan \alpha = m \cdot \frac{4\pi^2 \cdot (2R) \cdot \sin \alpha}{T^2}$

$$T = \sqrt{\frac{m \cdot 4\pi^2 \cdot 2R \cdot \sin \alpha}{g \cdot \tan \alpha (m - \rho_B \cdot \frac{4}{3} \pi R^3)}} = \sqrt{\frac{5,2 \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot 2 \cdot 8 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10^{-2}}{10 \cdot \sqrt{3} (5,2 - 1000 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi (0,08)^3)}} = \sqrt{\frac{1,6423}{3,05}} = 0,734 \text{ с}$$

Ответ: $T = 0,734 \text{ с}$

Чепобук

v_{max} & на высоте h



$$2. \text{ OX: } mg \cdot \sin \alpha - F_{fp2} = ma_2$$

$$mg \sin \alpha - N_2 \mu = ma_2$$

$$\text{OY: } N_2 = mg \cos \alpha$$

$$mg \sin \alpha - mg \cos \alpha \mu = ma_2$$

$$a_2 = g(\sin \alpha - \cos \alpha \mu)$$

$$L = \frac{v_0^2 - v_{max}^2}{2a_2} = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v_{max}^2}{2g(\cos \alpha \mu - \sin \alpha)} = \frac{h}{\sin \alpha}$$

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2g(\cos \alpha \mu - \sin \alpha) h}{\sin \alpha}}$$

$$= \sqrt{2 \cdot 10 \left(\frac{24}{25} \cdot \frac{1}{2} - \frac{7}{25} \right) \cdot 1.4} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 1.4 \cdot \frac{5}{25}}{\frac{7}{25}}} = \sqrt{22.5} = 2\sqrt{5} \text{ m/s}$$

$$F_A = 10^4 \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot 8^3 \cdot 10^{-6} = 10^2 \cdot 512 \cdot \frac{4}{3} \pi$$

$$= \frac{20948}{3} \cdot 10^2 \pi = 20948$$

$$\frac{7}{25} - \frac{36}{625} = \frac{175 - 36}{625} = \frac{139}{625}$$

$$T = \frac{52 - 21}{\frac{1}{2}} = 62 \text{ H}$$

$$a_y = \frac{T \sin \alpha}{m} = \frac{61 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{5.2} = \frac{30.5\sqrt{3}}{5.2} = 6\sqrt{3}$$

$$a_y = \frac{v^2}{Rr} ; v^2 = a_y \cdot r = 6\sqrt{3} \cdot 0.16 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 9 \cdot 0.16 = 1.44$$

$$0.16 \cdot \sin \alpha$$

$$v = 1.2 \text{ m/s}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T} ; T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0.16 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{1.2} = \frac{0.16 \cdot \sqrt{3}}{1.2} = \frac{0.4\sqrt{3}}{3} = \frac{0.4}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{0.16 \cdot \sqrt{3} \cdot \pi}{1.2} = \frac{0.4\sqrt{3} \cdot \pi}{3} = \frac{0.4 \cdot \pi}{\sqrt{3}}$$

Часть 2

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

Шифр: **21204959**

ID профиля: **173138**

Вариант 4

4)

$m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг}$

$t_0 = 20^\circ \text{C}$

$p_0 = 1 \cdot 10^5 \text{ Па}$

$Q = 33 \cdot 10^3 \text{ Дж}$

1) т.к. лёгкий поршень находится в равновесии, давление внутри цилиндра равно ~~внешнему~~ внешнему давлению, $p_{\text{вн}} = p_0 = 10^5 \text{ Па} \Rightarrow$ чтобы вода начала испаряться её необходимо нагреть до 100°C при этом давление внутри будет оставаться постоянным

$Q_1 = m \cdot c \cdot \Delta t, \Delta t = t_k - t_0, t_k = 100^\circ \text{C}$

$Q_1 = 0,01 \cdot 4180 \cdot (100 - 20) = 3344 \text{ Дж}$

1) $Q_1 - ?$

2) $V - ?$

Ответ: 1) $Q_1 = 3344 \text{ Дж}$

2) на испарение 10 г воды затрачено

$Q_2 = m \cdot r = 0,01 \cdot 226 \cdot 10^6 = 22600 \text{ Дж}$

$(Q_1 + Q_2) < Q \Rightarrow$ испарилась вся вода

при дальнейшем нагревании пар перестаёт быть насыщенным и ведёт себя как идеальной газ

$Q - (Q_1 + Q_2) = m \cdot c_p \cdot \Delta T$
 $\Delta T = \frac{Q - (Q_1 + Q_2)}{m \cdot c_p} = \frac{33 \cdot 10^3 - (3344 + 22600) \cdot 10^3}{0,01 \cdot 2200} = \frac{7,056 \cdot 10^3}{22} = 320,7 \text{ K}$

$T_2 = T_k + \Delta T = t_k + 273 + \Delta T = 100 + 273 + 320,7 = 693,7 \text{ K}$

$PV = \frac{m}{M} \cdot RT_2, p = p_0 = \text{const}$ т.к. поршень лёгкий и всё время в равновесии

$V = \frac{m \cdot R T_2}{M \cdot p} = \frac{0,01 \cdot 8,31 \cdot 693,7}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5} = 320 \cdot 10^{-4} = 0,032 \text{ м}^3$

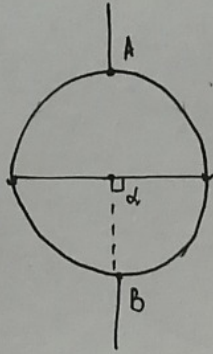
Ответ: 2) $V = 0,032 \text{ м}^3$

5

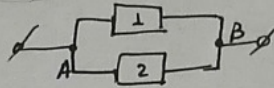
$R = 72 \text{ Ом}$

$U = 24 \text{ В}$

1) $P = ?$
 $\alpha = 90^\circ$



1) при расположении перемычки перпендикулярно диаметру АВ напряжение на её концах будет одинаковым \Rightarrow ток по ней не потечёт, а пойдёт как по схеме из двух параллельно соединенных резисторов.



сопротивление половины проволоки: $R_1 = R_2 = \frac{R}{2} = \frac{72}{2} = 36 \text{ Ом}$

$R_1 = R_2 = R/2; \quad \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$R_0 = \frac{R/2}{2} = \frac{R}{4} = \frac{72}{4} = 18 \text{ Ом}$

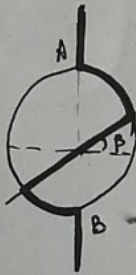
$R_0 = \frac{R}{4} = \frac{72}{4} = 18 \text{ Ом}$

$U_1 = U_2 = U$

$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{24^2}{18} = 32 \text{ Вт}$

Ответ: $P = 32 \text{ Вт}$

2) $I = 0,5 \text{ А}$
 $\beta = ?$



2) при повороте перемычки на угол β ток пойдёт по дуге А по меньшей дуге к перемычке, по перемычке и от другого конца перемычки по меньшей дуге к точке В

получается цепочка из трёх последовательно соединенных проводников

сопротивление участков проволоки будет равно: $R_{пр} = \frac{R}{360} \cdot (90 - \beta)$, т.к. ток течёт по дуге, градусная мера которой: $90 - \beta$

т.к. сопротивление перемычки пренебрежимо мало, то общее сопротивление цепочки: $R_{общ} = 2 R_{пр} = \frac{R}{180} \cdot (90 - \beta)$

суммарная сила тока на схеме: $I_{общ} = \frac{U}{R_{общ}} = \frac{U \cdot 180}{R(90 - \beta)}$

сила тока по одной дуге проволоки: $(I_{общ} - I) : 2 = \left(\frac{180U}{R(90 - \beta)} - I \right) : 2 = I_{пр}$

суммарное напряжение: $\frac{1}{U} = \frac{1}{U_{пр}} + \frac{1}{U_{пер}} + \frac{1}{U_{пр}}$

т.к. $R_{пер} \rightarrow 0$, то $U_{пер} \rightarrow 0$ и $\frac{1}{U_{пер}} \rightarrow 0$

$\frac{1}{U} = \frac{2}{U_{пр}} \Rightarrow U_{пр} = 2U = I_{пр} \cdot R_{пр}$

$2U = \left(\frac{180U}{R(90 - \beta)} - I \right) \cdot \left(\frac{R}{360} \cdot (90 - \beta) \right) / 2$

$4U = \frac{180U}{R(90 - \beta)} \cdot \frac{R(90 - \beta)}{360} - I \cdot \frac{R(90 - \beta)}{360} = \frac{U}{2} - \frac{I \cdot R(90 - \beta)}{360}$

$3,5U = - \frac{I \cdot R(90 - \beta)}{360} \Rightarrow -90 + \beta = \frac{360 \cdot 3,5U}{I \cdot R} = \frac{360 \cdot \frac{3}{2} \cdot 24}{0,5 \cdot 72} = 84$

21204959 (U173138 M1282865) $\beta = 174^\circ$ или 6°

Ответ: 2) $\beta = 174^\circ$ или $\beta = 6^\circ$

$$3) P_2 = \frac{u^2}{R_{\text{общ}}}$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{R}{180} (90 - \beta) = \frac{90R}{180} - \frac{R\beta}{180} = \frac{R}{2} - \frac{R\beta}{180}$$

$$P_2 = \frac{u^2}{R\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{180}\right)} = \frac{24^2}{42\left(\frac{1}{2} - \frac{6}{180}\right)} = 17,14 \text{ Вт}$$

Ответ: 3) $P_2 = 17,14 \text{ Вт}$

Усно бук

$$R_{np} = \frac{R}{360} \cdot (90 - \beta)$$

$$R_{oduy} = 2 R_{np}$$

$$I_{oduy} = \frac{u}{R_{oduy}} = \frac{u}{2 R_{np}}$$

$$\frac{1}{u_{np}} = \frac{2}{u_{np}}; u_{np} = 2u$$

$$I_{np} = \frac{I_{oduy} - I}{2}, I_{oduy} = 2I_{np} + I$$

$$u_{np} = R_{np} \cdot I_{np}; I_{np} = \frac{u_{np}}{R_{np}}$$

$$2 I_{np} + I = \frac{u}{2 R_{np}}$$

$$\frac{2 u_{np}}{R_{np}} + I = \frac{u}{2 R_{np}}$$

$$\frac{4u}{R_{np}} + I = \frac{u}{2 R_{np}}$$

$$8u + 2 R_{np} I = u$$

$$7u = -2 R_{np} I$$

$$7 \frac{u}{I} = -2 \cdot \frac{R}{360} (90 - \beta)$$

$$\beta - 90 = \frac{7u \cdot 180}{IR} = \frac{7 \cdot 24 \cdot 180}{5 \cdot 42} = 84$$

$$\frac{360}{42 \cdot (90 - \beta)} = \frac{24 \cdot 5}{1 - 24 \cdot 2} = \frac{24 \cdot 5}{24 \cdot 2 - 1} = \frac{u \cdot I_{np}}{1 - \frac{u^2}{2 R_{np} \cdot I_{np}}} = \frac{1}{\frac{u}{2 R_{np}} - I_{np}} = \frac{1}{I_{np} = \frac{2u}{R_{np}}}$$

$$u_{oduy} = I_{np} \cdot R_{np} \cdot 2 + I_{np} \cdot R_{np} = u = R_{oduy} \cdot I_{oduy}; I_{oduy} = R_{oduy} = \frac{2 R_{np}}{u}$$

$$R_{(90-\beta)np} = \frac{R}{360} (90 - \beta) = R_{np}$$

$$P = I^2 R = \frac{u^2}{R} \cdot I \cdot R = I u^2$$

$$P_1 = \frac{R_1}{u^2} = \frac{36}{24^2} = 598282863 (U) 173138 M1282863$$