Часть 1

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

Шифр: **21205182**

ID профиля: **870075**

Вариант 3

Учебник физика I часть

№1

Дано

$M = 0{,}45$ кг

$\rho_в$

$\rho_л$

$t_1 = 30°C$

$V_1 = 25$ см^3

λ, $c_в$

Найти

$V_{над}$ - ?

$m_в$ - ?

Решение

$t_0 = 0°C$

1) $\frac{V_{над}}{V_{под}} = \frac{\rho_в - \rho_л}{\rho_л} = 9$

$V_{над} = \frac{V_{под}}{9} \Rightarrow V_{над} = \frac{V_л}{10}$

$V_л = \frac{M}{\rho} = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ м^3

$V_{над} = \frac{V_л}{10} = 0{,}05 \cdot 10^{-3}$ м^3

$\cdot 10^{-3}$

V

2) $\Delta V_{над} = \frac{1}{2} V_{над} \Rightarrow \Delta V_{л0} = \frac{1}{2} V_л = 0{,}25$ м^3

$\Delta m_л = \frac{1}{2} M = 0{,}225$ кг

$Q_{пол} = \Delta m_л \lambda$

$|Q_{отд}| = c_в m_в (t_1 - t_0)$

$t_0 = 0°C$ т.к. лед плавает в воде, а система назад в тепловой баланс.

$m_в = \frac{\Delta m_л \lambda}{c_в (t_1 - t_0)} = 0{,}6$ кг

Ответ: $m_в = 0{,}6$ кг

$V_{над} = 0{,}5 \cdot 10^{-4}$ м^3

Чистовик физика I часть

N2

Дано

$v_0 = 10$ м/с
$a = 2$ м/с^2
$S = 12$ м
$g = 10$ м/с^2

Найти

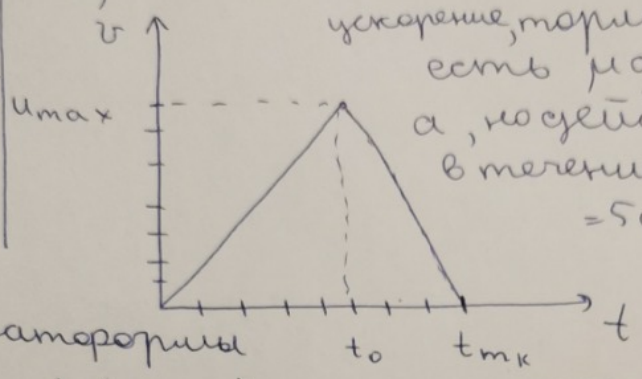
L – ?
μ – ?
T – ?
U_{max} – ?

Решение

1) $L = \frac{v_0^2}{2a} = 25$ м

$t_{ост} = 5$ сек $\left(\frac{v_0}{a}\right)$

2)



ускоряющее, тормозящее коробку есть μg, а разгоняющее a, но действует оно только в течение времени $t_{ост} = 5$ сек.

В СО платформы

$U_{max} = t(a - \mu g)$

Площадь под графиком есть путь, пройденный коробкой

$S = \frac{t_0^2(a-\mu g)}{2} + (t_{mк} - t_0)^2 \cdot \frac{\mu g}{2}$

3) разгон идет до мом. времени t_0, значит U_{max} будет в мом. t_0 или $T = 5$ сек.

$t_m - t_0 = \frac{U_{max}}{\mu g} = \frac{t_0(a-\mu g)}{\mu g} = t_0\left(\frac{a}{\mu g} - 1\right)$

$t_0^2(a-\mu g) + t_0^2\left(\frac{a^2}{\mu^2 g^2} - \frac{2a}{\mu g} + 1\right)\mu g = 2S$к

$a - \mu g + \frac{a^2}{\mu^2 g^2} - 2a + \mu g = \frac{2S}{t_0^2}$

$\mu^2 g^2 = \frac{a^2}{a + \frac{2S}{t_0^2}} \Rightarrow \mu = \frac{a}{g}\sqrt{\frac{1}{a + \frac{2S}{t_0^2}}} = 0{,}2 \cdot \sqrt{\frac{1}{4{,}4}} \approx 0{,}1$

4) $U_{max} = t_0(a - \mu g) = 5$ м/с

Ответ: $L = 25$м $\quad T = 5$сек
$\mu = 0{,}1 \quad U_{max} = 5$м/с

Чистовик физика I часть

№3

Решение

Дано
$v_0 = 12$ м/с
$tg\alpha = \frac{8}{3}$

Найти
H - ?
$tg\beta$ - ?
T - ?
μ - ?

1) из тригонометр. тождества

$\sin\alpha = \sqrt{\frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}} = 0,94$

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}} = 0,35$

т.к. мешочек перед столкновением двигался горизонтально, значит он находился в вершине параболы и двигался только за счет cos составляющей v_0

из ЗСЭ

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{mv^2\cos^2\alpha}{2}$$

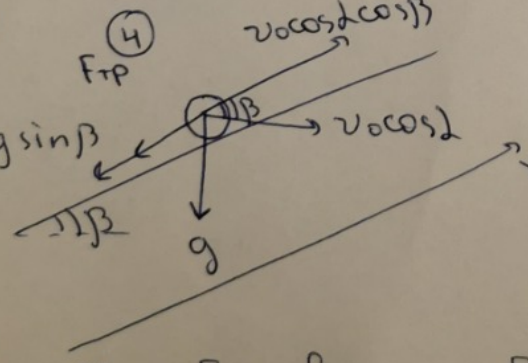
$$H = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = 6,314 \text{ м}$$

2) $t_{пол} = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}$ $\quad t_{под} = \frac{1}{2}t_{пол} = \frac{v_0\sin\alpha}{g} = 1,128$ сек

$L = v_0\cos\alpha\, t_{под} = 4,738$ м

$tg\beta = \frac{H}{L} = 1,33$ $\quad \beta = 53,1°$

3)



из проекции на Ox

$|a| = g\sin\beta$

$T_{ост} = \frac{v_0\cos\alpha\cos\beta}{g\sin\beta} = \frac{v_0\cos\alpha}{gtg\beta} = 0,32$ сек

4) чтобы движ не было $\frac{|v|}{|a|} \le 1$

$F_{тр} = \mu g\cos\beta$

$\frac{v_0\cos\alpha\cos\beta}{g(\sin\beta + \mu\cos\beta)} \le 1$ $\quad \mu \ge \frac{v}{g\cos\beta} - tg\beta = 0,67$

Ответ: $H = 6,314$ м; $tg\beta = 1,33$; $T = 0,32$ сек; $\mu \ge 0,67$

$\cos\alpha = 0{,}35$

$\sin\alpha = 0{,}94$

$\sin^2\alpha = 0{,}87$

$\cos^2\alpha$

$\frac{1}{tg^2\alpha} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha} - 1$

$\frac{9}{64} = tg^2\alpha = 0{,}14$

$\frac{1}{tg^2\alpha} + 1 = \frac{1}{\sin^2\alpha}$ $\quad \frac{1+tg^2\alpha}{tg^2\alpha}$ $\quad 8\frac{64}{9}$

$\sin^2\alpha = \frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha} = \frac{\frac{9}{64}}{1+\frac{9}{64}} = \frac{\frac{9}{64}}{\frac{73}{64}} \quad \frac{\frac{64}{9}}{1+\frac{64}{9}} = \frac{64}{73}$

$\cos^2\alpha = \frac{1}{\frac{73}{9}} = \frac{9}{73} = 0{,}123$

$\cos\alpha = 0{,}35$

$\Delta y = H = \frac{v_0^2(1-\cos^2\alpha)}{2g} = 6{,}314\,м$

$t_{пад} = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} = 1{,}128\,сек$

$\Delta x = v_0 \cos\alpha\, t_{пад} = 4{,}738\,м$

$tg\beta = \frac{6{,}314}{4{,}738} = 1{,}33 \qquad \beta = 53{,}1°$

Черновик

N 1

$t_0 = 0°C$

1) $M = 0,45$

$V_л = 0,5\ м^3$

$V_{над} = 0,1 V_л = 0,05\ м^3$ 450г

$\Delta V = 25 см^3 = 0,000025\ м^3$ 22,5 г

$\Delta m = 0,0000225$ кг

$Q_{пол} = \Delta m_л \lambda$

$Q_{отд} = c_в m_в \Delta t$

$\Delta t = t_1 - t_0$ °

$\Delta m_л \lambda = c_в m_в t_1$

$m_в = \frac{\Delta m_л \lambda}{c_в t_1} = \frac{0,0225 \cdot 3,36 \cdot 10^5}{20 \cdot 4200} = \frac{7560}{30 \cdot 4200} = 0,06$ г

$\Delta V_{над} = 25$

$\Delta V_{над} = 9 \cdot \Delta V_{над} = 250 см^3$

$\Delta m_л = 225$ г

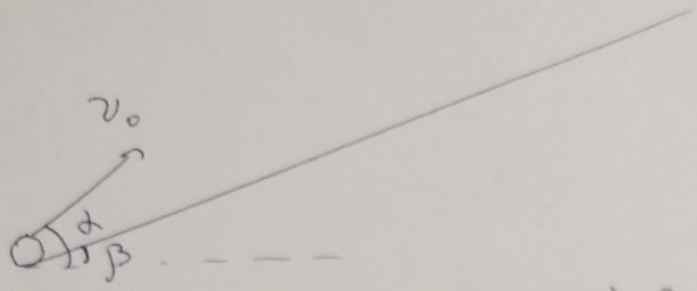
0,025 л

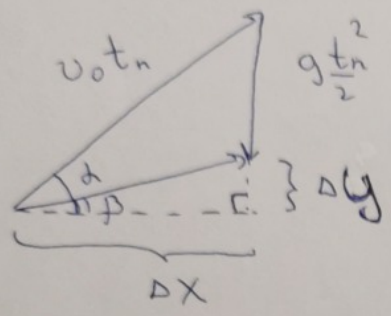
$m_в = \frac{\Delta m_л \lambda}{c_в t_1} = 0,6$ кг

0,5 500000

0,05 над

500





$$tg^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha} = \frac{1-\cos^2\alpha}{\cos^2\alpha} =$$

$$= \frac{1}{\cos^2\alpha} - 1$$

$$\frac{1}{tg^2\alpha} = \frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha}$$

$$\frac{1}{\sin^2\alpha} + 1$$

$$1 + tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$$

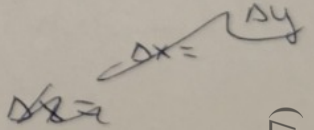
$$\frac{1-\sin^2\alpha}{\sin^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha} - 1 = \frac{1}{tg^2\alpha}$$

$$\frac{1}{tg^2\alpha} + 1 = \frac{1}{\sin^2\alpha}$$

$$\frac{1+tg^2\alpha}{tg^2\alpha} = \frac{1}{\sin^2\alpha}$$

$$\sin^2\alpha = \frac{tg^2\alpha}{1+tg^2\alpha}$$

$$\cos^2\alpha = \frac{1}{1+tg^2\alpha}$$



$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = tg\beta$$

$$\Delta y = \Delta x\, tg\beta$$

$$\cos\alpha = \frac{\Delta x}{v_0 t_n}$$

$$\sin\alpha = \frac{g\frac{t_n^2}{2} + \Delta x\, tg\beta}{v_0 t_n}$$

$$tg\alpha = \frac{g\frac{t_n^2}{2} + \Delta x\, tg\beta}{\Delta x}$$

$$tg\alpha = \frac{g t_n^2}{2\Delta x} + tg\beta$$

~~$t_n^2(a-\mu g) + t_n^2(a-\mu g)^2 = 2S_k g^2 \mu^2$~~

Чернова

~~t_n~~

$$t_n^2(a-\mu g) + t_n^2\left(\frac{a^2}{\mu^2 g^2} - \frac{2a}{\mu g} + 1\right)\mu g = 2S_k$$

$$a - \mu g + \frac{a^2}{\mu g} - 2a + \mu g = \frac{2S_k}{t_n^2}$$

$$\frac{a^2}{\mu g} - a = \frac{2S_k}{t_n^2} \qquad \mu g = \frac{a^2}{a + \frac{2S_k}{t_n^2}}$$

$$\mu = \frac{a^2}{g} \cdot \frac{1}{a + \frac{2S_k}{t_n^2}} = \frac{4}{10} \cdot \frac{1}{2 + \frac{24}{25}} = 0,4 \cdot \frac{1}{3,96} =$$

$$= 0,135$$

3) $T = 5$ сек

$$U_{max} = t_n(a-\mu g) = 5(2-1,35) = 3,25 \text{ м/с}$$

Черновик

В наивысш. точке параболы.

$$\frac{mv_0^2}{2} = \cancel{mg\Delta h}\ mg\Delta y + \frac{mv^2\cos^2\alpha}{2}$$

$$v_0^2 = 2g\Delta y + v^2\cos^2\alpha$$

$$H = \Delta y = \frac{v_0^2(1-\cos^2\alpha)}{2g} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$$

$$\sin^2\alpha = \frac{\frac{9}{64}}{1+\frac{9}{64}} = \frac{\frac{9}{64}}{\frac{73}{64}} = \frac{9}{73}$$

0,89 м — 0,141

$\sin^2\alpha = 0,123$

$\frac{1}{1+\frac{9}{64}} = \frac{64}{73}$

$\cos^2\alpha = 0,877$

$\alpha = 69,44^\circ$

$\Delta x = v_0\cos\alpha\,\frac{t_n}{2}$

$L = \frac{2v_0^2\cos\alpha\sin\alpha}{g}$

$t_n = \frac{L}{v_0\cos\alpha}$

$t_n = \frac{2v_0\sin\alpha}{g}$

0,42 сек

$$t = \frac{2v_0\sin\alpha}{g} = \frac{12\cdot 3}{10\sqrt{73}} = \frac{3,6}{\sqrt{73}} = 8,544$$

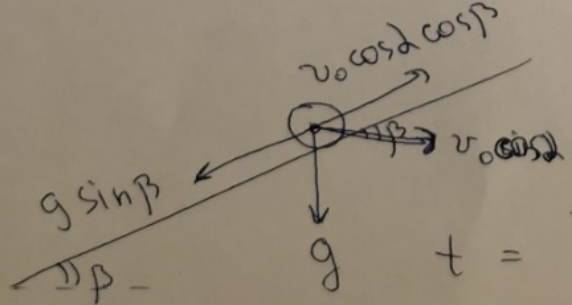
$$\Delta x = v_0\cos\alpha\, t = 12\cdot\frac{8}{\sqrt{73}}\cdot\frac{3,6}{\sqrt{73}} = \frac{345,6}{73} = 4,732\ м$$

$$tg\beta = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{0,89}{4,732} = 0,19$$

$\beta = 10,68^\circ$

---

3)



$a = g\sin\beta$

$$t = \frac{v_0\cos\alpha\cos\beta}{g\sin\beta} = \frac{v_0\cos\alpha}{g\,tg\beta} = 0,32\ сек$$

Часть 2

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

Шифр: **21205182**

ID профиля: **870075**

Вариант 3

Чистовик физика II часть

N4

Решение

Дано

$R = 6400$ км

$g = 10$ м/с²

Найти

T_c - ?

T_n - ?

$u_{отн}$ - ?

1) $v_{1к} = \sqrt{gR} = 8000$ м/с

Ω - угловая с-ть спутника

$\Omega = \frac{v_{1к}}{2R} = 6{,}25 \cdot 10^{-4}$ рад/с

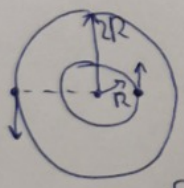
ω - Земли $\quad T_з = 86400$ сек

$\omega = \frac{2\pi}{T_з} = 7{,}3 \cdot 10^{-5}$

$T_c = \frac{2\pi}{\Omega} \approx 2{,}792$ часа

2) Чтобы скорость удаления была max, их мгновенные скорости должны быть противоположны

т. е. они будут в противофазе



Для расчета времени перейдем в ИСО земли, где Земля покоится т.к. $\frac{2\Omega}{\omega} = 2$, то переносная углов. ск-ть будет 2ω.

$\omega' = \Omega - 2\omega$

$T_n = \frac{\pi}{\omega'} = 5690$ сек $\approx 1{,}58$ часа

$u_{отн}$ - это сумма мгновенных скоростей

$u_{отн} = \Omega \cdot 2R + \omega R = 8{,}467$ км/с

Ответ: $T_c = 2{,}792$ часа

$T_n = 1{,}58$ часа

$u_{отн} = 8{,}467$ км/с

Чистовик физика II часть

N 5

Решение

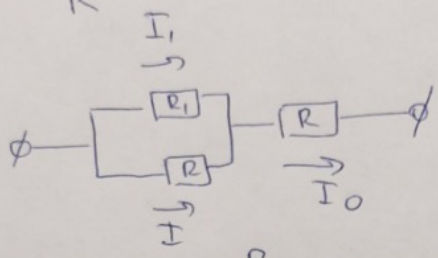
Дано
U = 6 В
P = 1 Вт

Найти
P_{max} - ?
R_1 - ?

1) На каждом из резисторов выдел. $P/2$, т.к. они одинаковые.

$$\frac{P}{2} = \frac{U_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U_0^2}{2} = 18\ Ом$$

2)



$$I_1 + I = I_0 \Rightarrow I_1 = \frac{R}{R_1+R} \cdot I_0$$

$$I_1 R_1 = I R$$

$$I_0 = \frac{U_0}{\frac{R_1 R}{R_1+R} + R} = \frac{U_0 (R_1+R)}{2R_1 R + R^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P = \frac{U_0^2 R^2 R_1}{4R_1^2 R^2 + 4R_1 R^3 + R^4} = \frac{U_0^2 R_1}{4R_1^2 + 4R_1 R + R^2}$$

Возьмем сопротивление $R_0 = 1$ Ом и найдем мощность

$P = \frac{36}{4+72+324} = 0{,}09$ Теперь подставим значение мощности в формулу и решим урав

$$\frac{1}{0{,}09} = \frac{4R_0^2 + 4R_0 R + R^2}{U_0^2 R_0} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0{,}36 R_1^2 + 0{,}36 R_0 R + 0{,}09 R^2 = U_0^2 R_0$$

$$0{,}36 R_0 - 29{,}52 R_0 + 29{,}16 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 14{,}76 - 29{,}16 \cdot 0{,}36 = 14{,}4^2 \qquad R_0 = \frac{14{,}76 \pm 14{,}4}{0{,}36} = \begin{bmatrix} 1 \\ 81 \end{bmatrix}$$

Из-за симметрии ~~пара~~ графика $P(R)$ найдем среднюю координату этих точек

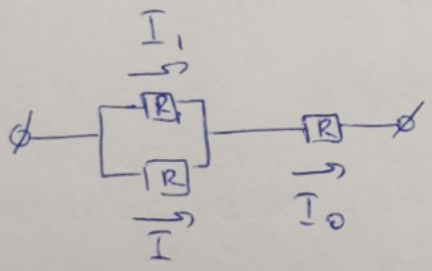
$R_1 = \frac{1+81}{2} = 41$ Ом $\qquad P_{max} = \frac{10000}{1476} = 6{,}78$ Вт

Ответ: $R = 18$ Ом; $R_1 = 41$ Ом; $P_{max} = 6{,}78$ Вт

$$P_{max} = \frac{U_0^2 \quad R_1}{4R_1^2 + 4R_1R + R^2}$$

$$P_0 = \frac{U_0^2}{R}$$

$R = 9\ \Omega$ $\quad$ $R_1 = 3$



$$I_0 = I_1 + I$$

$$I_1 R_1 = I R$$

$$I = I_1 \frac{R_1}{R}$$

$$P_{max} = \frac{I_1^2 R_1^{\,k}}{R_1} = I_1^2 R_1$$

$$P_n = \frac{I^2 R^{\,k}}{k} = I^2 R = I_1^2 \cdot \frac{R_1^2}{R^{\,k}} \cdot R = I_1^2 \cdot \frac{R_1^2}{R}$$

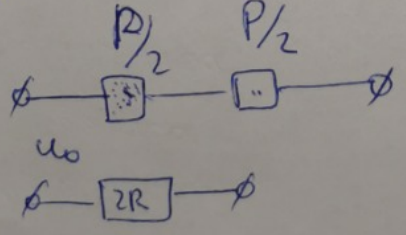
$$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1 + R}$$

$$\frac{P}{2} = \frac{U_0^2}{4R}$$

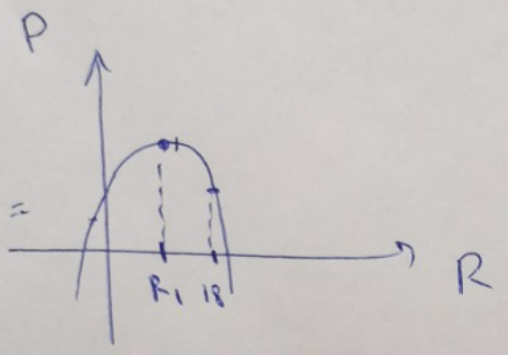
$$I_0 = \frac{U_0 (R_1 + R)}{2R_1 R + R^2} =$$

$$R = 2U_0^2 = 72\ \Omega$$

18 Ω



$$P = \frac{U_0^2}{2R}$$



$$P_{max} = \frac{u_0^2 \, R_0^2 R}{(2R_0 R + R^2)^2} = P_0 = 1\,\text{Вт}$$

$$u_0^2 R_0^2 R^2 = 4R_0^2 R^2 + 4R_0 R^3 + R^4$$

$$u_0^2 R_0 = 4R_0^2 + 4R_0 R + R^2$$

$$4R_0^2 + (4R - u_0^2) R_0 + R^2 = 0$$

$$4R_0^2 + 36R_0 + 324 = 0$$

$$\frac{D}{4} = 18^2$$

$R_0 = 18$

$$\frac{1}{P} = \frac{4R_0^2 + 4R_0R + R^2}{u_0^2 R_0}$$

$$\frac{1}{P} = \frac{4\cdot 18^2 + 4\cdot 18^2 + 18^2}{36\cdot 18} = \frac{2916}{36\cdot 18} = 4{,}5$$

$$\frac{1}{4{,}5} = \frac{4R_0^2 + 4R_0R + R^2}{u_0^2 R_0}$$

$$u_0^2 R_0 = 18R_0^2 + 18R_0R + 4{,}5R^2$$

$$18R_0 + (18R - u_0^2)R_0 + 4{,}5R^2 = 0$$

$$18R_0 + 288R_0 + 1458$$

$$\frac{D}{4} = 144^2 - 1458\cdot 18$$

$$P = \frac{36}{4 + 72 + 324} = \frac{36}{400} = 0{,}09$$

$$\frac{1}{0{,}09} = \frac{4R_0^2 + 4R_0R + R^2}{u_0^2 R_0}$$

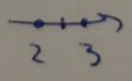
$$0{,}36R_0^2 + 0{,}36RR_0 + 0{,}09R^2 = u_0^2 R_0$$

$$0{,}36R_0 - 29{,}52R_0 + 29{,}16 = 0$$

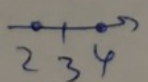
$$\frac{D}{4} = 14{,}76^2 - 29{,}16\cdot 0{,}36 = 217{,}8576 - 10{,}4976 = 207{,}36$$

$14{,}4^2$

$$R_0 = \frac{14{,}76 \pm 14{,}4}{0{,}36} = \begin{cases} 81 \\ 1 \end{cases}$$



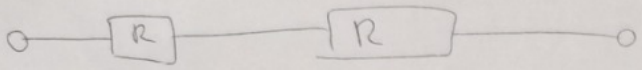
$R_{\text{reg}} = 41$



$$4\cdot 41^2 + 4\cdot 41\cdot 18 + 18^2$$

N5

U = 6 В P = 1 Вт



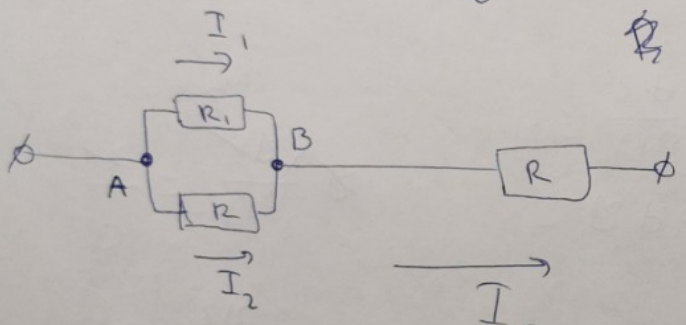
$P = \frac{U^2}{R}$ $I = \frac{U}{2R}$

$P = I^2 2R = \frac{U^2}{4R^2} \cdot R = \frac{U^2}{4R}$

$R = \frac{U^2}{4P} = 30$ Ом

$R = \frac{U^2}{4P} = 9$ Ом.

U_0



$P = I^2 R$

$P = \frac{U^2}{R}$

$I_0 = \frac{U_0}{\frac{R_1 R}{R_1 + R} + R}$

$I_1 + I_2 = I_0$ $I_1 R_1 = I_2 R$

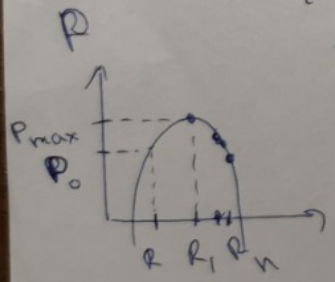
$I_1 = I_2 \frac{R}{R_1}$

$I_2 = I_0 - I_1$

$P_0 = I B_T$

$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1} - I_1 \frac{R}{R_1}$

$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1(1 + \frac{R}{R_1})} = I_0 \frac{R}{R_1 + R}$ 0,042



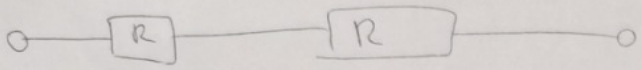
$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1 + R}$ 0,5

$P_{max} = I_0^2 \cdot \frac{R^2}{(R_1 + R)^2} \cdot R_1 = I_0^2 \frac{R^2 R_1}{R_1^2 + 2R_1 R + R^2}$

$I_1 = \frac{U_0 (R + R)}{2R_1 R + R^2} = 6 \cdot \frac{(3{,}43 + 9)}{2 \cdot 3{,}43 \cdot 9 + 81} = 0{,}522$

N5

U = 6 В P = 1 Вт



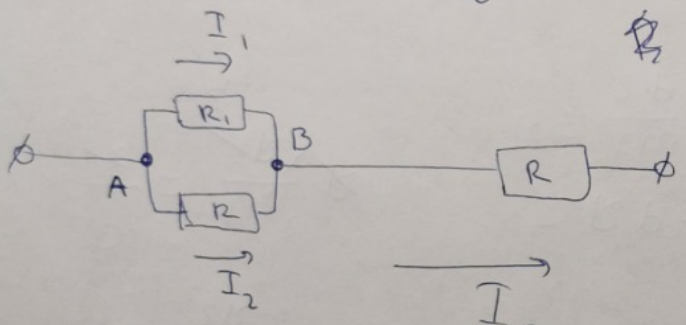
$P = \frac{U^2}{R}$ $I = \frac{U}{2R}$

$P = I^2 2R = \frac{U^2}{4R^2} \cdot R = \frac{U^2}{4R}$

$R = \frac{U^2}{4P} = 30$ Ом

$R = \frac{U^2}{4P} = 9$ Ом.

U_0



$P = I^2 R$

$P = \frac{U^2}{R}$

$I_0 = \frac{U_0}{\frac{R_1 R}{R_1 + R} + R}$

$I_1 + I_2 = I_0$ $I_1 R_1 = I_2 R$

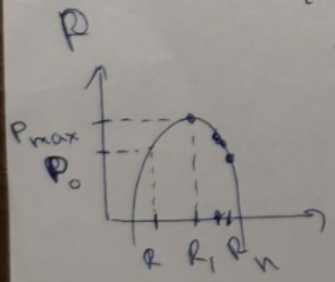
$I_1 = I_2 \frac{R}{R_1}$

$I_2 = I_0 - I_1$

$P_0 = I B_T$

$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1} - I_1 \frac{R}{R_1}$

$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1(1 + \frac{R}{R_1})} = I_0 \frac{R}{R_1 + R}$ 0,042



$I_1 = I_0 \frac{R}{R_1 + R}$ 0,5

$P_{max} = I_0^2 \cdot \frac{R^2}{(R_1 + R)^2} \cdot R_1 = I_0^2 \frac{R^2 R_1}{R_1^2 + 2R_1 R + R^2}$

$I_1 = \frac{U_0 (R + R)}{2R_1 R + R^2} = 6 \cdot \frac{(3{,}43 + 9)}{2 \cdot 3{,}43 \cdot 9 + 81} = 0{,}522$

$$I_0 = \frac{U_0}{\frac{R_1R + R_1R + R^2}{R_1 + R}} = \frac{U_0(R_1+R)}{2R_1R + R^2}$$

$$P_{max} = \frac{U_0^2 (R_1+R)^2}{(2R_1R+R^2)^2} \cdot \frac{R^2 R_1}{(R_1+R)^2} = U_0^2 \cdot \frac{R^2 R_1}{2R_1R+R^2}$$

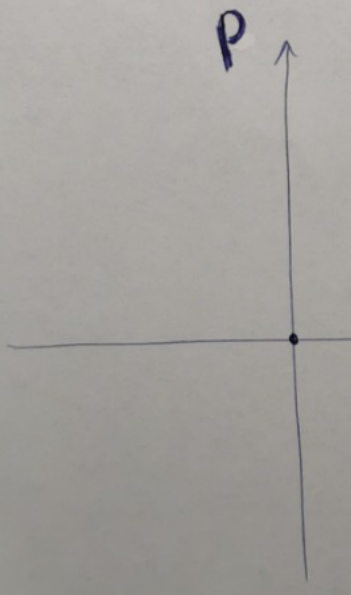
$$(P_{max})' = \frac{U_0^2 \cdot R^2}{2R_1^2R+R^2} - \frac{U_0^2 R^2}{2R_1^2R+R^2} \neq 0$$

$$y = \frac{k}{(x+1)^2}$$

$$P_{max} = \frac{U_0^2 \cdot R^2 R_1}{4R_1^2R^2 + 4R_1R^3 + R^4} = \frac{U_0^2 R^2 R_1}{R^2(4R_1^2 + 4R_1R + R^2)}$$

$$P_{max} = -aR_1^2 + bR_1 + c$$

$x_{верш} = -\frac{b}{2a} = \frac{b}{2a}$



$$P_{max} = \frac{U_0^2 R_1}{}$$

$$y = k \frac{x}{2x+x^2}$$

$$2xy + x^2y = kx$$

$$(2y-k)x = -x^2y$$

$$2y - k = -xy$$

$$xy = k - 2y \qquad y(2+x) = k$$

$$I_1 = \frac{U_0(R_1+R)}{2R_1R+R^2} \cdot \frac{R}{R_1+R} = U_0 \cdot \frac{R}{2R_1R+R^2} = \frac{U_0}{2R_1+R}$$

$$y = \frac{k}{2+x}$$