Часть 1

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

Шифр: **21204583**

ID профиля: **869913**

Вариант 4

№1.

1) $V_л$ – весь объём куска

$V_п$ – объём погружённой части

Сила тяжести бруска равна выталкивающей его силе Архимеда:

$Mg = \rho_0 V_п g$ $\qquad M = V_л \rho$

$M = \rho_0 V_п$

$V_л \rho = \rho_0 V_п$

$\frac{V_п}{V_л} = \frac{\rho}{\rho_0} \Rightarrow V_п = \frac{\rho V_л}{\rho_0} = \frac{M}{\rho_0} = \frac{0,36 кг}{1000 \frac{кг}{м^3}} = \frac{360 г}{1 \frac{г}{см^3}} = 360 см^3$

2) Тепловое равновесие льда и воды означает, что система находилась при $t_0 = 0°C$.

Т.к. объём растаявшей части меньше объёма льда, и снова установилось равновесие, система снова оказалась при нуле.

Теплопотери пренебрежимы => вся энергия налитой воды пошла на таяние льда.* Новое условие плавания льдины: $\frac{V_п - V_1}{V_л'} = \frac{\rho}{\rho_0}$, где $V_л'$ – новый объём льдины.

$\cancel{V_л' = \frac{\rho_0 (V_п - V_1)}{\rho} = \frac{1 г/см^3 (360 см^3 - 120 см^3)}{0,9 г/см^3} = \frac{800}{3} см^3}$

~~Тогда растаяло льда~~ $\cancel{V_p = \frac{M}{\rho} - V_л' = \frac{360 г}{0,9 \frac{г}{см^3}} - \frac{800}{3} см^3 = \frac{400}{3} см^3}$

~~Уравнение теплообмена:~~

$\cancel{cmt = V_p \rho \lambda}$

$\cancel{t = \frac{V_p \rho \lambda}{cm} = \frac{\frac{400}{3} см^3 \cdot 0,9 \frac{г}{см^3} \cdot 336 \frac{Дж}{г}}{4,2 \frac{Дж}{г \cdot °C} \cdot 400 г} = 0,06°C}$

$$V_л' = \frac{(V_п - V_1)\rho_0}{\rho}$$

$V_р = \frac{M}{\rho} - \frac{(V_п - V_1)\rho_0}{\rho}$, где $V_р$ – объём расплавшего льда.

Уравнение теплового баланса:

$$cmt = V_р \rho \lambda$$

2) $$t = \frac{V_р \rho \lambda}{cm} = \frac{(M - (V_п - V_1)\rho_0)\lambda}{c \cdot m} = \frac{(0{,}36\,кг - 0{,}24\,кг) \cdot 3{,}36 \cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}}{4200\,\frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 0{,}4} = 24\,°C$$

Ответ: 1) $V = 360\ см^3$

2) $t = 24\,°C$

Чистовик

№2.

1) Ускорение постоянно $\Rightarrow L = v_{ср} T$, где $v_{ср}$ – средняя скорость на тормозном участке. $v_{ср} = \frac{v_0 + 0}{2} = \frac{v_0}{2}$

$L = \frac{v_0}{2} T = \frac{5 м/с}{2} \cdot 4с = 10м$

2) В лабораторной СО коробка движется вместе с автомобилем со скоростью v_0. Пусть при торможении автомобиля она начала тормозить с ускорением $a_к$. Тогда:

$\Delta S = \frac{v_0^2}{2a_к} \Rightarrow a_к = \frac{v_0^2}{2(S+L)} = \frac{25 м^2/с^2}{25 м} = 1 м/с^2$

3) В неинерциальной СО автомобиля при торможении коробка имела собственное ускорение и ускорение автомобиля, а потом $\left(\frac{v_0}{a_к} = 5с > \frac{v_0}{a} = 4с\right)$ только с собственным ускорением $a_к$. Так как в неИСО автомобиля векторы a и $a_к$ направлены противоположно, тормозить коробка будет только когда останется только ускорение $a_к$, то есть $\tau = 1с$.

4) $u_{max} = (a - a_к)T = (1{,}25 м/с^2 - 1 м/с^2) \cdot 4с = 1 м/с$

Ответ: 1) $10 м = L$

2) $1 м/с^2 = a_к$

3) $\tau = 1с$

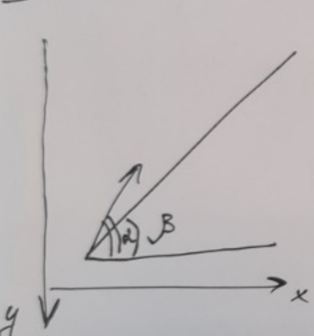
4) $u_{max} = 1 м/с$

№3.

1) Скорость мешочка горизонтальна только в его наивысшей точке. В ней вертикальная скорость обращается в 0, поэтому:

$$T = \frac{V_0 \sin\alpha}{g} = \frac{V_0 \cdot tg\alpha}{g\sqrt{1+tg^2\alpha}} = \frac{10\,м/с \cdot 1,5}{10\,м/с^2 \sqrt{1+2,25}} \approx 0,83\,с$$

2) Нарисуем движение мешочка. Т.к. он встретился с плоскостью в наивысшей точке, его бросили к падению К плоскости.



Пусть мешочек пролетел по Ox x, а по Oy y. Тогда очевидно, что $tg\beta = \frac{y}{x}$.

$$y = \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = \frac{V_0^2 tg^2\alpha}{2g(1+tg^2\alpha)}$$

$$x = V_0 \cos\alpha\, T = \frac{V_0^2 \cos\alpha \cdot \sin\alpha}{g} = \cancel{\frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g}} = \frac{V_0^2 \cdot tg\alpha}{g(1+tg^2\alpha)}$$

$$tg\beta = \frac{V_0^2 tg^2\alpha \cdot g(1+tg^2\alpha)}{2g(1+tg^2\alpha)\cdot V_0^2 tg\alpha} = \frac{tg\alpha}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75$$

3) Мешочек по плоскости начнёт движение ~~двигается~~ со скоростью V, где V – его скорость в наивысшей точке. Его движение прекратится, когда вертикальная проекция этой скорости станет равна 0. Это случится при $t = \frac{V \sin\beta}{g}$. За это время

мать
Степень родства
Подпись законного представителя
Серия Номер
Дата выдачи
Адрес
Код подразделения

№ 2. Черновик

1) $V_0 = aT \Rightarrow a = \frac{v_0}{T} = \frac{5}{4} = 1{,}25\ м/с^2$

$L = \frac{aT^2}{2} = \frac{V_0}{2}T = 2{,}5\ м/с \cdot 4с = 10м$

2)

$S = \frac{v_0^2}{2a_к}$

$a_к = \frac{v_0^2}{2S} = \frac{25}{5} = 5\ м/с^2$

$\frac{V_п - V_1}{V_ж'} = \frac{\rho}{\rho_0}$

$V_ж' = \frac{(V_п - V_1)\rho_0}{\rho}$

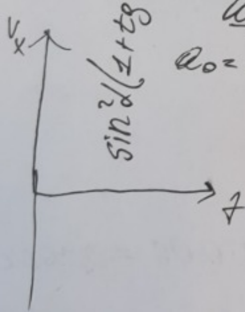
Не ИСО авто

$L - a_к$

$\frac{a_0 t^2}{2} = S$

$a_0 = a - a_к$

$\frac{U_0^2}{2a_к} =$



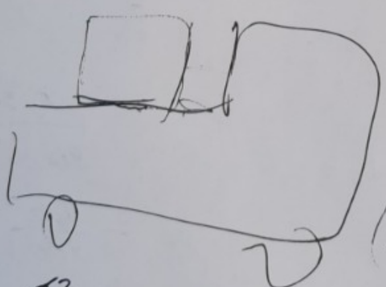
$\sin^2\alpha(1+tg^2\alpha) = tg^2\alpha$

$\frac{U_0 \cdot 2(S+L)}{U_0^2} = \frac{30}{5} = 6\ с$

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

$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$ $\quad = tg^2\alpha - \sin^2\alpha\, tg^2\alpha = \sin^2\alpha$

$\sin\alpha = tg\alpha \cdot \sqrt{\ }$



U_0

$\frac{M - (V_п - V_1)\rho_0}{S}$

$(M - (V_п - V_1)\rho_0)\lambda = const$

$\frac{(a-a_к)4^2}{2} + \frac{a_к 2^2}{2} = \frac{aT^2}{2} = 1{,}25 \cdot 4 = 5$ $\quad t = M -$

$8a - 8a_к + 2a_к = 8a - 6a_к = 10 - \frac{25}{30} = 10 - 5 = 5$?

$8a - 8a_к + \frac{1}{2}a_к = 10 - 8 \cdot 1 + \frac{1}{2} = 2{,}5$

№1

Черновик

1) $V_к \rho = M \Rightarrow V_к = \frac{M}{\rho}$, где $V_к$ – весь объём куска.

$Mg = \rho_в g V_п$, где $V_п$ – объём погруженной части

$\rho V_к g = \rho_0 V_п g$

$$\frac{V_п}{V_к} = \frac{\rho}{\rho_0}$$

$$V_п = \frac{\rho V_к}{\rho_0} = \frac{M}{\rho_0} = \frac{0,36\,кг}{1000\,\frac{кг}{м^3}} = \frac{360\,г}{1\,\frac{г}{см^3}} = 360\,см^3$$

2) При доливании воды той же темп. объём погружённой части бы не изменился

$$4200 \cdot 0,4 \cdot 0,06 = 336000 \cdot \left(\frac{0,36}{900} - \cancel{1000}\cdot\right($$

100,8

000000

$$\frac{(360-120)\cdot 10^{\cancel{-6}\,-3}}{900}$$

$$\frac{0,36}{900} - \frac{240}{900\cdot 1000} =$$

$$= \frac{0,12}{900} \cdot 900$$

$$\frac{0,36}{900} - \frac{0,36}{900} + \frac{120}{1000\cdot 900}$$

$$= \frac{0,12}{900}$$

$V_{y0} = gt$

$t = \frac{V_{0y}}{g}$

$$H = V_{y0}t - \frac{gt^2}{2} = \frac{V_{0y}^2}{g} - \frac{g\cdot V_{0y}^2}{2g^2} = \frac{V_{0y}^2}{2g}$$

Подпись законного представителя

Дата выдачи

Код подразделения

Черновик

$$T = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$$

$$x = v_x T$$

$$\sin 2\alpha \qquad tg\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$$

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

$$tg^2 \cos^2 = 1 - \cos^2$$

$$\cos^2(1 + tg^2) = 1$$

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

Часть 2

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

Шифр: **21204583**

ID профиля: **869913**

Вариант 4

Чистовик 3 из 3

№5.

Чистовик 1 из 3

1) Для центростремительного ускорения отношение радиусов как $\sqrt{2}$ пренебрежимо мало. Тогда угловая скорость вращения спутника $\omega = \sqrt{\frac{g}{R_{сп}}}$.

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{R_{сп}}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{\sqrt{2}R}}} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{10}{\sqrt{2}\cdot 6400\cdot 10^3}}} =$$

$$= 2\pi\cdot 80\cdot 10\sqrt{\sqrt{2}} \approx 6000 с \approx 1{,}66 ч$$

2) Наибольшее расстояние было, когда спутник и наблюдатель были с противоположных от Земли сторон:

Перейдём в СО центра Земли, то есть остановим планету. Относительная угловая скорость спутника тогда является суммой угловых скоростей Земли и спутника.

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\sqrt{2}R}} + \sqrt{\frac{g}{R}} = \sqrt{\frac{g}{R}}\left(\frac{1}{\sqrt{\sqrt{2}}}+1\right)$$

Тогда скорость спутника относительно Земли: $V_0 = \omega R =$

$$= \sqrt{gR}\left(\frac{1}{\sqrt{\sqrt{2}}}+1\right)$$

Скорость сближения будет максимальна, когда проекция скорости спутника на мгновенную ось, проходящую через человека и спутник, будет максимальна.

$V\cos\alpha \cdot \max$ ~~при угол между ними~~

при $\cos\alpha = \min$

21204583 (U869913 M1278818)

№5. Чистовик 3 из 3

R

1) U^2

Чистовик 2 из 3

Минимальное значение в задаче косинус принимает при перпендикулярности ~~в~~ радиусов земля-человек и земля-спутник и равен $\frac{5\sqrt{2}+4}{2}$.

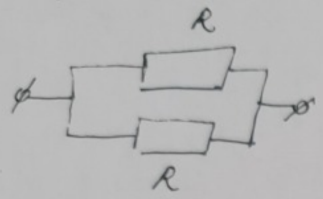
V сближения $\sqrt{gR}\left(\frac{1}{\sqrt{\sqrt{2}}}+1\right)\cdot\frac{5\sqrt{2}+4}{2} =$

$= \sqrt{10^4\cdot 6400}\left(\frac{\sqrt{\sqrt{2}}+1}{\sqrt{\sqrt{2}}}\right)\cdot\frac{5\sqrt{2}+4}{2} \approx 12284{,}3\cdot\left(\frac{\sqrt{\sqrt{2}}+1}{\sqrt{\sqrt{2}}}\right) \approx$

$\approx 12284{,}3\cdot 0{,}72 = 8885$ м/с

$T_1 = \frac{\pi}{4\omega_0}$ $\cancel{= \frac{\pi}{4}}$

№5. Чистовик



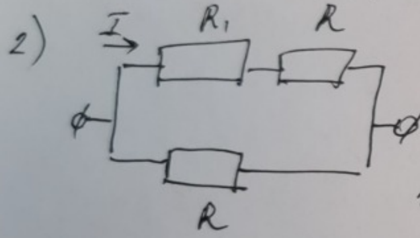
1) $\frac{U^2}{R_э} = P$, где $R_э$ - сопротивление всей схемы.

$R_э = \frac{R}{2}$, т.к. резисторы одинаковы и подключены параллельно.

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

$$R = \frac{2U^2}{P} = \frac{2 \cdot 16\,В^2}{2\,Вт} = 16\ Ом$$

2)



Если пойдём по верхнему участку, то получим:

$$U = I(R_1+R) \Rightarrow I = \frac{U}{R_1+R}$$

$$P = I^2R_1 = \frac{U^2R_1}{R_1^2+2R_1R+R^2} = \frac{U^2}{R_1+2R+\frac{R^2}{R_1}}$$

$$R_1+2R+\frac{R^2}{R_1} = \left(\sqrt{R_1}-\sqrt{\frac{R^2}{R_1}}\right)^2+2R+2\sqrt{R^2} = \left(\sqrt{R_1}-\frac{R}{\sqrt{R_1}}\right)^2+4R$$

Минимальное значение этого выражения соответствует максимальной P. Оно минимально, когда $\sqrt{R_1} = \frac{R}{\sqrt{R_1}} \Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = R = 16$ Ом

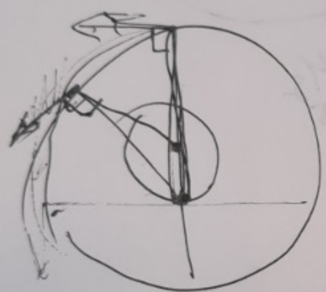
3) $P_{max} = \frac{U^2R_1}{(R_1+R)^2} = \frac{16\cdot16}{16\cdot16} = 1$ Вт.

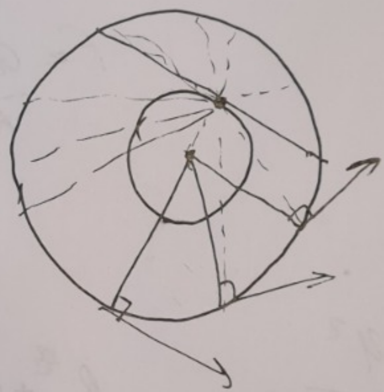
Ответ: 1) 16 Ом
2) 16 Ом
3) 1 Вт

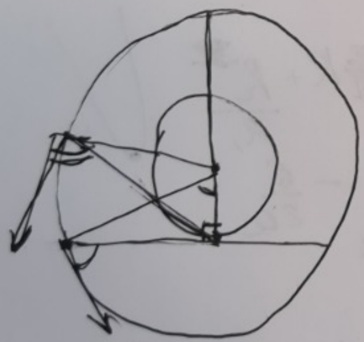
$$\omega = \frac{v}{R} = gR$$

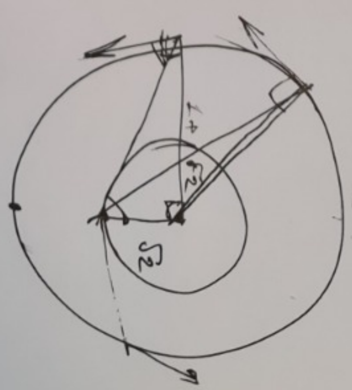
$$\omega^2 R = g$$

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}}$$



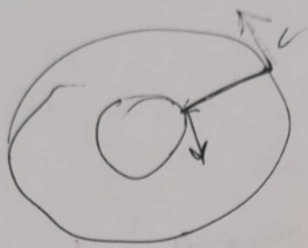






$T = \frac{2\pi}{\omega} = \cancel{\frac{2\pi}{}}$ $\omega = \frac{v}{R} = aR$

$T = \frac{2\pi}{}$



$F = \frac{GM_з}{R^{2}}$

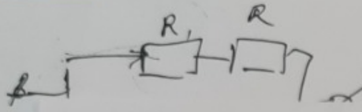
$\frac{v^2}{R_1 + 2R + \frac{R^2}{R_1}}$

$R_1^{\cancel{2}} + 2\cancel{R_1}R + \frac{R^{\cancel{2}}}{R_1}$

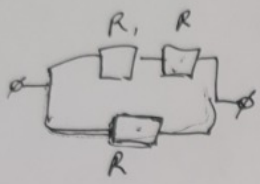
$-\frac{b}{2a}$

$R_1 + \frac{256}{R_1} + 32$

ов олимпиад
вших выдающиеся
2015 г.
проведения олимпиады
мпиады
тавителя
деления



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



$$U = I_1 R_1 + I_1 R$$

$$\frac{U^2}{R_1 + R}$$

$$I_2 = \frac{U}{R} =$$

$$\cancel{\frac{U(R_1+R)}{R(R_1+R)}}$$

$R=$

$U=$

$P=$

$$P_1 = \frac{U^2}{R}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_1 + R}$$

$$P = \frac{U^2}{R} = I^2 R \qquad U_p = U - IR \qquad I_1 = \frac{U}{R_1 + R}$$

$$\frac{U - IR}{R_1} = I^2 R_1$$

$$P_{max} = \frac{U^2\left(1 - \frac{1}{R_1+R}\right)}{R_1} \qquad \frac{U^2}{(R_1+R)^2} R_1$$

$$P_{max} = U^2\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1^2 + RR_1}\right)$$

$(1-$

$(1-$

$R_1 +$

$R_1^2 -$

R_1

R_1^3

$$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1^2 + RR_1}$$

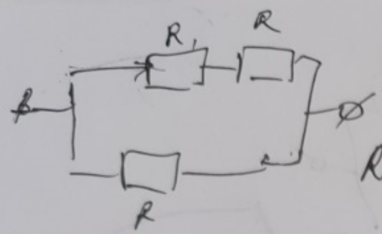
$$\cancel{U^2\left(R_1 - \frac{1}{1 + \frac{R}{R_1}}\right)}$$

$$\cancel{\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_1^2+RR_1}\right)^2}$$

$$\frac{1 - \frac{1}{R_1+R}}{R_1} = \frac{R_1 + R - 1}{R_1^2 + R_1 R} = \frac{1 + \frac{R-1}{R_1}}{R_1 + R}$$

$$-\frac{1}{(R_1^2 + 16R_1)^2}$$

$$\frac{R_1 + 15}{R_1^2 + 16R_1} = \frac{1 + \frac{15}{R_1}}{R_1 + 16}$$



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

$$R_э = \frac{(R_1 + R)R}{2R + R_1}$$

$$\left.\begin{aligned} I_1 &= I_0 \cdot \frac{R}{2R+R_1} \\ I_0 &= \frac{U\cdot(2R+R_1)}{(R_1+R)R} \end{aligned}\right\} I_1 = \frac{U}{R_1+R}$$

$P =$

$$U = I_1 R_1 + I_1 R$$

$$P = \frac{\left(U - \frac{UR}{R_1+R}\right)^2}{R_1} = \frac{U^2}{(R_1+R)^2} R_1$$

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

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

$$R_1 + R - 2R + \frac{R^2}{R_1+R} = R_1^2 \qquad / \cdot R_1 + R$$

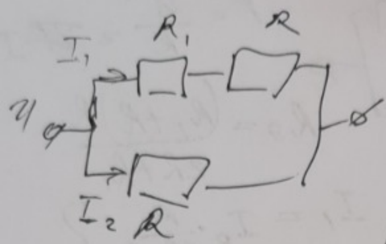
$$R_1^2 - R^2 + R^2 = \cancel{R_1^3 + R_1^2 R} \; R_1^2$$

$$R_1^3 + R_1^2(R+1) \cancel{\pm 2R^2} = 0$$

$$\cancel{R_1^3 + R_1^2 \cdot 17 + 2432 = 0} \quad R_1^{\cancel{2}} + R + 1 = 0$$

-15

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



$I_2 R = U$

$I(R_1 + R) = U$

$I_1 = \cancel{\frac{U(2R+R_1)}{R_1+R}}$

$$\boxed{R_э = \frac{R(R_1+R)}{2R+R_1}}$$

$$\cancel{\frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2(2R+R_1)^2}{(R_1+R)^2} R_1}$$

$$\cancel{\frac{R_1+R}{2R+R_1} = R_1}$$

$$\cancel{R_1 + R = 2RR_1 + R_1^2}$$

$$\cancel{R_1^2 + (2R-1)R_1 - R = 0}$$

$$\cancel{x^2 + 31x - 16}$$

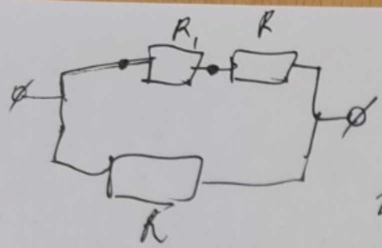
$I_1 = \frac{U}{R_1+R}$

$I = \frac{U}{R_э}$

$I_1 = \frac{IR}{R_1+2R} = \frac{UR\cdot(2R+R_1)}{R_1+2R\cdot(R_1+R)R} = \frac{U}{R_1+R}$

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

$R_1 + R = R_1$



$P =$

$U = I_1(R_1+R) \Rightarrow I_1 = \frac{U}{R_1+R}$

$U = I_2 R \Rightarrow I_2 = \frac{U}{R}$

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

$I_1 R_1 = U - I_1 R = U\left(1 - \frac{1}{R_1+R}\right)$

$P_{max} = \frac{U^2\left(1-\frac{1}{R_1+R}\right)}{R_1} = \frac{U^2(R_1+R-1)}{R_1^2+R}$

$P' = \frac{U^2}{R_1^2}$

$P = \frac{16(R_1+15)}{R_1^2+16} = \frac{16R_1+15}{R_1^2+16} \quad \Big| \div R_1$

$\frac{16R_1+15}{R_1^2+16} = \frac{16R_1}{(R_1+16)^2}$

$(16R_1+15)(R_1^2+32R_1+256) = 16R_1^3 + 256R_1^2$

$\frac{16R_1+15}{R_1+\frac{16}{R_1}}$

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

$-\frac{16}{(R_1+R)^4}$

$\cancel{16R_1^3} + 15R_1^2 + \cancel{512R_1^2} + 480R_1 + \cancel{2048}\,4096R_1 + 3840 = \cancel{16R_1^3} + \cancel{256R_1^2}$

256×15: $1280 + 256 = 3840$

$2 + 1 + 2\sqrt{2} + 2 = 5 + 2\sqrt{2}$