Часть 1

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

Шифр: **21204827**

ID профиля: **370715**

Вариант 3

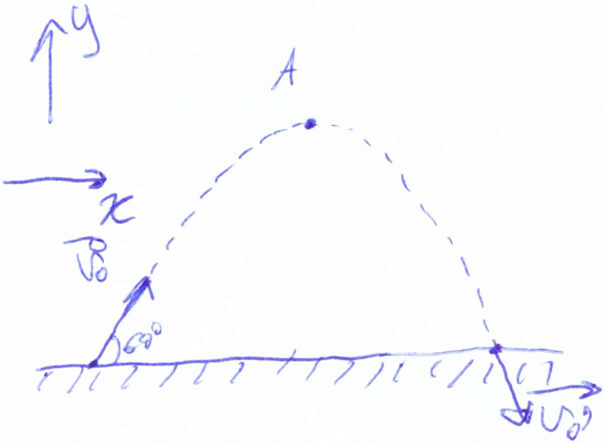
Чистовик
10 класс
Задача №1

Запишем уравнения:

$V_x t = S$ (1), где V_x – скорость камня на горизонтальную ось, t – время полёта.

В верхней точке траектории $V_y = 0$ (верт. составляющая скорости). Значит,

$$V_{0y} = g\frac{t}{2} \quad (2)$$



A – верхняя точка

Получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} V_x t = S \\ V_{0y} = g\frac{t}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_0 t \cos 60° = S \\ V_0 \sin 60° = g\frac{t}{2} \end{cases}$$

Перемножим уравнения:

$$V_0^2 \cancel{t} \cdot \sin 60° \cos 60° = S g \frac{\cancel{t}}{2}$$

Чистовик

10 класс

$$V_0=\sqrt{\frac{gS}{2\sin 120^\circ}}=14\ \frac{м}{с}$$

1) ответ: $V_0=14\ \frac{м}{с}$

Найдём радиус кривизны R траектории в верхней точке:

$$g=\frac{V_x^2}{R}$$

$$R=\frac{V_x^2}{g}=\frac{V_0^2\sin^2 60^\circ}{g}$$

Теперь найдём ускорение a модели самолёта:

$$a=\frac{\left(\frac{V_0}{4}\right)^2}{R}=\frac{V_0^2}{16\cdot\frac{V_0^2\sin^2 60^\circ}{g}}=\frac{g}{16\cdot\frac{3}{4}}=\frac{g}{4}=2{,}5\ \frac{м}{с^2}$$

Теперь запишем 2 закон Ньютона для модели самолёта в верхней точке:

$$m\frac{\vec{g}}{4}=m\vec{g}+\vec{F}$$

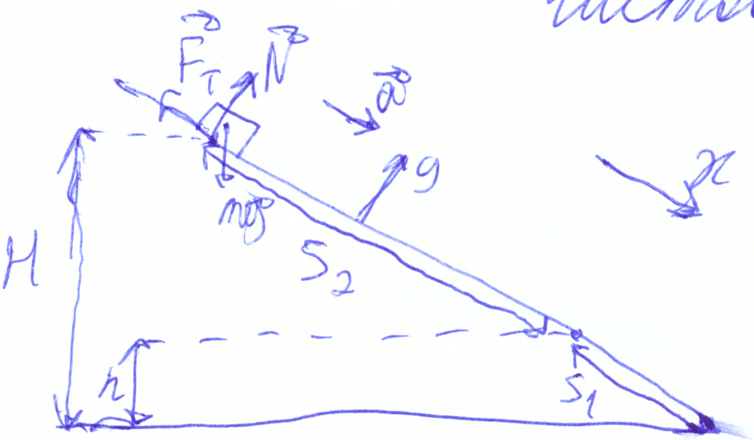
$$y:\ m\frac{g}{4}=mg-F$$

$$F=\frac{3}{4}mg=\frac{3}{4}\cdot 1кг\cdot 10\frac{м}{с^2}=7{,}5Н$$

2) ответ: $F=7{,}5Н$.

Задача №2

Чистовик



2 З.Н.:

$$m\vec a = m\vec g + \vec N + \vec F_т$$

$$y:\quad N = mg\cos\alpha \Rightarrow F_{т1} = \mu_1 mg\cos\alpha$$

$$F_{т2} = \mu_2 mg\cos\alpha$$

Также из геометрии получаем:

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

$$S_2 = \frac{(H-h)}{\sin\alpha}$$

Запишем ЗСЭ для первоначального и конечного состояний:

$$mgH = A_{F_{т1}} + A_{F_{т2}}$$

$$\cancel{mg}H = \mu_1\cancel{mg}S_1\cos\alpha + \mu_2\cancel{mg}S_2\cos\alpha$$

$$H = \mu_1 h\,ctg\alpha + \mu_2(H-h)\,ctg\alpha$$

$$H = \mu_1 h\,ctg\alpha + \mu_2 H\,ctg\alpha - \mu_2 h\,ctg\alpha$$

$$H(1-\mu_2\,ctg\alpha) = \cancel{h(\mu_1 ct}\, h\,ctg\alpha(\mu_1-\mu_2)$$

Чистовик
10 класс

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

2) ответ: $H = 3\,м$

Запишем ЗСЭ для начального момента и для момента, когда коробка ~~проходит грани~~ находится на высоте $h = 2м$.

$$\cancel{m}gH = \cancel{m}gh + \frac{\cancel{m}v^2}{2} + \mu_2 \cancel{m}g S_2\cos\alpha \quad |\cdot 2$$

$$2gH = 2gh + v^2 + 2\mu_2 g S_2\cos\alpha$$

$$v^2 = 2g(H - h - \mu_2 S_2\cos\alpha)$$

$$\cancel{v^2 = 2g(H - h - \mu_2 h\,ctg\alpha)}$$

$$\cancel{v = \sqrt{2g(H - h - \mu_2 h\,ctg\alpha)}} =$$

$$v^2 = 2g(H - h - \mu_2(H-h)\,ctg\alpha)$$

$$v = \sqrt{2g(H - h - \mu_2(H-h)\,ctg\alpha)} = 4\,\frac{м}{с}$$

3 з.Н.:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_т$$

$$x:\ ma = mg\sin\alpha + 0 - \mu_1 mg\cos\alpha$$

$$a = g\sin\alpha - \mu_1 g\cos\alpha = -2\,\frac{м}{с}$$

$$T = \frac{v}{|a|} = \frac{4\frac{м}{с}}{2\frac{м}{с}} = 2\,с$$

1) ответ: $T = 2с$.

Чистовик

10 класс

Задача №3

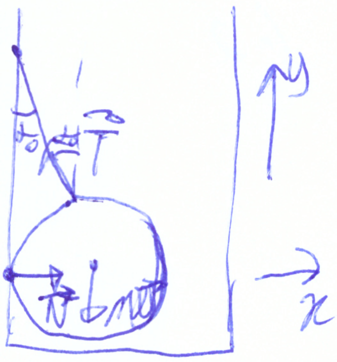
Обозначим угол α_0.

~~За~~

Запишем 2 з. Н. для шара:

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

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



$y:\ mg = T\cos\alpha_0$

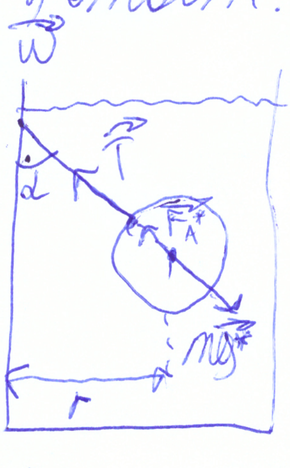
$T = \dfrac{mg}{\cos\alpha_0}$

$x:\ N = T\sin\alpha_0 = \cancel{mg\,ctg\alpha} \ mg\,tg\alpha_0 =$

$= mg \cdot \dfrac{R}{\sqrt{\cancel{L^2}(L+R)^2 - R^2}} =$

$= mg \cdot \dfrac{R}{\sqrt{L^2 + 2LR + \cancel{R^2} - \cancel{R^2}}} = 2{,}06\,H$

1) Ответ: $N = 2{,}06\,H$.

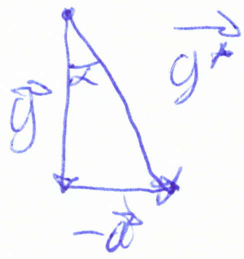


Перейдём в СО, связанную с шаром:

$g^* = \sqrt{a^2 + g^2} = \sqrt{\omega^4 r^2 + g^2}$

Векторы $m\vec{g}^*$ и $\vec{F}_A^*$ параллельны. Значит, если шар находится в равновесии в нашей СО, то $\vec{T}$ тоже параллелен $m\vec{g}^*$.

Чистовик
10 класс



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{r}{\sqrt{(L+R)^2 - r^2}} \qquad \operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{g} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\cancel{r}}{\sqrt{(L+R)^2 - r^2}} = \frac{\omega^2 \cancel{r}}{g}$$

$$(L+R)^2 - r^2 = \frac{g^2}{\omega^4}$$

$$r^2 = (L+R)^2 - \frac{g^2}{\omega^4}$$

$$r = \sqrt{(L+R)^2 - \frac{g^2}{\omega^4}} = 17{,}32\,см$$

$$\sin\alpha = \frac{r}{L+R}$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{r}{L+R}\right) = 60^\circ$$

2) Ответ: $\alpha = 60^\circ$.

Черновик 1

м м м

~~$v_0 co$~~

$$v_0 t\cos 60^\circ = S \Rightarrow t = \frac{S}{v_0\cos 60^\circ} = \frac{2S}{v_0}$$

$$g\frac{t}{2} = v_0 \sin 60^\circ$$

$$v_0 t\cos 60^\circ = S$$

$$t = \frac{S}{v_0\cos 60^\circ} = \frac{S}{v_0\cdot\frac{1}{2}} = \frac{2S}{v_0}$$

$$g\frac{\frac{2S}{v_0}}{2} = v_0 \sin 60^\circ$$

$$g\cdot\frac{2S}{v_0} = 2v_0\sin 60^\circ$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 60^\circ}}$$

$$gS = v_0^2\sin 60^\circ$$

$$\sqrt{\frac{м}{с^2}\cdot м}\ \checkmark$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 60^\circ}} = \sqrt{\frac{10\cdot 17}{\sin 60^\circ}} = 14\,\frac{м}{с}$$

$$v_x = v_0\cos 60^\circ$$

0,866

$$\frac{170}{0{,}866} = 196{,}3$$

$$g = \frac{v_x^2}{R}$$

$$\frac{R}{v_x^2} = \frac{1}{g}$$

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{\frac{v_0^2}{16}}{R} = \frac{v_0^2}{16\cdot\frac{v_0^2\cos^2 60^\circ}{g}} = \frac{g}{16\cos^2 60^\circ}$$

$$R = \frac{v_x^2}{g} = \frac{v_0^2\cos^2 60^\circ}{g}$$

F

mg

$$m\frac{\vec g}{4} = m\vec g + \vec F$$

$$\frac{g}{4} = \frac{g}{16\cdot\frac{1}{4}} = \frac{g}{4}$$

y:

Черновик 2

$v_0^2 \cancel{2} \sin 60° \cos 60° = gS\cancel{4} \cdot \frac{1}{2}$

$v_0^2 \sin 60° \cdot \frac{1}{\cancel{2}} = gS \cdot \frac{1}{\cancel{2}}$

$\sqrt{l^2 + \cancel{2}R} = \sqrt{}\ 0{,}194$

$\frac{10^2}{10^4} = 0{,}01$

$(l+R)^2 + \cancel{g^2} =$

~~Чистовик~~ Черновик 3

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

0,7

$tg\,30^\circ = 0,5779$

~~$ctg\,30^\circ\ 1,7319$~~

$$\frac{1,2123}{0,8095} = 1,5$$

$\cdot\,2 = 3\,м$

20 -

1 -

Часть 2

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

Шифр: **21204827**

ID профиля: **370715**

Вариант 3

Чистовик

10 класс

Задача №4

$Q_1 = cm\Delta T = cm(T_к - t_0)$, где $T_к$ — температура кипения, равная $100°C$ при $p = 10^5$ Па

$Q_1 = cm(T_к - T_0) = 2299$ Дж

Ответ: $Q_1 = 2299$ Дж.

Вычислим, сколько теплоты $Q_и$ надо, чтобы вся вода испарилась при $T_к = 100°C$.

$Q_и = rm = 2{,}26 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг} \cdot 0{,}0055 кг = 12430$ Дж

После начала кипения к пару подвели $Q_2 = 17430$ Дж тепла, значит, вся вода испарилась и $Q_н = Q_2 - Q_и = 5000$ Дж пошло на нагрев пара.

Найдём конечную температуру пара:

$Q_н = c_p m \Delta T$ (на поршень действует постоянное давление p_0).

~~$Q_н$~~ $\Delta T = \frac{Q_н}{c_p m} = 413{,}2 K$

$T_0 = 373 K$ ($100°C$)

$T_2 = T_0 + \Delta T = 786{,}2 K$

Теперь запишем уравнение состояния:

Чистовик
10 класс

$p_0 V_2 = \nu R T_2$ (1)

$p_0 V_2 = \nu R T_2$ (2)

Вычтем (2) − (1):

$p_0 \underbrace{(V_2 - V_0)}_{\Delta V} = \nu R (T_2 - T_0)$

$p_0 \Delta V = \nu R \Delta T$

$p_0 \cdot SH = \nu R \Delta T$

$H = \frac{\nu R \Delta T}{p_0 S} = \frac{m R \Delta T}{M p_0 S}$, где M − молярная масса воды равная $0{,}018 \frac{кг}{моль}$

$H = 21$ см

$p_0 h_2 S = \cancel{\nu} \frac{m}{M} R T_2$, где M − молярная масса воды

$h_2 = \frac{m R T_2}{M p_0 S} = 41$ см − высота столба пара.

Найдём начальную высоту столба жидкости:

$m = \rho V_0$

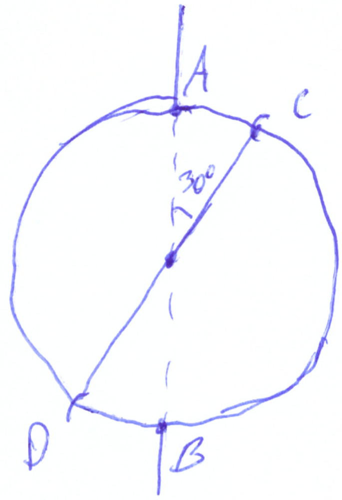
$\frac{m}{\rho} = S h_0$

$h_0 = \frac{m}{\rho S} = 0{,}1$ мм

$H = h_2 - h_0 = 41$ см

2) Ответ: $H = 41$ см.

Чистовик
10 класс
Задача №5



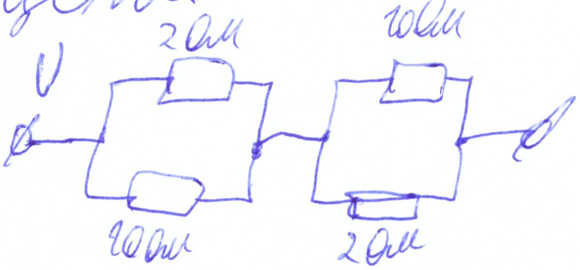
$R_{AC} = \cancel{12\,Ом \cdot 30}\ 24\,Ом \cdot \frac{30^\circ}{360^\circ} = 2\,Ом$

$R_{BD} = 2\,Ом$ аналогично

$R_{CB} = 24\,Ом \cdot \frac{150^\circ}{360^\circ} = 10\,Ом$

$R_{AD} = 10\,Ом$ аналогично.

Эту схему можно представить в виде цепи:



$R_0 = 2 \cdot \frac{2\,Ом \cdot 10\,Ом}{2\,Ом + 10\,Ом} = \frac{40}{12}\,Ом$

$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{36\,В^2}{\frac{40}{12}} = \frac{108}{10}\,Вт = 10{,}8\,Вт$

1) Ответ: $P = 10{,}8\,Вт$.

Схему в пункте 2 можно представить почти также:

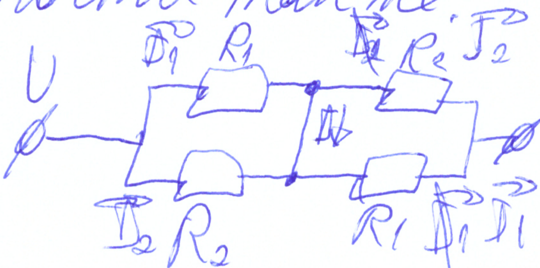


Схема симметрична, значит можно проставить токи на всех резисторах.

$I_1 = I_2 + I$ (1)

Т.к. R_1 и R_2 соединены параллельно, то напряжения на них одинаковы:

$R_1 I_1 = R_2 I_2$ (2)

Чистовик

10 класс

Также из условия $R_1+R_2=\frac{R}{2}$ (3)

Также видно, что

$U=U_1+U_2=I_1R_1+I_2R_2$ (R_1 и R_2 подкл. посл.)

Получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} I_1=I_2+I & (1) \\ R_1I_1=R_2I_2 & (2) \\ R_1+R_2=\frac{R}{2} & (3) \Rightarrow R_2=\frac{R}{2}-R_1 \\ U=I_1R_1+I_2R_2 & (4) \end{cases}$$

$$R_1(I_2+I)=R_2I_2$$

$$R_1I_2-R_2I_2=-R_1I$$

$$I_2(R_2-R_1)=IR_1$$

$$I_2=I\frac{R_1}{R_2-R_1}=I\frac{R_1}{\frac{R}{2}-R_1-R_1}=I\frac{R_1}{\frac{R}{2}-2R_1}$$

$\Downarrow$

$$I_1=I_2+I=I\left(\frac{R_1}{\frac{R}{2}-2R_1}+1\right)=I\frac{\frac{R}{2}-R_1}{\frac{R}{2}-2R_1}$$

Теперь подставим всё в (4):

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

Чистовик

10 класс

$$\frac{U}{I} = 2\frac{R_1\left(\frac{R}{2} - R_1\right)}{\frac{R}{2} - 2R_1}$$

$$\frac{UR}{2I} - 2\frac{UR_1}{I} = \cancel{2}\frac{R_1R}{\cancel{2}} - 2R_1^2 \quad | \cdot 2$$

$$\cancel{2R_1^2 - R}$$

$$4R_1^2 - 4\frac{UR_1}{I} - 2R_1R + \frac{UR}{I} = 0$$

$$4R_1 - R_1 \cdot 2\left(\frac{2U}{I} - R\right) + \frac{UR}{I} = 0$$

$$D = 4\left(\frac{2U}{I} - R\right)^2 - 4 \cdot 4 \cdot \frac{UR}{I} = 4\left(\frac{4U^2}{I^2} + R^2 - \frac{4UR}{I}\right) - 16\frac{UR}{I} =$$

$$= 16\frac{U^2}{I^2} + 4R^2 - 32\frac{UR}{I} = \left(2\sqrt{4\frac{U^2}{I^2} + R^2 - 8\frac{UR}{I}}\right)^2$$

$$2 \cdot \sqrt{\cancel{4} \cdot \frac{36 \cdot 9}{\cancel{4}} + 24^2 - \cancel{8}^{4} \cdot \frac{6 \cdot 24 \cdot 3}{\cancel{2}}} =$$

$$=$$

Черновик 1
10 класс

$$\frac{5000}{12{,}1}$$

$$R_1+R_2=\frac{R}{2}$$

$$\nu R_0 T = 18{,}8 \text{ Дж}$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2$$

$$p_0 S = 10^5 \cdot 500\,см^2 =$$

$$5\,дм^2$$

$$18{,}80$$

$$0{,}05\,м^2 = 5000$$

$$\frac{36{,}93}{90}$$

$$90 \quad 0{,}21\,м$$

$$(I_1+I_2)\cdot 2\,\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=U$$

$$2(I_1+I_2)\cdot \cancel{2}\,\frac{R_1R_2}{\frac{R}{2}}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_0 h_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$U=2(I_1+I_2)\frac{R_1R_2}{\frac{R}{2}}$$

$$1000\cdot 0{,}05 = 50$$

$$U=4(I_1+I_2)\frac{R_1R_2}{R}$$

$$\cancel{R_1 = R}$$

$$R_1 I_1 = R_2 I_2 \qquad U = I_2R_2 + I_1R_1$$

$$I_2R_2 + \qquad R_1 = R_2\frac{I_2}{I_1} \qquad U = 2I_1R_1$$

$$U = 4\left(\overbrace{\frac{I_1R_1R_2}{R}}^{U} + \overbrace{\frac{I_2R_2R_1}{R}}^{U}\right)$$

$$U = I_2R_2 + R_1(I_2+I)$$

$$\cancel{U} = \frac{4U}{R}\left(\cancel{R_1}\; R_2 + R\right.$$

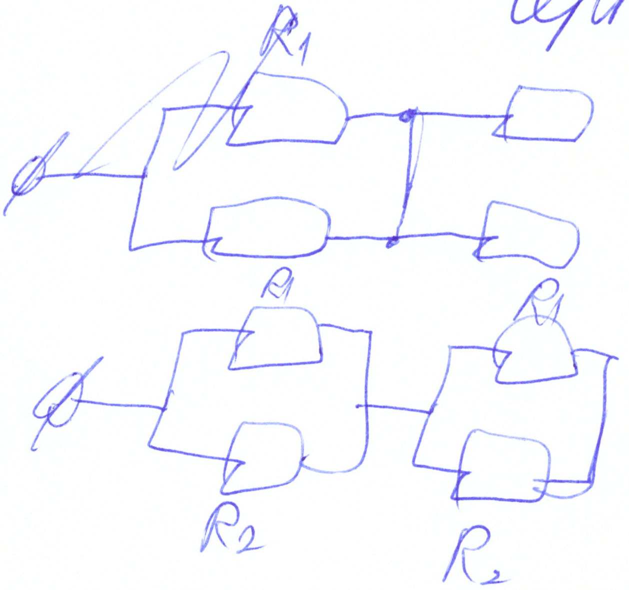
$$\frac{U}{2} = R_1(I_2+I)$$

$$\frac{U}{2} = R_2\frac{I_2}{I_1}(I_2+I)$$

$$\frac{4}{\cancel{R}} = \quad 4 \quad \frac{R}{4} = R_1+R_2)$$

$$\frac{U}{2} =$$

Черновик 2



$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_2 + I}$$

$I_1 = I_2 + I$

$U_2 = \frac{U}{2} = R_1 I_1 = R_1(I_2 + I)$

$\frac{U}{2} = R_2 I_2 A$

$$\frac{6}{40} = \frac{\cancel{18}^{9}}{\cancel{40}_{20}} = \frac{9}{20} A$$

$\frac{20}{12} Ом = \frac{5}{3} Ом \; \frac{}{12}$

$$\frac{3}{\frac{5}{3}} = \frac{9}{5} \cdot A = 1{,}8 A$$

$0{,}3 A$ $1{,}2 A$

$1{,}5 A$

$R_1 I_1 = R_2 I_2$

$(\frac{R}{2} - R_2)(I_2 + I) = R_2 I_2$

$\frac{R I_2}{2} + \frac{R I}{2} - R_2 I_2 - R_2 I = R_2 I_2$

$\frac{R I_2}{2} + R_2 I = U - \frac{R I}{2} = 6B - \frac{\cancel{24}^{12} \cdot \frac{2}{\cancel{3}}}{\cancel{2}}$

~~$2B = R_2 I -$~~

$\underbrace{4B}_{U_x} = 2R_2 I - R I_2 \Rightarrow R I_2 = 2R_2 I - U_x$

$I_2 = 6 \frac{2R_2 I - U_x}{R}$