# Часть 1

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

Шифр: **21206466**

ID профиля: **341259**

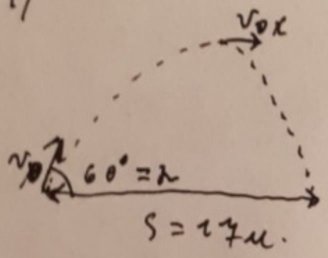
Вариант 3

ВАРИАНТ 10-3.

Чистовик.

№1.

1)



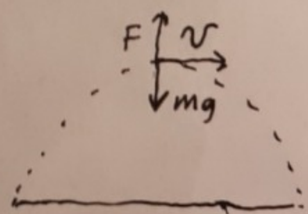

$\frac{t}{2}\cdot g = v_{0y} \Rightarrow t = \frac{2v_{0y}}{g}$ ($v_{0y} = v_0\cdot\sin\alpha$; $v_{0x} = v_0\cdot\cos\alpha$)

($t$ – время полета камня)

$v_{0x}\cdot t = S \Rightarrow S = \frac{v_{0x}\cdot v_{0y}\cdot 2}{g} = \frac{v_0^2\cdot\sin\alpha\cdot\cos\alpha\cdot 2}{g} = \frac{v_0^2\cdot\sin 2\alpha}{g} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{10\cdot 17}{\sin 120}} = \sqrt{\frac{170}{\frac{\sqrt{3}}{2}}} = \sqrt{\frac{340}{\sqrt{3}}} \approx 14$ м/с.

2)




$mg - F = a_ц\cdot m.$

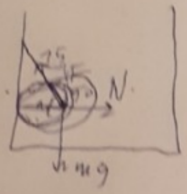
$a_ц = \frac{v^2}{R}$

Поскольку по этой же траектории летел камень, что он проходил через эту точку с таким же радиусом кривизны траектории $R$, имея центростремительное ускорение $g$ ($\vec{g}\perp\vec{v_0}$) $\Rightarrow g = \frac{v_0^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{g}.$

$a_ц = \frac{v^2\cdot g}{v_0^2}$

$F = mg - a_ц m = m\left(g - \frac{v^2 g}{v_0^2}\right) = m\left(g - \frac{v_0^2 g}{v_0^2 16}\right) = mg\left(1 - \frac{1}{16}\right) = 0{,}8\cdot 10\cdot\frac{15}{16} = 7{,}5$ Н.

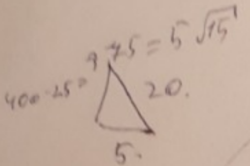
Ответ: 1) $v_0 = 14$ м/с; 2) $F = 7{,}5$ Н.

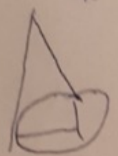


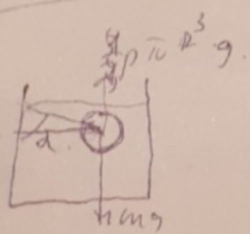
$F\cdot\sin\alpha = mg \Rightarrow F = \frac{mg}{\sin\alpha} = \frac{mg\,20}{5\sqrt{15}}$

$F\cdot\cos\alpha = N$

$N = \frac{mg\,20}{5\sqrt{15}}\cdot\frac{5}{20} = \frac{mg}{\sqrt{15}} = 2{,}07\,Н.$






$F = \cancel{m\omega}\,(R+r)\cdot\sin\alpha.$

$\omega\cdot r = v.$

$\frac{v^2}{r}$ $\omega^2 r = a.$

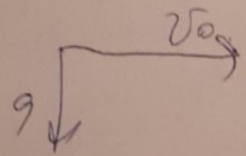
$\omega^2 r\cdot m = F\sin\alpha.$

$\omega^2\cdot(R+r)\cdot\sin\alpha\cdot m = F\sin\alpha.$

$F = \omega^2 (R+r)\cdot\sin\alpha\cdot m = 16\,Н.$

$F_A = \cancel{mm}\cdot 2{,}76\,Н.$

$\cancel{F_A}\,б\cdot\cos\alpha = 2{,}76\,Н.$




$\frac{v_0^2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}}{90} = 17 \Rightarrow v_0 = \frac{340}{\sqrt{3}}$ ✓

$\frac{v_0^2}{R} = g \Rightarrow R = \frac{v_0^2}{g}.$

---

$a_1 = \frac{(mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\cdot\mu_1)}{m} = 4\,м/с.$ $\frac{a_1 t_1^2}{2} = \cancel{h_1}$ $S = \frac{h_1}{\sin\alpha}.$

$t\,4\,7.$

$a = 7$

$a_2 = \frac{-mg\sin\alpha + mg\cos\alpha\cdot\mu_2}{m}$

$5 - 4{,}4\sqrt{3}$

$\frac{a_2 t_2^2}{2} = \frac{h}{\sin\alpha}.$

$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{\sin\alpha\, a_2}}.$

$t_2 = \sqrt{\frac{2\cdot 2}{\sin\frac{1}{2}\cdot 2}} = 2\,с.$

$\Delta v = a_2\cdot t_2 = 4\,м/с.$

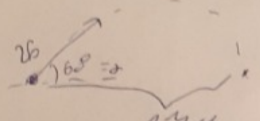
$t_1 = 1\,с.$

$\frac{a t_1^2}{2} = \frac{4\cdot 1}{2} = 2\,м = S.$

$h = 4\,м.$

$H = 3\,м.$

# Черновик



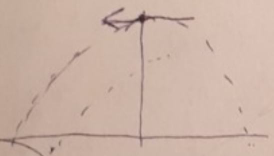
$v_0 \cdot \cos\alpha = v_x$

$\cancel{v_y = gt}$ $t = \frac{v_y}{2g}$ $\frac{t}{2} = \frac{v_y}{g} \Rightarrow t = \frac{2v_y}{2g}$

$s = v_x \cdot t = \frac{v_x \cdot t_y}{2g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin\alpha \cdot \cos\alpha}{2g}$

1) $v = \sqrt{\frac{2sg}{\sin\alpha \cdot \cos\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17 \cdot 10}{2 \cdot 1/2 \cdot \sqrt{3}/2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17 \cdot 10}{\sqrt{3}}} = 14$ м/с.

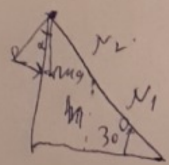
2).



$v = \frac{v_0}{4} = 3{,}5$ м/с.

$a = \frac{v^2}{R}$

$F = ma - \frac{mv^2}{R}$



2) $F = mg_x = mg \cdot \sin\alpha$.

$\cancel{(mg_x - F_{тр1})}$ $(mg\sin\alpha - mg\cos\alpha \cdot \mu_2)$

$mgH = \cancel{mg\sin\alpha(H-h) - mgs}$
$mg\cos\alpha\, \mu_2 (H-h) + mg\cos\alpha (h)\mu_1$

$H(mg - mg\cos\alpha\,\mu_2) = mg\cos\alpha\, h\mu_1 - mg\cos\alpha\,\mu_2 h$.

$H = \frac{\cancel{mg}\cos\alpha\, h\mu_1 - \cancel{mg}\cos\alpha\,\mu_2 h}{\cancel{mg} - \cancel{mg}\cos\alpha\,\mu_2} = \cancel{h\cos\alpha\,\mu_1} \frac{h \cdot \cos\alpha(\mu_1 - \mu_2)}{1 - \cos\alpha \cdot \mu_2} =$

$= \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}(}{\frac{2 - \sqrt{3} \cdot 0{,}1}{2}}$

$\frac{F \cdot \sin\alpha}{m} = a_y = \omega^2 \cdot r = \omega^2$

$\Rightarrow F = \omega^2 m(L+R) = 16$ Н.

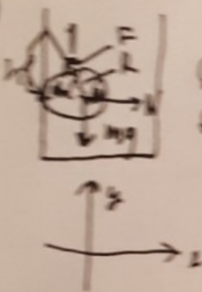
$F_A = V\rho_в \cdot g = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho_в \cdot g$

$mg = F_A + F \cdot \cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{mg - F_A}{F}$

$\alpha = \arccos\left(\frac{2{,}964}{16}\right) = 1{,}39$ рад. $\approx 80°$

Чистовик.

№3

1) 

Рассмотрим равновесие центра тяжести шара (точки O):

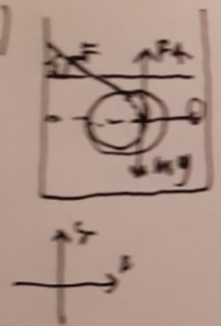
$Oy: \cancel{mg = F\sin\alpha}$. $\vec{mg} + \vec{F}\sin\alpha = 0$
$Oz: \cancel{N =}$ $\vec{N} + \vec{F}\cdot\cos\alpha = 0$ $\Bigg| \Rightarrow \begin{matrix} mg = F\cdot\sin\alpha. \\ N = F\cdot\cos\alpha \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} F = \dfrac{mg}{\sin\alpha}. \\ N = mg\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \end{matrix} \Bigg| \Rightarrow$

$\Rightarrow N = mg\cdot\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$.

$\sin\alpha = \dfrac{h}{l+R} = \dfrac{\sqrt{(l+R)^2 - R^2}}{l+R} = \dfrac{\sqrt{20^2-5^2}}{20} = \dfrac{5\sqrt{15}}{20}$.

$\cos\alpha = \dfrac{R}{l+R} = \dfrac{5}{20}$.

$N = mg\cdot\dfrac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = mg\dfrac{5\cdot 20}{5\sqrt{15}\cdot 20} = \dfrac{0{,}8\cdot 10}{\sqrt{15}} = 2\,Н$.

2) 

Рассмотрим движение центра тяжести шара (точки O)

$\cancel{\dfrac{F}{m} = a_y}$. $\dfrac{F\cdot\sin\alpha}{m} = a_y$
$a_y = \omega^2 r = \omega^2\cdot(R+l)\cdot\sin\alpha$ $\Bigg| \Rightarrow \dfrac{F\sin\alpha}{m} = \omega^2(R+l)\cdot\sin\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow F = \omega^2(R+l)\cdot m = 10^2\cdot(0{,}05+0{,}15)\cdot 0{,}5 = 16\,Н$.

Вдоль оси OY шар недвижется $\Rightarrow \vec{F_A} + \vec{mg} + \vec{F_y} = 0$.

$F_y = F\cdot\cos\alpha$.

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

~~Fт где~~ $F\cos\alpha = mg - F_A \Rightarrow \cos\alpha = \dfrac{mg - F_A}{F} = \dfrac{mg - \frac{4}{3}\pi R^3 g}{F} =$

$= \dfrac{2{,}764\,Н}{16\,Н}$

$\alpha = \arccos\left(\dfrac{2{,}764}{16}\right) \approx 1{,}39\,рад. \approx 80°$.

Ответ: 1) $N = 2\,Н$; 2) $\alpha = 80°$

Чистовик

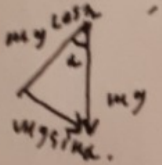
ВАРИАНТ 10-3


## №2.

1) За время прохождения участка с коэф. тр. $\mu_1$ коробка остановилась => к описанию его движения применима формула тормозного пути:

$S = \frac{a\cdot T^2}{2}$, где $a = \frac{F_{тр} - mg\sin\alpha}{m}$.

$F_{тр} = N\cdot\mu_1 = mg\cos\alpha\cdot\mu_1$ | =>




$S = \frac{h}{\sin\alpha}$.

$\Rightarrow T = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2\cdot h}{\sin\alpha\left(\frac{mg\cos\alpha\mu_1 - mg\sin\alpha}{m}\right)}} = \sqrt{\frac{2\cdot 2}{\frac{1}{2}(10\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot 0{,}81-5}}$

$= \sqrt{\frac{4}{\frac{1}{2}(7-5)}} = \sqrt{4} = 2с.$

2) $a = 2 м/с^2$. ($v_H$ – скорость коробки, находящейся на высоте h)

$v_H = a\cdot T = 4 м/с$

$a_1\cdot t = v_H \Rightarrow t = \frac{v_H}{a_1}$.

~~$a_1 = F_{тр} - mg$~~

$a_1 = \frac{mg\sin\alpha - F_{тр\,1}}{m} = \frac{mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\,\mu_2}{m} = 5 - 5\sqrt{3}\cdot 0{,}11 \approx$

$\approx 4 м/с^2.$

$t = \frac{v_H}{a_1} = \frac{4}{4} = 1с.$

Изначально коробка покоилась => $\frac{a_1\cdot t^2}{2} = S$ ($S = \frac{h_1}{\sin\alpha}$) =>

$\Rightarrow \frac{a_1 t^2}{2} = \frac{h_1}{\sin\alpha} \Rightarrow h_1 = \frac{a_1 t^2}{2}\sin\alpha = \frac{4\cdot 1}{2}\cdot\frac{1}{2} = 1м.$

$H = h_1 + h = 3м.$

Ответ: 1) $T = 2с.$; 2) $H = 3м.$

# Часть 2

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

Шифр: **21206466**

ID профиля: **341259**

Вариант 3

ВАРИАНТ 10-3.

# Чистовик.

№4

1) Все количество теплоты пошло на нагрев воды с $t_0 = 0°C$ до $t_{кип} = 100°C$.

$Q_1 = c_в m \cdot (t_{кип} - t_0)$

$Q_1 = 4180 \cdot 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 2299$ Дж.

2) Найдем $Q_3$ потратившееся на выкипание воды.

$Q_3 = r \cdot m = 5,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,6 \cdot 10^{6} = 12430$ Дж.

$\cancel{Q_2 = Q_3 +} Q_4 = Q_2 - Q_3 = 17430 - 12430 = 5000$ Дж — количество теплоты подводимое только к водяному пару.

По I закону термодинамики: $Q_4 = \Delta U + A'$.

$\Delta U = \frac{i}{2} R \nu \Delta T = \frac{i}{2} p \Delta V$.

$A' = p \Delta V$

$Q_4 = \frac{i}{2} p \Delta V + p \Delta V \Rightarrow \Delta V = \frac{2 Q_4}{(i+2) p}$

$\Delta V = S \cdot H \Rightarrow H = \frac{2 Q_4}{(i+2) p \cdot S}$

Так как водяной пар — трехатомный газ, атомы которого не лежат на одной прямой, то у него $i = 6 \Rightarrow$

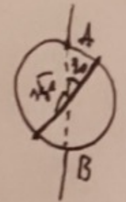
$\Rightarrow H = \frac{2 Q_4}{(i+2) p \cdot S} = \frac{2 \cdot 5000}{8 \cdot 10^{5} \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{4} = 0,25$ м.

Ответ: 1) $Q_1 = 2299$ Дж; 2) $H = 0,25$ м.

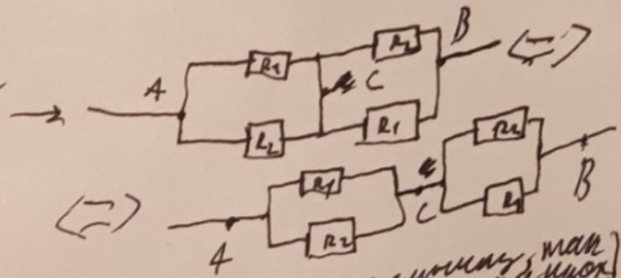
ВАРИАНТ 10-3

№5

1)



Составим эквивалентную данному кольцу цепь.



$R_1 = \frac{R}{360}\cdot 30 = 2$ Ом.

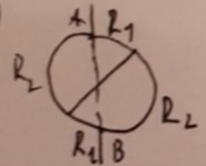
$R_2 = \frac{R}{360}\cdot 150 = 10$ Ом.

(Мы можем объединить перемычку, так как мы не рассматриваем силу тока проходящего через нее)

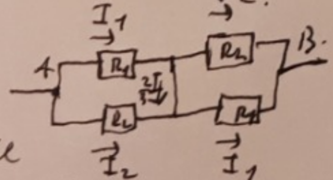
Мы получили цепь состоящую только из последовательного и парал. соединения. Напряжения ~~на участке~~ между точками A и C и C B одинаковое (на них один. элементы цепи с один. расположением) и равно

$U_1 = \frac{U}{2} = 3$ В. $\Rightarrow P = \frac{(U_1)^2}{R_1} + \frac{U_1^2}{R_2} + \frac{U_1^2}{R_1} + \frac{U_1^2}{R_2} = \frac{9}{2} + \frac{9}{10} + \frac{9}{2} + \frac{9}{10} = 10{,}8$ Вт.

2)



Соберем эквивалентную ей цепь как в пункте 1:



На каждом из резисторов напряжение также будет одинаковым (как в пункте 1.) $\Rightarrow$ ~~$R_1 I_1 = R_2 I_2$~~ и равным $U_1 = 3$ В.

$(R_2 = n\cdot R_1.)$

$I_1 - I_2 = I$ (при данной схеме на один. резисторах один. силы тока)

$\Rightarrow \frac{U_1}{R_1} - \frac{U_1}{R_2} = I$; суммарное напряжение на полукруге $= \frac{R}{2} = 12$ Ом $\Rightarrow$

$\Rightarrow R_2 = 12 - R_1 \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{U_1}{R_1} - \frac{U_1}{12-R_1} = I \Leftrightarrow \frac{3}{R_1} - \frac{3}{12-R_1} = \frac{2}{3} \Rightarrow 9(12-R_1) - 9R_1 = 2R_1(12-R_1) \Rightarrow$

$\Rightarrow 2R_1^2 - 42R_1 + 108 = 0 \Leftrightarrow R_1^2 - 21R_1 + 54 = 0 \Rightarrow R_1 = 18$ Ом — не может быть, т.к. $R_1 < 12$ Ом (иначе $R_2 < 0$)

$R_1 = 3$ Ом $\Rightarrow$

$\Rightarrow R_1 = 3$ Ом; $R_2 = 9$ Ом. $\Rightarrow n = \frac{R_2}{R_1} = \frac{9}{3} = 3$.

3) $P_2 = \frac{U_1^2}{R_1} + \frac{U_1^2}{R_2} + \frac{U_1^2}{R_1} + \frac{U_1^2}{R_2} = \frac{9}{3} + \frac{9}{9} + \frac{9}{3} + \frac{9}{9} = 8$ Вт.

Ответ: 1) $P = 10{,}8$ Вт; 2) $n = 3$; 3) $P_2 = 8$ Вт.

Черновик

№4.

m = 5,5 г. $t_0 = 0°C$
$S = 500$ см$^2$
$p = 10^5$ Па

1) $Q_1 = mc\Delta t = 0{,}0055 \cdot 4180 \cdot 100 =$
$= 5{,}5 \cdot 418 = 2299$ Дж

2) $Q_2 = r \cdot m + mc_p\Delta t$

$\Delta t = \frac{Q_2 - rm}{m \cdot c_p} = \frac{17430 - 5{,}5 \cdot 2{,}26 \cdot 10^3}{5{,}5 \cdot 2{,}2} = \frac{5000}{} = 413°C$

$Q = A + \Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T + pS h \Rightarrow h = \frac{Q - \frac{3}{2}\nu R\Delta T}{pS}$

$Q = \frac{3}{2}\nu R \Delta T = \frac{3}{2}p\Delta V + p\Delta V \Rightarrow$

$\Rightarrow \Delta V = \frac{2Q}{5p} = \frac{2 \cdot 5000}{5 \cdot 10^5} =$
$= 2 \cdot 10^{-2}$

$\frac{\Delta V}{S} = H = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0{,}05} =$

$T_2 = 413 + 273 = 686 K$
$T_1 = 373 K$

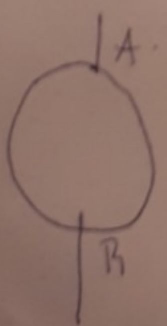
$\frac{V_1}{T_1} = const$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$

$V_1 p_1 = \frac{m}{M} \cdot RT_1$ $\frac{0{,}02}{0{,}05} = 0{,}4$ м $V_2 p = \frac{m}{M}RT_2$

$V_2 = \frac{mRT_2}{M \cdot p} = \frac{5{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 686}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5}$

$= 17{,}41$ м
$V_1 = 0{,}005$ $0{,}0055$ м
$\Delta V = 17{,}418$
$\frac{\Delta V}{S} = H = 0{,}34$ м.

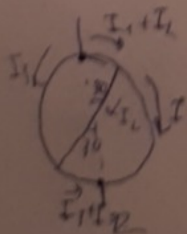
---



R = 44 Ом
U = 6 В.

---

1)



$(I_1 + I_2) \cdot \frac{R}{12} = (I_3 + I_2)\frac{R}{12} = I_3 \cdot \frac{R5}{12} = I_1 \cdot \frac{R5}{12}$

$I_1 = I_3$; $= 5I_3 \Rightarrow I_2 = 4I_3 = 4I_1$

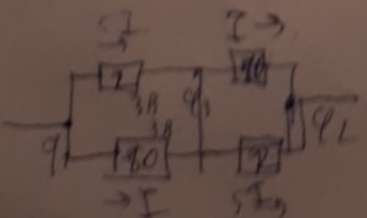
$P = I_1 + I_2$ $P = 25 I_1$ $I_1 = \frac{I}{5}$

$P = \left(\left(\frac{5I}{8}\right)^2 \frac{R}{12} + \left(\frac{I}{8}\right)^2 \frac{5R}{12}\right) \cdot 2$

$P = (5I)^2 \cdot 2 + (5I)^2 \cdot 10$ $\left(\frac{9}{10} + \frac{9}{10}\right) \cdot 2 = 10{,}8$

$P = 2\left(\left(\frac{9}{4}\right) \cdot 9 + \left(\frac{1}{20}\right)\right)$

$= 2 \cdot \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{20}\right)$



$4_1 - 4_1$ $5I \cdot 2 + 10 \cdot I = 6$

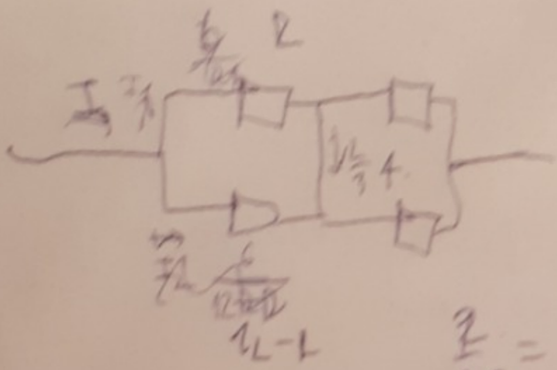
$I = \frac{6}{20} = \frac{3}{10}$

$\frac{U^2}{5R/12} = \frac{9}{2} = 4{,}5$ $\frac{U^2}{5R/2} = \frac{9}{10} = 0{,}9$

$\frac{9}{2} + \frac{9}{10} = 4{,}5 + 0{,}9$

$(P = 10{,}8)$ $P = 10{,}8$

21



$\frac{2}{3A} = \frac{6}{R} - \frac{6}{12-R} \Rightarrow 12R - R^2 = 18(12-R) - 18 \cdot 12 = 21R$

$R^2 - 12R - 18R - 18R + 18 \cdot 12 = 0$

$R^2 - 48R + 216 = 0.$

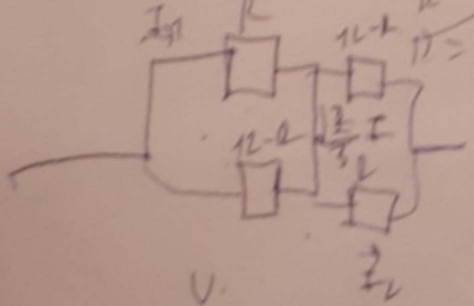
$I_1 - \frac{2}{3}A = I_2$

$I_1$

$2R^2 - 42R - 9R - 9R + 9 \cdot 12 = 0 \; D =$

$R^2 - 30R + 108 = 0.$

$D = 900 - 432 = 468$



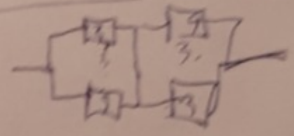
$\times\, \begin{array}{r} 180 \\ 36 \\ \hline 216 \end{array}$

6

$I_1 + \frac{2}{3} = I_2.$

$\frac{U}{R} - \frac{2}{3} = \frac{U}{12-R}.$

$\frac{3}{R} - \frac{2}{3} = \frac{3}{12-R}.$



$P = 2 \cdot \left(\frac{3^2}{3} + \frac{3^2}{9}\right) =$

$= 2 \cdot 4 = 8$ Вт.

$I_1 = \frac{3}{3} = 1A.$

$I_2 = \frac{18}{9} = \frac{7}{3}A.$

$9(12-R) - 2(12-R)R = 9R.$

$2R^2 - 24R + 108 - 9R - 9R = 0.$

$2R^2 - 42R + 108 = 0.$

$R^2 - 21R + 54 = 0.$

$D = 441 - 216 = 225.$

$R_1 = \frac{21+15}{2} = 18.$ – не уд. усл.

$R_2 = \frac{21-15}{2} = 3$ Ом. – уд. усл. $\Rightarrow n = 3.$

9 3