

Часть 1

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

Шифр: **21204076**

ID профиля: **347220**

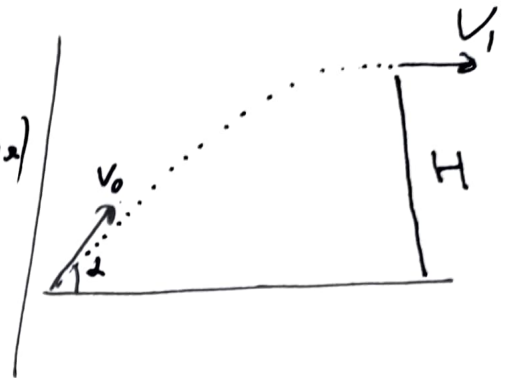
Вариант 4

Чистовик №1.

Задача 1.

$$\begin{array}{l} \alpha = 45^\circ \\ H = 10 \text{ м} \\ g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \\ 1) V_0 - ? \\ 2) V - ? \end{array}$$

$$1) V_1 = V_0 \cos \alpha \quad (M - \text{масса камня})$$
$$\left\{ \begin{array}{l} M V_0^2 = M V_1^2 + M g H \\ \frac{M V_0^2}{2} = \frac{M V_1^2}{2} + M g H \end{array} \right.$$



$$V_0^2 = V_1^2 + 2 g H$$

$$V_0^2 - V_0^2 \cos^2 \alpha = 2 g H$$

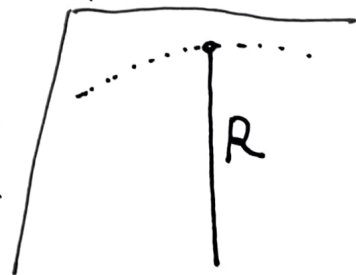
$$V_0^2 = \frac{2 g H}{1 - \cos^2 \alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{2 g H}{1 - \cos^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{200}{1 - 0,5}} \frac{\text{м}}{\text{с}} = \underline{\underline{20 \text{ м/с}}}$$

2) Т.к. камень и самолет летят

по одной траектории, радиусы кривизны в верхней точке равны.

На камень действует только сила тяжести. R - радиус кривизны верхней точки.



Продолжение на след. листе.

Чистовик №2.

Задача 1. (продолжение).

Ускорение камня = g ; Ускорение самолета = a .
(в верхней точке); m - масса самолета.

$$\begin{cases} ma = \frac{1}{2} mg & \leftarrow \text{дано} \\ a = \frac{V^2}{R} \\ g = \frac{V_1^2}{R} \\ V_1 = V_0 \cos \alpha \end{cases}$$

$$R = \frac{V_1^2}{g} = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

$$a = \frac{1}{2} g$$

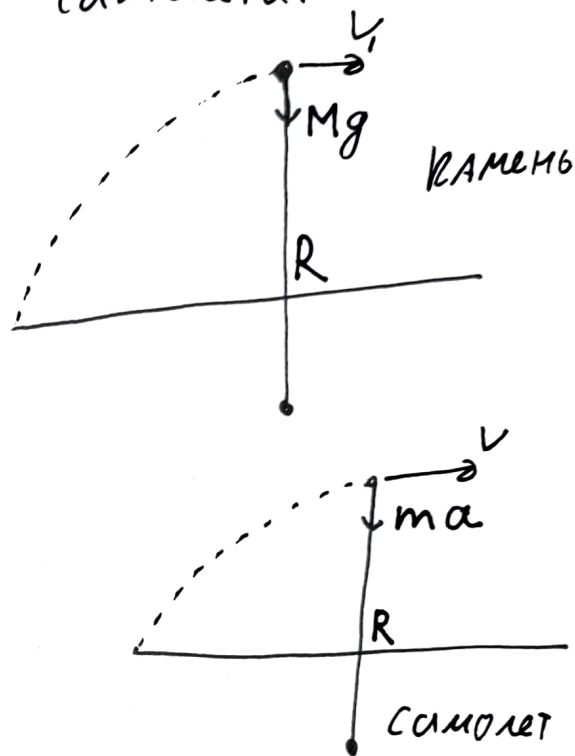
$$R = \frac{V^2}{a} = \frac{V^2}{\frac{1}{2} g} = 2 \frac{V^2}{g}$$

$$\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = 2 \frac{V^2}{g}$$

$$V\sqrt{2} = V_0 \cos \alpha$$

$$V = V_0 \frac{\cos \alpha}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{2gH}{1-\cos^2 \alpha}} \cdot \frac{\cos \alpha}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \cdot 20 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_0 = 20 \text{ м/с}$; $V = 10 \text{ м/с}$.



Чистовик №3.

Задача 2.

$$\cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$\cos \alpha = \frac{24}{25} = 0,96$$

$$h = 1,4 \text{ м}$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,96^2} = 0,28$$

$$\mu_1 = 0,5$$

$$\mu_2 = 0,06$$

$$V_0 = 0$$

Проверим на каких участках коробка будет ускоряться, а на каких замедляться.

$$1) V_{\max}$$

$$2) S$$

$$N = mg \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu N$$

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

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

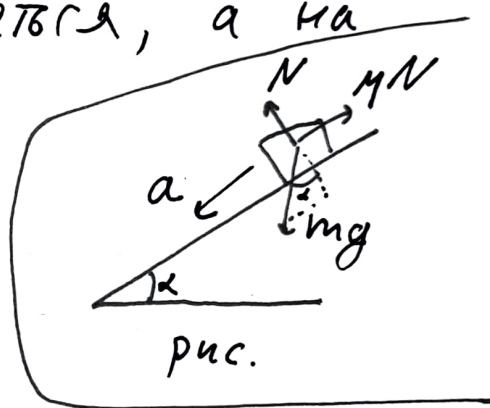
$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = -2 \text{ м/с}^2$$

Коробка на участке $h < h_1$ будет замедляться.

$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = 2,224 \text{ м/с}^2$$

Коробка на участке $h \geq h_1$ будет ускоряться.

Продолжение на след. листе.

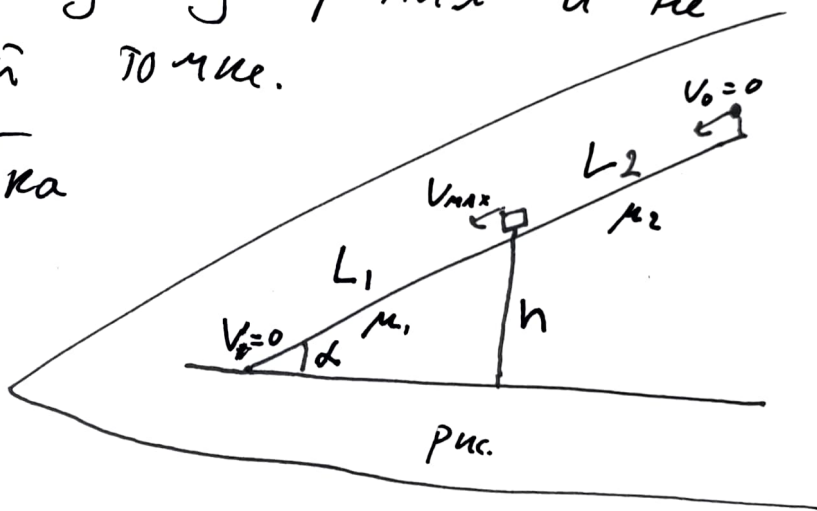


Чистовик №4.

Задача 2. (продолжение.)

Т.к. коробка сначала ускоряется, а потом замедляется, ее максимальная скорость будет в точке $h = 1,4 \text{ м}$, когда она переходит на замедление. Она пройдет весь путь ускорения и не замедлится к этой точке.

В конце пути коробка остановится.



$$\begin{cases} L_1 \sin \alpha = h \\ L_1 = \frac{-a_1 t_1^2}{2} \end{cases}$$

$$V_{\max} = -a_1 t_1$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{-a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{-a_1 \sin \alpha}} \quad (a_1 \text{ выразим на листе 3.})$$

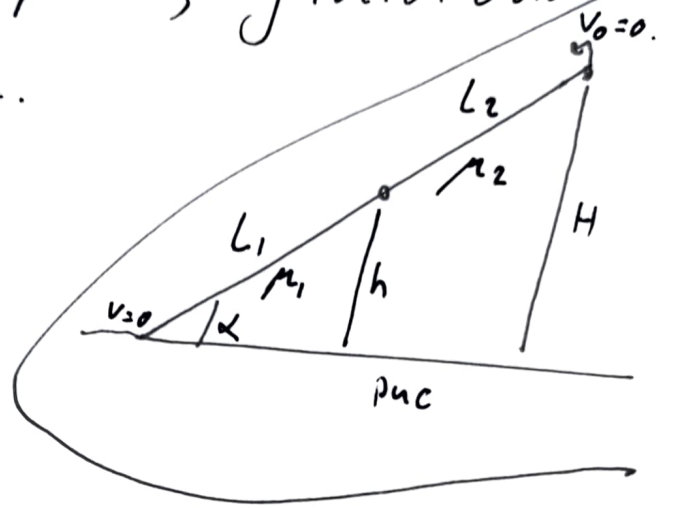
$$V_{\max} = -a_1 t_1 = a_1 \sqrt{\frac{2h}{a_1 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2(a_1 h)}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2hg(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}{-\sin \alpha}}$$

$$V_{\max} = \sqrt{20} \text{ м/с} \approx 4,47 \text{ м/с}$$

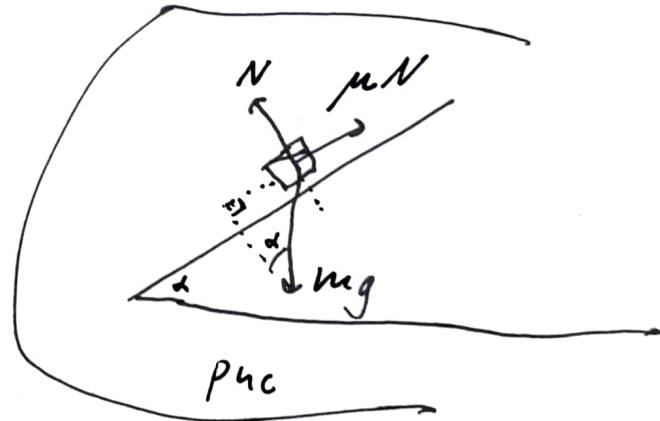
Продолжение на след. листе.

Чистовик №5.

2) 5-? Найти путь S можно через закон сохранения энергии, учитывая работу силы трения.
Работа силы трения < 0 .



$$\left\{ \begin{array}{l} L_1 + L_2 = S \\ H = S \sin \alpha \\ h = L_1 \sin \alpha \\ m g H + A_1 + A_2 = 0 \quad (\text{В конечной точке } E=0). \\ A_1 = -\mu_1 N L_1 \\ A_2 = -\mu_2 N L_2 \\ N = m g \cos \alpha \end{array} \right.$$



$$L_2 = S - L_1$$

$$m g H = N (\mu_1 L_1 + \mu_2 (S - L_1))$$

$$\cancel{m g} S \sin \alpha = \cancel{m g} \cos \alpha (\mu_1 L_1 + \mu_2 S - \mu_2 L_1)$$

$$S \sin \alpha = \mu_2 S \cos \alpha + L_1 \cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)$$

Продолжение на след. листе

Чистовик нб.

Задача 2. (продолжение).

$$S \sin \alpha = \mu_2 S \cos \alpha + L_1 \cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)$$

$$S (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = \frac{h}{\sin \alpha} \cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)$$

$$S = h \frac{\cos \alpha \cdot (\mu_1 - \mu_2)}{(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) \sin \alpha} \approx 6,78 \text{ м}$$

Отвѣт: $v_{\max} = 4,47 \text{ м/с}$; $S = 6,78 \text{ м}$.

След. задача на след. листе.

Чистовик № 7

Задача 3.

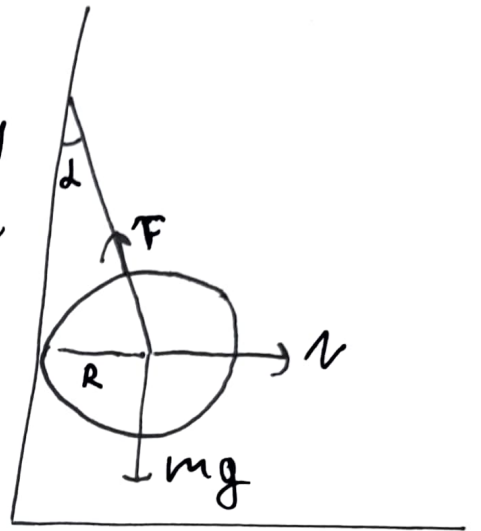
$$m = 5,2 \text{ кг}$$

$$R = 8 \text{ см}$$

$$l = 8 \text{ см}$$

1) $F = ?$
2) $T = ?$

Всякая система стремится к минимуму потенциальной энергии, поэтому центр шара должен находиться в максимально низкой точке. Это достигается,



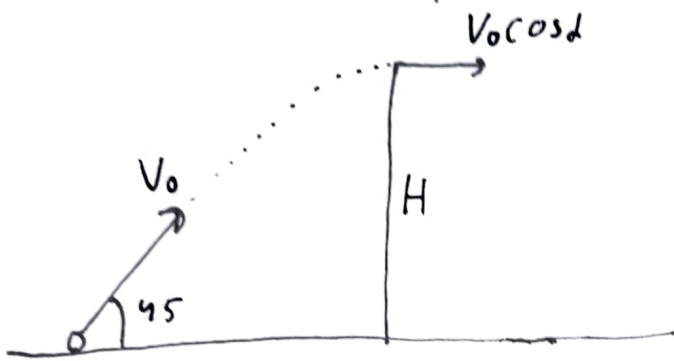
когда продолжение нитки идет через центр шара, т.е. катет = R в любом случае, второй катет — это расстояние от точки касания до начала нитки, гипотенуза = $l_{\text{ок}}$.

$$F \sin \alpha \begin{cases} F \cos \alpha = mg \\ \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \\ \sin \alpha = \frac{R}{l + R} \end{cases}$$

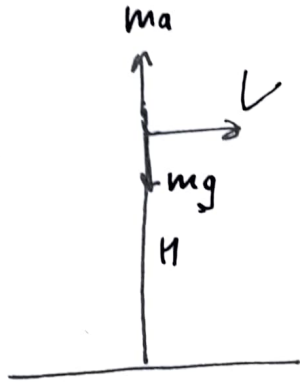
$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{R^2}{(l + R)^2}}$$

$$F = \frac{mg}{\sqrt{1 - \frac{R^2}{(l + R)^2}}} = (6,9 + \frac{1}{3}) \text{ Н} \approx 69,3 \text{ Н}$$

Черновик.



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



$$\frac{(V_0 \cos \alpha)^2}{2} = gH$$

$$Ma = \frac{v^2}{r}$$

$$g = \frac{v^2}{r}$$

$$r = \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g}$$

~~$mg - ma = \frac{1}{2} mg$~~

$$a = \frac{1}{2} g$$



$$\left(\frac{\cos}{\sqrt{2}} \right)^2 = \frac{0,5}{2} = 0,25$$

200

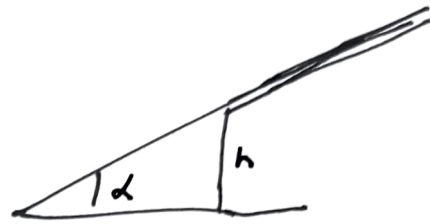
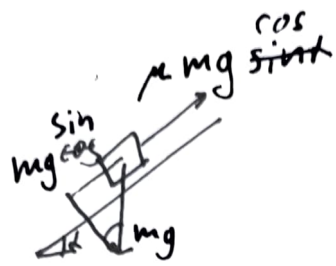
фрактурен

$$10 = \frac{200}{\lambda}$$

20.

Черновик 2. ~~Уч.~~

2)



$$\cos = \frac{24}{25}$$

$$mg \sin - \mu mg \cos = g (\sin - \mu \cos)$$

$$\sin = \sqrt{1 - \cos^2} = \sqrt{1 - \frac{24^2}{25^2}} = \sqrt{\frac{25^2 - 24^2}{25^2}}$$

$$\sin = 0,28$$

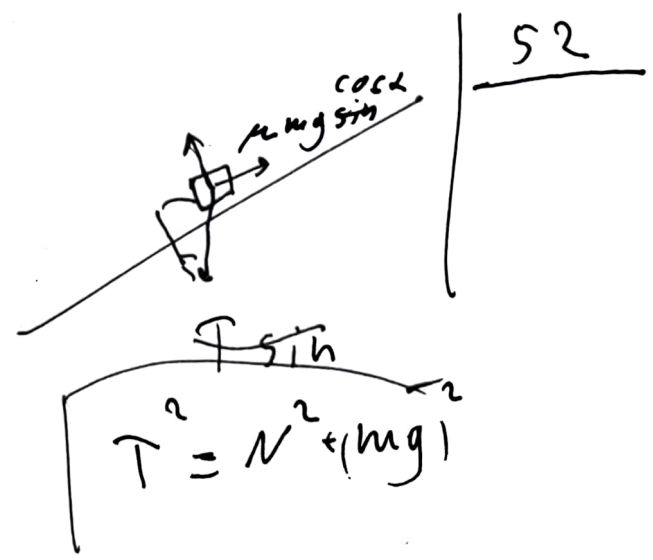
$$\cos = 0,96$$

$$\begin{aligned} 1 &= 0,5 \\ 2 &= 0,06 \end{aligned}$$

$$\sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 1,4}{0,28}}$$

$$\frac{0,96 \cdot 0,44}{0,28} = 0,2224$$

$$\frac{0,4224}{0,062272}$$



Часть 2

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

Шифр: **21204076**

ID профиля: **347220**

Вариант 4

Задача 5.

$I = 0,5 A$

$R = 72 \text{ Ом}$

$U = 24 \text{ В}$

$\alpha = 90^\circ$

При $\alpha = 90^\circ$,

~~\angle~~ $\angle AD = \angle DB = \angle BC = \angle AC$
(см. рис. 1.) \Rightarrow

\Rightarrow Все эти части имеют
равное сопротивление
 $= \frac{R}{4}$.

Можно преобразовать
схему в рис. 2

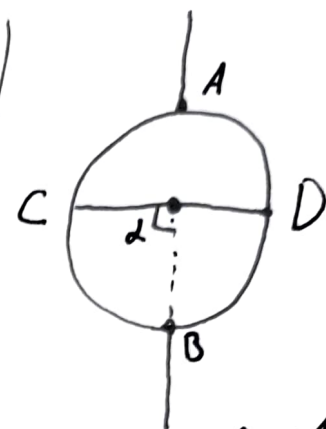


рис. 1.

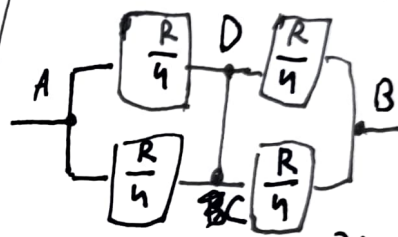
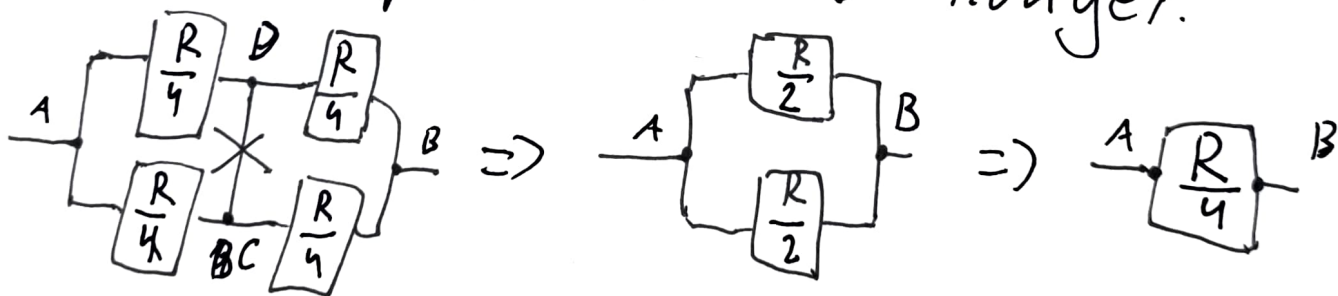


рис. 2.

- 1) $P - ?$
- 2) $\beta - ?$
- 3) $P_2 - ?$

Т.к. эта схема симметрична,
у точек D и C потенциалы равны \Rightarrow
 \Rightarrow Ток через ~~BC~~ ~~CD~~ не пойдет.



Общее сопротивление равно $\frac{R}{4}$

$$P = \cancel{UI} = \frac{U^2}{\frac{R}{4}} = 4 \frac{U^2}{R} = 4 \frac{(24 \text{ В})^2}{72 \text{ Ом}} = \underline{\underline{32 \text{ Вт}}}$$

Продолжение на след. стр.

Чистовик 2.

Задача 5. (Продолжение).

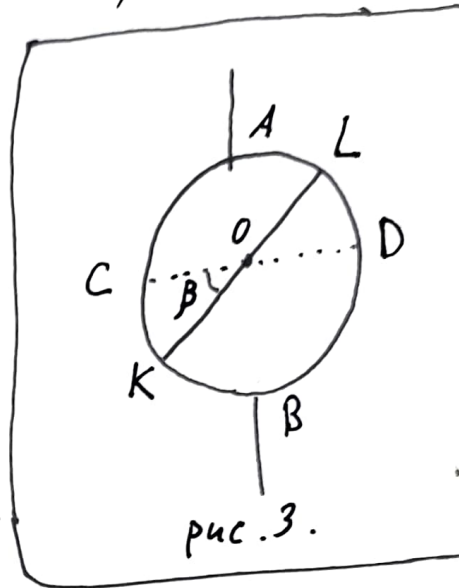
2) см. рис. 3:

Сопротивление $CB = \frac{R}{4} \Rightarrow$

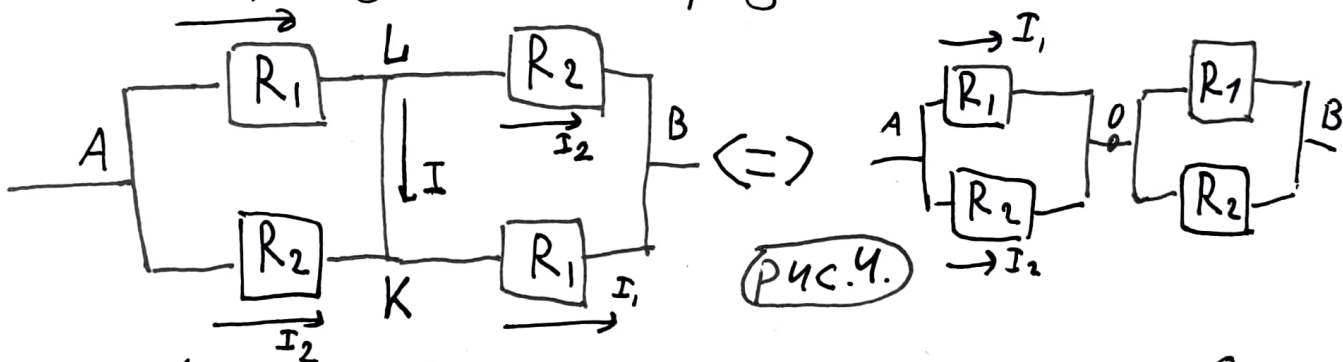
\Rightarrow сопротивление $CK = \frac{R}{4} + \frac{B}{90^\circ} \frac{R}{4} \Rightarrow$

$R(BK) = R_1 = \frac{R}{4} - \frac{B}{90^\circ} \frac{R}{4} = \frac{R}{4} \left(1 - \frac{B}{90^\circ}\right)$

$R(AK) = R_2 = \frac{R}{4} + \frac{B}{90^\circ} \frac{R}{4} = \frac{R}{4} \left(1 + \frac{B}{90^\circ}\right)$



Теперь схему можно представить так:



Т.к. Цепь симметрична относительно O ;
напряжение $U(AO) = U(OB)$

$U(AO) + U(OB) = U \Rightarrow U(AO) = U(OB) = \frac{U}{2}$

Продолжение на след. странице

Чистовик 3.

Задача 5. (Продолжение).

Рис. 4:

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

$$\begin{cases} \frac{U}{2} = I_1 R_1 \\ \frac{U}{2} = I_2 R_2 \\ I_1 - I_2 = I \quad (I_1 > I_2; \text{т.к. } R_1 < R_2) \end{cases}$$

$$\frac{U}{2R_1} - \frac{U}{2R_2} = I$$

$$U \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) = 2I$$

$$U \left(\frac{1}{\frac{R}{4} \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)} - \frac{1}{\frac{R}{4} \left(1 + \frac{\beta}{90^\circ} \right)} \right) = 2I \quad (\text{из листа 2}).$$

$$\frac{4U}{R} \left(\frac{1}{1 - \frac{\beta}{90^\circ}} - \frac{1}{1 + \frac{\beta}{90^\circ}} \right) = 2I$$

$$\frac{1 + \frac{\beta}{90^\circ} - 1 + \frac{\beta}{90^\circ}}{\left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right) \left(1 + \frac{\beta}{90^\circ} \right)} = \frac{IR}{2U}$$

$$2 \frac{\beta}{90^\circ} = \frac{IR}{2U} - \frac{IR}{2U} \left(\frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$$

Продолжение на след. сир.

Условие 4.

Задача 5 (продолжение).

$$\frac{IR}{2U} \left(\frac{\beta}{90^\circ}\right)^2 + 2 \frac{\beta}{90} - \frac{IR}{2U} = 0$$

$$\frac{\beta}{90^\circ} = \frac{-2 \pm \sqrt{4 + 4 \frac{I^2 R^2}{4U^2}}}{2 \frac{IR}{2U}} = \frac{-2 + 2 \sqrt{1 + \left(\frac{IR}{2U}\right)^2}}{\frac{IR}{U}}$$

$$\beta = 90^\circ \cdot \frac{\sqrt{1 + \left(\frac{IR}{2U}\right)^2} - 1}{\frac{IR}{2U}}$$

$$\frac{IR}{2U} = 0,75$$

$$\beta = 90^\circ \cdot \frac{\sqrt{1 + 0,75^2} - 1}{0,75} = \underline{\underline{30^\circ}}$$

3) P_2 - ?

$$R_1 = \frac{R}{n} \left(1 - \frac{\beta}{90}\right) = \frac{R}{4} \left(1 - \frac{30}{90}\right) = \underline{12 \text{ Ом}}; R_2 = \frac{R}{n} \left(1 + \frac{30}{90}\right) = \underline{24 \text{ Ом}}$$

$$\begin{cases} P_2 = 2 P(R_1) + 2 P(R_2) \leftarrow (\text{не умножение}) \\ P(R_1) = \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^2}{R_1} = \frac{U^2}{4R_1} \\ P(R_2) = \frac{U^2}{4R_2} \end{cases}$$

$$P_2 = 2 \left(\frac{U^2}{4R_1} + \frac{U^2}{4R_2} \right) = \frac{U^2}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{(24\text{В})^2}{2} \left(\frac{1}{24\text{Ом}} + \frac{1}{12\text{Ом}} \right) = 36 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = 32 \text{ Вт}$; $\beta = 30^\circ$; $P_2 = 36 \text{ Вт}$.

Чистовик 5.

Задача 4.

$$Q = 33000 \text{ Дж}$$

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

$$P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$t = 100^\circ \text{C}$$

$$c = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$r = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$c_p = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$1) Q_1 - ?$$

$$2) V - ?$$

1) Т.к. тепло подводят медленно, вода нагревается равномерно до 100°C , потом начинает испаряться.

$$Q_1 = mc(t - t_0) = 3344 \text{ Дж}$$

2) Проверим хватит ли тепла, чтобы испарить всю воду.

$$Q_2 = m c_p r = 22600 \text{ Дж}$$

$$Q - Q_1 > Q_2, \text{ хватит! } \checkmark$$

i воды = 6 (степеней свободы).

$$c_p = \frac{i+2}{2} \frac{DR}{m}$$

$$R \cdot i = \frac{2c_p m}{(i+2)} = 5,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

Мы сможем нагреть воду до t_1 .

$$Q - Q_1 - Q_2 = m c_p (t_1 - t)$$

$$t_1 = \frac{Q - Q_1 - Q_2}{m c_p} + t \approx 320,7^\circ \text{C}$$

$$T_1 = 320,7 + 273 = 593,7 \text{ К}$$

$$P_0 V = \nu R T_1$$

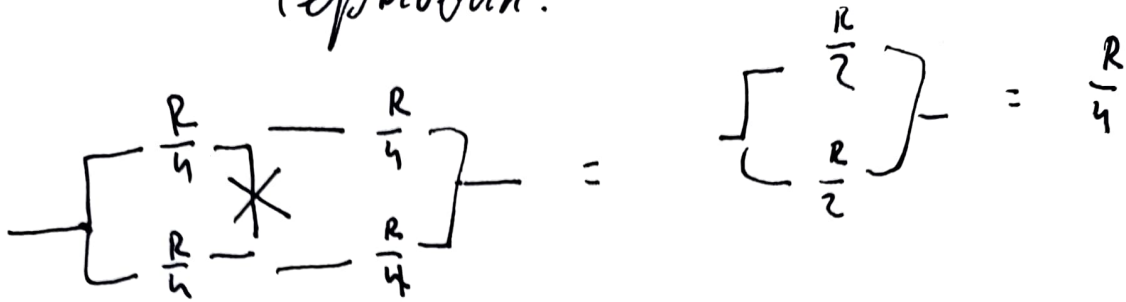
$$V = \frac{\nu R T_1}{P_0} = \frac{5,5 \cdot 593,7}{10^5} = 0,03261 = 32,61 \text{ мл}$$

Ответ:

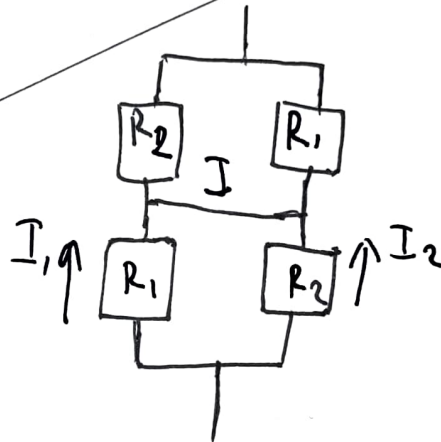
$$32,61 \text{ мл} \quad Q_1 = 3344 \text{ Дж}$$

$$V = 32,61 \text{ мл}$$

Черновик.



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



2).

$$R_1 = \frac{R}{4} - \frac{\beta}{90^\circ} \frac{R}{4} = \frac{R}{4} \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ}\right)$$

$$R_2 = \frac{R}{4} \left(1 + \frac{\beta}{90^\circ}\right)$$

$$I = I_1 - I_2$$

$$I_1 = \frac{U}{2R_1}$$

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

$$I_1 - I_2 = I$$

$$\frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$(1-a)(1+a) = 1 - a^2$$

$$24 + 12$$

$$\frac{576}{2} = 288$$

$$\left(\frac{1,25 - 1}{0,75} \sqrt{\frac{R}{3 \cdot 4}} \right)^2$$

$$\frac{2}{3 \cdot 4} \cdot \frac{1}{6}$$

$$1 - \frac{1}{3} = \frac{2}{3}$$

Черновик

$$PV = \nu RT$$

$$Q = \Delta U + A$$
$$\Delta U = Q - A$$

$$A = PV$$

$$0,326115$$

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V$$

$$Q = \frac{i+2}{2} \nu R \Delta T$$

$$\frac{\Delta T}{Q} = c_p = \frac{(i+2) \nu R}{2 m}$$

7056

$$273 + 27$$

1