

Часть 1

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

Шифр: **21205905**

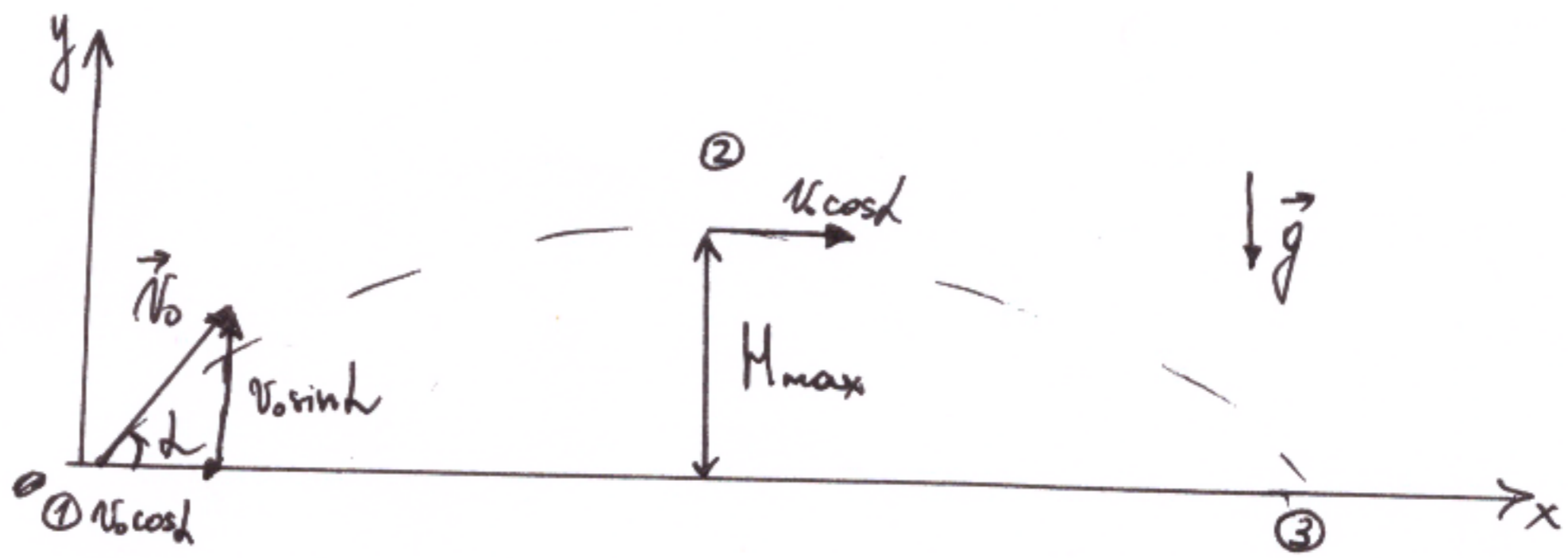
ID профиля: **371146**

Вариант 4

Условие № 1.
Билет 10-04. ч. 1

№ 1

$H_{max} = 10 \text{ м}$
 $\alpha = 45^\circ$
а) v_0 - ?
б) v - ?



а)

- 1) будем считать, что $F_c \rightarrow 0 \Rightarrow$ траектория движения камня - парабола.
- в наивысшей точке траектории камня имеет нулевую скорость по оси y , но ось x движение равномерное прямолинейное (т.к. $g \perp Ox$)
 - Запишем уравнения координат из положения 1 \rightarrow 2.

$$\vec{r} = \vec{r}_0 + \vec{v}t + \frac{\vec{a}}{2}t^2; \quad y: H_{max} = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

из 1 \rightarrow 3

$$0 = v_0 \sin \alpha T - \frac{gT^2}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = \frac{gT}{2} \Rightarrow v_0 \sin \alpha = gt \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin \alpha}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10}}{\sqrt{2}} \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

б) 1) Рассмотрим движение самолета:

• т.к. он движется по траектории камня, то угол между начальной скоростью самолета и Ox равен α , $H_{max \text{ камня}} = H_{max \text{ самолета}}$

• в наивысшей т. траектории самолет движется по окружности с радиусом H_{max}

$$\sum \vec{F} = m\vec{a} = \vec{R} = \frac{m\vec{g}}{2} \text{ (по условию)} \Rightarrow$$

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

$$a = \frac{v^2}{H_{max}} \Rightarrow v = \sqrt{a H_{max}} = \sqrt{\frac{1}{2} g H_{max}} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 10} = 5\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 7 \text{ м/с}$$

Ответ: 20 м/с; 7 м/с

Числовик № 2
Билет 10-04 ч. I

№ 2

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

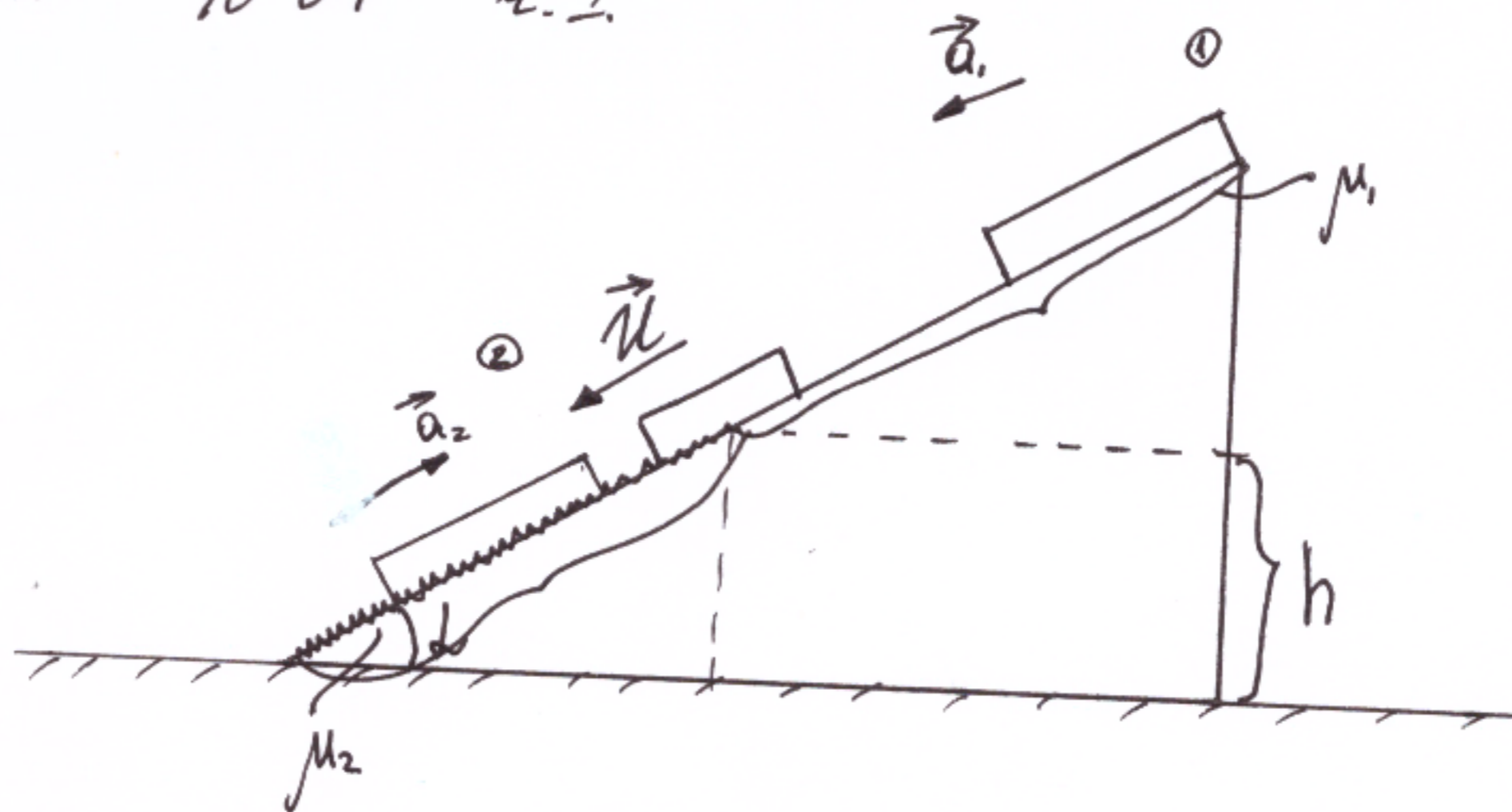
Если $h \leq 1,4 \text{ м}$, то $\mu_1 = 0,5$
 $h \geq 1,4 \text{ м}$, то $\mu_2 = 0,06$

$$V_0 = 0$$

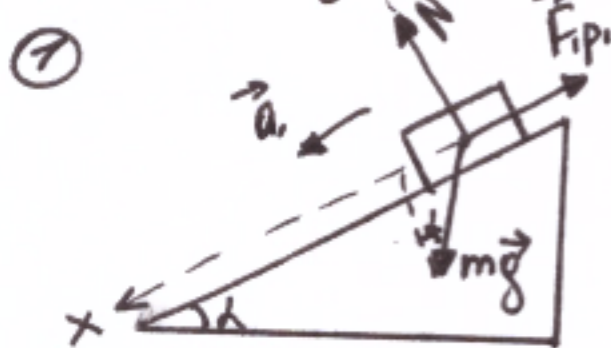
$$V_k = 0$$

a) V_{\max} - ?

b) S - ?



1) Рассмотрим действие сил на поверхности 1 и 2.



$$23 \text{ м: } \sum \vec{F} = m \vec{a}$$

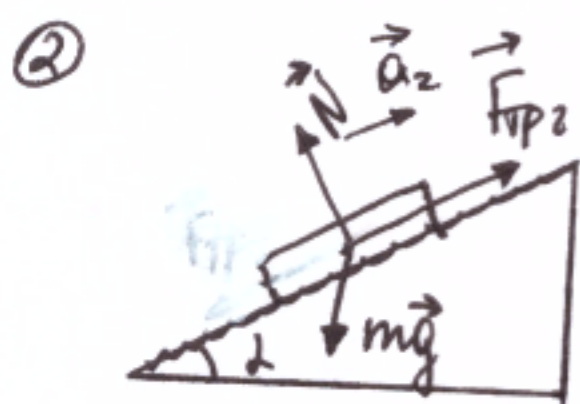
$$x: mg \sin \alpha - F_{fp1} = m a_1$$

$$y: N = mg \cos \alpha$$

$$3. \text{ Закона Амонтона-Кулона: } F_{fp} = \mu N$$

$$\Rightarrow mg \sin \alpha - \mu_1 mg \cos \alpha = m a_1$$

$$a_1 = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)$$



аналогичным образом:

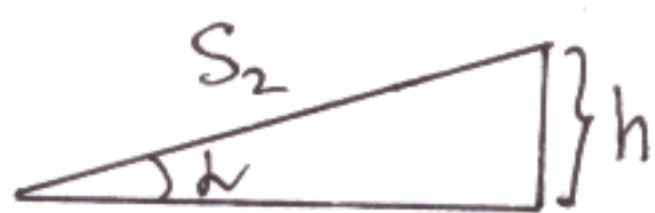
$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)$$

2) из формул кинематики равноускоренного движения: $L = \frac{V_k^2 - V_0^2}{2a}$

$$\text{получаем: } S_1 = \frac{V^2}{2a_1}, \quad S_2 = \frac{-V^2}{2a_2} \Rightarrow \frac{S_1}{S_2} = -\frac{a_2}{a_1} = -\frac{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha} =$$

$$= -\frac{\tan \alpha - \mu_2}{\tan \alpha - \mu_1} \approx \frac{1}{11,6} \Rightarrow S_2 = 11,6 S_1$$

из Δ расстояний:



$$\sin \alpha = \frac{h}{S_2} = \frac{7}{25} \Rightarrow S_2 = \frac{25 \cdot 1,4}{7} \text{ м} = 5 \text{ м} \Rightarrow$$

$$S = S_2 + \frac{S_2}{11,6} = \frac{12,6}{11,6} S_2 = \frac{12,6}{11,6} \cdot 5 \text{ м} \approx 5,5 \text{ м}$$

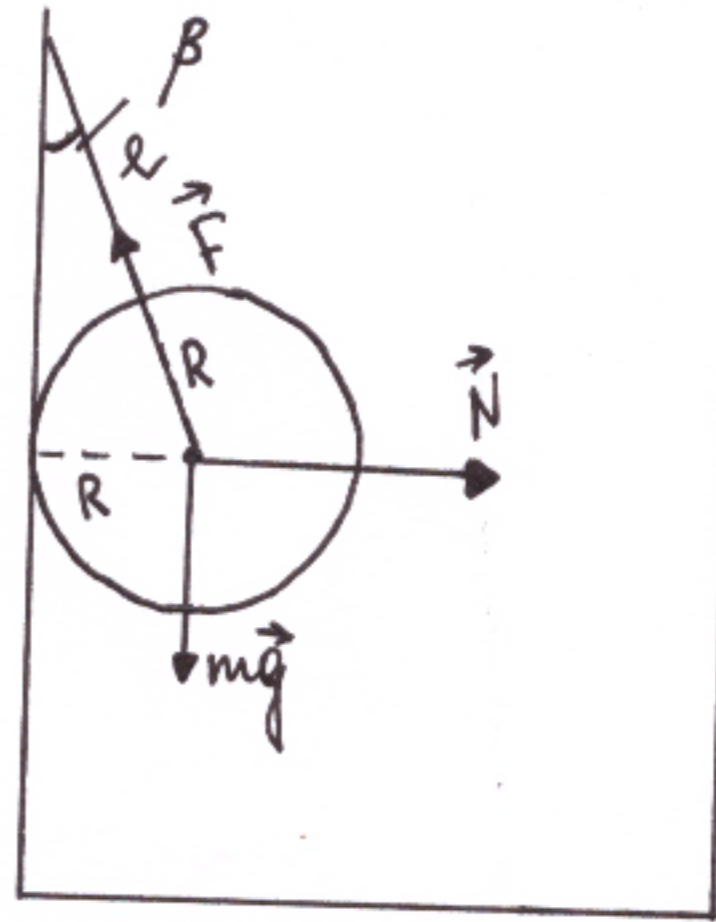
3) т.к. ускорения направленные противоположно друг другу, то V_{\max} будет находится на границе раздела их поверхностей, т.е. $V_{\max} = V \Rightarrow V = \sqrt{2 S_2 \cdot a_2} =$

$$= \sqrt{10 \cdot 10 \left(\frac{7}{25} - 0,5 \cdot \frac{24}{25} \right)} = \sqrt{20} \frac{\text{м}}{\text{с}} \approx 4,5 \text{ м/с}$$

Ответ: 4,5 м/с; 5 м.

Числовик №3
Билет 10-04. ч. 1.

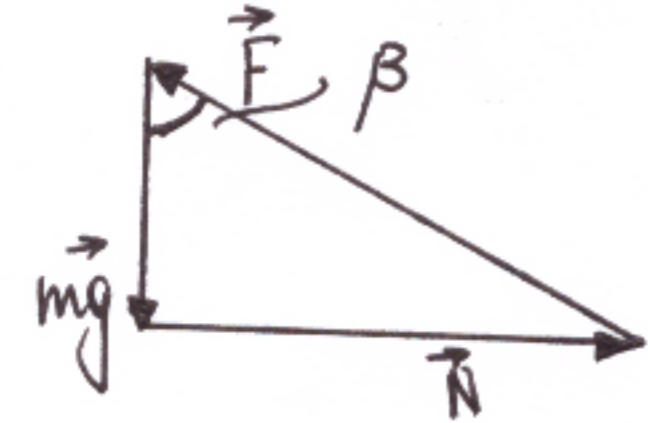
№3
 $R = 0,08 \text{ м}$
 $l = 0,08 \text{ м}$
 $m = 5,2 \text{ кг}$
 а) $F = ?$
 б) $T = ? (\alpha = 60^\circ)$



а) Решение:
 1) из треугольника расстояний:

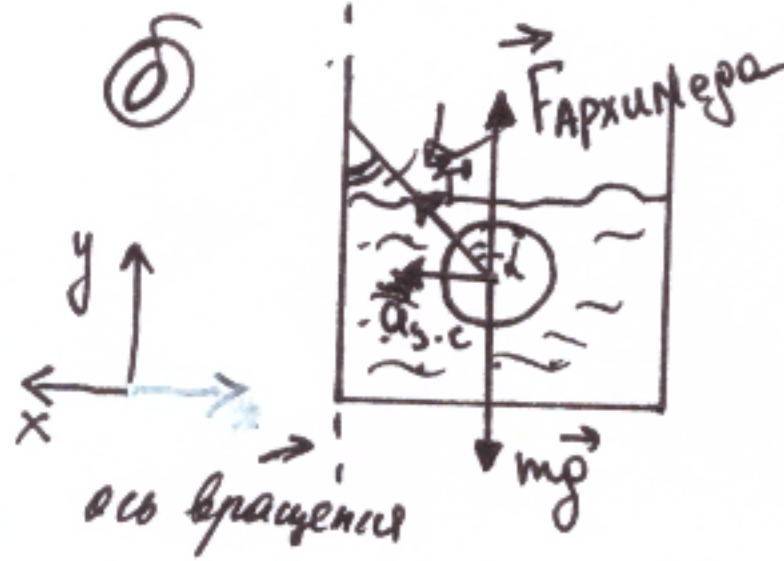
$$\sin \beta = \frac{R}{l+R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

2) т.к. система находится в равновесии в состоянии покоя, то ЗН: $\sum \vec{F} = m\vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$:



$$\Rightarrow \cos \beta = \frac{mg}{F} \Rightarrow \boxed{F = \frac{mg}{\cos \beta}}$$

$$\cdot F = \frac{5,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2}{\sqrt{3}} \approx 60 \text{ Н}$$



ЗН:

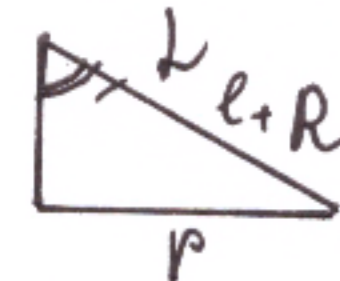
$$\begin{aligned} x: T' \sin \alpha &= m a_{\text{с.с}} \\ y: F_{\text{архимедра}} - mg + T' \cos \alpha &= 0 \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} T' = \frac{mg - F_A}{\cos \alpha} \\ \tan \alpha (mg - F_A) = m a_{\text{с.с}} \end{cases}$$

$$a_{\text{с.с}} = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$

$$\cdot T = \frac{2\pi r}{T} \text{ — новый радиус вращения}$$

$$\Rightarrow \tan \alpha (mg - \frac{4}{3} \rho_{\text{в}} g \pi R^3) = \frac{m v^2}{r} \Rightarrow v^2 = \frac{r \tan \alpha}{m} (mg - \frac{4}{3} \rho_{\text{в}} g \pi R^3)$$

из нового треугольника расстояний:

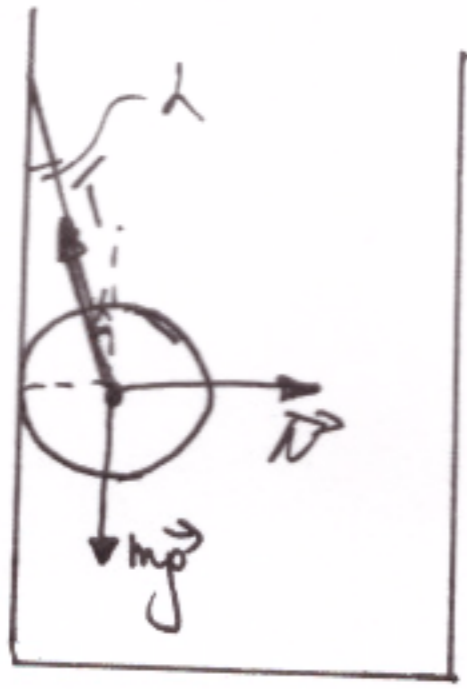


$$\sin \alpha = \frac{r}{l+R} = \frac{\sqrt{3}}{2} = \sin 60^\circ \Rightarrow r = \frac{\sqrt{3}(l+R)}{2} = 0,08\sqrt{3} \text{ м}$$

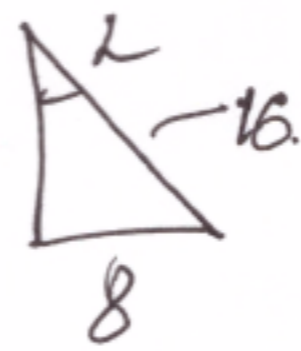
$$\cdot v^2 = \frac{0,08\sqrt{3} \text{ м} \cdot \sqrt{3}}{5,2 \text{ кг}} \cdot \left(52 \text{ Н} - \frac{4}{3} \cdot \frac{12}{\text{см}^3} \cdot \frac{10 \text{ кг}}{\text{м}^3} \cdot \pi \cdot 572 \text{ см}^3 \right) \approx 2 \text{ м}^2/\text{с}^2 \Rightarrow v \approx 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\cdot T = \frac{2\pi r}{v} = 2\pi \cdot \frac{0,08\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 0,6 \text{ с}$$

Ответ: 60 Н; 0,6 с.



$R = 0,08$ $T = ?$



$\sin \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$

$T =$

$\Delta \text{ cur: } \sum \vec{F} = m\vec{a} = \vec{0}$



$\cos \alpha = \frac{mg}{T}$

$T = \frac{mg}{\cos \alpha}$

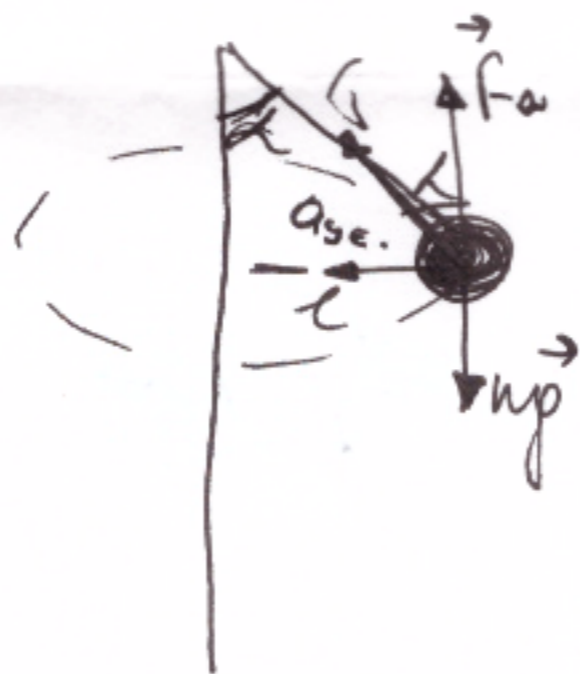


корпус вращения \Rightarrow постр. $a_{s.c.}$

$\cancel{a_{s.c.}} = v^2 = \omega^2 R$ рекур?

принцип экр-ч

$T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi R \ell}{\omega \cdot R \ell}$



$T = ?$

$mg = F_A + T' \cos \alpha$

$T' \sin \alpha = m a_{s.c.} = m \omega^2 R$

$T' = \frac{mg - F_A}{\cos \alpha}$ $\frac{\omega^2 R}{R} \cdot \text{прогор} = \frac{2}{\omega^3}$

$T' = \frac{mg \cdot \frac{4}{3} \pi R^3}{\cos \alpha}$

$\frac{2\pi R}{v}$

$T' \sin \alpha = \frac{m \omega^2 R}{r}$

$T' \sin \alpha = \frac{m v^2}{r}$

$\rho_B = \frac{12}{\text{cm}^3}$ $\rho_B = \frac{1000 \text{ kg}}{\text{m}^3} = \frac{1000 \text{ g}}{\text{cm}^3}$

$\frac{12}{\text{cm}^3} = \frac{1000 \text{ g}}{10^6}$

$\mu^3 = 10^6 \text{ cm}^3$

$\frac{52.2}{\sqrt{3}} = \frac{104}{\sqrt{3}} \frac{64}{8}$

$\frac{104}{1,7}$

$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\cos 60 = \frac{1}{2}$
 $\text{tg} = \sqrt{3}$

Черновики 2



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

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

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

$$\mu = \frac{mg \sin \alpha - ma}{mg \cos \alpha}$$

$$\mu = \frac{7 - 12}{5} = \frac{7 - 12}{5} = -1.44$$

$$\frac{7}{25} - \frac{12}{25} = \frac{7 - 12}{25} = \frac{-5}{25} = -0.2$$

$$a_1 = 10 \left(\frac{7}{25} - 0.06 - \frac{24}{25} \right) = 10 \left(\frac{7}{25} - \frac{24}{25} - 0.06 \right) = 10 \left(-\frac{17}{25} - 0.06 \right) = 10 \left(-0.68 - 0.06 \right) = 10 \left(-0.74 \right) = -7.4$$

$$a_1 = \frac{2 \cdot 7}{5} - 0.6 \cdot \frac{24}{25} = 2.8 - 0.576 = 2.224$$



$$\frac{2}{23} \approx \frac{1}{12}$$

$$\frac{0.2}{0.23} \approx \frac{2}{23}$$

$$\frac{5}{5} = 1$$

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{2.224}{2.8} = 0.794$$

$$\frac{7}{24} \cdot \frac{7}{24} = \frac{49}{576} \approx 0.085$$

$$\frac{2a_2}{2a_1} = \frac{a_2}{a_1} = 0.794$$

$$\frac{500}{956} = 0.523$$

$$\frac{1000}{2111} = 0.474$$

$$\frac{1}{1.112} = 0.900$$

$$\frac{5}{5.56} = 0.900$$



$$\frac{7}{25} \cdot 14$$

$$0,392 \mu$$

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{1}{12}$$

$$\frac{S_2}{S_1} = 12$$

$$S_2 = 12 S_1$$

$$S_2 = 12 S_1$$

$$\mu_2 = \frac{1}{2} \mu_1$$

$$\frac{S_2}{h_1} \rightarrow \frac{25}{7}$$

$$0,2$$

$$S_2 = \frac{25 \cdot 14}{7} =$$

$$100 \cdot 0,2 = \sqrt{20}$$

$$\frac{10 \cdot 10}{2} = \frac{50}{\sqrt{50}}$$

Часть 2

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

Шифр: **21205905**

ID профиля: **371146**

Вариант 4

Учебник №1. Вариант 10-04 ч. II

№4

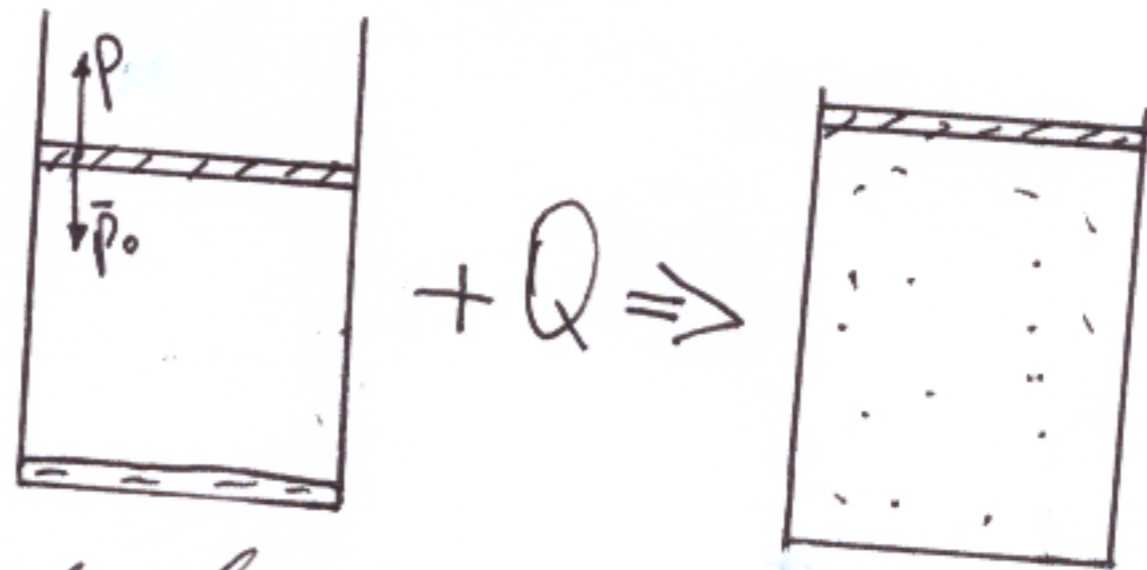
$$m = 102 = 10^{-2} \text{ кг}$$

$$t_0 = 20^\circ\text{C} = 293 \text{ K}$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$Q = 33 \text{ кДж}$$

- $c_{\text{воды}} = 4180 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$
- $r_{\text{воды}} = 226 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
- $c_p = 2200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$



- a) Q_1 - ?
б) V - ?

1) • давление внутри поршня $= p_0$ во всем процессе (нет сторонних сил, система "вода+пар" стремится к равновесию)
• все подведенное тепло ушло на изменение внутренней энергии системы - вода+пар увеличился

$$Q_{\text{подв}} = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ где}$$

Q_1 - на нагрев воды: $Q_1 = c_{\text{в}} m \Delta T$

Q_2 - на процесс парообразования $Q_2 = r m$

Q_3 - на нагрев водяного пара $Q_3 = c_p m \Delta T$

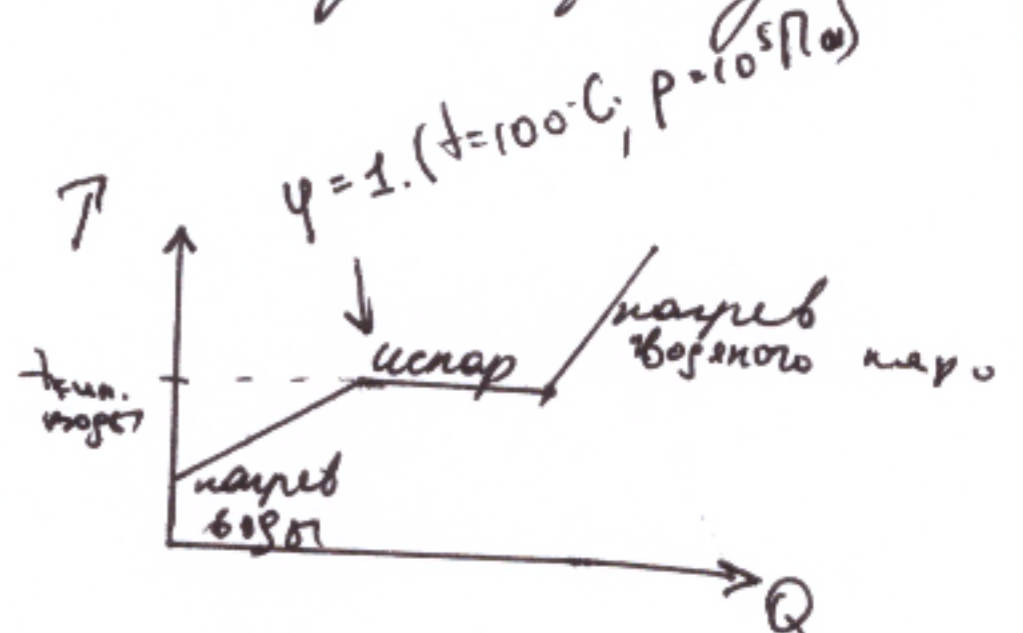
• т.к. поршень легкий, то работа по его перемещению стремится к 0 до начала испарения было совершено $Q_1 = c_{\text{в}} m \Delta T = t_{\text{кип}} - t_0$

$$Q_1 = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}} \cdot 10^{-2} \text{ кг} \cdot 80 \text{ K} = 3344 \text{ Дж}$$

$$Q_2 = 2,26 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 10^{-2} \text{ кг} = 2,26 \cdot 10^4 \text{ Дж}$$

$$Q_3 = Q - Q_1 - Q_2 = (33000 - 3344 - 22600) \text{ Дж} = 7056 \text{ Дж} - \text{ушло на нагревание пара} \Rightarrow$$

$$\Delta T = \frac{Q_3}{c_p m} = \frac{7056 \text{ Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{K}}{2200 \text{ Дж} \cdot 10^{-2} \text{ кг}} = \frac{7056}{22} \text{ K} \approx 320 \text{ K}$$



• основное уравнение МКТ:

$$pV = \nu RT, \quad \nu = \frac{const}{M_{\text{в}}} = \frac{102}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = \frac{5}{9} \text{ моль}; \quad T_{\text{конеч}} = t_0 + 80 \text{ K} + 320 \text{ K} = 420 \text{ K}$$

$$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{5 \cdot 8,31 \cdot 420}{9 \cdot 10^5} \text{ м}^3 = 0,19 \text{ м}^3$$

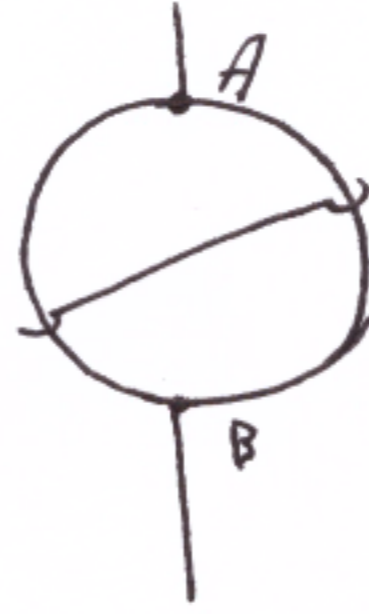
Ответ: $\approx 3300 \text{ Дж}; 0,19 \text{ м}^3$

Учебник № 2
Билет 10-04 и. II.

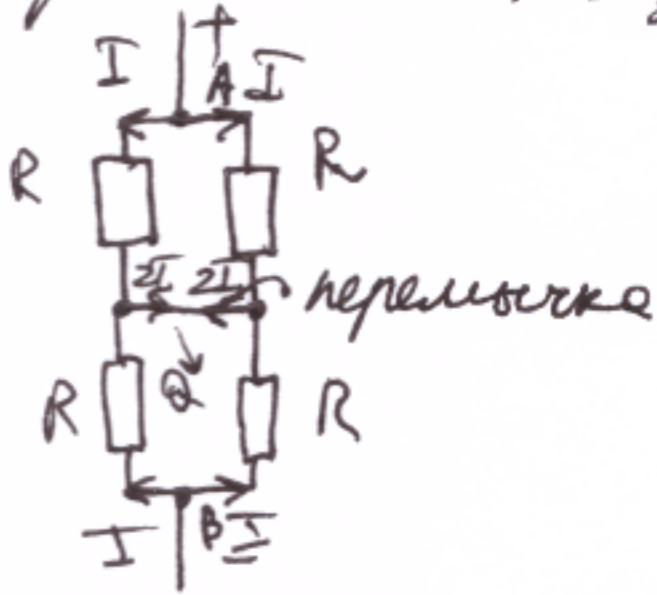
№ 5

$R_0 = 720 \text{ Ом}$
 $V_0 = 24 \text{ В}$

- a) $P - ?$
б) $P_2 - ? (I = 1,5 \text{ А})$
в) $P_2 - ?$



1) Перерисуем так, чтобы перемычка образовывала прямой угол с АВ; разобьем кольцо на отдельные резисторы



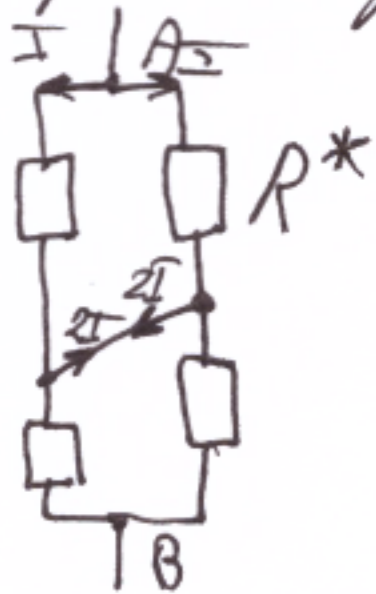
по 3 Ом для замкнутой цепи и 3 Ом для соединения:

$I_0 = 8I$; $V = V_1 = V_2$ $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$

$I = \frac{V_0}{R_0/2} = \frac{24 \text{ В} \cdot 2}{720 \text{ Ом}} = \frac{2}{3} \text{ Ом}$ с каждой точки выводит по 2 тока, на перемычке электрическая энергия переходит в тепловую

$P = (N) \cdot I \cdot U = 4 \cdot \frac{2}{3} \cdot 24 \text{ Вт} = 64 \text{ Вт}$

2) по разные стороны от проволоки суммарное напряжение будет равно друг другу.



$2I = 0,5 \Rightarrow I = 0,25$

$I = \frac{V}{R^*} = R^* = 4V = 96 \text{ Ом}$

$\frac{720}{4} = 180 \text{ Ом}$

$\beta = \frac{96 \cdot 360}{4 \cdot 72} = 120^\circ$

навернуть на 30°

3) $P_2 = \frac{V^2}{R^*} = \frac{24 \cdot 24}{96} = 6 \text{ Вт}$

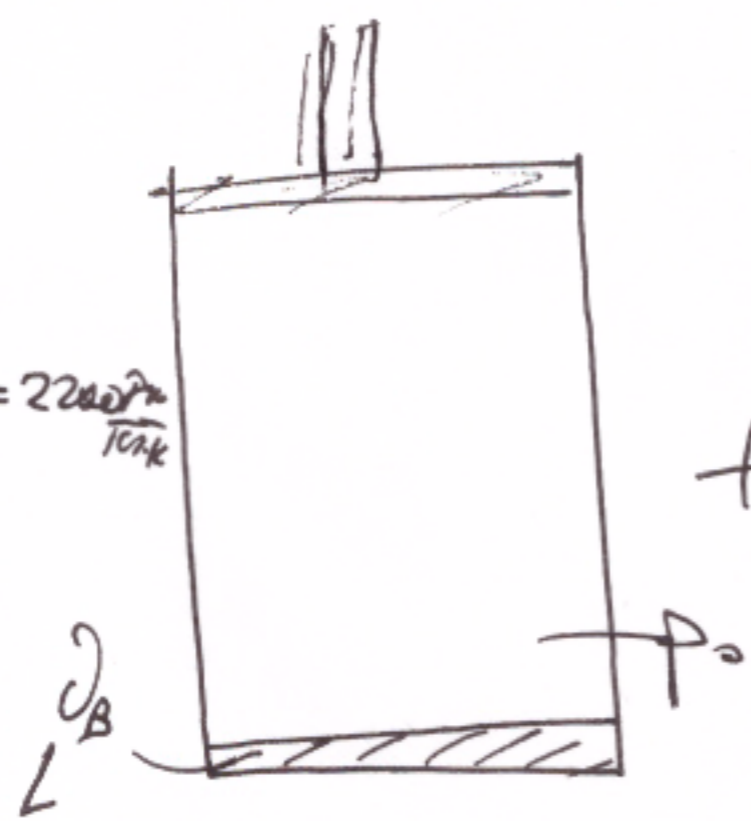
Ответ: 64 Вт; 30°; 6 Вт

Упр 1

$m = 102 = 10^{-3} \text{ кг}$
 $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
 $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C} = 293 \text{ К}$
 $Q = 33 \text{ Дж} =$
 $c = 4180 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$

$c_p = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$
 $r = 2260 \text{ Дж/кг}$

а) $Q = ?$
 по испарению
 \downarrow



$+ Q =$

H_2O

$$\nu_B = \frac{m_B}{\mu_B} = \frac{102}{18 \text{ г/моль}} = \frac{5}{9} \text{ моль}$$

$$pV = \nu RT$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$V_0 = \frac{m RT}{\mu p} = \frac{5 \cdot 8.31 \cdot 293}{9 \cdot 10^5} = 0.1353 \text{ м}^3$$

первое состояние \Rightarrow испарение + нагревание

$Q = cm\Delta T$ по 100°C \leftarrow к. нагревание \Rightarrow испарение
 воздуха только

$Q_{\text{исп}} = cm_B \Delta T$ \leftarrow в системе нет

$$Q_{\text{исп}} = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 80 \text{ К}$$

$\Delta t: ^\circ\text{C} = \Delta T \text{ К}$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$$

$$4180 \cdot 80 \cdot 10^{-2} = 418.8 \text{ Дж} = 3344 \text{ Дж}$$

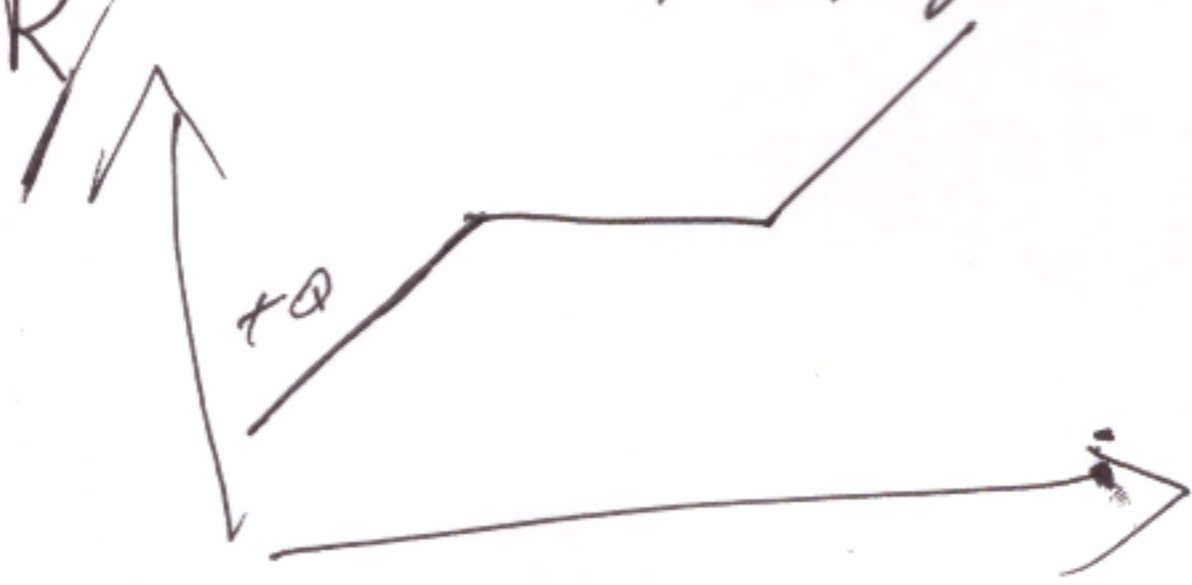
остаток Q пошел на
 на парообразование и нагрев
 пара?

$$c_p - c_v = R$$

$$\frac{5}{2} R - \frac{3}{2} R$$

$$c_p = \frac{5}{2} R$$

$$c_p = R + c_v$$



процесс изобарный
 всегда справедливо уравнение $\Delta U = Q - A$

$$Q = \frac{3}{2} \nu RT + A$$

$$Q = \frac{m_B}{\mu_B} = \nu_B = \frac{m_B}{\mu_B}$$

$R = 72 \Omega$

R

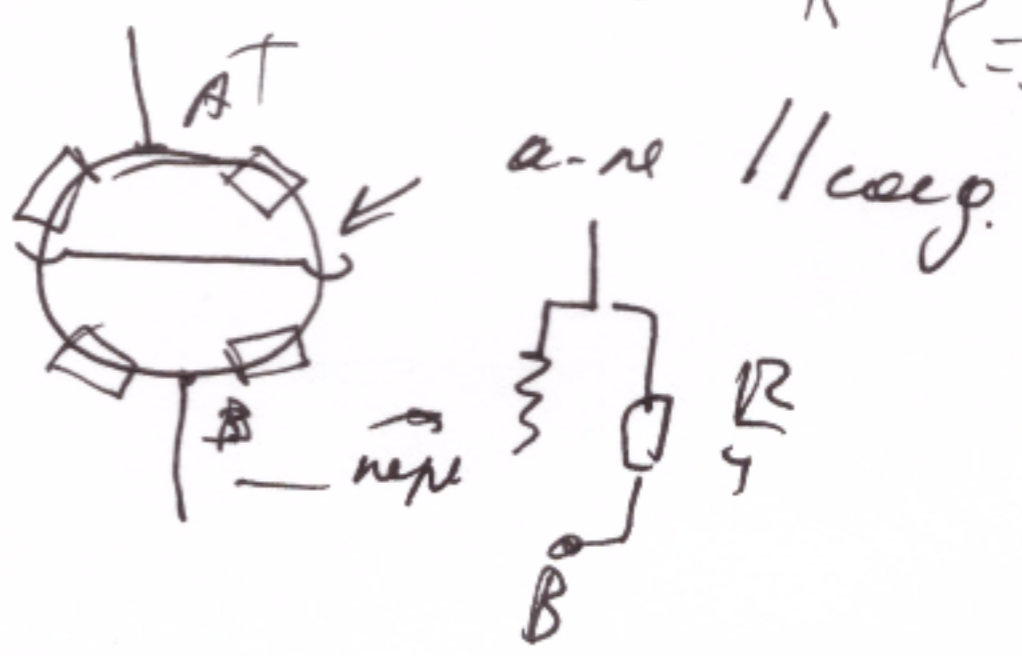
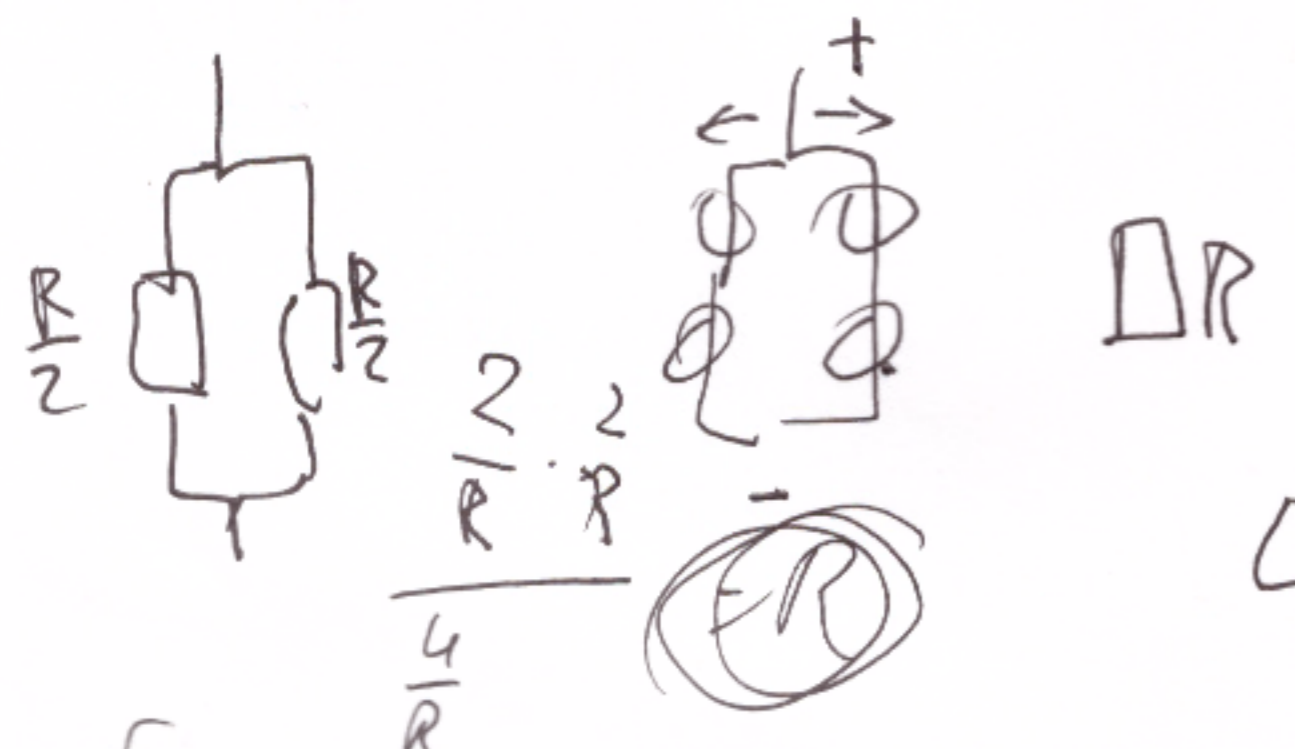


$N = \frac{U^2}{R}$

перемычка замыкает в полн? Или нет?

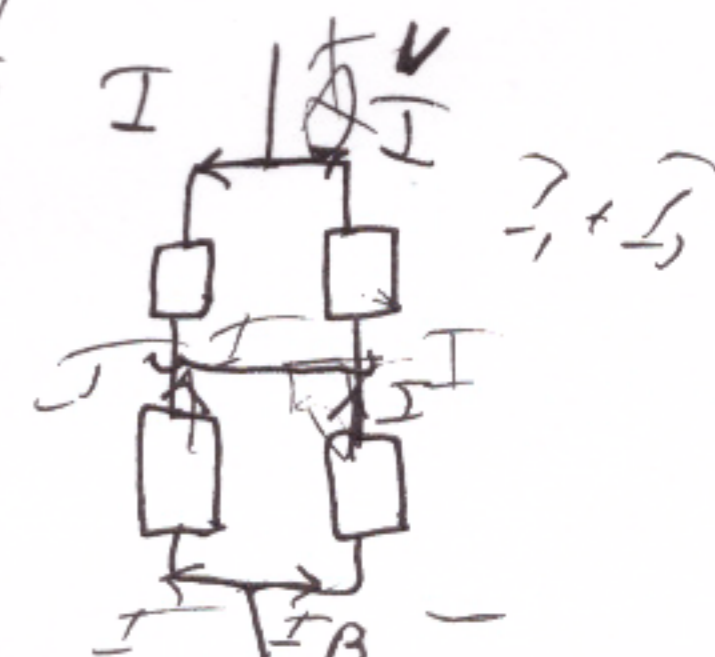
$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$

$\frac{1}{72} = \frac{2}{R} \Rightarrow R = 144$



без перемычки:

$I = \frac{U}{R} = \frac{24}{72} = \frac{1}{3}$



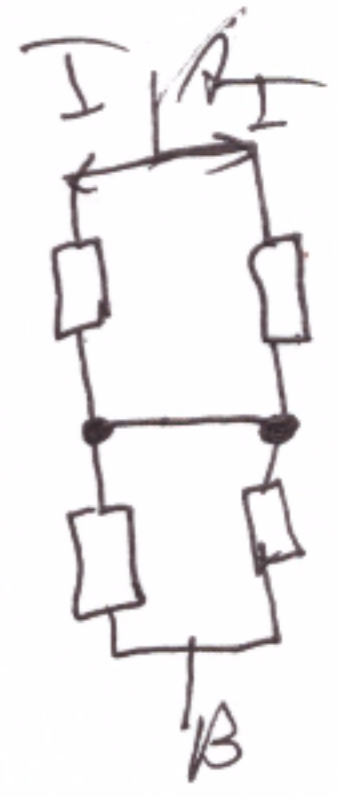
$\frac{\beta R}{360}$

$I_1 = \frac{U \cdot 360}{\beta R} = \frac{2\pi U}{\beta R} = I_2 + I_3$

$I_1 = \frac{2}{3} - \frac{1.5}{3} = \frac{1}{6} = I_2$

$I_2 = I$

$\frac{1}{6} = \frac{24}{\frac{R}{2}(1 - \frac{\beta}{\pi})}$



$R = \frac{64 \cdot 4}{8} = 64 \cdot \frac{4}{8} \Omega = 48 \cdot 6 = \frac{R}{2}(1 - \frac{\beta}{\pi})$

$48 \cdot 6 = R(1 - \frac{\beta}{\pi})$

$\frac{48 \cdot 6}{R} = 1 - \frac{\beta}{\pi} \Rightarrow \frac{\beta}{\pi} = 1 - \frac{48 \cdot 6}{R} = \frac{360 - 288}{360} = \frac{72}{360} = \frac{1}{5}$

$\frac{\beta}{\pi} = 1 - \frac{48 \cdot 6}{72 \cdot 12} = \frac{1}{5} \Rightarrow \beta = 36^\circ$

