

Часть 1

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

Шифр: **21204377**

ID профиля: **282329**

Вариант 4

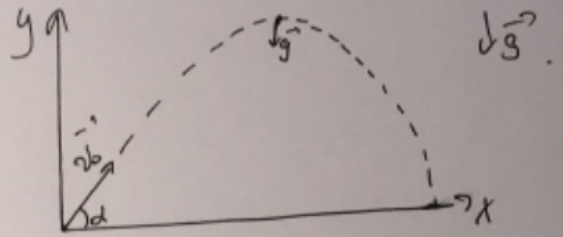
Чистовик

N1

1. Вдвиги оси x и y :

Из кинематики: $\frac{v_{0y}^2}{2g} = H$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = H \Rightarrow v_0 = \frac{1}{\sin \alpha} \sqrt{2gH} = \frac{2}{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{10 \cdot 10} = 20 \text{ (м/с)}$$



2. Рассмотрим наиболее опасное положение камня. Т.к. ни на него действует только сила тяжести, то $a = g$. В то же время у камня есть центростремительное ускорение $\frac{v_1^2}{R}$, где $v_1 = v_0 \cos \alpha$ (по Ox скорость камня сохраняется: не действуют силы, а по Oy в этой точке $\vec{g} \perp$ траектории, т.е. g - это и есть центрострем. ускорение:

$$g = \frac{v_1^2}{R} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{R} \Rightarrow R = \frac{2gH \cos^2 \alpha}{\sin^2 \alpha \cdot g} = 2H \cot^2 \alpha$$

3. Пусть масса самолета m . Т.к. скорость самолета $|\vec{v}| = \text{const}$, то в высшей точке (как и в любой сфере) есть только $ц.с.$ ускорение.

~~II 3-й закон Ньютона по Oy для самолета в высшей точке:~~
 (Поэтому \vec{R} направлена в высшей точке сферы вниз.)
 II 3-й закон Ньютона по Oy для самолета в высшей точке:

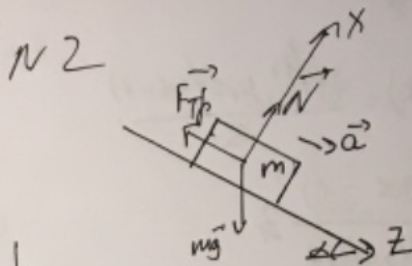
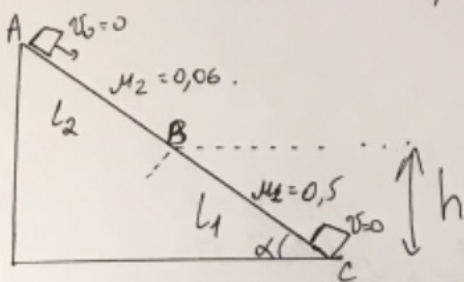
$$\frac{mg}{2} = m \frac{v^2}{R_0} \Rightarrow v^2 = R_0 \frac{g}{2} \text{ . Т.к. траектория та же, то } R_0 = R:$$

$$v^2 = 2H \cot^2 \alpha \frac{g}{2} = H \cot^2 \alpha = 100 \cdot 1 = 100 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

$$v = \cot \alpha \cdot \sqrt{Hg} = 10 \text{ (м/с)}$$

Ответ: $v_0 = 20 \text{ м/с}$; $v = 10 \text{ м/с}$

Условие



1. Динамика:

На шарик действует сила тяжести mg , сила нормальной реакции N и $F_{тр}$.

II 3-и Ньютон в проекциях на:

$$Oz: ma = mg \sin \alpha - \mu N \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \Rightarrow a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha); 2) F_{тр} = \mu mg \cos \alpha.$$

$$Ox: N - mg \cos \alpha = 0$$

Если $\sin \alpha > \mu \cos \alpha$, то $a > 0$, $\vec{a} \uparrow Oz$, шарик разгоняется.

Если $\sin \alpha < \mu \cos \alpha$, то $a < 0$, $\vec{a} \uparrow \perp Oz$, шарик тормозит.

$$\text{Заметим, что } \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{7}{25}.$$

Заметим, что при $\mu = 0,5$ $\frac{7}{25} < \frac{1}{2} \cdot \frac{24}{25}$, т.е. на нижнем участке тормозит.

при $\mu = 0,06$ $\frac{7}{25} > \frac{24}{25} \cdot \frac{6}{100}$, т.е. на верхнем разгоняется.

2. Т.к. на AB разгон, на BC тормозит (AB, BC - см. рис.), то $v_{max} = v_B$.

ЗУМЭ на участке BC:

$$mgh + \frac{mv_{max}^2}{2} = A_{тр} = \mu_1 mg \cos \alpha \cdot l_1 = \mu_1 mg \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} = \mu_1 mgh \cot \alpha.$$

$$gh + \frac{v_{max}^2}{2} = \mu_1 gh \cot \alpha$$

$$v_{max} = \sqrt{2gh(\mu_1 \cot \alpha - 1)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot (0,5 \cdot \frac{24}{7} - 1)} = 4,5 \text{ (м/с)}.$$

3. ЗУМЭ на участке AB:

$$mgl_2 \sin \alpha = mgl_1 \sin \alpha + \frac{mv_{max}^2}{2} + A_{тр}$$

$$A_{тр} = \mu_2 mg \cos \alpha l_2$$

Тогда:

$$gl_2 \sin \alpha = \frac{v_{max}^2}{2} + \mu_2 g \cos \alpha l_2$$

(2)

Условие

$$L_2 g (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = \frac{v_{\max}^2}{2}$$

$$L_2 g (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = \frac{h(\mu_1 \operatorname{ctg} \alpha - 1)}{2}$$

$$L_2 = \frac{h(\mu_1 \operatorname{ctg} \alpha - 1)}{2(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)}$$

$$4. S = L_1 + L_2 = \frac{h}{\sin \alpha} + \frac{h(\mu_1 \operatorname{ctg} \alpha - 1)}{2(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)} = h \left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{\mu_1 \operatorname{ctg} \alpha - 1}{2(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)} \right) =$$

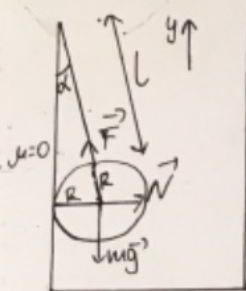
$$= 1,4 \cdot \left(\frac{25}{7} + \frac{\frac{1}{2} \cdot \frac{24}{25} - 1}{\frac{7}{25} - \frac{3}{50} \cdot \frac{24}{25}} \right) = 9,5 \text{ (м)}$$

2) Ответ: 1) $v_{\max} = 4,5 \text{ м/с}$; 2) $S = 9,5 \text{ м}$.

3

Устойчив

N3



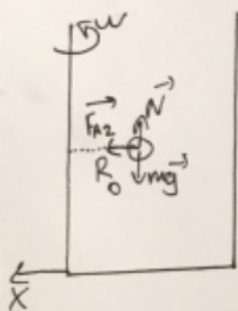
1. По теореме о трех силах (а на шар действуют 3 силы: \vec{N} , $m\vec{g}$ и \vec{F}), линии их действия пересекаются в одной точке - это окажется центр шара.
Т.к. шар в равновесии, то $F_y = mg$

$$F \cos \alpha = mg$$

Заметим, что $\sin \alpha = \frac{R}{R+l} = \frac{1}{2}$, тогда $\cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

$$\frac{\sqrt{3}}{2} F = mg \Rightarrow F = \frac{2mg}{\sqrt{3}} = \frac{104}{\sqrt{3}} = 60 \text{ (Н)}$$

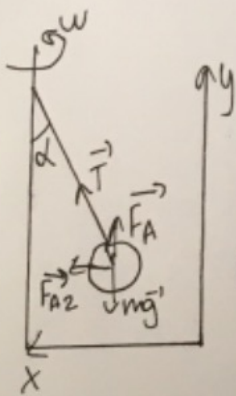
2. Ситуация с вращением. Рассмотрим ~~маленький~~ объем воды на месте шарика. На него действуют сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры (самая большая сила Архимеда) и \vec{F}_{A2} - горизонтальная сила Архимеда, возникающая из-за вращение.



По II 3-му Ньютона по Oх: $\rho V \omega^2 R_0 = F_{A2}$

(ρ - плотность воды, V - объем шара, R_0 - расстояние до оси вращения).

На шарик действует такая же сила \vec{F}_{A2} .



II 3-й Ньютон по Oy: $-mg + T \cos \alpha + \rho V g = 0$ (1)

Ox: $\rho V \omega^2 (l + R \sin \alpha + T \sin \alpha) = m \omega^2 (l + R \sin \alpha)$ (2)

$$(2): \rho V \omega^2 (l + R) + T = m \omega^2 (l + R)$$

$$\omega^2 (l + R) (\rho V - m) = -T = -\frac{m \rho V g}{\cos \alpha}$$

$$\omega^2 (l + R) (\rho V - m) = -g \left(\frac{m - \rho V}{\cos \alpha} \right) = \frac{\rho V - m}{\cos \alpha} g$$

$$\omega^2 (l + R) = \frac{g}{\cos \alpha}$$

$$\frac{4\pi^2}{T^2} (l + R) = \frac{g}{\cos \alpha} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 (l + R) \cos \alpha}{g}$$

(4)

Частота

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{k+R_1 \cos \alpha}{g}} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{0,16 \cdot \frac{1}{2}}{10}} = 0,56 \text{ (с)}$$

1. Ответ: 1) $F = 60 \text{ Н}$; 2) $T = 0,56 \text{ с}$.

Черновик

$\alpha = 45^\circ$ $H = 10 \text{ м}$

$v_0 - ?$

~~$v_0 \sin \alpha = g$~~

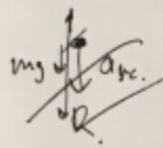
$mgH = m \frac{v_0^2}{2}$

$2gH = v_0^2$

$\sqrt{2gH}$

$\sqrt{2 \cdot 100}$

$a_{y.c.} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{R} = g$ *в левый*
сторону



нужно в левый

$mg = \frac{R}{2} = \frac{m a_{y.c.}}{2}$

$mg \downarrow$

$mg - F = \frac{mg}{2}$

$F = \frac{mg}{2}$

$\frac{mg}{2} \downarrow$

$\frac{mg}{2} = m a_{y.c.}$

$\frac{mg}{2} = m \frac{v^2}{R}$

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

~~$\frac{g}{2} = \frac{v^2 \cos^2 \alpha}{R}$~~

$\frac{g}{2} = \frac{v^2 g}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$v = \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{2}}$

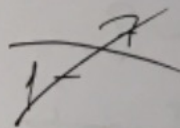
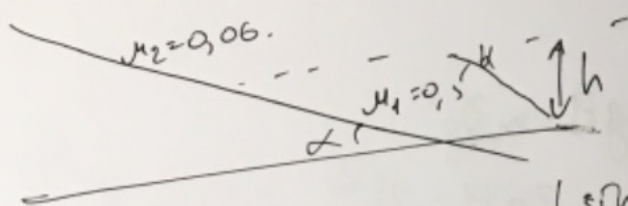
$= \frac{v_0 \cos \alpha}{\sqrt{2}}$

~~$v = \frac{1}{\sqrt{2}} v_0 \cos \alpha$~~ 1

Черновик

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

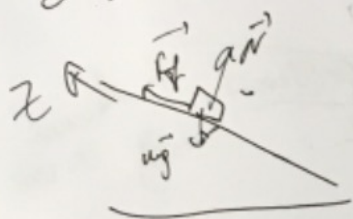
$$\sin \alpha = \frac{7}{25}$$



$$L \sin \alpha = h$$

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

Обозначим:



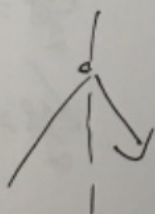
$$ma = F_{Tp} - mg \sin \alpha$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

~~на втором этапе:~~



$$\frac{24}{25}$$

$$\frac{28}{100} = \frac{7}{25}$$

$$0,0576 \quad 0,28$$

$$\frac{m v_{\max}^2}{2} + mgh = \mu_2 mg \cos \alpha \sin \alpha$$

$$v_{\max}^2 = 2g \cos \alpha \sin \alpha$$

$$2g h (\mu_2 \cos \alpha - 1)$$

(2)

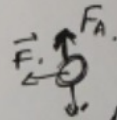
Углубление



$$\sqrt{1 - \frac{R^2}{(L+R)^2}}$$

$$T \cos \alpha = mg$$

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



$$\rho v^2 (L+R) \sin \alpha$$

Чистовик Черновик

1) ЗСЭ: Начальная кинетическая энергия камня в высшей точке

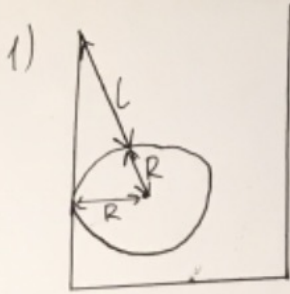
$$\frac{m v_b^2}{2} = m g H + \frac{m (v_0 \cos \alpha)^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{2} = m g H$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad \frac{2}{4}$$

4

~~Условие~~ Условие
N3



5

Часть 2

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

Шифр: **21204377**

ID профиля: **282329**

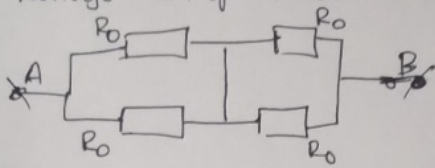
Вариант 4

Учстовик

н 5

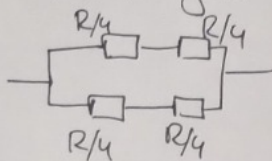
1) Кольцо с перемычкой

будут эквивалентны схеме:



Ввиду симметрии все сопротивления минимальны R_0 . Т.к. кольцо будет поделено на 4 одинаковых части, а $R \sim l$, то $R_0 = \frac{R}{4}$.

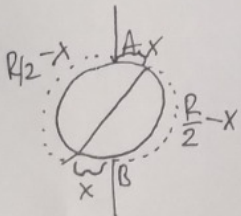
Т.к. все резисторы одинаковые, то ток через перемычку не пойдет. Получим схему:



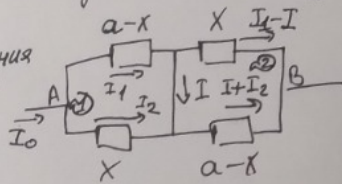
$$R_{\text{экв}} = \left(\frac{R}{4} + \frac{R}{4}\right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{R}{4}$$

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{4U^2}{R} = \frac{4 \cdot 24 \cdot 24}{72} = 32 \text{ (Вт)}$$

2) В случае поврежденной перемычки сопротивления распределяются так:



(где обозначения $\frac{R}{2} = a$)



Пусть через верхний "a-x" ток I_1 , через нижний "x" ток I_2 .

По 3-му Кирхгофа через верхний "x" ток $I_1 - I$, через нижний "a-x" ток $I + I_2$.

II 3-й Кирхгофа: $\textcircled{1} I_1(a-x) - I_2x = 0$

$\textcircled{2} (I_1 - I)x - (I + I_2)(a-x) = 0$

Падение напряжений: $U = (a-x)I_1 + x(I_1 - I)$

$(1) + (2): I_1(a-x) - I_2x + (I_1 - I)x - (I + I_2)(a-x) = 0$

$\Downarrow (3)$

$U - I_2x - I(a-x) - I_2(a-x) = 0$

$U - I_2a - I(a-x) = 0, (4)$

ИЗ (3): $U = I_1(a-x+x) + x \cdot (-I)$, подставим в (1):

$\frac{U+xI}{a}(a-x) - I_2x = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{U+xI}{ax}(a-x)$. Подставим в (4):

$U - \frac{(U+xI)(a-x)}{x} - I(a-x) = 0$

$Ux - (Ua - Ux + xIa - x^2I) - Iax + Ix^2 = 0$

Условие

$$2Ux - Ua - xIa + x^2I - \frac{Ia \cdot Ix^2}{a} = 0.$$

$$2x^2I + x(2U - 2Ia) - Ua = 0.$$

Числа подставим:

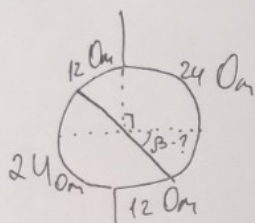
$$x^2 + x(48 - 36) - 24 \cdot 36 = 0.$$

$$x^2 + 12x - 24 \cdot 36 = 0.$$

$$x = \frac{-36}{2} \pm \sqrt{36^2 + 4 \cdot 24 \cdot 36} = -18 \pm 36 = 18 \text{ (Ом)}$$

Значит, распределение сопротивлений такое:

~~Нужно записать~~



Углы $90^\circ + \beta$ соответствует 24 Ом

Углы $90^\circ - \beta$ соответствует 12 Ом.

$$\frac{90 + \beta}{24} = \frac{90 - \beta}{12}$$

$$90 \cdot 12 + 12\beta = 90 \cdot 24 - 24\beta$$

$$336\beta = 90 \cdot 12$$

$$\beta = 30^\circ.$$

3) $U_3(3): U = I_1 a - Ix \Rightarrow I_1 = \frac{U + Ix}{a} = \frac{24 + \frac{1}{2} \cdot 24}{36} = \frac{24 + 12}{36} = 1 \text{ (A)}$

$U_3(2): I_1 x - Ix - I(a-x) - I_2(a-x) = 0$

$$I_1 x - I a = I_2 (a - x)$$

$$I_2 = \frac{I_1 x - I a}{a - x} = \frac{24 - \frac{1}{2} \cdot 36}{36 - 24} = \frac{24 - 18}{12} = 0,5 \text{ (A)}$$

Общие ток $I_0 = I_1 + I_2$ (I₃ и китрофа в ^{43 не} ~~таке~~ A)

$$I_0 = 1,5 \text{ (A)}$$

$$P_2 = U \cdot I_0 = 24 \cdot 1,5 = 36 \text{ (BT)}$$

Ответ: 1) 32 BT; 2) 30° ; 3) 36 BT.

21204377 (U282329 M1282567)

2

Числовик

1) Начало испарения соответствует температуре $t_{кип} = 100^\circ\text{C}$.

$$Q_1 = c m (t_{кип} - t_0) = 4180 \cdot 0,01 \cdot 80 = 3344 \text{ (Дж)}$$

2) Поимей, на это пойдет оставшееся $\Delta Q = Q - Q_1$ Дж.

На испарение всей воды нужно $Q_{исп} = r m = 22600 \text{ (Дж)}$.

Такая будет совершенная работа на увеличение объема

$A = p_0 \Delta V_0$ (во время перехода воды в газообразное состояние).

Закон Менделеева-Клапейрона: $pV = \frac{m}{M} R T_{кип}$. Т.к. объем воды

мал (10^{-5} м^3), то им пренебрежем, тогда:

$$A = p_0 \Delta V_0 = \frac{m}{M} R T_{кип}, \text{ притом } R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}, M = M_{H_2O} = 18 \text{ г/моль}$$

$$A = \frac{10}{18} \cdot 8,31 \cdot 373 = 1722 \text{ (Дж)}$$

На этот самый газ занимает объем $\Delta V_0 = \frac{A}{p_0} = \frac{A}{p_0} = 17,22 \text{ (л)}$ ($p = p_0$, т.к. процесс поршень в равновесии)

Итак, еще $Q = 1722 + 22600 = 24322 \text{ (Дж)}$ пойдет на преобразование воды в пар с увеличением объема.

Оставшееся $Q_{ост} = Q - Q_1 - Q_{исп} = 5334 \text{ (Дж)}$ пойдет на расширение газа и изменение внутренней энергии пара.

Первое начало термодинамики: $Q_{ост} = \Delta U + p_0 \Delta V$ (1)

Изменение внутренней энергии: $\Delta U = c_p m \Delta T$ (2)

Закон Менделеева-Клапейрона: $p_0 \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$ (3)

(такая запись следует из: сначала $p_0 V_0 = \frac{m}{M} R T_0$)

потом $p_0 (V_0 + \Delta V) = \frac{m}{M} R (T_0 + \Delta T)$

разность $p_0 \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$)

($M = \text{const}$, $M = \text{const}$, $R = \text{const}$, $p_0 = \text{const}$)

Подставим (2) → (3): $p_0 \Delta V = \frac{m}{M} R \cdot \frac{\Delta U}{c_p m}$. Подставим (1):

$$p_0 \Delta V = \frac{Q_{ост} + p_0 \Delta V}{M \cdot c_p} R$$

$$p_0 \Delta V = \frac{Q_{ост} R}{M \cdot c_p} - \frac{p_0 \Delta V R}{M \cdot c_p}$$

$$p_0 \Delta V \left(1 + \frac{R}{M \cdot c_p}\right) = \frac{Q_{ост} R}{M \cdot c_p}$$

$$\Delta V = \frac{Q_{ост} R}{(M \cdot c_p + R) p_0} = \frac{5334 \cdot 8,31}{10^5 \cdot (8,31 + 0,018 \cdot 2200)}$$

$$= 9,25 \text{ (л)}$$

3

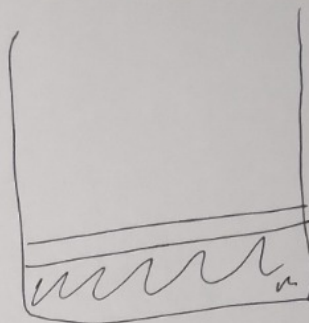
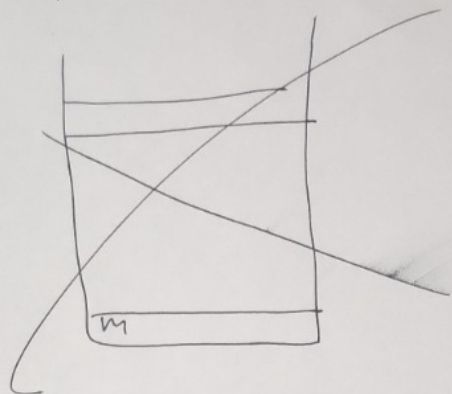
Чистовик

Тогда итоговый объем системы $V = V_0 + \Delta V = 17,22 +$
 $49,25 = 26,47 \text{ (л)} \approx 26,5 \text{ (л)}$.

Ответ: 1) 3344 Dm ; 2) 26,5 л.

4

Учебник



$$(t_0 - t_{\text{кон}}) C M = 334 \text{ г}$$

Узодарга
ифоуецсёл

Процессу
это не все учтено:

$$Q = A + \Delta U$$

$$m m_0 = \Delta U$$

$$A = p \Delta V$$

$$p \Delta V =$$

Δ

~~$$C_{\text{ог}} \frac{\Delta Q}{\Delta T \cdot M}$$~~

~~кз~~
мемб

~~$$\frac{D_{\text{ог}}}{k \cdot K}$$~~

$$pV = \frac{m}{M} R T \quad \text{Дару да R u M?}$$

~~$$p \Delta V = \frac{\Delta m}{M} R T$$~~

A

$$1 \cdot 12 - 18 = 0$$

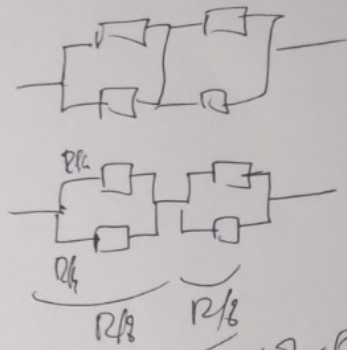
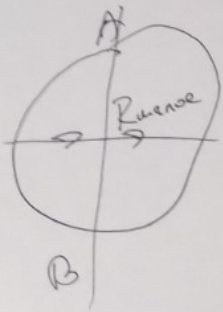
$$0.5 \cdot 24 - 1 \cdot 12 = 0$$

$$1 \cdot 12 + 24 \cdot \frac{1}{2} = 24 = 24$$

у.о

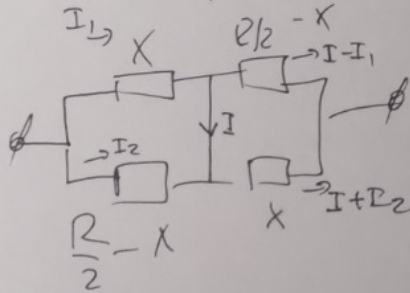
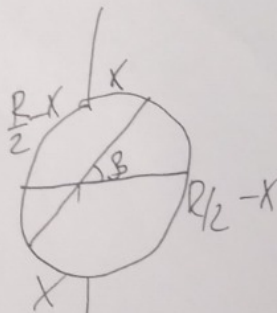
(1)

Упробук (



$$R_{\text{вн}} = 18 \text{ (Ohm)}$$

$$\frac{24}{18} = I_0 \text{ K} = \frac{4}{3} \text{ (A)}$$



$$-36 + 24 = -12$$

$$\begin{aligned}
 X I_1 - I_2 \left(\frac{R}{2} - X \right) &= 0 \\
 \left(\frac{R}{2} - X \right) (I - I_1) - X (I + I_2) &= 0 \\
 I_1 X + (I - I_1) \left(\frac{R}{2} - X \right) &= U
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X I_1 - I_2 (a - X) &= 0 \\
 (a - X) I - I_1 (a - X) - X I - X I_2 &= 0 \\
 I_1 X + (I - I_1) (a - X) &= U \\
 I_1 X + I (a - X) - I_1 (a - X) &= U \\
 I_1 (X - a + X) + I (a - X) &= U \\
 (a - X) I - I_1 (a - X) - X I - X I_2 &= 0 \\
 I (a - X - X) - I_1 (a - X) + X I_2 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{I_2 (a - X)}{X} \\
 I (a - 2X) - \frac{I_2 (a - X)}{X} (a - X) + X I_2 &= 0
 \end{aligned}$$

2