

Часть 1

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

Шифр: **21206450**

ID профиля: **807260**

Вариант 4

1. Дано:

Решение:

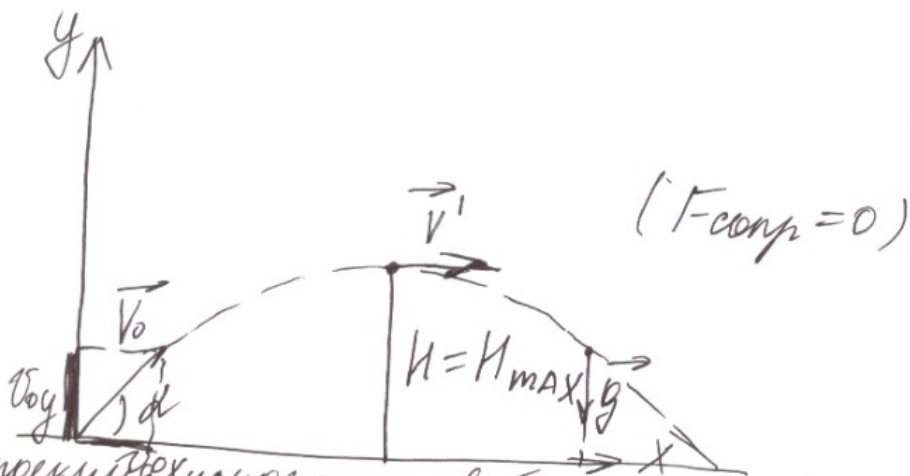
$\alpha = 45^\circ$

$H = 10 \text{ м}$

1) $V_0 = ?$

2) $V = ?$

1) Рассмотрим движение камня от броска до достижения максимальной высоты H



Проекция ускорения свободного падения на вертикальную ось равна $-g$. Тогда по формуле для проекции перемещения, исключая время,

$$H = \frac{0 - V_{0y}^2}{-2g} \quad H = \frac{V_{0y}^2}{2g} \quad H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \Rightarrow V_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2 \alpha} \Rightarrow$$

$$V_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin \alpha} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 10}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{10}{\frac{1}{2}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Заметим, что $V = \text{const}$, а тангентальная модель гв-ся по траектории камня.

Тогда при максимальной высоте вертикальная составляющая будет равна нулю, а скорость будет лишь по оси Ox .

В этот момент модель гв-ся по окружности радиуса H ($V = \text{const}$, $a_r \neq 0$)

И.к. $F_{\text{равн}} = m \cdot a_y$; $F_{\text{равн}} = \frac{mg}{2}$ по условию, где m - масса модели,

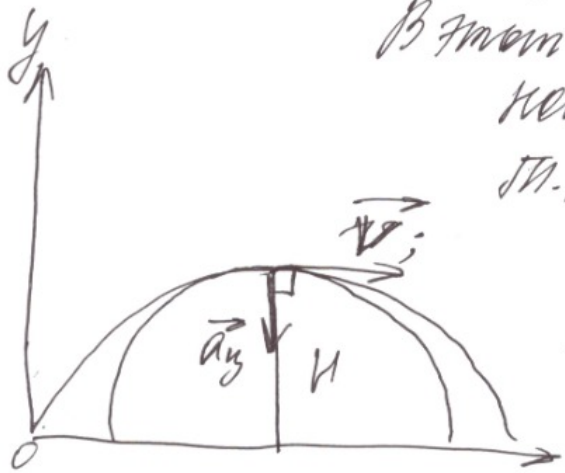
то $a_y = \frac{g}{2}$

$$a_y = \frac{v^2}{H} \Rightarrow \frac{g}{2} = \frac{v^2}{H} \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{gH}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gH}{2}}$$

$v = \sqrt{\frac{10 \cdot 10}{2}} = \sqrt{50} = 5\sqrt{2} \approx 7,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $V \approx 7,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



2. Дано:
 $\cos \alpha = \frac{24}{25}$
 $h = 1,4 \text{ м}$
 $\mu_1 = 0,5$
 $\mu_2 = 0,06$
 $V_0 = 0$
 $V_{\text{конец}} = 0$
 $V_{\text{max}} = ?$
 $S = ?$

Решение:

Числовик

Угол α : $0 < \alpha < \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{7}{25}$

Рассмотрим ускорение коробки в процессе на накл. плоскости и, подставив значения выеми, где она разгонялась, а где тормозилась.

В общем случае



II закон Ньютона:

$Oy: 0 = N - mg \cos \alpha \Rightarrow N = mg \cos \alpha$
 $F_{mp} = \mu N \Rightarrow$

$F_{mp} = \mu mg \cos \alpha$

μ либо равен μ_1 , либо μ_2 в зависимости от высоты

Пусть m - масса коробки

N - сила норм. реакции

$Ox: m a_x = mg \sin \alpha - F_{mp}$
 $m a_x = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$
 $a_x = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$

Пусть a_{x1} - пр-я ускорения на ось x при $H < h = 1,4 \text{ м}$.

$a_{x1} = g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha) = 10 \left(\frac{7}{25} - 0,5 \cdot \frac{24}{25} \right) = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Пусть a_{x2} - проекция ускорения на ось x при $H \geq h = 1,4 \text{ м}$.

$a_{x2} = g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha) = 10 \left(\frac{7}{25} - 0,06 \cdot \frac{24}{25} \right) = 2,224 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Итак получаем, что коробка разгонялась пока не доехала до высоты $h = 1,4 \text{ м}$.

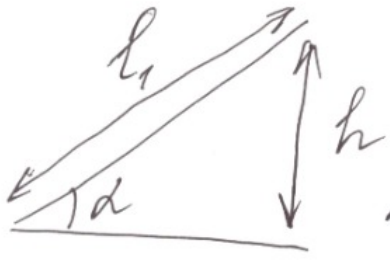
Потом $V = V_{\text{max}}$, когда коробка прежала весь верхний участок пути.

Пусть длина нижнего участка пути равна l_1 (при $H < h = 1,4 \text{ м}$) верхнего - l_2

Потом $S = l_1 + l_2$.

2 шарика 2 пружиненные
 шариками вырасенная гур l_1, l_2 через φ шариками,
 икноратонные брала:

$$l_2 = \frac{V_{MAX}^2}{2a_{x2}}; \quad l_1 = \frac{0 - V_{MAX}^2}{2a_{x1}} \Rightarrow l_1 = -\frac{V_{MAX}^2}{2a_{x1}}$$



$$h = l_1 \cdot \sin \alpha \Rightarrow l_1 = \frac{h}{\sin \alpha} = \frac{1,4}{\frac{7}{25}} = 5 \mu$$

Итого $\frac{h}{\sin \alpha} = -\frac{V_{MAX}^2}{2a_{x1}} \Rightarrow$

$$V_{MAX}^2 = \frac{2h a_{x1}}{\sin \alpha} = \frac{2h \cdot g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}{\sin \alpha} =$$

$$= \frac{2gh(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}{\sin \alpha} \Rightarrow \dots$$

$$V_{MAX} = \sqrt{\frac{2gh(\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha)}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \cdot 1,4 \cdot (0,5 \cdot \frac{24}{25} - \frac{7}{25})}{\frac{7}{25}}} =$$

$$= \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \approx 4,47 \frac{m}{c}$$

$$l_1 = -\frac{V_{MAX}^2}{2a_{x1}} \quad l_2 = \frac{V_{MAX}^2}{2a_{x2}} \Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = -\frac{a_{x2}}{a_{x1}} \Rightarrow l_2 = -l_1 \cdot \frac{a_{x1}}{a_{x2}}$$

$$l_2 = -\frac{h}{\sin \alpha} \cdot \frac{g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)}{g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}$$

$$l_2 = -\frac{h}{\sin \alpha} \cdot \frac{\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha} = \frac{1,4}{\frac{7}{25}} \cdot \frac{7}{25} \cdot \frac{\mu_1 \cos \alpha - \sin \alpha}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$= \frac{1,4}{\frac{75}{25}} \cdot \frac{0,5 \cdot \frac{24}{25} - \frac{7}{25}}{\frac{7}{25} - 0,6 \cdot \frac{24}{25}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{5 \cdot 25}{7 - 1,44} \approx 4,5 \mu$$

Итого $s = l_1 + l_2 \approx 9,5 \mu$

Ответ: $V_{MAX} \approx 4,47 \frac{m}{c}$

21206450 (U807260 M1283626)
 $s \approx 9,5 \mu$

3. Дано:
 $R = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$
 $l = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$
 $m = 5,2 \text{ кг}$

Решение:

1) Рассмотрим силы, действующие на шарик, до заталкивания цилиндра водой.

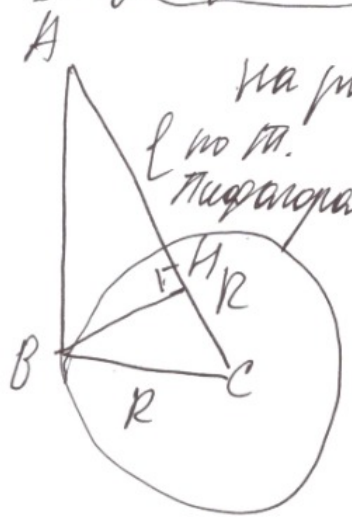


Заметим, что второе условие равновесия должно соблюдаться относительно точки O (центра шара).
 $M_{mg} = 0$ (линия д-я силы проходит через ось вращения)
 $M_N = 0$ (радиус \perp касательной в точке касания)

($F_{\text{тр}} = 0$), тогда и $M_F = 0$;

$M_F = F \cdot h_F$, где h_F - плечо силы F отн-но точки O. Т.к. $F \neq 0$, $h_F = 0 \Rightarrow$ линия действия силы F проходит через центр шара.

Тогда запишем пр. мом. отн. т. К:



на рисунке $h_F = BH$.

$$AB = \sqrt{(l+R)^2 - R^2} = \sqrt{l^2 + 2lR}$$

ΔABC - прямоугол \Rightarrow

$$BH = \frac{AB \cdot BC}{AC} = \frac{R \sqrt{l^2 + 2lR}}{l+R}$$

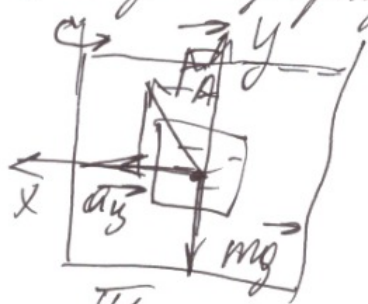
$$F \cdot \frac{R \sqrt{l^2 + 2lR}}{l+R} = mgR$$

$$\Rightarrow F = \frac{mg(l+R)}{\sqrt{l^2 + 2lR}}$$

$$F = \frac{5,2 \cdot 10 \cdot 0,16}{\sqrt{(0,08)^2 \cdot 3}} = \frac{5,2 \cdot 10 \cdot 0,08 \cdot 2}{0,08 \cdot \sqrt{3}} \approx 60 \text{ Н}$$

задача 3 продолжение чистовик
 2) Рассмотрим отдельный участок воды массы m
 объемом V , вращающийся вокруг вертикальной оси,
 проходящей через точку крепления нити к стенке.

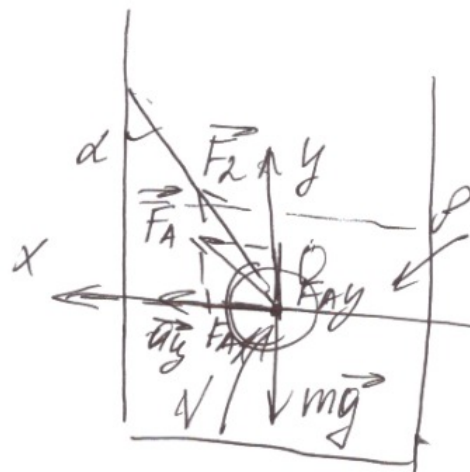
Выведем формулу для Фаришада:



II закон Ньютона:
 $Oy: F_{Ay} = mg$
 $Ox: m a_y = F_{Ax} \Rightarrow F_A = m \sqrt{a_y^2 + g^2} = \rho V \sqrt{a_y^2 + g^2}$

Теперь рассмотрим силы, действующие на шар в воде.

Пусть F_2 - сила натяжения нити в этой точке. Если линия g - a макс. $m \cdot 0$ через $m \cdot 0$
 II З.Н.: ~~то масса~~



$Oy: \rho = F_2 \cos \alpha + F_{Ay} - mg$
 $Ox: F_2 \sin \alpha + F_{Ax} = m a_y$

$\Rightarrow \begin{cases} mg = F_2 \cos \alpha + \rho V g \\ m a_y = F_2 \sin \alpha + \rho V a_y \end{cases}$

$\Rightarrow \frac{g}{a_y} = \frac{mg - F_2 \cos \alpha}{m a_y - F_2 \sin \alpha} \Rightarrow m a_y g - F_2 \sin \alpha g = m g a_y - F_2 \cos \alpha a_y$
 $\Rightarrow g \sin \alpha = a_y \cos \alpha \Rightarrow a_y = g \tan \alpha$

Заметим, что радиус окружности, по которой вращается шар, равен $(l+r) \sin \alpha$



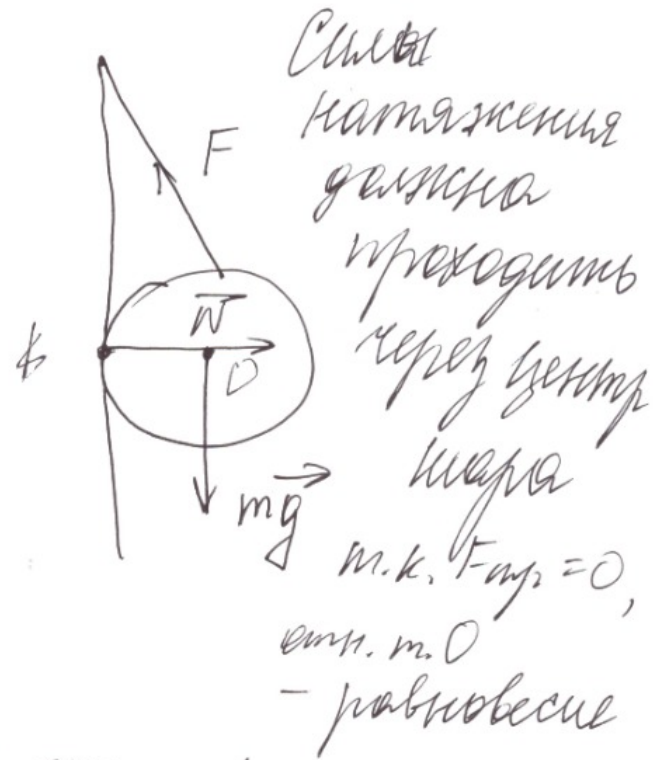
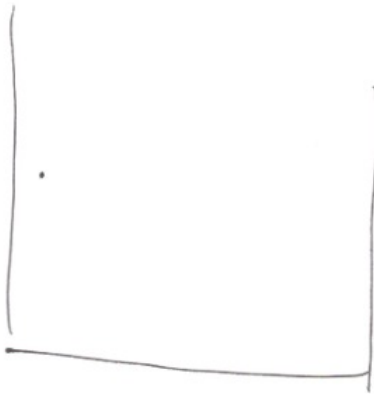
Тогда $a_y = \frac{g \sin \alpha}{\cos \alpha}$
 $a_y = \frac{v^2}{(l+r) \cos \alpha}$
 $\Rightarrow g \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{4\pi^2 (l+r)}{T^2} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{(l+r) \cos \alpha}{g}}$

Тогда $T \approx 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{0,16 \cdot \frac{1}{2}}{10}} \approx 0,56 \text{ с}$ Объем: $T \approx 0,56 \text{ с}$

3. $R = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$ $l = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$
 $m = 5,2 \text{ кг}$

Черновик

рис. 9-а



Силы натяжения дуги проходят через центр шара
 м.к. $F_{\text{нп}} = 0$,
 ось м.о
 - равновесие

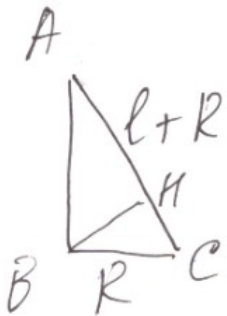


$F_y = mg$
 $F_x = N$ нр. ман. ось м.к

$M_{mg} = M_F$

$M_{mg} = mgR$ $M_F = F \cdot h_F$

III. Треугольники:



$AB = \sqrt{(l+R)^2 - R^2} = \sqrt{l^2 + 2lR + R^2 - R^2} = \sqrt{l^2 + 2lR}$
 $BH = \frac{AB \cdot BC}{AC} = \frac{R \sqrt{l^2 + 2lR}}{l+R} = h_F$

$mgR = F \cdot \frac{R \sqrt{l^2 + 2lR}}{l+R}$

$F = \frac{mgR(l+R)}{\sqrt{l^2 + 2lR}}$

$F = 5,2 \cdot 10 (0,16)$

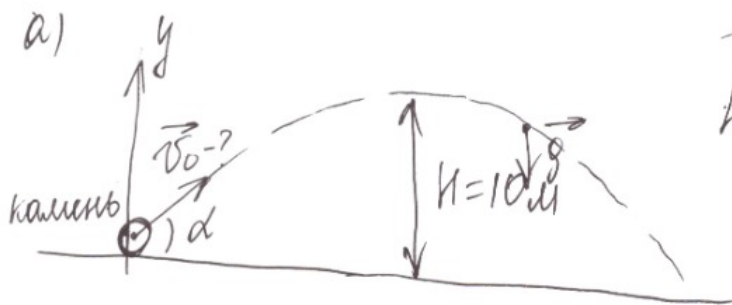
$\sqrt{(0,08)^2 + 2 \cdot (0,08)^2}$

$\approx 60,04 \text{ Н}$

Черновик

1.

$$Oy: v_y = v_{0y} - gt$$



~~$$0 = v_0 \sin \alpha - gt$$~~

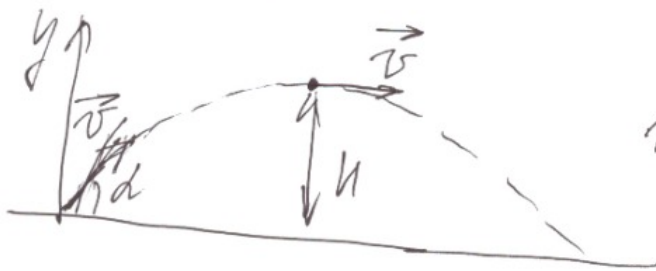
$$H = \frac{0 - v_{0y}^2}{-2g}$$

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

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

б) каналом

масса равна m



$$F_{\text{равн}} = \frac{mg}{2}$$

$v = \text{const}$, гб-е в окружности

$$R = H$$

$$a_y = \frac{v^2}{R} = \frac{v^2}{H}$$

$$ma_y = \frac{mg}{2} \Rightarrow a_y = \frac{g}{2} = \frac{v^2}{H} \Rightarrow$$

$$v^2 = \frac{gH}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{gH}{2}} = \sqrt{\frac{100}{2}} = \sqrt{50} = 5\sqrt{2} \approx 7,07 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2.

Чертовик



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

$$\text{так как } h < h_0 = 1,4 \text{ м,}$$

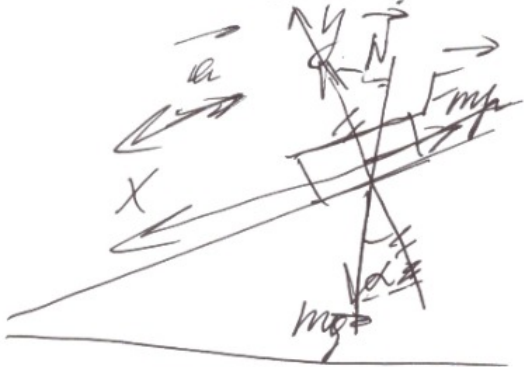
$$m_0 \mu_1 = 0,5$$

$$\text{иначе } \mu_2 = 0,06$$

$$v_0 = 0$$

1) V_{\max} - ?

2) S - ?



$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= 0,28 =$$

$$= \frac{28 \sqrt{147}}{100} =$$

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

$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{mp} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$m a_x = F_{mp} - mg \sin \alpha$$

$$a_x = -\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha$$

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

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

на границе $\mu = \mu_2$:

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

$$= 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0,06 \cdot \frac{24}{25} \right) = 2,224 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

на границе $\mu = \mu_1$:

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

$$= 10 \cdot \left(\frac{7}{25} - 0,5 \cdot \frac{24}{25} \right) = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Итого

$$V_{\max} = v(\text{м/с})$$

$$l_1 = \frac{V_{\max}^2}{|2a_{x1}|}$$

$$l_2 = \frac{V_{\max}^2}{2a_{x2}}$$

$$l_1 \frac{h}{l_1} = \sin \alpha \Rightarrow l_1 = \frac{h}{\sin \alpha} =$$

$$\Rightarrow \frac{l_1}{l_2} = \frac{a_{x2}}{a_{x1}} \Rightarrow l_2 = \frac{l_1 a_{x1}}{a_{x2}} = \frac{h}{\sin \alpha} \cdot \frac{g(\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha)}{g(\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)}$$

$$l_2 = \frac{h}{\sin \alpha} \cdot \frac{|\sin \alpha - \mu_1 \cos \alpha|}{\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha}$$

$$v_{\max} = \sqrt{2 l_1 \cdot |a_{x1}|} = \sqrt{2 \cdot \frac{h}{\sin \alpha} \cdot g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$$

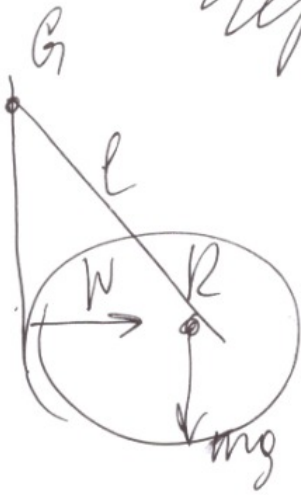
$$= \sqrt{2 \cdot \frac{1,4}{\frac{7}{25}} \cdot 10 \left| \frac{7}{25} - 0,5 \cdot \frac{24}{25} \right|} = \sqrt{20} \approx 4,47 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$l_2 = \frac{1,4}{\frac{7}{25}} \cdot \frac{\left| \frac{7}{25} - 0,5 \cdot \frac{24}{25} \right|}{\frac{7}{25} - 0,06 \cdot \frac{24}{25}} \approx 4,5 \text{ m}$$

$$l_1 = 5 \text{ m} \Rightarrow s = l_1 + l_2 \approx 9,5 \text{ m}$$

д. Черновик

Упробук

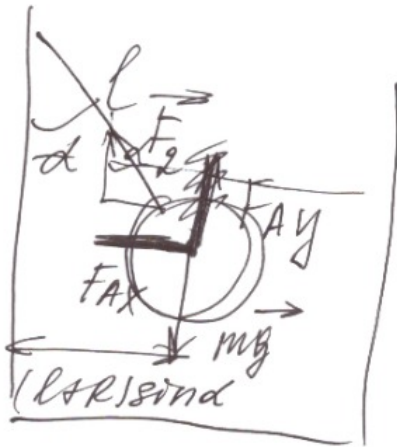


$$G: mgR = N \cdot \sqrt{(l+R)^2 - R^2}$$

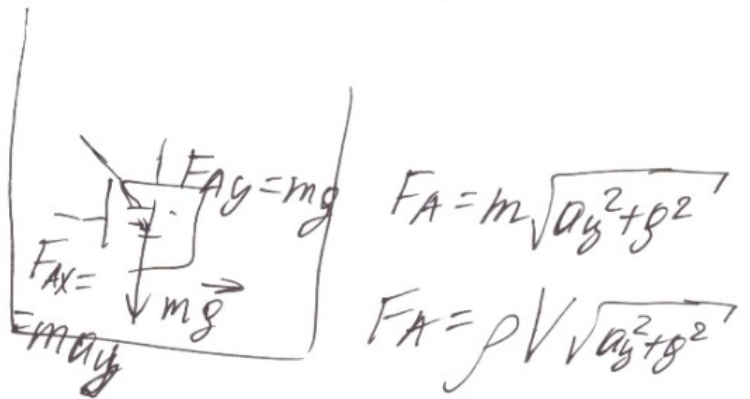
$$mgR = N \cdot \sqrt{l^2 + 2lR}$$

$$N = \frac{mgR}{\sqrt{l^2 + 2lR}} = \frac{52 \cdot 0,08}{\sqrt{(0,08)^2 \cdot 3}} = \frac{52}{\sqrt{3}}$$

2)



Рассм. грамма бобы:



$$F_A = m \sqrt{a_y^2 + g^2}$$

$$F_A = \rho V \sqrt{a_y^2 + g^2}$$

$$a_y = \frac{v^2}{(l+R) \sin \alpha}$$

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

$$r = (l+R) \sin \alpha$$

$$a_y = \frac{v^2}{r} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2 r}$$

$$= \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

$$F_2 \cdot \cos \alpha + F_{AY} = mg$$

$$F_2 \sin \alpha + F_{AX} = m a_y$$

$$a_y = \frac{4\pi^2}{T^2} \cdot (l+R) \sin \alpha$$

$$F_2 \cdot \cos \alpha + \rho \omega R V g = mg$$

$$F_2 \sin \alpha + \rho \omega R V a_y = m a_y$$

$$\rho \omega R V g = mg - F_2 \cos \alpha$$

$$\rho \omega R V a_y = m a_y - F_2 \sin \alpha$$

$$g \sin \alpha = a_y \cos \alpha$$

21206450 (U807260 M1283626)

$$m a_y g - \frac{1}{2} \rho \omega R V \sin \alpha = m a_y g - \frac{1}{2} \rho \omega R V \cos \alpha \Rightarrow a_y = g \tan \alpha$$

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

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

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(l+R) \cos \alpha}{g}} \approx 3,14 \cdot 2 \sqrt{\frac{0,16 \cdot \frac{1}{2}}{10}} \approx 0,56 \text{ c}$$

$$\text{Dobut: } F \approx 60,04 \text{ Н}$$

$$T \approx 0,56 \text{ c.}$$

Упробук

Часть 2

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

Шифр: **21206450**

ID профиля: **807260**

Вариант 4

5. Дано:
 $R = 72 \Omega$
 $U = 24 \text{ В}$

- 1) $P - ?$
 $\alpha = 90^\circ$
- 2) $P - ?$
 $I = 0,5 \text{ А}$
- 3) $P_2 - ?$

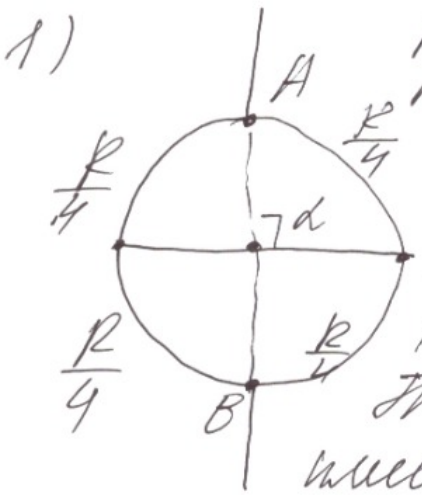
Решение:

Чистовик стр 2 из 4
 По формуле сопротивленая проводника

$$r = \frac{\rho l}{S} \Rightarrow$$

сопротивление участков кольца прямо пропорционально их длине.

Тогда каждый из участков имеет сопр-е $\frac{R}{4}$



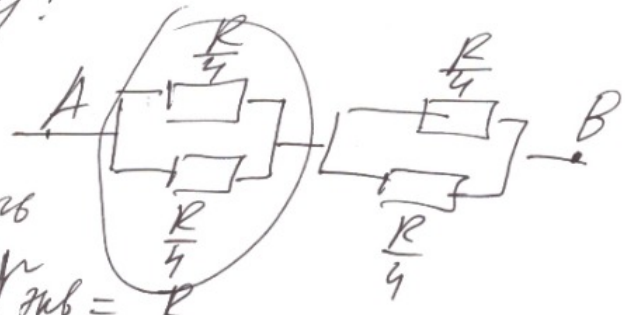
Перерисуем схему:

$$R_{\text{кв1}} = 2 \cdot \frac{R}{8} = \frac{R}{4}$$

Тогда выразим мощность

$$P_1: P_1 = \frac{U^2}{R_{\text{кв1}}} = \frac{U^2}{\frac{R}{4}} = \frac{4U^2}{R} = \frac{R}{8}$$

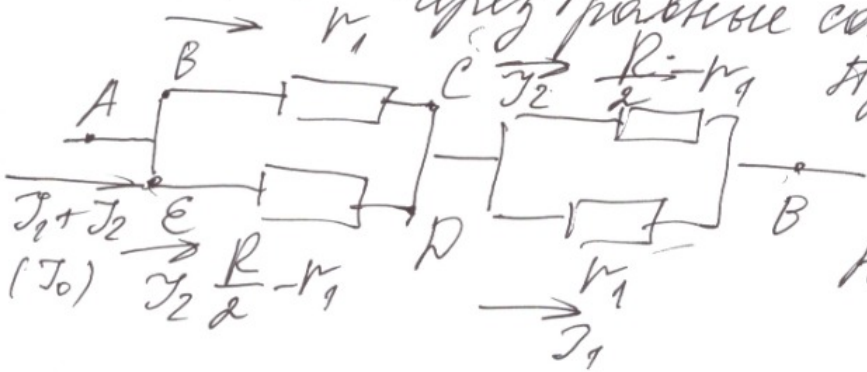
$$= 4 \cdot \frac{24^2}{72} = 32 \text{ Вт}$$



2) Пусть перемычка делит каждую половинку кольца так, что сопротивления участков ее равны r_1 и $\frac{R}{2} - r_1$. Для ясности $r_1 < \frac{R}{2} - r_1$

Зарисуем соответствующую схему.

Взять симметрию токи, протекающие через равные сопротивления, равны. Пусть это I_1 и I_2



И правило Кирхгофа:
 $\sum I_{\text{втек}} = \sum I_{\text{вытек}}$
 А: $I_0 = I_1 + I_2$

И. Дано:

$$m = 102 =$$

$$= 0,01 \text{ м}$$

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

$$P_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$Q = 33 \text{ кДж} =$$

$$= 33000 \text{ Дж.}$$

1) Q_1 - ?

2) V - ?

Решение: Чистовик Стр 1 из 4

Уравнение теплового баланса для воды (при нагревании до $t = 100^\circ\text{C}$)

$$Q_1 = cm(t - t_0) = 4180 \cdot 0,01 \cdot 80 = 3344 \text{ Дж.}$$

Далее пар вода испаряется:

$$Q_{исп} = \nu m = 2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,01 = 22600 \text{ Дж.}$$

И.т. $Q_{исп} < Q - Q_1 \Rightarrow$ вся вода испарится.

Темпату подводят медленно, поршень лёгкий \Rightarrow он движется без ускорения.

Тогда давление газа постоянно и равно p_0 . (изобарное нагревание)

Закон Гей-Люссака: $\frac{V_0}{T} = \frac{V}{T_{конеч}}$, где V_0 - объём, который занимает пар при $T = 373 \text{ K}$

Затем I начало термодинамики:

$$Q - Q_1 - Q_{исп} = A_p + \Delta U_p$$

$$Q - Q_1 - Q_{исп} = \frac{5}{2} p_0 (V - V_0) = \frac{5}{2} \nu R (T_{конеч} - T) \quad (2)$$

Затем ур-е теплового баланса:

$$Q - Q_1 - Q_{исп} = c_p m (T_{конеч} - T) \quad (3)$$

$$\text{Тогда } \frac{5}{2} \nu R (T_{конеч} - T) = c_p m (T_{конеч} - T)$$

$$\Rightarrow \nu R = \frac{2 c_p m}{5} \quad (4)$$

Затем закон Менделеева-Клапейрона для кельвено состояния:

$$p_0 V = \nu R T_{конеч}$$

$$\text{Из (3) } T_{конеч} = \frac{Q - Q_1 - Q_{исп}}{c_p m} + T \approx 693,7 \text{ K}$$

$$\Rightarrow p_0 V = \frac{2 c_p m}{5} T_{конеч}$$

$$\text{Тогда } V = \frac{2 c_p m T_{конеч}}{5 p_0} \approx \frac{2 \cdot 2200 \cdot 0,01 \cdot 693,7}{5 \cdot 10^5} \approx 0,061 \text{ м}^3$$

Ответ: $Q_1 = 3344 \text{ Дж.}$
 $V \approx 0,061 \text{ м}^3$

21206450 (U807260.M1283627)

Задача 5. Продолжение Чистовик Стр 3 из 4
 Эквивалентное сопротивление такой цепи:

$$R_{\text{экв}2} = 2 \cdot \frac{r_1 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right)}{\frac{R}{2}} = \frac{4r_1 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right)}{R} = \frac{2r_1 (R - 2r_1)}{R}$$

Тогда выразим ток I_0 по закону Ома:

$$I_0 = I_1 + I_2 = \frac{U}{R_{\text{экв}2}} = \frac{UR}{2r_1(R - 2r_1)} \quad (1)$$

Теперь запишем II правило Кирхгофа для контура BCDEB: $\sum \mathcal{E} = \sum I R$

$$I_1 r_1 = I_2 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right) \Rightarrow 0 = I_1 r_1 - I_2 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right) \Rightarrow I_1 = I_2 \frac{\frac{R}{2} - r_1}{r_1} = I_2 \frac{R - 2r_1}{2r_1} \quad (2)$$

Далее заметим, что по ветви с резистором r_1 течёт ток I_1 , а по ветви с резистором $\left(\frac{R}{2} - r_1 \right)$ течёт ток I_2 . Разность этих токов течёт по перемычке:

$$I = I_1 - I_2 \quad (I_1 > I_2, \text{ т.к. } r_1 < \frac{R}{2} - r_1)$$

$$\text{Тогда } I = I_2 \left(\frac{R - 2r_1}{2r_1} - 1 \right) = I_2 \frac{R - 4r_1}{2r_1} \quad (3)$$

$$\text{Из } (1) \quad I_1 + I_2 = I_2 \left(1 + \frac{R - 2r_1}{2r_1} \right) = I_2 \frac{R}{2r_1} = \frac{UR}{2r_1(R - 2r_1)}$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U}{R - 2r_1} \quad (4)$$

$$\text{Из } (3), (4): \quad I = \frac{U}{R - 2r_1} \cdot \frac{R - 4r_1}{2r_1}$$

$$\text{Тогда } 2r_1 I (R - 2r_1) = UR - 4UR_1$$

$$2I r_1 R - 4I r_1^2 = UR - 4UR_1$$

Задача 5. Стратегические Условием Сир 4 из 4

$4I_1^2 - 2I_1(2V + 7R) + VR = 0$. Подставим числовые значения

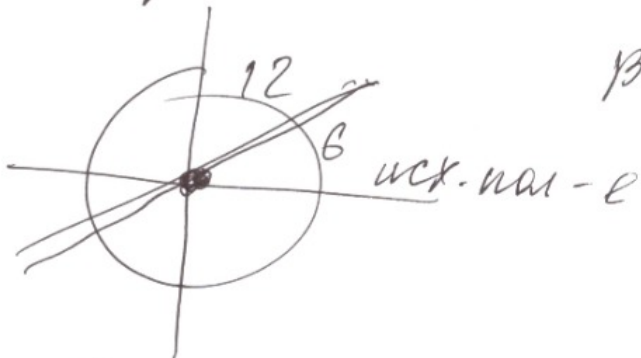
$$2I_1^2 - 168I_1 + 1728 = 0$$

$$D = 28224 - 13824$$

$$D = 14400 = 120^2$$

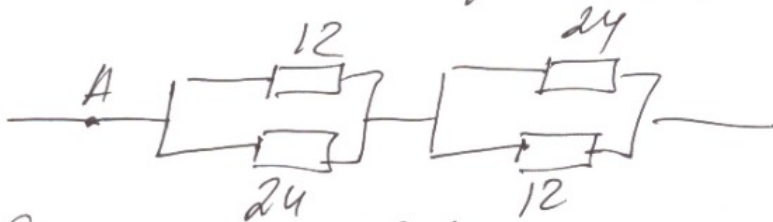
$$I_1 = \frac{168 - 120}{4} = 12 \text{ А}$$

Тогда 18 А в фазе с током $90^\circ \Rightarrow$



$$\beta = 90^\circ \cdot \frac{6}{18} = 30^\circ$$

Рассчитаем мощность в такой схеме:



$$R_{\text{экв2}} = 2 \cdot \frac{12 \cdot 24}{12 + 24} = 16 \text{ А}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_{\text{экв2}}} = \frac{36}{16} = 36 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $P = 36 \text{ Вт}$
 2) $\beta = 30^\circ$
 3) $P_2 = 36 \text{ Вт}$

Задача 5. Прогонские

$$4Jr_1^2 - 2r_1(2V + JR) + VR = 0$$

Черновик

$$D = 4(2V + JR)^2 - 8JVR$$

$$D = 4(4V^2 + 4JVR + J^2R^2) - 8JVR$$

$$D = 16V^2 + 16JVR + 4J^2R^2 - 8JVR$$

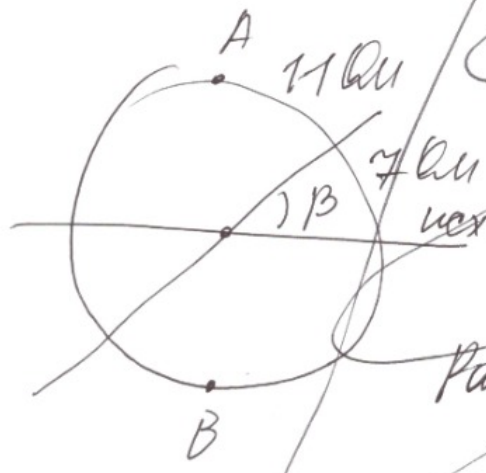
$$D = 16V^2 + 8JVR + 4J^2R^2 = 4(4V^2 + 2JVR + J^2R^2)$$

Итого $r_{1,1} = \frac{2(2V + JR) + 2\sqrt{4V^2 + 2JVR + J^2R^2}}{8J}$

$$= \frac{2V + JR + \sqrt{4V^2 + 2JVR + J^2R^2}}{4J} = \frac{46 + 36 + \sqrt{1304 + 1728 + 1296}}{2} =$$

$$r_{1,2} = \frac{2V + JR - \sqrt{4V^2 + 2JVR + J^2R^2}}{4J} \approx 11 \Omega$$

$78,49 > \frac{R}{2}$
не пох.

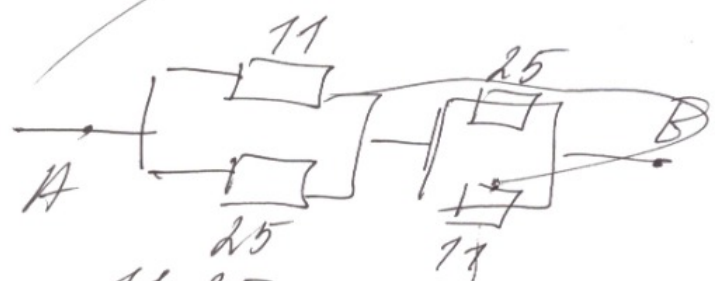


Итого 18 Ohm соответствует углу

90° поворота \Rightarrow

$$\beta = 90^\circ \cdot \frac{7}{18} = 35^\circ$$

Рассчитаем мощность P_2 в таком случае



$$R_{\text{экв}} = 2 \cdot \frac{11 \cdot 25}{36} \approx 15,28 \Omega \Rightarrow$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} \approx \frac{24^2}{15,28} \approx 37,7 \text{ BT}$$

Ответ: 1) $P = 32 \text{ BT}$
2) $\beta \approx 35^\circ$
3) $P_2 \approx 37,7 \text{ BT}$

$$\frac{R}{4} - \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{\pi}{2\beta} = \frac{R}{4(\frac{R}{4} - r_{1,2})}$$

$$\frac{R}{4} - r_{1,2} - \beta$$

$$\frac{\pi}{2\beta} = \frac{R}{R - 4r_{1,2}}$$

$$\frac{\pi}{\beta} = \frac{2R}{R - 4r_{1,2}}$$

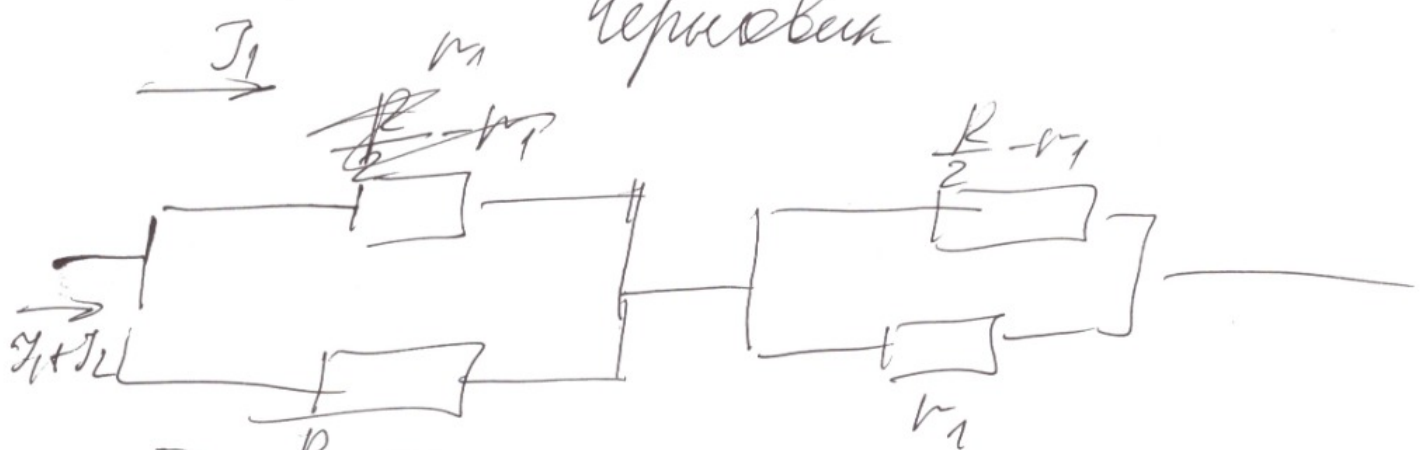
$$\beta = \pi \frac{R - 4r_{1,2}}{2R} \approx 0,11 \text{ рад.}$$
$$\approx 3,17^\circ$$

$$y = \frac{r_1 - r_2}{R - r}$$

непроберк



Черновик



$$R_{\text{кв}} = 2 \frac{r_1 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right)}{\frac{R}{2}} = \frac{4r_1 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right)}{R} = \frac{2r_1 (R - 2r_1)}{R}$$

$$I_1 + I_2 = \frac{U}{R_{\text{кв}}} = \frac{UR}{2r_1 (R - 2r_1)}$$

$$I_1 r_1 = I_2 \left(\frac{R}{2} - r_1 \right)$$

$$I_1 = I_2 \frac{\frac{R}{2} - r_1}{r_1} = \gamma_2 \frac{R - 2r_1}{2r_1}$$

$$I_1 - I_2 = I \Rightarrow I = \gamma_2 \left(1 + \frac{R - 2r_1}{2r_1} \right) = \gamma_2 \frac{R}{2r_1} = \gamma_2 \frac{4r_1 - R}{2r_1}$$

$$\frac{UR}{2r_1 (R - 2r_1)} = \gamma_2 \left(1 + \frac{R - 2r_1}{2r_1} \right) = \gamma_2 \frac{R}{2r_1}$$

$$\gamma_2 = \frac{U}{R - 2r_1} \quad \gamma \cdot \frac{2r_1}{4r_1 - R} = \frac{U}{R - 2r_1}$$

$$\gamma_2 = \gamma \cdot \frac{2r_1}{4r_1 - R}$$

$$2Yr_1(R - 2r_1) = V(4r_1 - R)$$

$$2Yr_1R - 4Yr_1^2 = 4Vr_1 - VR$$

$$4Yr_1^2 + 4Vr_1 - 2Yr_1R - VR = 0$$

$$4Yr_1^2 + 2r_1(2V - YR) - VR = 0$$

$$D = 4(2V - YR)^2 + 8YVR$$

$$D = 4(4V^2 - 4VYR + Y^2R^2) + 8YVR$$

$$D = 16V^2 - 16VYR + Y^2R^2 + 8VYR =$$

$$= 16V^2 - 8VYR + Y^2R^2 =$$

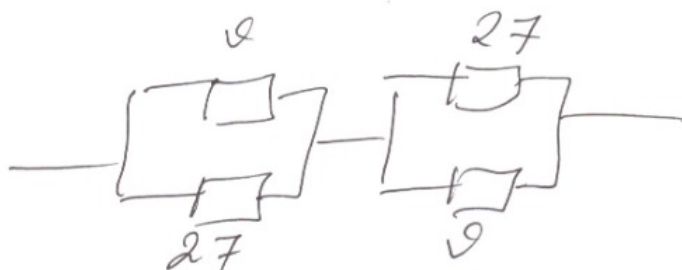
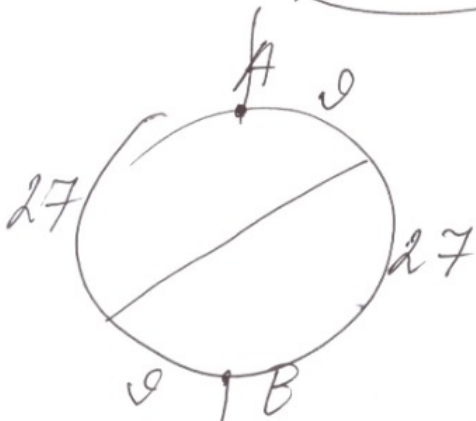
$$= (4V - YR)^2$$

$$r_1 = \frac{-2(2V - YR) + 4V - YR}{8Y}$$

$$r_1 = \frac{-4V + 2YR + 4V - YR}{8Y}$$

$$r_1 = \frac{YR}{8Y} = \frac{R}{8} = 9 \Omega$$

$$\Rightarrow \beta = 45^\circ$$



$$R_{\text{KB}} = 2 \cdot \frac{27 \cdot 9}{27 + 9} = 2 \cdot \frac{27 \cdot 9}{36 + 9} = 13,5 \Omega$$

21206450 (U807260 M1283627)

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{KB}}} \approx 42,67 \text{ BT}$$

Wiederholung

Черновик

4. $m = 10 \text{ г} = 0,01 \text{ кг}$ $t_0 = 20^\circ \text{C}$

$P_0 = 10^5 \text{ Па}$ $Q = 33 \text{ кДж}$ $t = 100^\circ \text{C}$

$T = 373 \text{ К}$



$Q_{\text{воды}} = c m (t - t_0) =$

$= 4180 \cdot 0,01 \cdot 80 = 3344 \text{ Дж.}$

$F_{\text{тр}} = 0 \Rightarrow$ изобарный процесс

$Q_{\text{уч}} = \nu \cdot m = 2,26 \cdot 10^6 \cdot 0,01 = 22600 \text{ Дж}$

\Rightarrow

$P_0 V = \nu R T_{\text{конеч}}$

$V = \frac{\nu R T_{\text{конеч}}}{P_0}$

$Q - Q_{\text{уч}} - Q_1 = c_p m (T_{\text{конеч}} - T)$

$T_{\text{конеч}} = \frac{Q - Q_{\text{уч}} - Q_1}{c_p m} + T$

~~V_0~~

$\frac{V_0}{T} = \frac{V}{T_{\text{конеч}}} \Rightarrow V_0 = \frac{V T}{T_{\text{конеч}}}$

$P_0 V_0 = \nu R T$

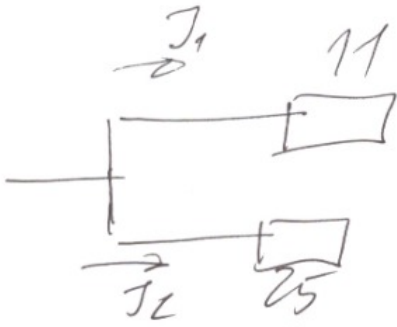
$\frac{\nu R}{V_0} = \frac{P_0}{T} \Rightarrow \frac{P_0}{T} = \frac{\nu R}{V_0} T_{\text{конеч}}$

$V = \frac{\nu R T_{\text{конеч}}}{P_0} = \frac{\nu R \left(\frac{Q - Q_{\text{уч}} - Q_1}{c_p m} + T \right)}{P_0}$

$= \frac{\nu R \frac{Q - Q_{\text{уч}} - Q_1}{c_p m} + \nu R T}{P_0} = \frac{\nu R \frac{Q - Q_{\text{уч}} - Q_1}{c_p m}}{P_0} + \nu R T / P_0$

$V_0 = \frac{V T}{T_{\text{конеч}}} \quad V = V_0 + \frac{\nu R}{P_0} \frac{Q - Q_{\text{уч}} - Q_1}{c_p m}$

Черновик



$$2r_1^2 - 168r_1 + 1728 = 0$$

$$D = 168^2 - 8 \cdot 1728$$

$$D = 28224 - 13824$$

$$D = 14400 = 120^2$$

$$I_1 + I_2 = \frac{24}{15,28} \approx 1,57A$$

$$r_1 = \frac{168 - 120}{4} = 12$$

$$11I_1 = 25I_2$$

$$I_1 + I_2 =$$

$$I_1 = \frac{25}{11} I_2 = I_2 \cdot \frac{36}{11} \Rightarrow I_2 = \frac{11}{36} (I_1 + I_2) \approx 0,48A$$

$$I_1 = \frac{25}{11} I_2 = 1,09A$$

$$I_1 + I_2 =$$

Если $r_1 = 9 \Omega$



$$R_{\text{кв}} = 9 \Omega \quad R_{\text{кв}} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 25}{34} = 9 \Omega$$

$$I_1 + I_2 = \frac{24}{9} \approx 2,67A$$

$$I_1 + I_2 \approx 2,67A$$

$$I_1 = \frac{3}{4} (I_1 + I_2) \approx 2,0025A$$

$$I_1 + I_2 = \frac{24}{16} = 1,5A$$

$$12 I_1 = 24 I_2 \Rightarrow$$

$$I_1 = 2 I_2 \quad (\checkmark)$$

Черновик

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

$$Q_{\text{учн}} = r \cdot m = 22600 \text{ Дж.}$$

$$T_{\text{конер}} = \frac{Q - Q_{\text{учн}} - Q_1}{c_p m} + T = 693,7 \text{ K} \quad Q' = 7056 \text{ Дж}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T$$

$$p_0 V = \nu R T_{\text{конер}}$$

$$V \neq V_0$$

$$\frac{V}{T_{\text{конер}}} = \frac{V_0}{T}$$

$$V = V_0 \frac{T_{\text{конер}}}{T}$$

$$V_0 = \frac{\nu R T}{p_0}$$

IHTD.

$$Q = A + \Delta U$$

$$Q' = p_0(V - V_0) + \frac{3}{2} \nu R (T_{\text{кон}} - T)$$

$$Q' = \frac{5}{2} p_0(V - V_0) = \frac{5}{2} \nu R (T_{\text{кон}} - T)$$

$$\nu R = \frac{2Q'}{5(T_{\text{кон}} - T)}$$

$$V = \frac{\nu R T_{\text{конер}}}{p_0} =$$

$$= \frac{2Q' T_{\text{кон}}}{5 p_0 (T_{\text{кон}} - T)} \approx 0,039 \text{ м}^3$$

Чепробник

$$2r_1 \gamma(R-r_1) = U(R-2r_1)$$

$$2\gamma Rr_1 - 2\gamma r_1^2 = UR - 2UR_1$$

$$2\gamma r_1^2 - 2\gamma Rr_1 - 2UR_1 + UR = 0$$

$$2\gamma r_1^2 - 2r_1(\gamma R + U) + UR = 0$$

$$\begin{aligned} D &= 4(\gamma R + U)^2 - 8\gamma UR = \\ &= 4(\gamma^2 R^2 + 2\gamma UR + U^2) - 8\gamma UR = \\ &= 4\gamma^2 R^2 + 8\gamma UR + 4U^2 - 8\gamma UR = \\ &= 4(\gamma^2 R^2 + U^2) \end{aligned}$$

$$r_{1/1} = \frac{2(\gamma R + U) \pm \sqrt{4\gamma^2 R^2 + 4U^2}}{2 \cdot 2\gamma}$$

$$r_{1/1} = \frac{\gamma R + U + \sqrt{\gamma^2 R^2 + U^2}}{2\gamma} = \frac{36 + 24 + \sqrt{1296 + 576}}{1} \approx 103$$

$$r_{1/2} = \frac{\gamma R + U - \sqrt{\gamma^2 R^2 + U^2}}{2\gamma} = 16,73 \text{ Ду - } \text{negx.}$$



$$\frac{R}{2\gamma} - \frac{\pi}{2} = \frac{R}{2\gamma}$$

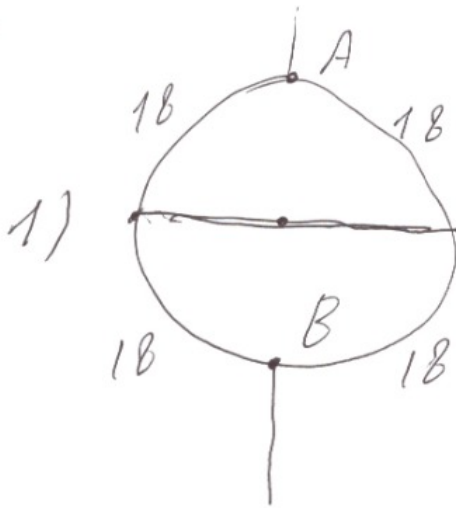
$$\frac{R}{2\gamma} - r_{1/2} - \beta = \frac{\pi}{\beta} = \frac{2R}{2\gamma} - r_{1/2}$$

$$\beta = \pi \frac{R - 2r_{1/2}}{2R} = \frac{R - 2r_{1/2}}{2R} \pi$$

5. Черновик

$R = 72 \Omega$

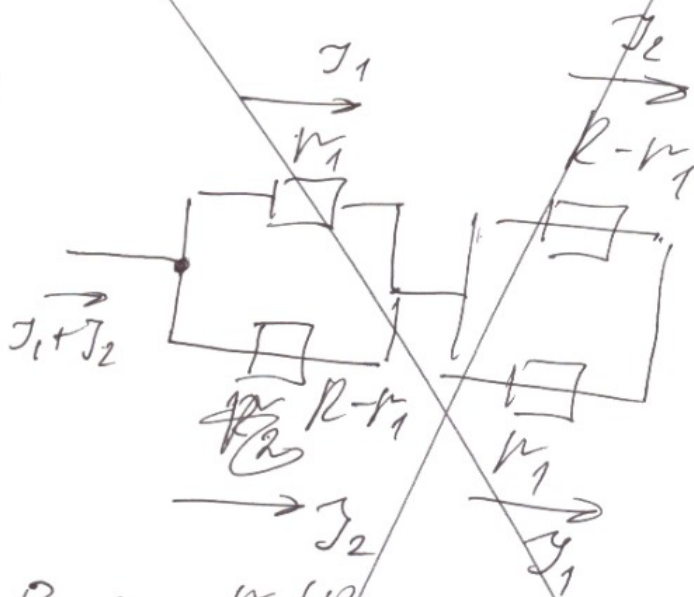
$U = 24 \text{ В}$



$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{24^2}{18} = 32 \text{ Вт}$$

$$I = I_1 - I_2 = 0,5 \text{ А}$$

2)



$$R_{\text{экв}} = \frac{2r_1(R-r_1)}{R}$$

$$I_1 r_1 = I_2 (R - r_1)$$

$$I_2 = I_1 \frac{r_1}{R - r_1}$$

$$I = I_1 - I_2 = I_1 \left(1 - \frac{r_1}{R - r_1}\right) = I_1 \frac{R - 2r_1}{R - r_1}$$

$$I_1 = \frac{R - r_1}{R - 2r_1} I$$

$$I_1 + I_2 = \frac{U}{R_{\text{экв}}} = \frac{UR}{2r_1(R-r_1)}$$

$$I_1 \left(1 + \frac{r_1}{R - r_1}\right) = \frac{UR}{2r_1(R-r_1)}$$

$$I_1 \frac{R}{R - r_1} = \frac{UR}{2r_1(R-r_1)}$$

$$I_1 = \frac{U(R-r_1)}{2r_1(R-r_1)}$$

$$I_1 = \frac{U}{2r_1}$$

$$I \frac{R - r_1}{R - 2r_1} = \frac{U}{2r_1}$$