Часть 1

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

Шифр: **21204159**

ID профиля: **164180**

Вариант 4

Чистовик
Физика 10 класс
страница 3

2 (продолжение)

Тогда: $\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{0^2 - v_{max}^2}{2a_2} \Rightarrow$

$$\Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{-2h \cdot a_2}{\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2hg(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)}{\sin\alpha}} =$$

$$= \sqrt{2gh(\mu_1 \cdot ctg\alpha - 1)} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1{,}4 \cdot \left(0{,}5 \cdot \frac{24}{7} - 1\right)} = \sqrt{20} = 2\sqrt{5} \approx$$

$$\approx 4{,}47 \text{ м/с}$$

Найдём высоту H_0.

По З.С.Э.:

$$mgH_0 + \underbrace{\frac{mv_0^2}{2}}_{0} - \underbrace{\frac{F_{тр_1} \cdot (H_0 - h)}{\sin\alpha}}_{\text{работа сил трения на 1 участке}} - \underbrace{\frac{F_{тр.2} \cdot (h)}{\sin\alpha}}_{\text{работа сил трения на 2 уч-ке.}} = \underbrace{mg \cdot 0}_{0} + \underbrace{\frac{mv_k^2}{2}}_{0}$$

Отсюда: $H_0\left(mg - \frac{F_{тр_1}}{\sin\alpha}\right) = \frac{F_{тр.2}h}{\sin\alpha} - \frac{F_{тр.1}h}{\sin\alpha}$

$F_{тр.1} = \mu_1 N = \mu_2 mg\cos\alpha$

$F_{тр.2} = \mu_2 N = \mu_1 mg \cdot \cos\alpha$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow H_0 \cdot mg(1 - \mu_2 \cdot ctg\alpha) = \frac{h(\mu_1 - \mu_2)mg\cos\alpha}{\sin\alpha}$$

$$H_0 = h \cdot \frac{(\mu_1 - \mu_2)ctg\alpha}{1 - \mu_2 \cdot ctg\alpha} = h \cdot \left(\frac{\mu_1 - \mu_2}{tg\alpha - \mu_2}\right)$$

Тогда $S = \frac{H_0}{\sin\alpha} = \frac{h}{\sin\alpha} \cdot \left(\frac{\mu_1 - \mu_2}{tg\alpha - \mu_2}\right) \approx 9{,}5 \text{ м}$

полный путь до остановки

Ответ: $v_{max} = 4{,}47$ м/с ; $S = 9{,}5$ м

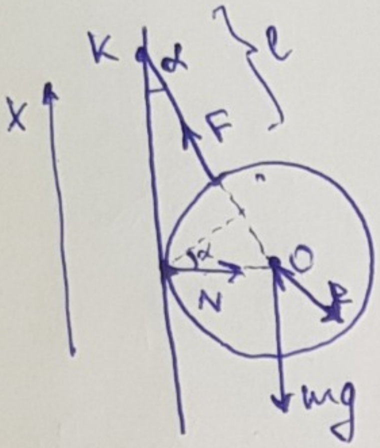
21204159 (U164180 M1280145)

Чистовик

Физика 10 класс

страница 4

(3.)



т.к. шарик в равновесии, и на него действуют только 3 силы: (сила тяжести, сила натяжения нити, сила реакции опоры со стороны стены), то эти силы (их вектора и продолжения) должны пересекаться в одной точке.

Т.к. mg и N пересекаются в центре (в точке O), то F тоже проходит через неё =>

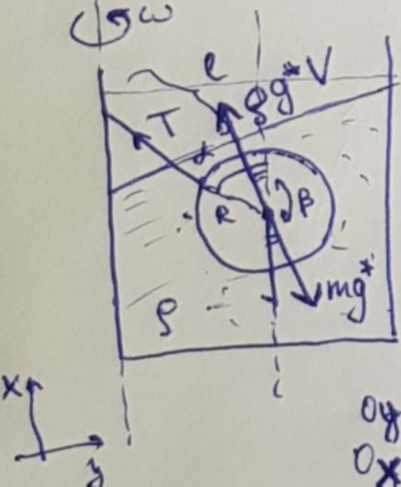
=> OK ($=l+R$) - отрезок, где K - точка крепления, т.к. F направлена по нити.

Тогда запишем условия равновесия шара:

$$\begin{cases} \sum \vec{F}_{вн} = 0 \\ \sum \vec{M}_{вн} = 0 \end{cases}$$ - относительно точки соприкосновения со стенкой

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{на ось } Ox: F\cos\alpha - mg = 0 \\ mg \cdot R - F\cdot(l+R)\cdot\cos^2\alpha = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{F^2\cos^2\alpha}{F(l+R)\cos^2\alpha} = \frac{m^2g^2}{mg\cdot R} \Rightarrow F = mg\left(\frac{l+R}{R}\right) = mg\left(\frac{l}{R}+1\right) = 104\ Н$$



$\vec{g}$, $\vec{g^*}$, β, $\vec{a}$

введём ~~вектор~~ эффективное ~~уск~~ $\vec{g^*} = \vec{g} + \vec{a}$ ускорение свободного падения g^*:

$$g^* = \sqrt{g^2+a^2} = \sqrt{g^2+\omega^4(l+R)^2\sin^2\alpha}$$

$a = \omega^2\cdot(l+R)\sin\alpha$, (считаем ~~его~~ для центра шара, т.к. оно линейно зависит от длины от оси вращ.) ~~идёт~~ оно направлено под углом β: $tg\beta = \frac{a}{g}$

Тогда, по II З.Н. на оси Ox и Oy:

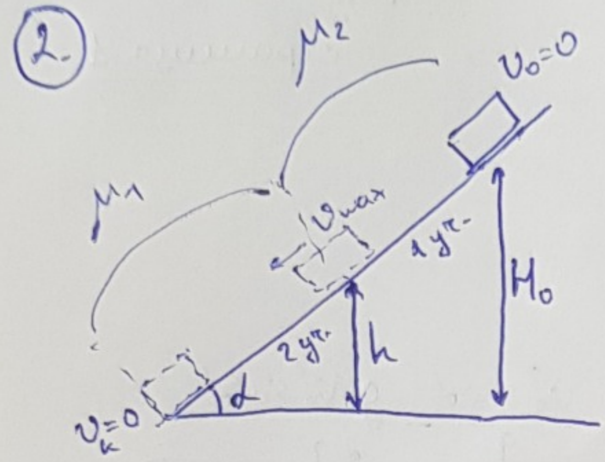
$$\begin{aligned} Oy&: mg^*\sin\beta = T\sin\alpha + \rho g^* V\sin\beta \\ Ox&: mg^*\cos\beta = T\cos\alpha + \rho g^* V\cos\beta \end{aligned} \Bigg| \Rightarrow$$

$$\Rightarrow tg\beta = tg\alpha \Rightarrow \frac{\omega^2(l+R)\sin\alpha}{g} = tg\alpha \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{(l+R)\cos\alpha}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{(l+R)\cos\alpha}{g}} \approx 0{,}56\ с$$

Чистовик
Физика 10 класс
страница 2

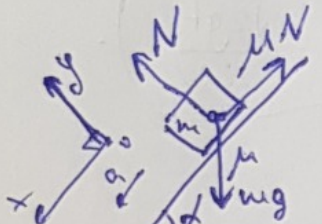
(2)



$$\cos\alpha = \frac{24}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{7}{25} \Rightarrow tg\alpha = \frac{7}{24} \approx$$

$$\approx 0{,}292$$

т.к. $\mu_1 = 0{,}5 > tg\alpha$, то коробка не сдвинется с места, если $H_0 \leq h$ при $v_0 = 0$ $\Rightarrow$



поэтому ~~она~~ её начальное положение $H_0 > h$ на уч-ке с $\mu_2 = 0{,}06 < tg\alpha$, на нём она начнёт двигаться равноускоренно.

Из динамики найдём ускорение a при движении по наклонной плоскости с коэфф. μ:

По II З.Н.:

$$\left.\begin{aligned} Ox:&\ ma = mg\sin\alpha - \mu N \\ Oy:&\ N = mg\cos\alpha \end{aligned}\right| \Rightarrow a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha) \Rightarrow \begin{aligned} a_1 &= g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) > 0 \\ a_2 &= g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) < 0 \end{aligned}$$

весь участок от H_0 до h скорость коробки v будет увеличиваться по з-ну: $v(t) = g\underbrace{(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)}t$

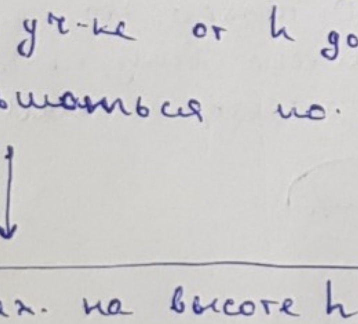
на уч-ке от h до 0 $a_2 < 0$, поэтому скорость будет уменьшаться по з-ну $v(t) = v_1 - g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)(t - \tau)$

где τ – время перемещения ~~по~~ с H_0 до h, v_1 – скорость в ~~конце~~ начале уч-ка.

↓

$\boxed{v \to max.\ на\ высоте\ h}$.

график зависимости $v(t)$ выглядит так:



Черновик

Физика 10кл.

$$\begin{cases} F\cos\alpha = mg \\ \cancel{F\cdot R\cos\alpha = mgR} \\ F\cdot(l+R)\cos^2\alpha = mgR \end{cases}$$

$$\frac{F(l+R)}{F^2} = \frac{mgR}{m^2g^2}$$

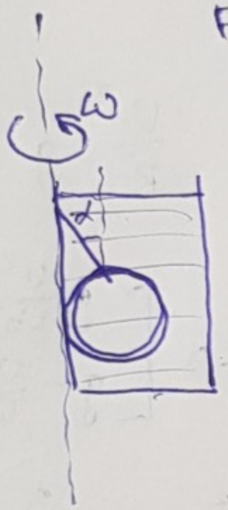
$$\frac{F}{l+R} = \frac{mg}{R}$$

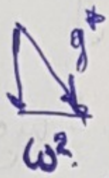
$$F = mg\left(\frac{l+R}{R}\right) = \boxed{mg\left(\frac{l}{R}+1\right)}$$

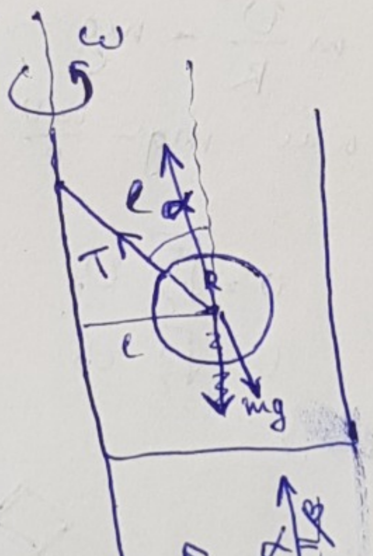
по т.-ме о 3х силах.
F, N, mg в одну точку.

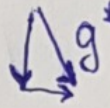
$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

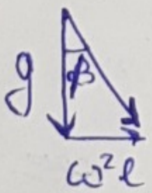




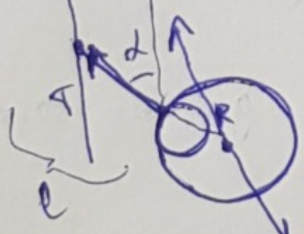


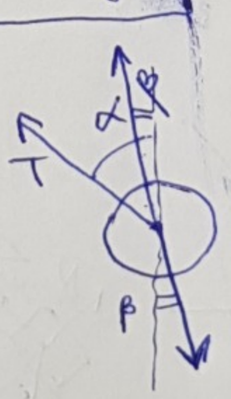


вдали от стенок
$l = \text{const}$



$$g^* = \sqrt{g^2 + \omega^4 l^2}$$



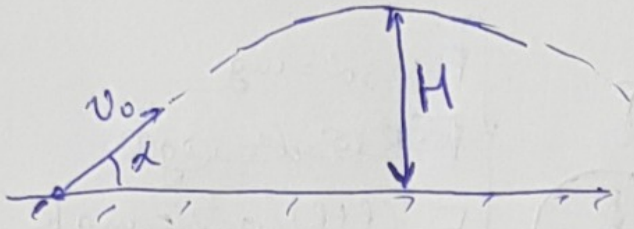


$$mg^*\cos\beta = T\cos\alpha + F_A^*\cos\beta$$
$$mg^*\sin\beta = T\sin\alpha + F_A^*\sin\beta$$

$$\operatorname{tg}\beta\,(mg^* - F_A^*) = \operatorname{tg}\alpha$$

$$\omega^2(l+R)\cos\alpha = (mg^* - F_A^*)\operatorname{tg}\alpha$$

Черновик Физика 10 кл.



$t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$H = v_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \sin^2\alpha}{2 g^2}$

$H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$ $\quad v_0 = \sqrt{\frac{2gH}{\sin\alpha}}$ $\quad \frac{v^2}{R'} = g$

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

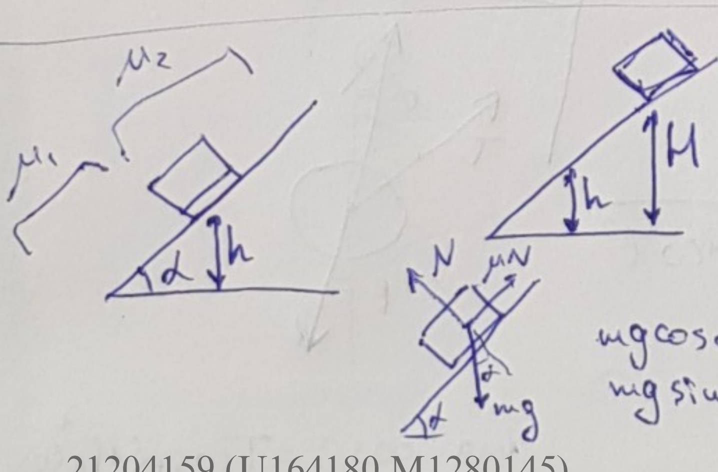
$m\frac{v^2}{R} - mg = \frac{1}{2}mg$

или $mg - \frac{mv^2}{R} = \frac{1}{2}mg$ $\Rightarrow \left[\begin{array}{l} g\frac{v^2}{v_0^2} - g = \frac{g}{2} \\ g - \frac{v^2}{v_0} g = g/2 \end{array} \right.$

$v = \sqrt{\frac{5}{2}}\, v_0$

$v = \sqrt{\frac{1}{2}}\, v_0$

$\left[\begin{array}{l} \frac{v^2}{v_0^2} - 1 = \frac{3}{2} \Rightarrow v^2 = \frac{5}{2} v_0^2 \\ v^2 = \frac{v_0^2}{2} \end{array} \right.$



24

$\cos\alpha = \frac{24}{25}$ $\quad \sin\alpha = \frac{7}{25}$

~~ctg~~ $\operatorname{tg}\alpha = \frac{7}{24} \approx 0{,}292$

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

$mg\cos\alpha = N$

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

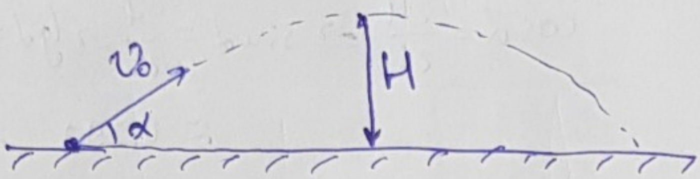
21204159 (U164180 M1280145)

Чистовик

Физика 10 класс.

страница 1.

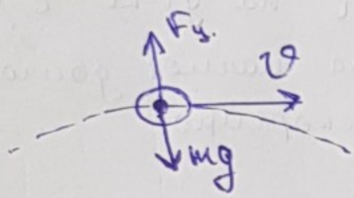
1.



З-н движения:
$$H = v_0 \sin\alpha\, t_п - \frac{g t_п^2}{2}, \quad t_п = \frac{v_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow H = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{g \cdot v_0^2 \sin^2\alpha}{2g^2} =$$

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

$$= 20 м/с$$



в верхней точке радиус кривизны траектории равен R.

Тогда, для камня ~~шарика~~: $\frac{v_0^2}{R} = g \Rightarrow$

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

Т.к. самолёт летит по той же траектории, то радиус кривизны в верхней точке такой же $\Rightarrow$ На него действует $F_{ц.} = \frac{v^2}{R} \cdot m$

Тогда, т.к. $R = \frac{1}{2} mg$ (равнодействующая) по условию, то: ~~возможны~~

$$mg - m\frac{v^2}{R} = \frac{1}{2} mg$$ — возможно только это, т.к. $\vec{R}$ направлена вниз, т.к. самолёт летит по траектории камня

$$\frac{v^2}{v_0^2} \cdot g = \frac{1}{2} g \Rightarrow v = \frac{v_0}{\sqrt{2}} \approx 14,1 м/с$$

Ответ: $v_0 = 20 м/с$; $v = 14,1 м/с$

21204159 (U164180 M1280145)

Часть 2

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

Шифр: **21204159**

ID профиля: **164180**

Вариант 4

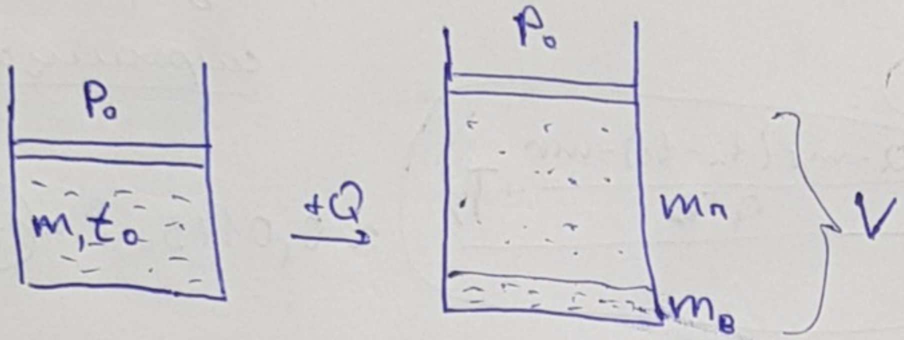
Чистовик
Физика 10класс
страница 2

4 (продолжение).

т.е. $$V=\frac{mR\left(\frac{Q-mc(t_к-t_0)-mr}{c_p\cdot}+T_к\right)}{M_B\cdot p_0}\approx 0{,}0173\ м^3\approx 17{,}3л$$

Ответ: 3,3 кДж; 17,3л

4)



1) Испарение происходило и до подведения тепла, но ~~по~~ процесс перехода ~~в~~ жидкости (воды) в пар начал происходить, когда воду нагрели до $t_к = 100°C$, ~~затра~~ подведя кол-во теплоты $\boxed{Q_1 = mc(t_к - t_0)} = 3344$ Дж $= 3{,}3$ кДж.

т.к. $Q_1 < Q$, то вода начала переходить в пар

Найдём кол-во теплоты, необходимое для перехода всей воды в пар: $Q_{в\to п} = m\cdot r = 22{,}6$ кДж

т.к. $Q > Q_1 + Q_{в\to п}$, то вся вода стала водяным паром.

т.к. $p = const$ $(= p_0)$ в процессе, то он изобарный =>

$$\Rightarrow \frac{V_0}{T_к} = \frac{V}{T}$$, где V_0 – начальный объём вод паров
V – конечный ...
$T_к = t_к + 273$
T – конечная температура

Также: $$c_p\cdot(T - T_к) = \underbrace{Q - Q_1 - Q_{в\to п}}_{Q\ \text{на нагревание вод. паров}} \Rightarrow T = \frac{Q - mc(t_к - t_0) - m\cdot r}{c_p} + T_к$$

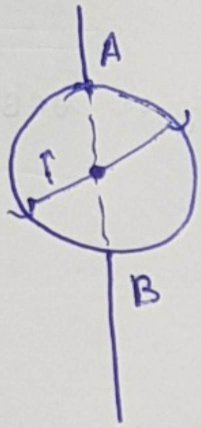
~~Тогда~~ $\cancel{V = V_0\cdot\frac{T}{T_к} = V_0\cdot\left(1 + \frac{Q - mc(t_к - t_0) - mr}{c_p\cdot T_к}\right)}$

У.С.И.Г.: $$p_0V = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p_0}$$

т.к. система замкнутая и вся вода перешла в пар, то $\nu = \frac{m}{M_в}$, где $M_в = 0{,}018$ кг/моль – молярная масса воды

Чистовик
Физика 10 класс
страница 3

(5.)



$U_{AB}=U$

сопротивление кольца $R=2\pi k$

где кольца

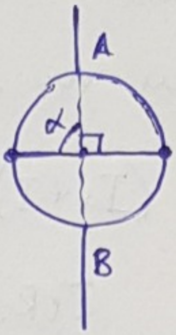
$k=const$ для любой части кольца

(т.к. k зависит только от S, $\rho_{уд.}$, радиуса, которые const в задаче)

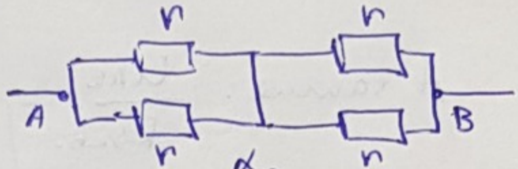
Тогда часть дуги кольца угла α имеет сопротивление

$$R(\alpha)=\alpha k = R\cdot\frac{\alpha}{2\pi}$$

1)



$\Updownarrow$ эквивалентно схеме



$\alpha=$

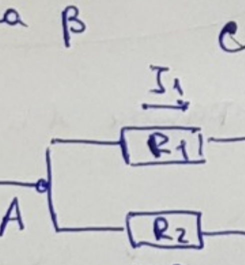
где $r=R\left(\frac{\pi}{2}\right)=\frac{R}{4}$

эквивалентное сопротивл.

$R_0=2\cdot\frac{r}{2}=r=\frac{R}{4}$

$P=\frac{U^2}{R_0}=\frac{4U^2}{R}=32$ Вт

2)



$r_1=r_{AC}=\left(\frac{\frac{\pi}{2}-\beta}{2\pi}\right)R$

$r_2=r_{AD}=\left(\frac{\pi/2+\beta}{2\pi}\right)R$

$r_3=r_{BD}=\left(\frac{\pi/2-\beta}{2\pi}\right)R$

$r_4=r_{CB}=\left(\frac{\pi/2+\beta}{2\pi}\right)R$

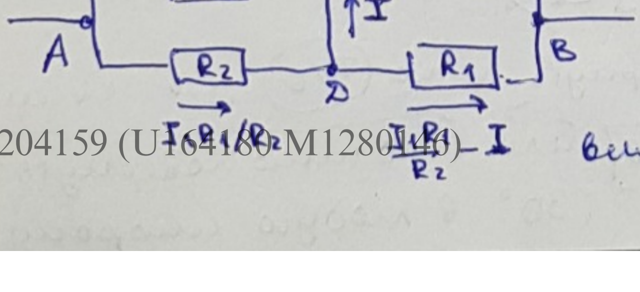
повернули ещё на β

$\Rightarrow$

$r_1=r_3=\left(\frac{\pi/2-\beta}{2\pi}\right)\cdot R=R_1$

$r_2=r_4=\left(\frac{\pi/2+\beta}{2\pi}\right)R=R_2$

Схема эквивалентна данной:



$I_{CD}=I$

$R_{экв.}=\frac{2R_1R_2}{R_1+R_2}$

пусть $I_{AC}=I_1$

Тогда, пользуясь з-ном Ома и правилом Кирхгофа, расставим токи в цепи. (рис.)

Чистовик
Физика 10класс
страница 4.

5 (продолжение)

Найдём ток I_1 из з-на Ома для контура ДСВ:

$$(I_1+I)R_2-\left(\frac{I_1R_1}{R_2}-I\right)R_1=0$$

$$I_1R_2^2+IR_2^2=I_1R_1^2-IR_1R_2$$

$$I_1=\frac{IR_2(R_2+R_1)}{R_1^2-R_2^2}=\frac{IR_2}{R_1-R_2}$$

А также: $\dfrac{U_{AB}}{R_{экв.}}=I_1+I_1\dfrac{R_1}{R_2}$

$$\frac{U(R_1+R_2)}{2R_1R_2}=\frac{IR_2}{R_1-R_2}\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\Rightarrow\frac{U}{2R_1}=\frac{IR_2}{R_1-R_2}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\frac{U}{I}=\frac{2R_1R_2}{R_1-R_2}=\frac{2\cdot\left(\frac{\pi/2-\beta}{2\pi}\right)\left(\frac{\pi/2+\beta}{2\pi}\right)R^2}{\left(\frac{\pi/2-\beta}{2\pi}-\frac{\pi/2+\beta}{2\pi}\right)R}=$$

$$=\frac{R}{\pi}\cdot\left(\frac{\frac{\pi^2}{4}-\beta^2}{-2\beta}\right)=\frac{R}{\pi}\cdot\left(\frac{\beta^2-\pi^2/4}{2\beta}\right)\Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2\pi\beta U=IR\beta^2-IR\frac{\pi^2}{4}$$

$$IR\cdot\beta^2-2\pi U\cdot\beta-IR\cdot\frac{\pi^2}{4}=0$$

решим отн. β:

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

$-\pi/6$

$\beta=3\pi/2$ – не подходит, т.к. контакты A и B замкнутся и $I\to\infty$.

Аналогично можно повернуть и на $\pi/6$, т.к. схема симметрична $\Rightarrow$ $\boxed{\beta=\pm\pi/6}$ $\Leftrightarrow$ или (можно повернуть на 30° в любую сторону.)

21204159 (U164180 M1280146)

Чистовик
Физика 10 класс
страница 5.

5 (продолжение)

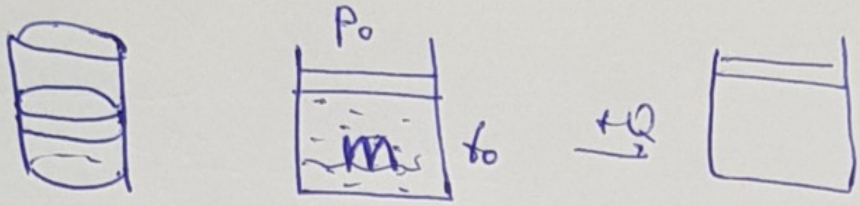
Тогда, при повороте на $\frac{\pi}{6}$: $R_2 = R/3$, $R_1 = R/6$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow R_{экв.} = \frac{2R_1R_2}{R_1+R_2} = \frac{2\cdot R}{3\cdot 6\cdot\left(\frac{1}{3}+\frac{1}{6}\right)} = \frac{2}{9}R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{R_{экв.}} = \frac{9U^2}{2R} = 36 \text{ Вт}$$

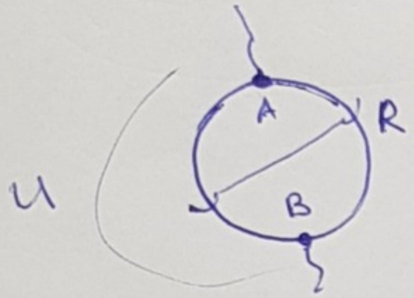
21204159 (U164180 M1280146)

Черновик Физика 10кл

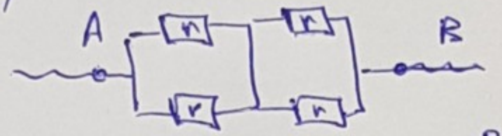


$$Q_1 = mc(t_{\cancel{100}} - t_0)$$

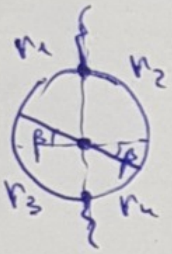
$$\frac{Q - Q_1}{r} = \Delta m$$



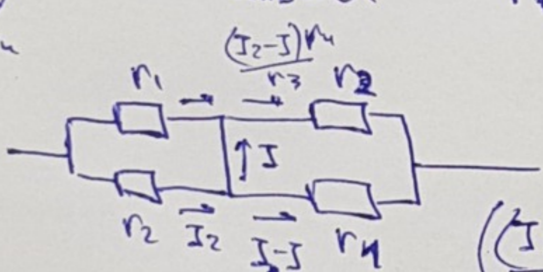
$$R = 2\pi R \cdot k$$

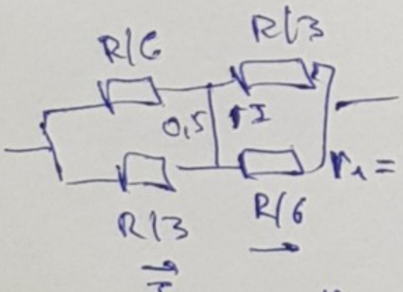


$$r = \frac{\pi R}{2} k = \frac{R}{4} \qquad R_0 = r$$



$$U_{AB} = U \qquad P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{4U^2}{R}$$





$$\left(\frac{(I_2 - I)r_4}{r_3} - I\right) r_1 = I_2 r_2$$

$$r_1 = \frac{\frac{\pi}{2} - \beta}{2\pi} R$$

$$\vec{I_1}$$

$$r_2 = \frac{\frac{\pi}{2} + \beta}{2\pi} R$$

$$I_1 = 0{,}5 \cdot \frac{R}{6}$$

$$I_2 r_4 r_1 - I r_4 r_1 - I r_1 r_3 = I_2 r_2 r_3$$

$$I_2 = \frac{I(r_1^2 + r_1 r_2)}{r_1^2 - r_2^2} = \frac{I r_1}{}$$

$$\frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{6}}{2} = \frac{R}{6} \qquad \frac{R}{3} \qquad \frac{108}{72} = 1{,}5$$

$$\frac{3\pi}{2} \qquad -\frac{12}{72} \qquad -\frac{\pi}{6} \qquad \frac{1}{6}$$

$$\frac{48 \pm 60}{72} \qquad \frac{24 \pm 60}{2 \cdot 0{,}5 \cdot 72}$$

$$\beta = \frac{\pi}{6}$$