Часть 1

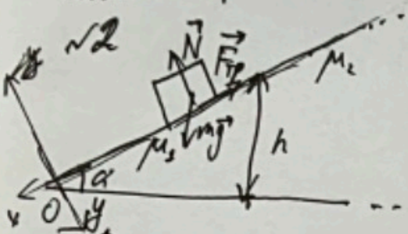
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21204503**

ID профиля: **378598**

Вариант 4

№2



Дано:

$v_0 = v = 0 \frac{м}{с}$

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

$h = 1{,}4 м$

$\mu_1 = 0{,}5$

$\mu_2 = 0{,}06$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

1) v_{max} – ?

2) S – ?

Решение:

1) Рассмотрим движение коробки на участке ниже 1,4 м.

По II закону Ньютона:

$$m\vec{a_1} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F_{тр}}$$

В проекциях на оси:

Ox: $ma_{1x} = mg\sin\alpha - \mu_1 N$

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

$N = mg\cos\alpha \Rightarrow ma_x = mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha \quad |:m.$

$$a_{1x} = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)$$

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

$$\sin\alpha = \sqrt{1-\left(\frac{24}{25}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{576}{625}} = \sqrt{\frac{49}{625}} = \frac{7}{25}$$

$$a_{1x} = 10\cdot\left(\frac{7}{25} - \frac{1}{2}\cdot\frac{24}{25}\right) = 10\cdot\left(\frac{7}{25}-\frac{12}{25}\right) = 10\cdot\frac{-5}{25} = -2\left(\frac{м}{с^2}\right)$$

$a_{1x} < 0 \Rightarrow$ коробка при движении будет замедляться. Тогда максимальная скорость на данном участке будет достигнута в верхней точке.

$S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$ — длина участка

$$S_1 = \frac{1{,}4}{7/25} = 5\ (м)$$

$\frac{v_1^2 - v^2}{2a} = S_1$, где v_1 — скорость в начале участка

$$v_1 = \sqrt{2aS_1}$$

$$v_1 = \sqrt{2\cdot 2\cdot 5} = 2\sqrt{5}\left(\frac{м}{с}\right)$$

Рассмотрим движение коробки на участке выше 1,4 м.

По II закону Ньютона аналогично:

$$a_{2x} = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)\ 2{,}224$$

$$a_{2x} = g\left(\frac{7}{25} - \frac{24}{25}\cdot\frac{3}{50}\right) \approx 2{,}224\left(\frac{м}{с^2}\right) > 0$$

$a_{2x} > 0 \Rightarrow$ коробка при движении будет ускоряться методом.

Физика, 10кл.

Тогда максимальная скорость на данном участке будет достигнута в нижней точке участка ~~траектории~~. Но эта точка является верхней точкой ~~траектории~~ участка ниже 1,4 м $\Rightarrow v_{max} = v_1 = 2\sqrt{5}\,\frac{м}{с} \approx 4{,}47\,\frac{м}{с}$.

2) $S_2 = \dfrac{v_1^2 - v_0^2}{2a}$ — путь на данном участке

$S_2 = \dfrac{(2\sqrt{5})^2}{2\cdot 2{,}224} = \dfrac{4\cdot 5}{4{,}448} = 4{,}49$ (м).

$S = S_1 + S_2 = 5 + 4{,}49 = 9{,}49$ (м).

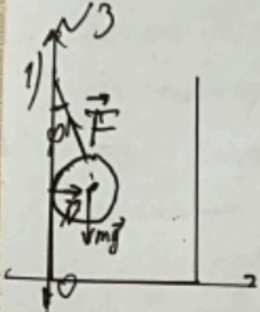
Ответ: ~~20м.~~ $v_{max} \approx 4{,}47\,\frac{м}{с}$; $S = 9{,}49$ м.

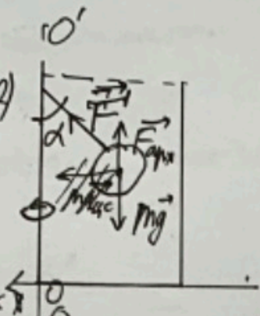
№1 г) см. на листе 3 →

Чистовик

Физика 10кл

№3





Дано:	СИ
$R = 8$ см	0,08 м
$l = 8$ см.	0,08 м
$m = 5,2$ кг	
$\alpha = 60°$	
1) F – ?	
2) T – ?	

Решение:

1) По II закону Ньютона:

$m\vec a = m\vec g + \vec N + \vec F$

Т.к. шар покоится, $\vec a = \vec 0$

В проекциях на оси:

$Ox: N - F\sin\varphi = 0$ (φ – угол между нитью и стенкой)

$Oy: mg - F\cos\varphi = 0. \Rightarrow F = \frac{mg}{\cos\varphi}$

Заметим, что нить с её продолжением до центра шара, стенка сосуда и проведённый к ней радиус образуют прямоугольный Δ.

$\sin\varphi = \frac{R}{l+R}$

$\sin\varphi = \frac{8\text{см}}{8\text{см}+8\text{см}} = \frac{1}{2}$

$\cos\varphi = \sqrt{1-\sin^2\varphi} = \sqrt{1-\left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt3}{2}$

$F = \frac{5,2\cdot 10}{\sqrt3/2} \approx 60$ (Н)

~~$F = \frac{mg}{\sqrt{1-\frac{R^2}{(l+R)^2}}}$~~

2) По II закону Ньютона:

$m\vec a = m\vec g + \vec F_{арх} + \vec F'$

Шар вращается вместе со всей системой, тогда $a_x = a_{цс} = \omega^2 r$

$a_y = 0 \frac{м}{с^2}$.

В проекциях на оси:

где $r = \sin\alpha \cdot (l+R/\sin\alpha)$

$Ox: m\omega^2 r = F'\sin\alpha$

$Oy: 0 = mg - F_{арх} - F'\cos\alpha.$

$F' = \frac{mg - F_{арх}}{\cos\alpha.}$

см лист 4 →

21204503 (U378598 M1283810)

Чистовик.

Физика, 10 кл.

По закону Архимеда:

1 $F_{арх} = \rho \cdot V \cdot g$, где $\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$, $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

$F_{арх} \approx 1000 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}07^3 \cdot 10 \approx 21{,}44$ (Н).

$mg = 5{,}2 \cdot 10 = 52$ (Н).

$\cos\alpha = \cos 60° = 0{,}5.$

$F' = \frac{52 - 21{,}44}{0{,}5} \approx 61{,}13$ (Н)

$\omega^2 (L+R) \sin\alpha = \frac{F' \sin\alpha}{m}$

$\sin\alpha \cdot \omega^2 (L+R) = \frac{F'}{m}$

$\omega = \sqrt{\frac{F' \sin\alpha}{m(L+R)\cos\alpha}}$

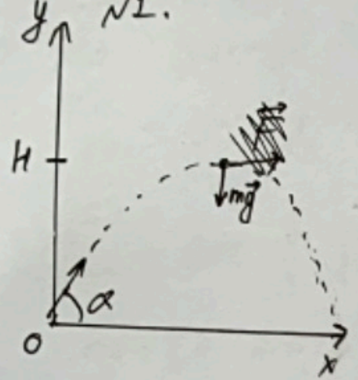
$\omega = \sqrt{\frac{61{,}13 \cdot \sqrt{3}/2}{(0{,}08+0{,}03) \cdot 5{,}2 \cdot \sqrt{}}} = \sqrt{\frac{61{,}12}{0{,}16}} \approx 8{,}57$

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

$T \approx \frac{2 \cdot 3{,}14}{8{,}57} \approx 0{,}73$

Ответ: $F \approx 60$ Н; $T \approx 0{,}73$ с

№1 см. на листе 5 →



Дано:
$\alpha = 45^\circ$
$H = 10$ м
$F = mg/2$
1) v_0 - ?
2) v - ?

Решение:

1) ~~Под~~ ~~В~~ Запишем уравнение ~~движения~~ скорости для камня:

$\cancel{\vec{S} = \vec{v_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}}$.

$\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t$.

$Ox: v_x = v_{0x} + g_x t$, где $g_x = 0 \frac{м}{с^2}$.

$\cancel{Oy: v_y = v_{0y} + g_y t}$,

$v_x = v_{0x} = v_0 \cos\alpha$.

В наивысшей точке траектории $v_y = 0 \Rightarrow v = v_x = v_0 \cos a$

По закону сохранения энергии:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{m(v_0\cos a)^2}{2}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0^2\cos^2 a}{2} = mgH \quad |:m$$

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

$\cancel{H = \frac{v_0^2\sin^2 a}{2g}}$ $v_0 = \frac{\sqrt{2\cdot10\cdot10}}{\sin 45^\circ} = \frac{10\sqrt{2}}{\sqrt{2}/2} = 20\,(\frac{м}{с})$.

$\cancel{v_0 = \sqrt{\sin}}$ 2) Движется со скоростью, постоянной по модулю, возможно по окружности.
но меняющейся по направлению, на самолёт действует
~~М~~ Пусть помимо силы тяжести на самолёт действует некоторая сила $\vec{F}$. Тогда по ~~II~~ закону ~~Ньютона~~ для наивысшей точки:

$\cancel{ma_{цс} = m\vec{g} + \vec{F}}$, ~~где~~ $a_{цс} = \frac{g}{2} = \cancel{\frac{v^2}{r}}$

$\cancel{ma_{цс} = mg}$ $F_{цс} = \frac{mg}{2} \Rightarrow ma_{цс} = \frac{mg}{2} \Rightarrow \frac{v^2}{r} = \frac{g}{2}$.

$\cancel{v = \sqrt{\frac{gr}{2}}}$

см лист 6→

Чистовик

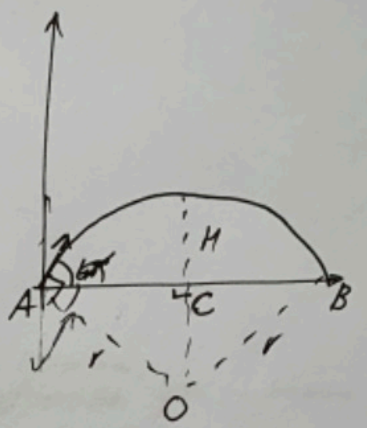
Найдём радиус окружности r:

$\vec{v} \perp AO$

$\angle CAO = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$.

$\frac{CO}{AO} = \frac{r - H}{r} = 1 - \frac{H}{r}$

$\frac{CO}{AO} = \sin\alpha$.



$1 - \frac{H}{r} = \sin\alpha \Rightarrow \frac{H}{r} = 1 - \sin\alpha \Rightarrow r = \frac{H}{1 - \sin\alpha}$

$r = \frac{10}{1 - \sin 45^\circ} = \frac{10}{1 - \frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{20}{2 - \sqrt{2}} = \frac{20(2+\sqrt{2})}{(2-\sqrt{2})(2+\sqrt{2})} = \frac{20(2+\sqrt{2})}{2} = 10(2+\sqrt{2})$ (м).

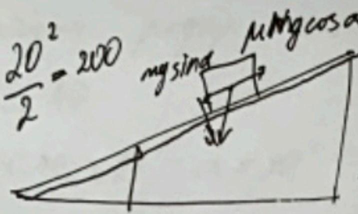
$v = \sqrt{\frac{10 \cdot 10(2+\sqrt{2})}{2}} = 10\sqrt{1 + \frac{\sqrt{2}}{2}} \simeq 13{,}1$ ($\frac{м}{с}$).

Ответ: ~~13,1 м/с~~ $v_0 = 20\frac{м}{с}$; $v = 13{,}1\frac{м}{с}$.

Черновик

Физика, 10кл

$\frac{20^2}{2} = 200$



$2\cdot 2\cdot 5 = 4\sqrt{5}$

100

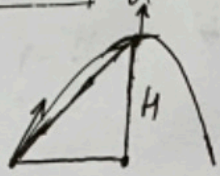
$mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$mg(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$\sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\left(\frac{24}{25}\right)^2} = \frac{7}{25}$.

$mg\,S\cdot\sin\alpha = \mu_2 mg\cos\alpha\, S_2 + \mu_1 mg\cos\alpha\, S_1$.

$\left(20\cdot\frac{1}{2}\right)^2 \quad \frac{100}{2} = 50$



$20\cdot 200$

$20\cdot\frac{\sqrt{2}}{1} = 10\sqrt{2}$

$\frac{625-576}{625} = \frac{49}{625}$

$mg\left(\frac{7}{25} - \frac{1}{2}\cdot\frac{24}{25}\right) =$

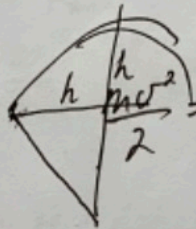
$10\cdot 10 = 100$

$mgH = A.$

$2h^2 = 2Rh$

$\mu_2 g\, S_2 \qquad \mu_2 g\cos\alpha\, S_2 \qquad mgH$

$\frac{400^2}{2} = 200$



$\frac{m\omega^2}{2} = mgh + \frac{m\upsilon^2}{2}$

$h^2 + R^2 - 2Rh + h^2 = R^2$

$R = h$

$h^2 + (R-h)^2 = R^2$

$T\cos\alpha = mg - F_{арх}$.

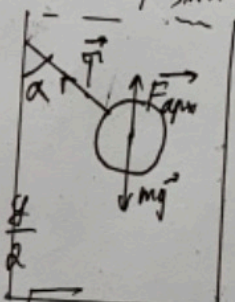
$T\sin\alpha = m\omega^2 l\sin\alpha$.

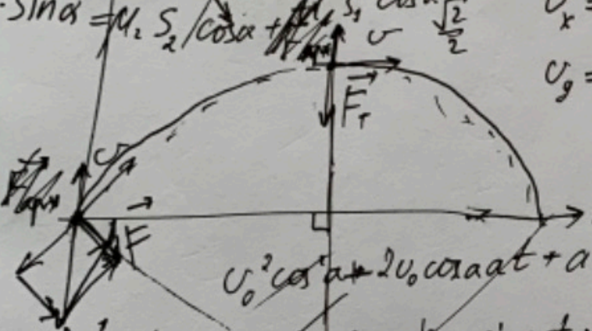
$\upsilon_0^2 =$

$S\cdot\sin\alpha = (\mu_2 S_2 + \mu_1 S_1)\cos\alpha \quad \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\upsilon_x = \upsilon_0\cos\alpha + at$

$\upsilon_y = \upsilon_0\sin\alpha - gt.$





$\frac{\upsilon^2}{r} = a_{цс} = \frac{g}{2}$

$\omega^2 =$

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

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

$\upsilon_0^2\cos^2\alpha + 2\upsilon_0\cos\alpha\, at + a^2t^2 +$

$\upsilon = \sqrt{\frac{gr}{2}}$

$10\cdot H \qquad \upsilon_{max}$.

$(S_1+S_2)\,tg\alpha = \mu_2 S_2 + \mu_1 S_1$

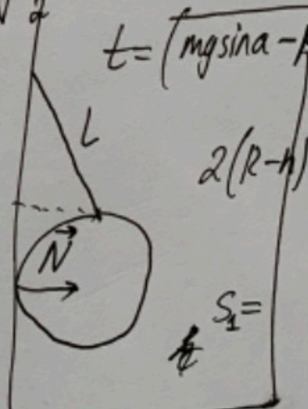
$\upsilon_0^2\sin^2\alpha - 2\upsilon_0\sin\alpha\, gt + g^2t^2 = \upsilon_0^2$.

$t = (mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha)$

$R = h$

$S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$.

$2(R-h)^2 = R^2$.



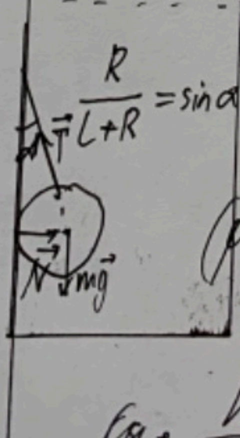
$2\upsilon_0 t(a\cos\alpha - g\sin\alpha) + t^2(a^2+g^2) = 0.$

$2R^2 -$

$(R-h) = d$

$(R-h)^2 + (R-h)^2 = R^2$

$m\vec{g} + m\vec{a} = m$



$\frac{R}{L+R} = \sin\alpha$

$T\sin\alpha = N$

$T\cos\alpha = mg.$

$m\sqrt{g^2+a^2} = \frac{mg}{2}$

$\mu_2 g\cos\alpha\, S_2 + \mu_1 g\cos\alpha\, S_1 =$

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

$= g(S_1+S_2)$

$(\mu_2 S_2 + \mu_1 S_1)\cos\alpha = (S_1+S_2)\sin\alpha$

$\sqrt{g^2+a^2} = \frac{g}{2}$

$2(\mu_2 S_2 + \mu_1 S_1)\cos\alpha = S_1 + S_2$

F

$g^2 + a^2 = \frac{g^2}{4}.$

$F\cdot S$

$\frac{h}{\sin\alpha}\cdot tg\alpha + S_2\,tg\alpha = \mu_2 S_2 + \frac{\mu_1 h}{\sin\alpha}$

$4g^2 + a^2 = g^2$.

$\frac{1{,}4\cdot 25}{24} - \frac{0{,}5\cdot 24\cdot 25}{7}$

$\frac{h}{\cos\alpha} - \frac{\mu_1 h}{\sin\alpha} = S_2(\mu_2 - tg\alpha)$

$\mu_2 mg\cos\alpha\, S_2 + \mu_1 mg\cos\alpha\, S_1 =$

Часть 2

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

Шифр: **21204503**

ID профиля: **378598**

Вариант 4

Чистовик

Физика, 10кл.

№4

Дано:

$m = 10$ г — СИ: $0{,}01$ кг

$t_0 = 20°C$

$P_0 = 1{,}0 \cdot 10^5$ Па

$Q = 33$ кДж — СИ: 33000 Дж

$c = 4180 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$r = 2{,}26 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$c_p = 2200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

1) Q_1 − ?

2) V − ?

Решение:

1) $Q_1 = cm(t - t_0)$, где $t = 100°C$ − температура кипения

$Q_1 = 4180 \cdot 0{,}01 \cdot (100 - 20) = 3344$ (Дж)

2) Найдём теплоту $Q_п$, подведённую к пару после ~~по~~ полного испарения воды:

$Q_п = Q - Q_1 - rm.$

$Q_п = 33000 - 3344 - 2{,}26 \cdot 10^6 \cdot 0{,}01 = 7056$ (Дж).

Т.к. внешнее давление постоянно, для равновесия поршня конечное давление должно быть равно начальному. Тогда пар осуществляет изобарное расширение.

По закону Гей-Люссака:

$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$, где $T_1 = 100 + 273 = 373$ К.

$\Rightarrow V_2 = V_1 \frac{T_2}{T_1}$

~~Начальный объём воды равен:~~

~~$V_0 = \frac{m}{\rho}$~~

~~$V_0 = \frac{0{,}01}{1000} = 10^{-5}$ (м³).~~

~~$A = P_0(V_1 - V_0)$ − работа по расширению пара~~

Из уравнения Менделеева − Клапейрона:

$P_0 V_1 = \frac{m}{M} R T_1$

$V_1 = \frac{mRT_1}{MP_0} = \frac{0{,}01 \cdot 8{,}31 \cdot 373}{0{,}018 \cdot 10^5} \approx 0{,}017$ (м³)

$Q_п = c_p m (T_2 - T_1)$

$T_2 = \frac{Q_п}{c_p m} + T_1 =$

$T_2 = \frac{7056}{2200 \cdot 0{,}01} + 373 = 693{,}7$ (К)

$V_2 = 0{,}017 \cdot \frac{693{,}7}{373} \approx 0{,}032$ (м³)

Ответ: $Q_1 = 3344$ Дж; $V = 0{,}032$ м³.

Чистовик.

Рузиева, 10кл.

№5.

Дано:

$R = 72$ Ом

$U = 24$ В

1) $\alpha = 90^\circ$

2-3) $I = 0{,}5$ А

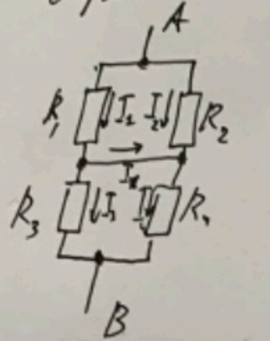
1) P - ?

2) β - ?

3) P_2 - ?

Решение:

При любом положении перемычки, кроме вертикального, цепь примет вид:



Резисторы R_1 и R_2, R_3 и R_4 соединены параллельно, а эти пары — последовательно.

Тогда общее сопротивление цепи равно:

$$R_{общ} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

1) При $\alpha = 90^\circ$ перемычка делит кольцо на 4 равные дуги. Тогда $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{R}{4}$.

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = \frac{72}{4} = 18 \text{ (Ом)}.$$

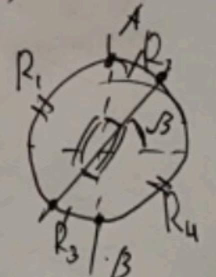
$$R_{общ} = \cancel{\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} + \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}}}\; 2 \cdot \frac{18 \cdot 18}{18 + 18} = 18 \text{ (Ом)}.$$

$$P = \frac{U^2}{R_{общ}}$$

$$P = \frac{24^2}{18} = 32 \text{ (Вт)}.$$

2) При любом положении перемычки, ~~кроме~~ мы получим $R_2 = R_3$, $R_1 = R_4$ (см. рис.)

~~Тогда Тогда~~ R_2



Найдём токи, протекающие через каждый резистор.

$$I_{12} = I_{34} = I_0 = \frac{U}{R_{общ}}.$$

$$U_{12} = I_{12} \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = I_0 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{U_{12}}{R_1} = \frac{I_0 R_2}{R_1 + R_2}, \quad I_2 = \frac{U_{12}}{R_2} = \frac{I_0 R_1}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 = \frac{U R_2}{R_{общ}(R_1 + R_2)} \quad I_2 = \frac{U R_1}{R_{общ}(R_1 + R_2)}$$

См. лист 3→

Чистовик. Фурина, 10 кл.

Аналогично:

$$U_{34} = I_{34} \cdot \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = I_0 \cdot \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_3 = \frac{U_{34}}{R_3} = \frac{I_0 R_1}{R_1 + R_2} \qquad I_4 = \frac{U_{34}}{R_4} = \frac{I_0 R_2}{R_1 + R_2}.$$

$$I_3 = \frac{UR_1}{R_{общ}(R_1+R_2)} \qquad I_4 = \frac{UR_2}{R_{общ}(R_1+R_2)}$$

По I правилу Кирхгофа:

$$I_1 = I_3 + I.$$

$$\frac{UR_2}{R_{общ}(R_1+R_2)} = \frac{UR_1}{R_{общ}(R_1+R_2)} + I$$

$$I = \frac{U(R_2 - R_1)}{R_{общ}(R_1+R_2)}$$

$$R_{общ} = \frac{2R_1R_2}{R_1+R_2} \Rightarrow I = \frac{U(R_2-R_1)}{\frac{2R_1R_2}{R_1+R_2}(R_1+R_2)} = \frac{U(R_2-R_1)}{2R_1R_2}.$$

Заметим, что при повороте на угол β дуга R_1 имеет меру $90° + \beta$ и сопротивление $R \cdot \frac{90°+\beta}{360°}$, а дуга R_2 — $90° - \beta$ и $R \cdot \frac{90°-\beta}{360°}$ соответственно.

Тогда:

$$I = \frac{U \cdot \frac{R}{360°} \cdot (90° + \beta - (90° - \beta))}{2 \cdot R\frac{90°+\beta}{360°} \cdot R\frac{90°-\beta}{360°}} = \frac{2U\beta \cdot 360°}{R(8100° - \beta^2)}$$

$$0{,}5 = \frac{24 \cdot 360 \cdot \beta}{72 \cdot (8100 - \beta^2)} = \frac{120\beta}{8100 - \beta^2} \quad \Big| \cdot 2$$

$$1 = \frac{240\beta}{8100 - \beta^2}$$

$$240\beta = 8100 - \beta^2$$

$$\beta^2 + 240\beta - 8100 = 0.$$

$$\beta_1 = 30°, \ \beta_2 = -270°$$

$$\beta \geq 0 \Rightarrow \beta = 30°$$

см. лист 4 →

Чистовик

Физика, 10кл

3) $R_1 = R \cdot \frac{90° + \beta}{360°}$

$R_2 = R \cdot \frac{90° - \beta}{360°}$

$R_1 = 72 \cdot \frac{120°}{360°} = 24$ (Ом)

$R_2 = 72 \cdot \frac{90° - 30°}{360°} = 12$ (Ом)

$R_{общ} = \frac{2 \cdot 24 \cdot 12}{24 + 12} = 16$ (Ом)

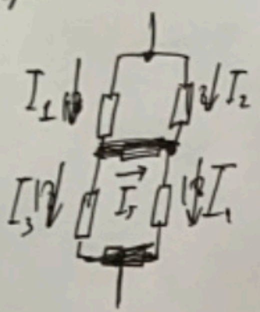
$P_2 = \frac{U^2}{R_{общ}}$

$P_2 = \frac{24^2}{16} = 36$ (Вт).

Ответ: $P = 32$ Вт; $\beta = 30°$; $P_2 = 36$ Вт

Черновик

Физика, 10кл.



$I_1 = I_3 + I_5$

$I_2 + I_5 = I_4$

$I_1 + I_2 = I_3 + I_4$

$I_1 R_1 + I_3 R_3 = U$

$I_2 R_2 + I_4 R_4 = U.$

$\cancel{I_1 R_1 + I_3 R_3} = I_2 R_3 + I_4 R_1$

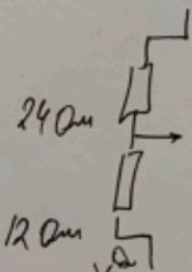
$(I_3 + I_5) R_1 + I_3 R_3 = U$

$I_2 R_2 + (I_4 + I_5) R_4 = U.$

$\frac{0{,}01}{p}$

240^2

$i = 6$



$\frac{i+2}{2} p \Delta V = Q$

$4 p_0 \Delta V = Q$

$\frac{240 \pm 300}{2}$

$\frac{60^\circ}{360^\circ} =$

$\frac{i}{2} p \Delta V$

$\Delta V = \frac{Q}{4 p_0}$

$\ln \frac{V_1}{V_0}$

$\nu \frac{m}{M}$