Часть 1

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

Шифр: **21206440**

ID профиля: **291125**

Вариант 4

БЕЛОВИК.

1

Дано:

$\alpha = 45^\circ$

$H = 10$ м

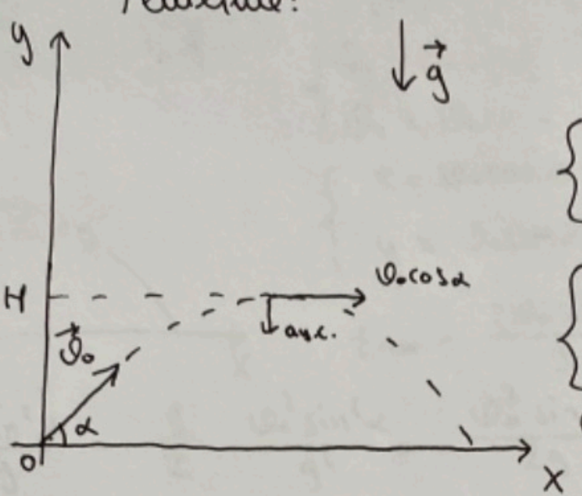
$\vartheta_0 - ?$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$F_{давл} = \frac{mg}{2}$

$V - ?$

Решение:



Запишем уравнение движения по оси

$$\begin{cases} \vartheta_x = \vartheta_0 \cos\alpha \\ \vartheta_y = \vartheta_0 \sin\alpha - gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = \vartheta_0 \cos\alpha \, t \\ y = \vartheta_0 \sin\alpha \, t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

силой сопротивления можно пренебречь

Время полета $t_{пол} = \frac{2\vartheta_{0y}}{g} = \frac{2\vartheta_0 \sin\alpha}{g}$. А время подъема до наивысшей точки $t_{под} = \frac{t_{пол}}{2} = \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g}$.

Тогда $H = \vartheta_0 \sin\alpha \cdot \frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = \frac{\vartheta_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$$\vartheta_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} \qquad \vartheta_0 = \frac{\sqrt{2gH}}{\sin\alpha} = \frac{10\sqrt{2}}{\frac{1}{\sqrt{2}}} = 20 \frac{м}{с}$$

В верх. точке $\vartheta = \vartheta_{0x} = \vartheta_0 \cos\alpha$. А $a_{ц.с.}$ действующее на камень, равно g. ~~так~~. $R_{кр}$ - радиус кривизны траектории в верхней точке. тогда, справедливо $a_{цс} = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{R_{кр}} = g$

$$R_{кр} = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{g} = \frac{400 \cdot 0{,}5}{10} = 20 \text{ м}.$$

У самолета в этой точке будет такой же $R_{кр}$.

По второму закону Ньютона. $F_{давл}$ сил равна ma. В нашем случае, т.к. самолет летит с V-const. $a = a_{ц.с} = \frac{V^2}{R_{кр}}$.

$$F_{давл} = m\frac{V^2}{R_{кр}} \qquad \frac{mg}{2} = m\frac{V^2}{R_{кр}} \qquad V^2 = \frac{gR_{кр}}{2} = \frac{g}{2} \cdot \frac{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha}{g}$$

$$V = \frac{\vartheta_0 \cos\alpha}{\sqrt{2}} = 20 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = 10 \frac{м}{с}$$

Ответ: $\vartheta_0 = 20 \frac{м}{с}$. $V = 10 \frac{м}{с}$

ЛИСТ 1

21206440 (U291125 M1280163)

③ БЕЛОВИК

Дано:

$R = 8$ см

$L = 8$ см

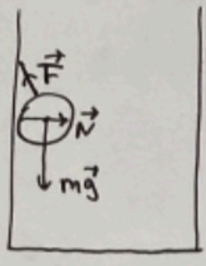
$m = 5,2$ кг

F - ?

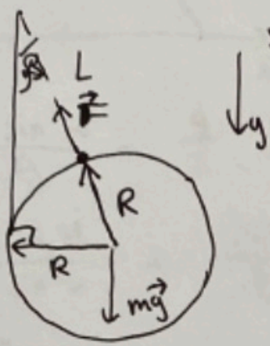
$\alpha = 60°$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

T - ?



Т.к. шар находится в равновесии, то ~~т.к.~~ по теореме о трех силах. F, N, mg пересекаются в одной точке, т.е. в центре шара. (т.к N и mg перес. в центре шара).



$$\sin\beta = \frac{R}{L+R} = \frac{1}{2} \qquad \beta = 30°$$

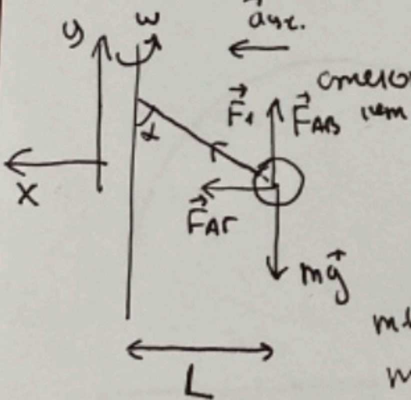
усл равновесия оу: $mg - F\cos\beta = 0$

$$F = \frac{mg}{\cos\beta} = \frac{5,2 \cdot 10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \simeq 60 \text{ Н}$$

~~$V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 2144,66$ см^3~~

ρ - плотность воды.

Сосуд наполняют водой.



$L = (R+L)\sin\alpha$. учитываем радиус шара

$a_{цс} = \omega^2 L = \omega^2 (R+L)\sin\alpha$

Допустим, ~~т.к.~~ шарик сделан из воды (ну или такой же плотности, как вода). т.к. сила архимеда не зависит от плотности тела. Этот водяной шарик, на него будет действовать сила Архимеда, ~~равная его массе. т.к. он будет~~ не будет двигаться по вертикали. вертикальная составл. силы архимеда будет равна

$F_{АВ} = V\rho g$. т.к. по горизонтали водяной шарик тоже не двигается, то $F_{АГ} = V\rho a_{цс}$.

усл равновес оу: $F_{АВ} + F_1\cos\alpha = mg$ 1) $V\rho g + F_1\cos\alpha = mg$

ох: II з.Н. $F_1\sin\alpha + F_{АГ} = m\omega^2(R+L)\sin\alpha$

2) $F_1\sin\alpha + V\rho\omega^2(R+L)\cancel{\sin\alpha} = m\omega^2(R+L)\cancel{\sin\alpha}$

лист 3

Беловик

(3) $F_1 = \omega^2 (R+L)(m - V\rho)$

подставим в другое уравн 1).

$$V\rho g + \omega^2 (R+L)(m - V\rho)\cos\alpha = mg$$

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

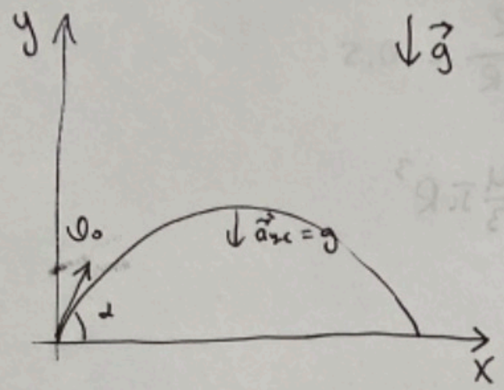
$$\omega = \sqrt{\frac{g}{(R+L)\cos\alpha}}$$

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

лист 4

21206440 (U291125 M1280163)

ЧЕРНОВИК



$\downarrow \vec{g}$

$\alpha = 45°$

$$\begin{cases} \upsilon_y = \upsilon_0 \sin\alpha \\ \upsilon_x = \upsilon_0 \cos\alpha \end{cases}$$

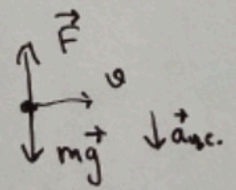
$$\begin{cases} x = \upsilon_0 \cos\alpha\, t \\ y = \upsilon_0 \sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

$$t_{пол} = \frac{2\upsilon_0 \sin\alpha}{g} \qquad t_{под.} = \frac{\upsilon_0 \sin\alpha}{g}$$

$$H = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{g} - \frac{g}{2} \cdot \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{g^2} = \frac{\upsilon_0^2 \sin^2\alpha}{2g} = H$$

$$\upsilon_0^2 = \frac{2gH}{\sin^2\alpha} = \frac{200}{\frac{1}{2}} \qquad \upsilon_0 = 20\,\frac{м}{с}$$

$$\frac{\upsilon_0^2 \cos^2\alpha}{R_{кр}} = g \qquad R_{кр} = \frac{\upsilon_0^2 \cos^2\alpha}{g} = 10\,м$$



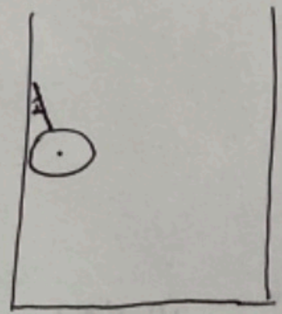
$$\Sigma \vec{R}$$

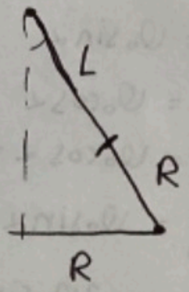
$$\frac{mg}{2} = m\frac{\upsilon_{сам}^2}{R_{кр}}$$

$$\sqrt{28 \cdot \left(0{,}5 \cdot \frac{24}{7} - 1\right)}$$

21206440 (U291125 M1280163)

ЧЕРНОВИК





0,008

$$\frac{R}{L+R} = 0.5$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3$$

682,666

4,448

$V\rho\cancel{g}.$ $a_{ц.с} = \cancel{g}.$

БЕЛОВИК

② Дано:

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

$h = 1{,}4$ м

если ~~h<14~~

$H < h$. $\mu_1 = 0{,}5$

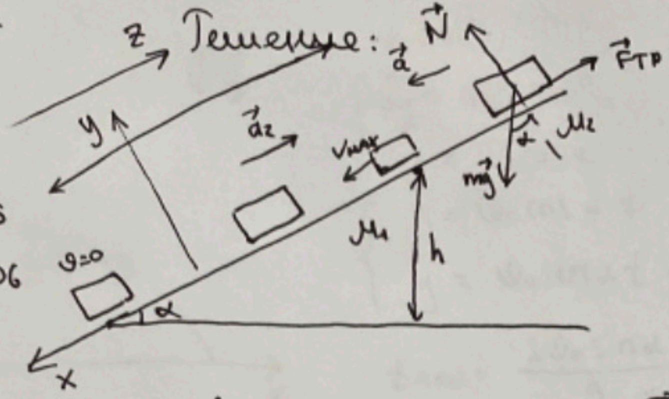
$H > h$ $\mu_2 = 0{,}06$

$\vartheta_0 = 0$

V_{max} – ?

S – ?

Решение:



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

$\sin\alpha = \sqrt{\frac{625-576}{625}}$

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

$tg\,\alpha = \frac{7}{24}$

II з. Ньютона $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$

oy: $N - mg\cos\alpha = 0$. $\underline{N = mg\cos\alpha}$.

если тело двигается, то $F_{тр} = F_{тр\,скольж} = \mu N = \mu mg\cos\alpha$.

ox: $mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha = ma_x$ $\quad a_x = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$.

т.к. $a_x > 0$, то $\sin\alpha - \mu\cos\alpha > 0$ $\quad tg\,\alpha > \mu$.

Т.к. вначале ~~...~~ коробка съезжает с поверхности μ_2. и $tg\,\alpha = \frac{7}{24} > \mu_2$. то коробка будет разгоняться.

далее ~~оно~~ коробка попадает на поверхность μ_1. Т.к. $tg\,\alpha < \mu_1$, то оно будет тормозить. Значит V_{max} будет ~~в~~ на границе поверхностей, т.е. на высоте h.

$a_{2_x} = g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)$. S_1, пройденный на μ_1, равен.

без времени

$S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$. уравнен. из кинематики: $S_1 = \frac{V_{max}^2}{2a_2}$

$$V_{max} = \sqrt{2a_2S_1} = \sqrt{2g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)\frac{h}{\sin\alpha}} = \sqrt{2gh(\mu_1 ctg\alpha - 1)} \approx 4{,}5\ \frac{м}{с}$$

Т.к. на ~~наклон~~ поверхности μ_2 он разгонялся до V_{max} от начальной скорости. Та же формула из кинематики $a = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)$

$$S_2 = \frac{V_{max}^2}{2a} = \frac{2g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)\frac{h}{\sin\alpha}}{2g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)} = \frac{(\mu_1 ctg\alpha - 1)}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha}\,h \approx 4{,}5\ м$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{h}{\sin\alpha} + S_2 = 5 + 4{,}5\ м = 9{,}5\ м$$

ЛИСТ 2

Ответ: $V_{max} = 4.5\ \frac{м}{с}$. $S = 9{,}5$ м

Часть 2

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

Шифр: **21206440**

ID профиля: **291125**

Вариант 4

(4) БЕЛОВИК

Дано:

$m = 10\,г = 10^{-2}\,кг$

$t_0 = 20°C$

$T_0 = t_0 + 273 = 293\,K$

$p_0 = 10^5\,Па$

$Q = 33 \cdot 10^3\,Дж$

$Q_1 - ?$

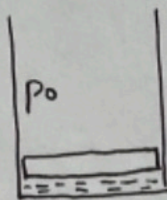
$V - ?$

$c = 4180\,\frac{Дж}{кг \cdot K}$

$r = 2{,}26 \cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}$

$c_p = 2200\,\frac{Дж}{кг \cdot K}$

Решение:



поршень – легкий. значит $m_п = 0\,кг$

т.к. сверху воды есть поршень, то вода начнет испаряться только если настигнет температуры кипения. $t_{кип}$ при $p_0 = 10^5\,Па$ (атмосферном давл) равна $t_{кип} = 100°C$

тогда. уравнение теплового баланса:

$$mc(t_{кип} - t_0) = Q_1$$

$$Q_1 = 10^{-2} \cdot 4180 \cdot 80 = 3344\,Дж$$

оставшееся кол-во теплоты равно $\underline{Q - Q_1}$

$Q - Q_1 = 29656\,Дж$. Т.к. $m \cdot r = 22600\,Дж$.

то $mr < Q - Q_1$. Значит, вся жидкость превратится в пар, и еще пар нагреется до температуры T_1.

$m_{пар}$ – масса пара. μ – молярн. масса пара.

из закона термодинамики $Q = \Delta U + A'$. A' – работа совершенная газом. $Q = c_p m_{пар} \Delta T$ $\quad \Delta U = \frac{i}{2} \frac{m_{пар}}{\mu} R \Delta T$.

Менделеев Клап.

для нач. состоян. 1) $pV_1 = \frac{m_{пар}}{\mu} RT_1$ $\quad$ 2) $pV_2 = \frac{m_{пар}}{\mu} RT_2$.

из 2) – 1) $p\Delta V = \frac{m_{пар}}{\mu} R \Delta T = A'$ $\quad$ i – степень свободы.

работа газа

$$c_p m_{пар} \Delta T = \frac{i}{2} \frac{m_{пар}}{\mu} R \Delta T + \frac{m_{пар}}{\mu} R \Delta T$$

$$c_p = \frac{R}{\mu}\left(\frac{i}{2} + 1\right) \qquad \frac{R}{\mu} = \frac{c_p}{\frac{i}{2} + 1}$$

при $p_0 = 10^5\,Па$

Количество теплоты, которое пойдет на нагрев пара, равно

$Q - Q_1 - mr = 7056\,Дж$ $\quad T_п = 100°C + 273 = 373\,K$

$m \cdot c_p \cdot (T_1 - T_п) = 7056\,Дж$ $\quad T_1 = \frac{7056}{m \cdot c_p} + T_п \approx 694\,K$

Давление пара будет равно p_0.

ЛИСТ 1

БЕЛОВИК

уравн. Менделеева - Клапейрона для нагретого пара

$p_0 V = \frac{m}{\mu} R T_1$

$\boxed{V = \frac{m}{p_0} T_1 \frac{c_p}{\frac{i}{2}+1}}$

для водяного пара $i=6$.

$\boxed{V = \frac{10^{-2}}{10^{5}} \cdot 694 \cdot \frac{2200}{4} = 38{,}2 \text{ л}}$

Ответ: $Q_1 = 3344$ Дж. $V = 38{,}2$ л

ЛИСТ 2

БЕЛОВИК

⑤ Дано:

$R = 72$ Ом

$U = 24$ В

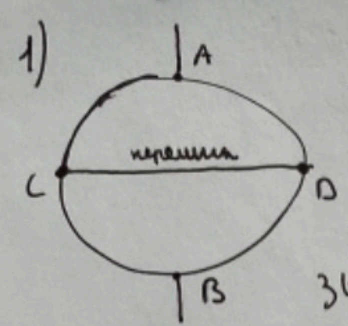
1) P - ? $\alpha = 90°$

2) $I = 0{,}5$ A; β - ?

3) P_c - ?

Решение:

1)

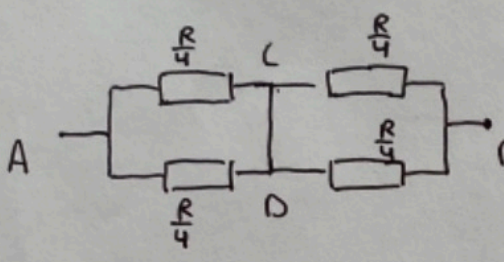


Т.к. сопротивление проволоки $R = \rho\frac{L}{S}$, то $\boxed{R \sim L}$.

отрезки AC, CB, BD, AD равны по длине четверти всей окружности.

Значит $R_{AC} = R_{CB} = R_{BD} = R_{AD} = \frac{R}{4}$

Нарисуем эквив. схему.



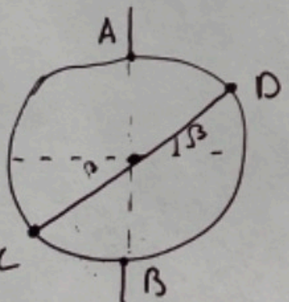
Видно, что получается сбалансированный мост. $\left(\frac{R}{4}\cdot\frac{R}{4} = \frac{R}{4}\cdot\frac{R}{4}\right)$.

Значит ток по перемычке не идет. $R_{экв} = \frac{\left(\frac{R}{4}+\frac{R}{4}\right)}{2} = \frac{R}{4}$.

И $P = \frac{U^2}{R_{экв}} = \frac{4U^2}{R} = 32$ Вт

2)

угол β - в радианах.

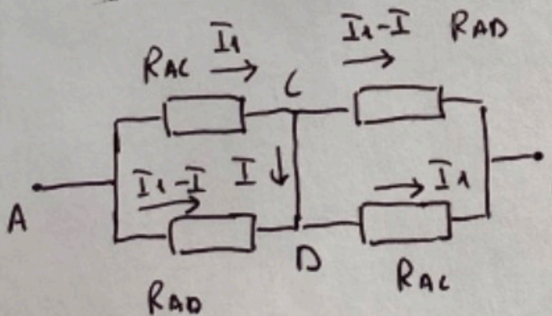


тогда, т.к. $R \sim L$, то

$$R_{AD} = R_{BC} = \frac{R}{4} - \frac{\beta}{2\pi}R = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right)$$

$$R_{AC} = R_{BD} = \frac{R}{4} + \frac{\beta}{2\pi}R = \frac{R}{2}\left(\frac{1}{2} + \frac{\beta}{\pi}\right)$$

Нарисуем экв. схему



Можно считать, что CD - перемычка. Значит R_{AC} и R_{AD} подключены параллельно. и так же R_{CB} и R_{DB}.

Если через R_{AC} идет I_1, по перемычке I вниз, через AD по первому закону Кирхгофа $I_1 - I$. через $AD = I_1 - I$

(~~из симмет~~ т.к. ACD и DCB одинак., просто ACD перевернули).

ЛИСТ 3

Запишем разность пот. для $A \to D \to B$.

1) $(I_1 - I)R_{AD} + I_1 R_{AC} = U$

для ~~$A \to D \to C \to B$ $2(I_1 - I)R_{AD} = U$~~ $\Rightarrow$ ~~$(I_1 - I)R_{AD} = \frac{U}{2}$~~

Беловик

для $A \to C \to D \to B$ $\quad 2I_1 R_{AC} = U$ $\quad I_1 = \frac{U}{2R_{AC}}$

1) $R_{AD} + R_{AC} = \frac{R}{2}$

$I_1(R_{AD} + R_{AC}) - I R_{AD} = U$

$\frac{U}{2R_{AC}} \cdot \frac{R}{2} - I R_{AD} = U$

пусть $\frac{\beta}{2\pi} = x$. тогда $R_{AD} = 18 - 72x = 18(1-4x)$

$R_{AC} = 18(1+4x)$

$$\frac{24}{\cancel{2} \cdot \cancel{18}(1+4x)} \cdot \frac{\cancel{72}^{4}}{2} - 0{,}5 \cdot 18(1-4x) = 24$$

$$\frac{24}{1+4x} - 9 + 36x = 24$$

$$\overset{8}{\cancel{24}} + \overset{12}{\cancel{36}}x(1+4x) = \overset{11}{\cancel{33}}(1+4x) \quad 13$$

$$8 + 12x + 48x^2 = 11 + 44x$$

$$48x^2 - 32x - 3 = 0 \qquad \sqrt{D} = 40$$

$$x = \frac{32 \pm 40}{96} \qquad x_1 = -\frac{8}{96} = -\frac{1}{12} \qquad x_2 = \frac{72}{96} = \frac{3}{4}$$

$\beta_1 = -\frac{\pi}{6} = -30°$ $\qquad \beta_2 = \frac{3}{2}\pi = 270°$ - не подходит

т.е. можно повернуть в обе стороны на $\beta_1 = 30°$.

$\beta_2 = 270°$ не подходит, т.к. в этом случае ~~ти~~ ток не пойдет через кольцо вообще, а пойдет через перемычку (она будет соединять A и B). ~~будет~~. $\quad R_{экв} = \frac{\overset{2}{\cancel{24}} \cdot 12}{\cancel{36}_3} \cdot 2 = 16$ Ом

$R_{AC} = 12$ Ом

при $x = -\frac{1}{12}$

$R_{AD} = 18 + \frac{72}{12} = 24$ Ом

$P_2 = \frac{U^2}{R_{экв}} = \frac{24^2}{16} = 36$ Вт

Ответ: $P = 32$ Вт. $\beta = \pm 30°$. $\quad P_2 = 36$ Вт

лист 4

21206440 (U291125 M1280164)

$-m_{пар}$

$$Q = \Delta U + A'$$

$$c_p\, m_{пар} \cancel{\Delta T} = \frac{i}{2} \frac{m_{пар}}{\mu} R \cancel{\Delta T} + \frac{m_{пар}}{\mu} R \cancel{\Delta T}$$

$$c_p = \frac{R}{\mu}\left(\frac{i}{2} + 1\right)$$

$$p \cdot \Delta V$$

$$p V_1 = \frac{m_{пар}}{\mu} R T_1 \qquad p_0 V_{пар} = \frac{m_{пар}}{\mu} R T_0$$

$$p V_2 = \frac{m_{пар}}{\mu} R T_2$$

$$V_{пар} = \frac{m_{пар}}{p_0} T_0 \frac{c_p}{\frac{i}{2}+1}$$

$$p \Delta V = \frac{m_{пар}}{\mu} R \Delta T$$

$$2 \cdot I \cdot \frac{R}{4} = U \qquad I = \frac{2U}{R}$$

$$I^2 \cdot \frac{R}{4} \cdot 4 = \frac{4U^2}{R^2} \cdot R = \frac{4U^2}{R}$$

$$2 I_1 R_{AC} = U \qquad I_1 = \frac{U}{2R_{AC}}$$

ЧЕРНОВИК

$m = 10г$

$t_0 =$

$R = 72 Ом$

пусть длина проволоки – L

т.к. $R = \rho \frac{L}{S}$

то $R \sim L$.

ЧЕРНОВИК

1) $I_1 (R_{AD} + R_{AC}) - I R_{AD} = U$

2) $I_1 = \frac{U}{2R_{AD}} + I$. $\quad \boxed{R_{AD} + R_{AC} = \frac{R}{2}}$

$$\left(\frac{U}{2R_{AD}} + I\right) \cdot \frac{R}{2} - I R_{AD} = U$$

$$\left(\frac{U}{R\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right)} + I\right) \frac{R}{2} - I \cdot \frac{R}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right) = U$$

$$\left(\frac{24}{72\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right)} + 0.5\right) \cdot 36 - 0.5 \cdot 36\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right) = 24$$

$$\frac{12}{\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}} + 18 - 9 + \frac{18\beta}{\pi} = 24$$

$$\frac{12}{\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}} + \frac{18\beta}{\pi} = 15 \qquad \frac{4}{\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}} + \frac{6\beta}{\pi} = 5$$

$\pi - 2\beta$

$$4 + \frac{6\beta}{\pi}\left(\frac{1}{2} - \frac{\beta}{\pi}\right) = \frac{5}{2} - \frac{5\beta}{\pi} \quad \Big| \, 2\pi$$

$$8\pi + \cancel{12\beta} + 6\beta - \frac{12\beta^2}{\pi} = 5\pi - 10\beta$$

$$\frac{12\beta^2}{\pi} - 16\beta - 3\pi = 0 \qquad 12\beta^2 - 16\beta\pi$$

$1024 + 4 \cdot 48 \cdot 3$

18