Часть 1

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

Шифр: **21204408**

ID профиля: **88158**

Вариант 3

ЧИСТОВИК

Вариант 10-03

Часть 1

Задача 1

Дано:

$\alpha = 60°$

$S = 17$ м

$m = 1$ кг

$v = \frac{v_0}{4}$

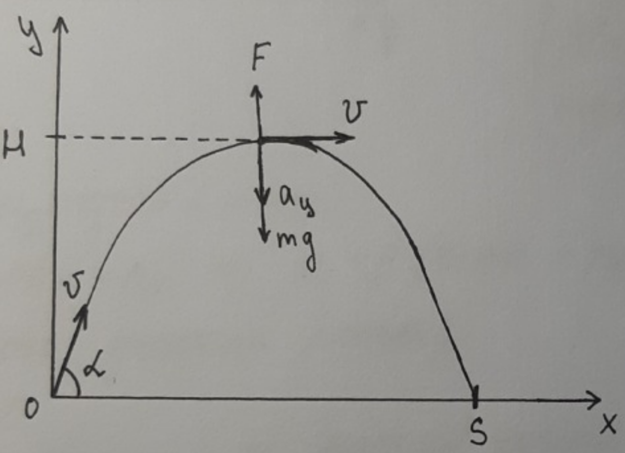
1) v_0 – ?

2) F – ?

Решение:

1) $S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0^2 = \frac{Sg}{\sin 2\alpha} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{\sin 2\alpha}}$

$v_0 = \sqrt{\frac{17 \cdot 10}{\sin 120°}} = \sqrt{\frac{17 \cdot 10 \cdot 2}{\sqrt{3}}} \approx 14 \ \left(\frac{м}{с}\right)$

2) 

$mg - F = ma_ц$

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

$F = m\left(g - \frac{v^2}{R}\right)$

$F = m\left(g - \frac{v_0^2}{16R}\right)$

R – радиус кривизны

Найдем координату H (высшая точка)

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

ЧИСТОВИК

Вариант 10-03

Часть 1

Задача 2

Дано:

$\alpha = 30^\circ$

$h = 2$ м

$\mu_1 = 0{,}81$

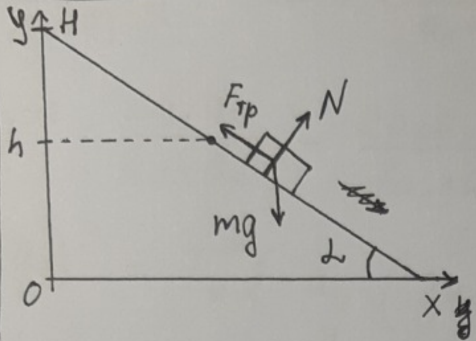
$\mu_2 = 0{,}11$

$v_0 = 0 \frac{м}{с}$

1) T - ?

2) H - ?

Решение:



Запишем 2й закон Ньютона ~~в~~

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{тр} = m\vec{a}$$

Для первого участка (верхн.)

~~$N = mg\sin\alpha$~~

$$\begin{cases} N = mg\cos\alpha \\ mg\sin\alpha - \mu_2 N = ma_1 \end{cases}$$

$$mg\sin\alpha - \mu_2 mg\cos\alpha = ma_1$$

$$g\sin\alpha - \mu_2 g\cos\alpha = a_1 \Rightarrow a_1 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha); \quad a_1 = \left(\frac{1}{2} - 0{,}11\frac{\sqrt{3}}{2}\right)g \approx$$

$$\approx 0{,}4g$$

Для второго участка (нижн.)

$$\begin{cases} N = mg\cos\alpha \\ \mu_1 N - mg\sin\alpha = ma_2 \end{cases} \Rightarrow \mu_1 g\cos\alpha - g\sin\alpha = a_2 \Rightarrow a_2 = g(\mu\cos\alpha - \sin\alpha)$$

$$a_2 = \left(0{,}81\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right)g \approx$$

$$\approx 0{,}4g$$

Тогда

$$\begin{cases} (H-h)\cdot\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{a_1 t_1^2}{2} \\ h\cdot\frac{1}{\sin\alpha} = \frac{-a_2 t_2^2}{2} + a_1 t_1 t_2 \\ t_1 + t_2 = T \\ 0 = a_1 t_1 - a_2 t_2 \end{cases}$$

Т.к. $\alpha = 30^\circ$, то сразу можно заменить $\sin\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{1}{\sin\alpha} = 2$

Тогда

$$\begin{cases} 2(H-h) = \frac{a_1 t_1^2}{2} \\ 2h = a_1 t_1 (T - t_1) - \frac{a_2 (T-t_1)^2}{2} \\ a_1 t_1 = a_2 (T - t_1) \end{cases}$$

$$t_1 = \frac{a_2 T}{a_1 + a_2} \Rightarrow \begin{cases} 4(H-h) = \frac{a_1 a_2^2 T^2}{(a_1+a_2)^2} \\ 4h = 2a_1 \frac{a_2 T}{a_1 + a_2}\left(T - \frac{a_2 T}{a_1+a_2}\right) - a_2\left(T - \frac{a_2 T}{a_1 + a_2}\right)^2 \end{cases}$$

ЧИСТОВИК

Вариант 10-03

Часть 1

Задача 2 (прод.)

$$4h = \frac{2a_1a_2}{a_1+a_2}\left(T^2 - T^2\frac{a_2}{a_1+a_2}\right) - a_2T^2\left(1+\frac{a_2^2}{(a_1+a_2)^2} - \frac{2a_2}{a_1+a_2}\right)$$

$$4h = T^2\left(\frac{2a_1a_2}{a_1+a_2} - \frac{2a_1a_2^2}{(a_1+a_2)^2} - a_2 - \frac{a_2^3}{(a_1+a_2)^2} + \frac{2a_2^2}{a_1+a_2}\right)$$

$$4h(a_1+a_2)^2 = T^2 \cdot a_2\left(2a_1(a_1+a_2) - 2a_1a_2 - (a_1+a_2)^2 - a_2^2 + 2a_2(a_1+a_2)\right)$$

$$T^2 = \frac{4h(a_1+a_2)^2\cdot\frac{1}{a_2}}{2a_1(a_1+a_2) - 2a_1a_2 - (a_1+a_2)^2 - a_2^2 + 2a_2(a_1+a_2)} =$$

$$\cancel{= \frac{4h\cos^2\alpha(\mu_2-\mu_1)^2}{2(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)\cos\alpha(\mu_2-\mu_1)}}$$ Т.к. $a_1 \approx 0{,}4g$; $a_2 \approx 0{,}4g \Rightarrow a_2 = a_1 = 0{,}4g$

$$\cancel{T^2 = \frac{4h\cdot 0{,}8}{2\cdot 0{,}4\cdot 0{,}8 - 2\cdot 0{,}4^2 - 0{,}8^2 - 0{,}4^2 + 2\cdot 0{,}4\cdot 0{,}8}}$$

$$T^2 = \frac{4h\cdot 0{,}8^2\cdot\frac{1}{0{,}4}}{4\cdot 0{,}4\cdot 0{,}8 - 3\cdot 0{,}4^2 - 0{,}8^2} = \frac{4h\cdot 4\cdot\frac{1}{0{,}4g}}{8-3-4} = \frac{16h}{0{,}4g} = 40\frac{h}{g}$$

$$T = \sqrt{40\frac{h}{g}} \Rightarrow \underline{T} = \sqrt{40\cdot\frac{2}{10}} = 2\sqrt{2} \approx \underline{2{,}8\ (c)}$$ ← Ответ

$$2(H-h) = \frac{a_1a_2^2T^2}{(a_1+a_2)^2}$$

$$2H = \frac{0{,}4g\cdot 0{,}4^2\cdot 40h}{0{,}8^2\cdot g} + 2h \Rightarrow H = \frac{0{,}4\cdot 20h}{4} + 2h = 2h + 2h = 4h$$

$$H = 8\ (м)$$

Ответ: 1) $T \approx 2{,}8$ с

2) $H = 8$ м.

ЧИСТОВИК

Вариант 10-03

Часть 1

Задача 3

Дано:

$R = 5$ см

$l = 15$ см

$m = 0,8$ кг

$\omega = 10\ \frac{рад}{с}$

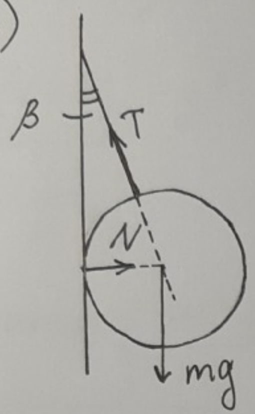
---

1) $N - ?$

2) $\alpha - ?$

Решение:

1)



На шар действует 3 силы и он находится в покое => ~~эти силы~~ линии действие этих сил пересек. в одной точке.

Т.к. линии действ. $\vec{N}$ и $m\vec{g}$ пересек. в центре шара => линия действие $\vec{T}$ проходит через центр шара

Тогда:

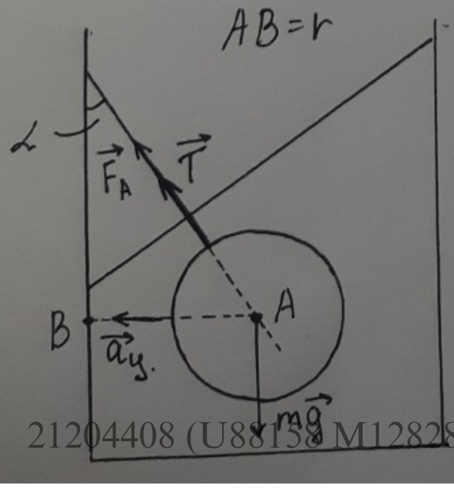
$$\begin{cases} T\sin\beta = N \\ T\cos\beta = mg \end{cases} \qquad \sin\beta = \frac{R}{l+R} \qquad \cos^2\beta = \frac{(l+R)^2 - R^2}{(l+R)^2}$$

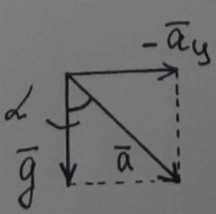
$$T = \frac{mg}{1 - \frac{R^2}{(l+R)^2}} = \frac{mg(l+R)^2}{(l+R)^2 - R^2}$$

$$N = T\sin\beta = \frac{mg(l+R)^2}{(l+R)^2 - R^2} \cdot \frac{l}{l+R} = \frac{mgl(l+R)}{(l+R)^2 - R^2}$$

$$N = \frac{0,8 \cdot 10 \cdot 0,15 \cdot 0,2}{0,2^2 - 0,15^2} = \frac{8 \cdot 15 \cdot 20}{20^2 - 15^2} = \frac{8 \cdot 15 \cdot 20}{175} \approx 13,7\ (Н)$$

2)





$$tg\,\alpha = \frac{a_y}{g} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

Также $\sin\alpha = \cancel{l+R}\ \frac{r}{l+R}$

Тогда $$tg\,\alpha = \frac{r}{\sqrt{(l+R)^2 - r^2}} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

ЧИСТОВИК

Вариант 10-03

Часть 1

Задача 3 (продолж.)

$$g^2 r^2 = \omega^4 r^2 \left(\ell^2 + R^2 - 2\ell R - r^2\right)$$

$$\cancel{\omega^4} \quad r^4 \omega^4 + r^2\left(g^2 - \omega^4 (\ell+R)^2\right) = 0, \quad r \neq 0$$

$$r^2 \omega^4 = \omega^4 (\ell+R)^2 - g^2$$

$$r = \sqrt{(\ell+R)^2 - \frac{g^2}{\omega^4}}\ ; \quad r = \sqrt{0,2^2 - \frac{100}{10000}} \approx 0,17\ (\text{м})$$

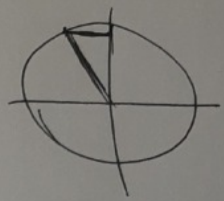
~~Ответ~~ $$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{\omega^2 \sqrt{(\ell+R)^2 - \frac{g^2}{\omega^4}}}{g}\right) = \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{\omega^4}{g^2}(\ell+R)^2 - 1}\right)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\left(\sqrt{100 \cdot 0,2^2 - 1}\right) = \operatorname{arctg}\left(\sqrt{3}\right) = 60^\circ$$

Ответ: $N \approx 13,7$ Н; $\alpha = 60^\circ$.

ЧЕРНОВИК

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



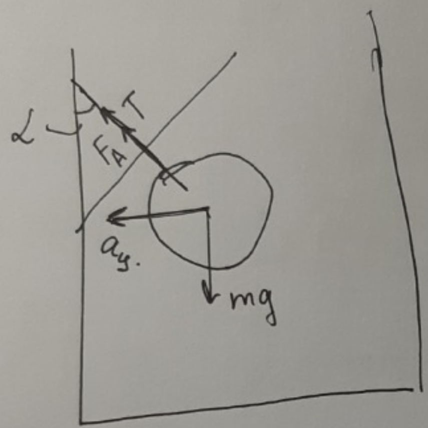
$$L = v_0 \cos\alpha\, t \cdot 2$$

$$v_0 \sin\alpha = gt$$

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

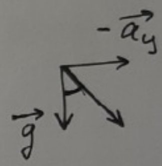
$$L = \frac{v_0^2 \cdot 2 \sin\alpha \cos\alpha}{g}$$

$$\frac{м^2}{с^2 \cdot м}$$



$$a_y = \frac{v^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r$$

$$\sin\alpha = \frac{\ell + R}{r}$$



$$tg\,\alpha = \frac{\omega^2 r}{g}$$

sinα

$$\frac{r}{\ell + R} \qquad \frac{r}{\sqrt{(\ell+R)^2 - r^2}} = \frac{\omega^2 r}{g}$$

$$g^2 r^2 = \omega^2 r^2 (\ell^2 + R^2 - 2\ell R - r^2)$$

$$2\pi R = vt$$

Часть 2

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

Шифр: **21204408**

ID профиля: **88158**

Вариант 3

ЧИСТОВИК

Часть 2   Вар. 10 – 3

Задача 5

Дано

$m = 5{,}5$ г

$t_0 = 0°$ C

$S = 500$ см^2

$p_0 = 100$ кПа

c, c_p, r

Q_1 – ?

H – ?

Решение: $t_{100} = 100°C$

Наружное давление постоянное => процесс изобарный при пост. давлении p_0.

$$Q_1 = cm(t_{100} - t_0)$$

$$Q_1 = 4180 \cdot 0{,}0055 \cdot 100 = 2299 \text{ (Дж)}$$

Тогда:

$$Q_1 + Q_2 = rm + p_0 \Delta V + c_p m \Delta T$$

Для водяного пара $p_0 \Delta V = \nu R \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{p_0 \Delta V}{\nu R}$

$$Q_1 + Q_2 = rm + p_0 \Delta V + \frac{c_p M(H_2O) \Delta V p_0}{R}$$

$$M(H_2O) = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 0{,}018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\Delta V = \frac{Q_1 + Q_2 - rm}{p_0 \left(1 + \frac{c_p M_{(H_2O)}}{R}\right)} = \frac{(Q_1 + Q_2 - rm)R}{p_0 (R + c_p M_{(H_2O)})}$$

$$H = \frac{\Delta V}{S} = \frac{(Q_1 + Q_2 - rm)R}{S p_0 (R + c_p M_{(H_2O)})}$$

$$H = \frac{(2299 + 17430 - 2260000 \cdot 0{,}0055) \cdot 8{,}31}{0{,}05 \cdot 100000 (8{,}31 + 2200 \cdot 0{,}018)} \approx 0{,}25 \text{ (м.)}$$

Ответ: $Q_1 = 2299$ Дж

$H \approx 0{,}25$ м.

ЧИСТОВИК

Часть 2 Вар. 10-3

Задача 5

Дано

$R = 24$ Ом

$U = 6$ В

$\alpha = 30°$

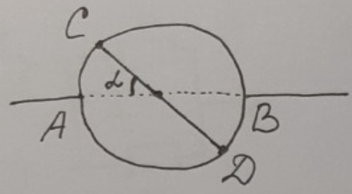
$I = \frac{2}{3}$ А

1) P - ?

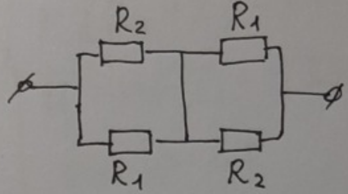
2) n - ?

3) P_2 - ?

Решение:

1) 

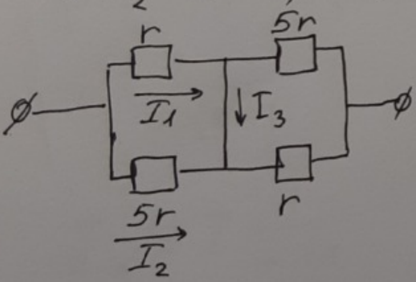
Перерисуем



Тогда
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\pi - \alpha}{\alpha} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{150°}{30°} = 5$$

Тогда $2R_1 + 2R_2 = R \Rightarrow 10R_2 + 2R_2 = R \Rightarrow 12R_2 = R \Rightarrow$

$\Rightarrow R_2 = 2$ Ом; $R_1 = 10$ Ом; $R_2 = r$; $R_1 = 5r$



Запишем законы Кирхгофа:

1) $$\begin{cases} I_1 r = 5 I_2 r \\ 5r(I_1 - I_3) = r(I_2 + I_3) \\ U = I_1 r + 5r(I_1 - I_3) \end{cases}$$

2) $$\begin{cases} I_1 = 5I_2 \\ 5I_1 - 5I_3 = I_2 + I_3 \\ \frac{U}{r} = I_1 + 5I_1 - 5I_3 \end{cases}$$

3) $$\begin{cases} 25I_2 = 6I_3 + I_2 \\ \frac{U}{r} = 30I_2 - 5I_3 \end{cases}$$

4) $$\begin{cases} 24I_2 = 6I_3 \\ \frac{U}{r} = 30I_2 - 5I_3 \end{cases}$$

5) $$\begin{cases} 4I_2 = I_3 \\ \frac{U}{r} = 30I_2 - 20I_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{U}{r} = 10I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{U}{10r} \quad I_1 = \frac{U}{2r}$$
$$I_3 = \frac{2U}{5r}$$

$$P = I_1^2 r + I_2^2 \cdot 5r + (I_1 - I_3)^2 \cdot 5r + (I_2 + I_3)^2 \cdot r =$$
$$= \frac{U^2}{4r} + \frac{U^2 \cdot 5}{100r} + \frac{U^2 \cdot 5}{100r} + \frac{U^2}{4r} = \frac{U^2}{2r} + \frac{U^2}{10r} = \frac{U^2}{r} \cdot \frac{6}{10} = 0{,}6\frac{U^2}{r}$$

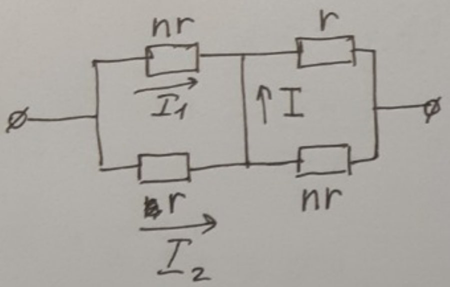
ЧИСТОВИК

Часть 2 Вар. 10-03

Задача 5 (прод)

$$P = 0,6 \cdot \frac{36}{2} = 3,6 \ (Вт)$$

2)



В пунктах 2 и 3 „r" не то же самое, что в пункте 1

„U" „I_1" и „I_2" тоже

$$\begin{cases} nrI_1 = rI_2 \\ r(I_1 + I) = nr(I_2 - I) \\ U = nrI_1 + (I_1 + I)r \\ 2nr + 2r = R \end{cases}$$

$$I_2 = nI_1$$

$$\begin{cases} I_1 + I = n^2 I_1 - nI \\ \frac{U}{r} = nI_1 + I_1 + I \\ r = \frac{R}{2(n+1)} \end{cases} \qquad \begin{cases} I_1(-1 + n^2) = I(1+n) \\ \frac{U}{r} = I_1(n+1) + I \\ r = \frac{R}{2(n+1)} \end{cases}$$

$$I_1 = I \frac{1}{n-1}$$

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

$$\frac{2U}{RI} = \frac{n+1+n-1}{n^2-1} \Rightarrow \frac{2U}{RI} = \frac{2n}{n^2-1}$$

$$2Un^2 - 2U = 2nRI$$

$$\cancel{2}Un^2 - \cancel{2}RIn - U = 0$$

$$D = R^2 I^2 + 4U^2$$

$$n = \frac{IR \pm \sqrt{R^2 I^2 + 4U^2}}{2U}, \ n > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{IR + \sqrt{R^2 I^2 + 4U^2}}{2U}; \ n = \frac{16 + \sqrt{256 + 144}}{12} = 3$$

ЧИСТОВИК

Часть 2 Вар. 10-03

Задача 5 (прод.)

$$I_1 = \frac{I}{n-1} \Rightarrow I_1 = \frac{2/3}{2} = \frac{1}{3} \ (A)$$

$$I_2 = nI_1 \Rightarrow I_2 = 1 \ (A)$$

$$r = \frac{R}{2(n+1)} \Rightarrow r = \frac{24}{2\cdot 4} = 3 \ (Ом)$$

Тогда $P_2 = I_1^2 nr + I_2^2 r + (I_1+I)^2 r + (I_2-I)^2 nr$

$$P_2 = \frac{1}{9}\cdot 3\cdot 3 + 1\cdot 3 + 1\cdot 3 + \frac{1}{9}\cdot 3\cdot 3 = 2+6 = 8 \ (Вт)$$

Ответ: 1) $P = 3{,}6$ Вт

2) $n = 3$

3) $P_2 = 8$ Вт

~~ЧИСТОВИК~~

Часть 2 Вар. 10-03 ЧЕРН.

Задача 4

Дано:
$m = 5{,}5$ г
$t_0 = 0°C$
$S = 500$ см^2
$p_0 = 1{,}0 \cdot 10^5$ Па
c, r, c_p
Q_1 – ?
H – ?

Решение: $(t_{100} = 100°C)$

Если наружное давление не меняется, то процесс изобарный. (при пост. давлении p_0)

$$c_p m (t_{100} - t_0) = Q_1$$

$$Q_1 = 0{,}0055 \cdot 2200 \cdot 100 = 1210 \text{ (Дж)}$$

Молекула воды H_2O содержит 3 атома =>

$$Q_1 + Q_2 = p_0 \Delta V + 3 \frac{m}{M} R \Delta T + rm$$

Т.к. $p_0 \Delta V = \frac{m}{M} R \Delta T$ => $Q_1 + Q_2 = 4 p_0 \Delta V + rm$

Тогда $H = \frac{\Delta V}{S} = \frac{Q_1 + Q_2 - rm}{4 p_0 S}$

$$H = \frac{1210 + 17430 - 2260000 \cdot 0{,}0055}{4 \cdot 100000 \cdot 0{,}05} \approx 0{,}3 \text{ (м.)}$$

Ответ: $Q_1 = 1210$ Дж; $H \approx 0{,}3$ м.

239550

21204408 (U88158 M1282887)

Чt ~~Чистовик~~ ЧЕРН.

3

Часть 2. Вар 10-03

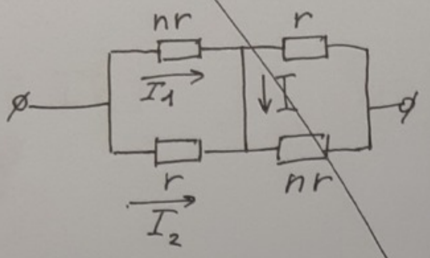
Задача 5 (прод.)

1см =

1см^2 = 1

$$P = 0{,}6 \cdot \frac{36}{2} = 3{,}6 \ (\text{Вт})$$

2)



Снова запишем законы Кирхгофа

1) $$\begin{cases} nrI_1 = rI_2 \\ r(I_1 - I) = nr(I_2 + I) \\ U = nrI_1 + (I_1 - I)r \\ 2nr + 2r = R \end{cases}$$

2) $$I_2 = nI_1$$

$$\begin{cases} rI_1 - rI = n^2 r I_1 + nrI \\ U = nrI_1 + rI_1 - Ir \\ 2r(n+1) = R \end{cases}$$

3) $$I_1 r(1-n^2) = Ir(n+1)$$

$$\begin{cases} I_1 = I \cdot \frac{1}{1-n} \\ U = \frac{Ir}{1-n}(n+1) - Ir \\ r = \frac{R}{2(n+1)} \end{cases}$$

4) $$U = I \cdot \frac{R}{2(n+1)}\left(\frac{n+1}{1-n} - 1\right) = \frac{IR}{2(n+1)}\left(\frac{n+1-1+n}{1-n}\right) =$$

$$= \frac{IRn}{1-n^2}$$

$$U(1-n^2) = IRn$$

$$Un^2 + IRn - U = 0$$

$$D = I^2R^2 + 4U^2$$

$$n = \frac{-IR \pm \sqrt{I^2R^2 + 4U^2}}{2U}, \quad n > 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{\sqrt{I^2R^2 + 4U^2} - IR}{2U}; \quad n = \frac{\sqrt{256 + 144} - 16}{12} = \frac{1}{3}$$

Если n получилось < 1 => мы сделали неправильное предположение, в какую сторону текут токи.

ЧЕРН.

$1\,м = 100\,см$

$1\,м^2 = 10000\,см^2$

$UI = IRI$

$$\frac{1}{2} - \frac{2}{5} = \frac{5}{10} - \frac{4}{10} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{4}{10\,г}$$

$$\frac{5}{100} = \frac{1}{20}$$

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