

# Часть 1

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

Шифр: **21205103**

ID профиля: **350846**

Вариант 3

Черновик

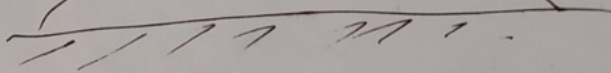
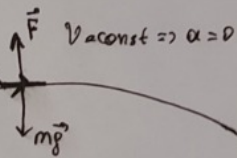
N1  
$$S = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$2v_0 \cdot \sin \alpha = g t$$

$$t \cdot v_0 \cdot \cos \alpha = S$$

$$\Rightarrow S = \frac{g t^2 \cos \alpha}{2}$$

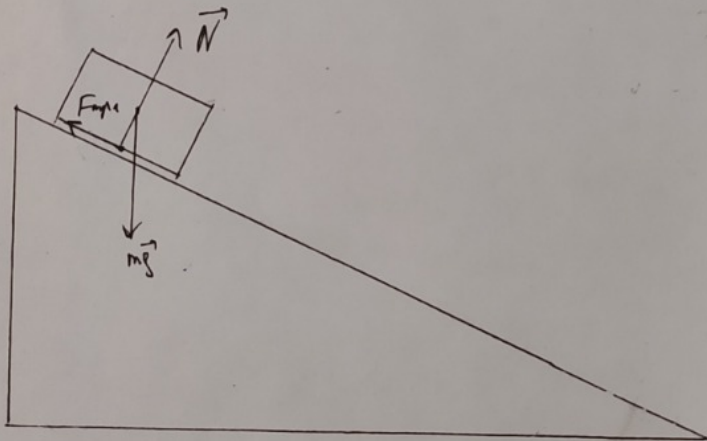
$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{S g}{\sin 2\alpha}} \approx 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



N2

0,4047372

$$\frac{17,232}{10^2}$$



Чистовик

Страница 1

Задача №1

1)  $\alpha = 60^\circ$

$S = 17 \text{ м}$

$v_0 = ?$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

П.к. точки старта и конца лежат на одной высоте, то

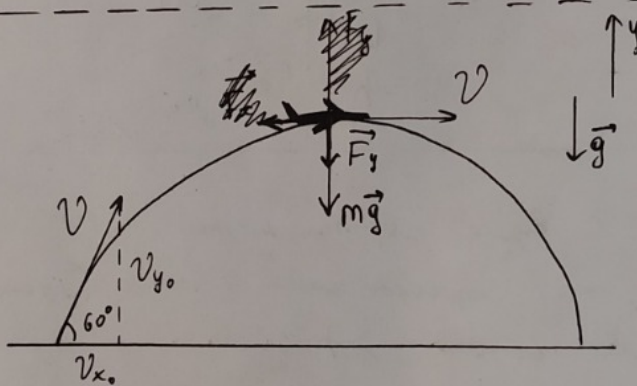
$$S = \frac{2 \cdot v_0^2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad (\Rightarrow)$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{17 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\sin 120^\circ}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)  $v = \text{const} =$   
 $= v_0 / 4$

$m = 1 \text{ кг}$

$F_y = ?$



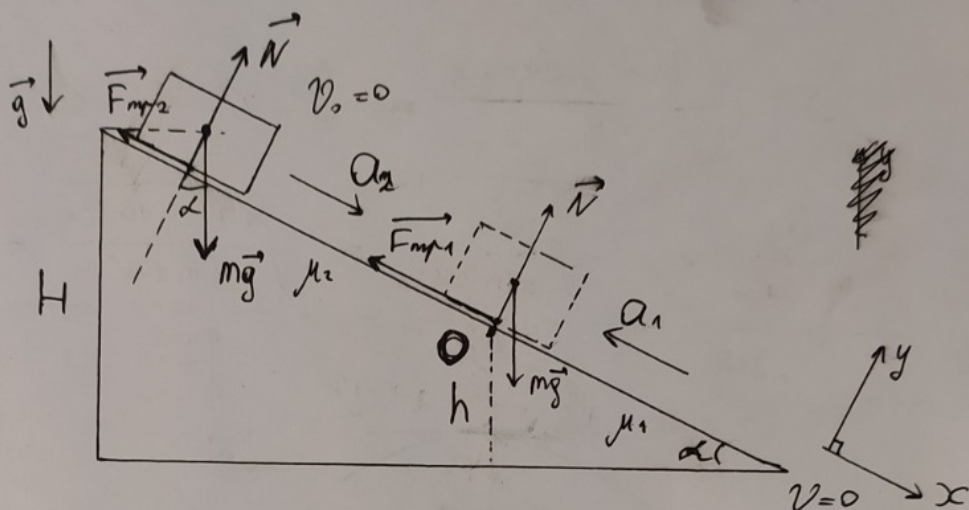
$$F_y = mg = 10 \text{ Н}$$

Ответ: 1)  $v_0 = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) 10 Н

Задача № 2

- $\alpha = 30^\circ$
- $\mu_1 = 0,81$
- $\mu_2 = 0,11$
- $v_0 = 0$
- $T = ?$
- $H = ?$
- $g = 10 \frac{m}{c^2}$
- $h = 2m$



Направим ось  $x$  вдоль  $n$ -ти куска к его началу, а ось  $y \perp x$ . Очевидно, что коробка имеет массу (пусть будет  $m$ )

II 3. Неполно глз коробки на высоте  $> h$ :

$$OY: N - \cos \alpha \cdot mg = 0 \Rightarrow N = \cos \alpha \cdot mg$$

$$OX: -F_{frp2} + \sin \alpha \cdot mg = m a_2$$

Но  $F_{frp2} = N \cdot \mu_2$ , значит  $m a_2 = mg (\sin \alpha - \mu_2 \cos \alpha)$

$$F_{frp2} = \cos \alpha \cdot mg \cdot \mu_2 \quad a_2 = g (\sin \alpha - \mu_2 \cdot \cos \alpha) \approx 4,05 \frac{m}{c^2}$$

II 3. Неполно глз коробки на высоте  $< h$ :

$$OY: N - \cos \alpha \cdot mg = 0 \Rightarrow N = \cos \alpha \cdot mg$$

$$OX: F_{frp1} - \sin \alpha \cdot mg = m a_1$$

Но  $F_{frp1} = N \cdot \mu_1$ , тогда  $m a_1 = mg (\cos \alpha \cdot \mu_1 - \sin \alpha)$

$$F_{frp1} = \cos \alpha \cdot mg \cdot \mu_1 \quad a_1 = g (\cos \alpha \cdot \mu_1 - \sin \alpha) \approx 2,015 \frac{m}{c^2}$$

Заметим, что чтобы коробка съехала, необходимо чтобы начальное ускорение  $a_2$  было направлено по оси  $x$ , т.е.  $a_2 \neq 0$ . А чтобы коробка остановилась, необходимо, чтобы ускорение после  $m.O$  было с отрицательной проекцией на ось  $x$ .  $a_1 \neq 0$ .

ЗСЭ:

$$mgH = A_{frp2} + A_{frp1}$$

$$A_{frp2} = F_{frp2} \cdot \frac{H-h}{\sin \alpha} \quad F_{frp2} = \text{const}$$

$$A_{frp1} = F_{frp1} \cdot \frac{h}{\sin \alpha}$$

Чистовик | Страница 3

Задача №2 (продолжение)

Масса:  $mg \cdot h = F_{\text{мп}2} \frac{H-h}{\sin \alpha} + F_{\text{мп}1} \frac{h}{\sin \alpha} \quad | \cdot \sin \alpha$   
 $mg \cdot h \cdot \sin \alpha = F_{\text{мп}2} (H-h) + F_{\text{мп}1} \cdot h = mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu_2 (H-h) + mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu_1 \cdot h$

$$H \cdot \sin \alpha = H \cdot \cos \alpha \cdot \mu_2 + h (\cos \alpha \cdot \mu_1 - \cos \alpha \cdot \mu_2)$$

$$H = h \frac{\cos \alpha (\mu_1 - \mu_2)}{\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu_2} \approx h \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,7}{\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 0,11} \approx h \frac{0,7\sqrt{3}}{1 - 0,11\sqrt{3}} \approx 3 \text{ м}$$

$T_1$  и  $T_2$  - время на участках с  $F_{\text{мп}1}$  и  $F_{\text{мп}2}$  соответственно.

$$\frac{H-h}{\sin \alpha} = \frac{a_2 \cdot T_2^2}{2} \Rightarrow T_2 = \sqrt{\frac{2(H-h)}{\sin \alpha \cdot a_2}} \approx \cancel{0,824} \approx 0,994 \text{ с}$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{a_1 \cdot T_1^2}{2} - v \cdot T_1, \text{ но } v = v_0 = 0 \text{ (в начале)}$$

$$\frac{h}{\sin \alpha} = \frac{a_1 T_1^2}{2} \Rightarrow T_1 = \sqrt{\frac{2h}{\sin \alpha \cdot a_1}} \approx 1,993 \text{ с} = T \text{ (участок)}$$

$$T = T_1 + T_2 \approx \cancel{2,867} \approx 2,987 \text{ с}$$

Ответ: 1) 1,993 с.

2) 3 м

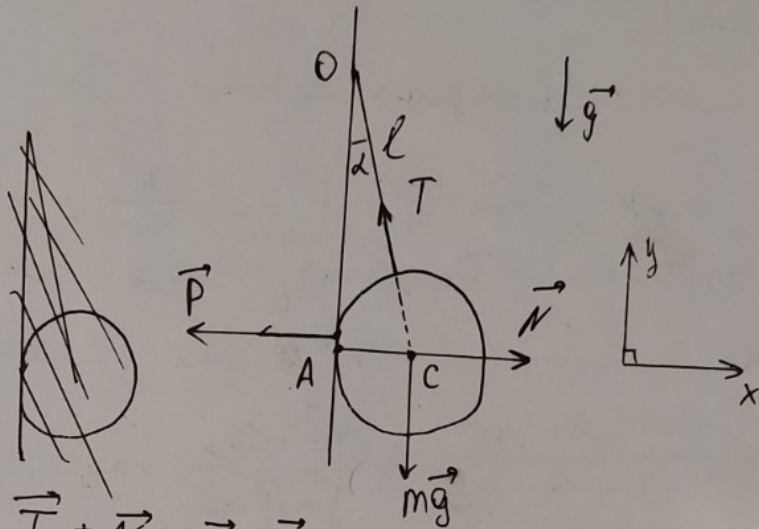
Задача 3

1)  $R = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$l = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$

$m = 0,6 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



Из статического условия:  $\vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} = \vec{0}$

III. Заметим, что направление нити ~~теперь~~ проходит  $\frac{1}{3}$  м. с. D-ем от обратного. Если бы нити действовали силы T не проходили  $\frac{1}{3}$  м. с., но если мы рассмотрим правило моментов отн-но м. с., то сила T будет с ненулевым плечом, в то время как  $\vec{N}$  и  $m\vec{g}$  имеют плечо равное нулю. Тогда шар бы крутился. А так как мы рассматривали установившееся положение. ~~(тогда)~~

$\Delta AOC (\angle A = 90^\circ): DC = l, AC = R \Rightarrow \sin \alpha = \sin \angle D = \frac{R}{R+l} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{4}$

II з. Методом: ~~то~~

OX:  $-T \cdot \sin \alpha + N = 0$

OY:  $\cos \alpha \cdot T - mg = 0$

$\Rightarrow N = \sin \alpha \cdot T = \sin \alpha \cdot \frac{mg}{\cos \alpha} = \text{tg} \alpha \cdot mg$

$\text{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} - 1 = \frac{1}{1 - \sin^2 \alpha} - 1 = \frac{\sin^2 \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{\frac{1}{16}}{\frac{15}{16}} = \frac{1}{15} \Rightarrow \text{tg} \alpha = \frac{1}{\sqrt{15}} = 0,2582$

$N = \text{tg} \alpha \cdot mg = 2,07 \text{ Н}$

Сила с которой стенка действует на шар (N) равна силе с которой шар действует на стенку (P) по III з. Методом.

~~$P = N = 2,07 \text{ Н}$~~   $P = N = 2,07 \text{ Н}$

Задача 3 (продолжение)

2)  $R = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$

$l = 0,15 \text{ м}$

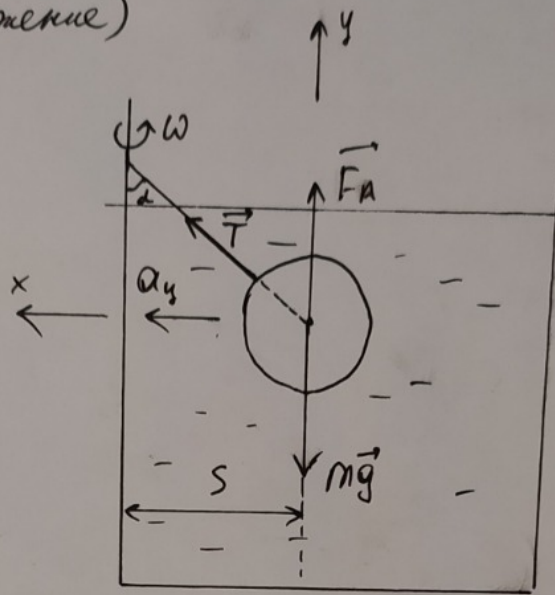
$m = 0,8 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\omega = 10 \text{ рад/с}$

$d = ?$

$\rho_{\text{жидк}} = \rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



П.к. по условию шар вращается от центра, но он не будет двигаться со скоростью.

II з. Уравнения:

$Ox: \sin \alpha \cdot T = m a_y \Rightarrow T \cdot \sin \alpha = m a_y \quad (*)$

$Oy: \cos \alpha \cdot T + F_A - mg = 0 \Rightarrow T \cdot \cos \alpha = mg - F_A \quad (**)$

$a_y = \omega^2 \cdot s$  то  $\sin \alpha = \frac{s}{l+R} \Rightarrow s = (l+R) \sin \alpha$ , тогда  $a_y = \omega^2 \cdot \sin \alpha (l+R)$

$F_A = \rho \cdot g \cdot V_{\text{ш}} = \rho \cdot g \cdot \frac{4}{3} \pi R^3$

Подставим значения (\*) во (\*\*):

$\tan \alpha = \frac{m a_y}{mg - F_A} = \frac{m \omega^2 \cdot \sin \alpha (l+R)}{mg - \frac{4}{3} \rho g \pi R^3} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{g(m - \frac{4}{3} \rho \pi R^3)}{m \omega^2 (l+R)} =$

$= \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,8 \text{ кг} - \frac{4}{3} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 3,14 \cdot 0,05^3 \text{ м}^3)}{0,8 \text{ кг} \cdot \frac{10 \text{ рад}^2}{\text{с}^2} \cdot 10^2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,20 \text{ м}} \approx 0,1729 \Rightarrow \alpha \approx 80^\circ$

Ответ: 1)  $P = 2,07 \text{ Н}$

2)  $\alpha \approx 80^\circ$

# Часть 2

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

Шифр: **21205103**

ID профиля: **350846**

Вариант 3

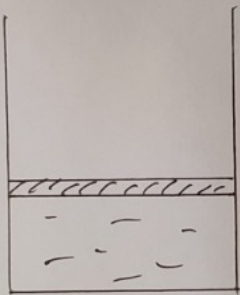


Черновик №1  
Кек АА Генуально

$$Q_1 = c_p \cdot m \cdot \Delta T = c_p \cdot m \cdot (100^\circ\text{C} - t_0)$$

Переохлаждение:  $L \cdot m = Q_1$

$$i = 5 \text{ г/г H}_2\text{O}$$



mm

$$Q_p = \Delta U + A$$

$$Q = \frac{5}{2} \cdot \nu R_0 T + p_0 V$$

$$p = \text{const} = p_0$$

$$p_0 \cdot V = \frac{10^5 \text{ Pa}}{2} \cdot \nu R_0 T$$

$$Q = 4 p_0 \nu V$$

$$4 p_0 \cdot H \cdot S = 5000 \text{ Дж}$$

$$H = 0,25 \text{ м}$$

$$p = \frac{\nu R_0 T}{H \cdot S}$$

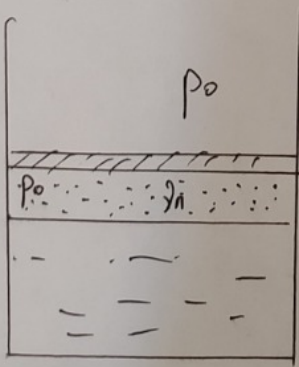
$$\nu_n = \frac{m_n}{\mu(\text{H}_2\text{O})} = \frac{Q_2}{\mu(\text{H}_2\text{O}) \cdot \nu}$$

$$Q_2 = Q_p + Q_2$$

$$p_0 V = \frac{Q_2 \cdot R \cdot T}{\mu(\text{H}_2\text{O}) \cdot \nu} = \frac{m \cdot \nu \cdot R \cdot T}{\mu(\text{H}_2\text{O}) \cdot \nu} =$$

$$= \frac{m R T}{\mu(\text{H}_2\text{O})}$$

$$V = \frac{m R T}{\mu(\text{H}_2\text{O}) \cdot p_0}$$



$$Q_2 = U + L + A$$

Чистовик | Страница 1

Задача N=4

$m = 5,5 \cdot 10^{-3} = 0,0055 \text{ кг}$

$t_0 = 0^\circ\text{C}$

$S = 500 \text{ см}^2 = 0,05 \text{ м}^2$

$p_0 = 10^5 \text{ Па}$

$Q_1 - ?$

$Q_2 = 17430 \text{ Дж}$

$\kappa - ?$

$c_p = 2200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$

$C = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}}$

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

Пл.к. покрытие теплоизолирован, то теплопотери нет и

$Q_1$  - Энтальпия, необходимая для нагрева воды массой  $m$  до  $100^\circ\text{C}$ .

Полга:  $Q_1 = C \cdot m \cdot (100^\circ\text{C} - t_0) = C \cdot m \cdot 100^\circ\text{C} = 2299 \text{ Дж}$

$Q_2 = Q_2 + Q_p$

Часть  $Q_2$  идёт на нагрев пароводяной смеси, а часть на идёт к пару. ( $Q_2$  - Энтальпия в пароводяной смеси;  $Q_p$  - Энтальпия пара)

~~$Q_p = Q_2 - Q_1 = Q_2 - m \cdot c_p \cdot \gamma \approx 17430 \text{ Дж} - 12430 \text{ Дж} = 5000 \text{ Дж}$~~

$Q_2 = Q_2 + A_1 + (\Delta U + A_2)$

Объём воды много меньше объёма пара

~~$p_0 = \text{const}$~~  Сначала идёт нагрев воды (испарение), потом нагрев пара.

Проверим, хватит ли  $Q_2$ , чтобы испарить всю воду и совершить работу газа. ( $V_1 = V_{\text{вод}}$ )

$Q_2 ? A_1 + m \cdot \gamma$

$m \cdot \gamma = 12430 \text{ Дж}$   $\Delta V_1 = V_1 - V_0$ , но  $V_0 \rightarrow 0$ , т.к.  $V_1 \approx V_1$

Пл.к.  $p = p_0 = \text{const}$ , то:  $A_1 = p_0 \cdot \Delta V_1 = \frac{\gamma \cdot p \cdot T}{M \cdot \kappa} \cdot m = \frac{m}{M \cdot \kappa} \cdot p \cdot T = 947,11 \text{ Дж}$

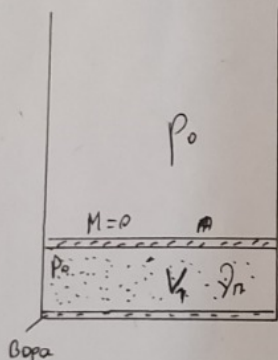
$m \cdot \gamma + A_1 < Q_2$ , хватит!

$Q = Q_2 - m \cdot \gamma - A_1 = 4052,89 \text{ Дж} = \Delta U + A_2$

$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R_0 T = \frac{i}{2} p_0 \cdot \Delta V_2$ , т.к.  $p = \text{const} = p_0$ .  $i = 6$ , т.к. это пароводяная смесь!

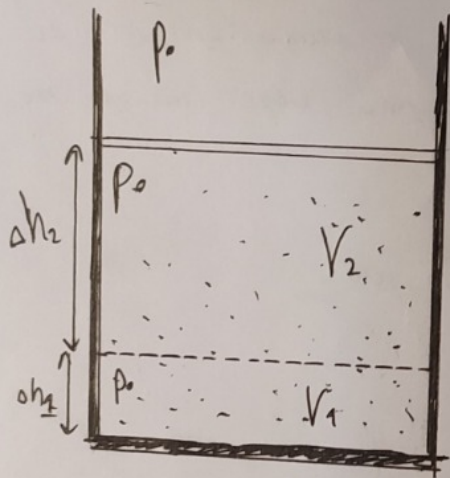
$A_2 = p_0 \Delta V_2$ , т.к.  $p = \text{const} = p_0$

Полга  $Q = 4 p_0 \Delta V_2 \Rightarrow \Delta V_2 = \frac{Q}{4 p_0} \Rightarrow \Delta h_2 = \frac{Q}{4 p_0 \cdot S} = 0,2 \text{ м}$



Чистовик | Страница 2

Задача №4 (продолжение)



$$\Delta h_1 = \Delta V_1 / S = \frac{A_1}{\rho_0 \cdot S} \approx 0,189 \text{ м}$$

$$H = \Delta h_1 + \Delta h_2 = 0,389 \text{ м}$$

Ответ: 1)  $Q_1 = 2299 \text{ Дм}$

2)  $H = 0,389 \text{ м}$

# Условик

# Страница 3

Задача 5

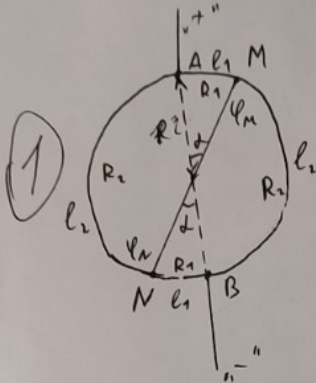
$R = 24 \Omega$

$U = 6 \text{ В}$

1)  $\alpha = 30^\circ = \frac{\pi}{6}$   
 $P = ?$

2)  $n = ? (n > 1)$   
 $I = \frac{2}{3} \text{ А}$

3)  $P_2 = ?$



В цепи симметрично  $R_{AM} = R_{BN} = R_1$   
 $R_{MB} = R_{AN} = R_2$

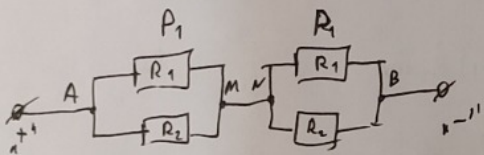
$l_1 = R \cdot \alpha = \frac{\pi R}{6}$   
 $l_2 = R \cdot 2(\alpha - 180^\circ - \alpha) = \frac{5\pi R}{6}$

$n$  - разрыве кабеля  
 И.к.  $R \propto l$ , но  $\frac{R_2}{R_1} = 5$ ,  
 н.р.  $R_2 = 5R_1$

$2R_1 + 2R_2 = R$ , но  $R_2 = 5R_1$ , тогда  $12R_1 = 24 \Omega$   
 $R_1 = 2 \Omega$   
 $R_2 = 10 \Omega$

$R_{MN} \rightarrow 0 \Rightarrow \varphi_N = \varphi_M$

Нарисуем эквивалентную схему:



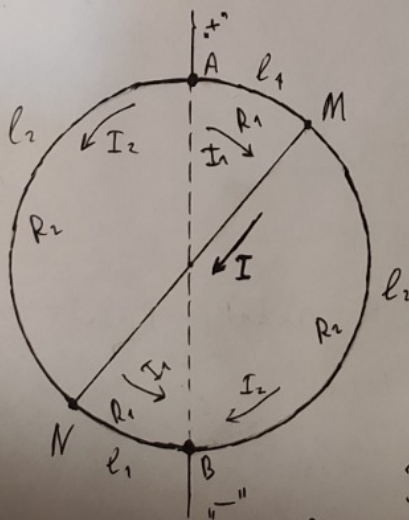
В цепи симметрично  $P = 2P_1$

$R_{AM} = \frac{R_2 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{5R_1^2}{6R_1} = \frac{5}{6} R_1 = R_{MB}$

$R_{общ} = R_{AM} + R_{NB} = 2R_{AM} = 2 \cdot \frac{5}{6} R_1 = \frac{5}{3} R_1 = \frac{10}{3} \Omega$

$P = \frac{U_{общ}^2}{R_{общ}} = \frac{U^2}{R_{общ}} = \frac{36 \text{ В}^2}{\frac{10}{3} \Omega} = \frac{108}{10} \text{ Вт} = 10,8 \text{ Вт}$

2



В цепи симметрично  $R_{AM} = R_{BN} = R_1$   
 $R_{BM} = R_{AN} = R_2$

И.к.  $\frac{l_2}{l_1} = n = ?$  И.к.  $R \propto l$ , а  $S = \text{const}$  и нормальная опух и мом не, но

$\frac{R_2}{R_1} = n \Rightarrow R_2 = n \cdot R_1$

Ищем макс  $I_{MN} = I$  режим макс:  $M \rightarrow N$

В цепи симметрично:  $I_{AM} = I_{BN}$ ,  $I_{AN} = I_{BM}$   
 $I_A = I_0$ ,  $I_1 + I_2 = I_1 + I_2$ , верно.

# Чистовик | Страница 4

Задача 5 (продолжение)

$$U_N = U_M \Rightarrow U_{BA} = U_{MB}, \text{ так как } R_1 \cdot I_1 = R_2 \cdot I_2, \text{ но } R_2 = nR_1, \text{ тогда}$$

$$R_1 \cdot I_1 = n \cdot R_1 \cdot I_2 \Rightarrow I_1 = n \cdot I_2$$

≠ m N:

по закону Кирхгофа:

$$I_2 + I = I_1$$

$$I = I_1 - I_2 = I_2(n-1)$$

$$U_{AB} = U_{AM} + U_{BM} = R_1 I_1 + R_2 I_2 = nR_1 I_2 + nR_1 I_2 = 2nR_1 I_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_2 = \frac{U_{AB}}{2nR_1} = \frac{U}{2nR_1}, \text{ но } 2(R_1 + R_2) = R, R_2 = nR_1, \text{ тогда}$$

$$2(n+1)R_1 = R \Rightarrow R_1 = \frac{R}{2(n+1)}$$

$$\text{Тогда: } I_2 = \frac{U}{2n \cdot \frac{R}{2(n+1)}} = \frac{2(n+1)U}{2n \cdot R} = \frac{n+1}{n} \cdot \frac{U}{R} = \frac{n+1}{n} \cdot \frac{60}{24\Omega} = \frac{n+1}{n} \cdot \frac{1}{4} \text{ A}$$

$$I = I_2(n-1) = \frac{(n+1)(n-1)}{n} \cdot \frac{1}{4} \text{ A} = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$3n^2 - 3 = 8n$$

$$3n^2 - 8n - 3 = 0$$

$$D = 64 + 36 = 100$$

$$n_1 = \frac{8+10}{6} = 3$$

$$n_2 = \frac{8-10}{6} < 0, \text{ не год.}$$

$$n = 3$$

$$\begin{aligned} \textcircled{3} P_2 &= 2P_0 = 2(P_{AM} + P_{BM}) = 2(I_1 R_1 + R_2 I_2) = 2n(I_2 R_1 + R_1 I_2) = 4n(I_2 R_1) = \\ &= 12 \cdot \frac{n+1}{4n} \cdot \frac{R}{2(n+1)} \cdot A = 12 \cdot \frac{4}{12} \cdot \frac{24\Omega}{2 \cdot 4} \cdot A = 12 \text{ Вт} \end{aligned}$$

Ответ: 1)  $P = 10,8 \text{ Вт}$

2)  $n = 3$

21205103) ( $P_2 = 12 \text{ Вт}$ ) (M1279394)