Часть 1

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

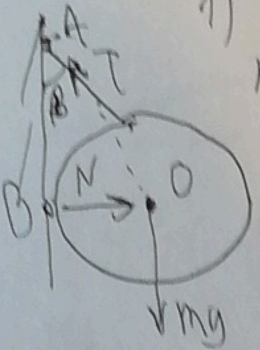
Шифр: **21206596**

ID профиля: **273527**

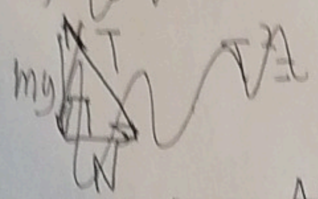
Вариант 3

№3. Черновик

1) T, N и mg – 3 непараллельных силы; $a=0$, => имеют общую т. О на линии действия.



2) ~~по правилу векторному треугольнику сил:~~



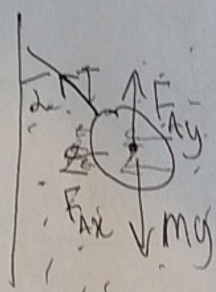
3) β: $\sin\beta = \frac{AO}{BO} = \frac{l+R}{R} = \frac{0,05}{0,15+0,05} = \frac{1}{4} = 0,25$; тогда:

4) $\cos\beta = \sqrt{1-\sin^2\beta} = \frac{\sqrt{15}}{4}$; $T = \frac{mg}{\cos\beta}$; $N = T\sin\alpha = mg\frac{\sin\beta}{\cos\beta} =$

$= \frac{0,8\cdot 10}{\sqrt{15}} = \frac{8\sqrt{15}}{15} \approx 2,066$ Н.

5) w^2R

W
ww



$F_{Ay} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в g$

$F_{Ax} = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в \cdot w^2(L+R)\sin\alpha$

O_x: $mw^2(L+R)\sin\alpha = F_{Ax} + T\sin\alpha \quad |:\sin\alpha$:

$mw^2(L+R) = \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в w^2(L+R) + T$

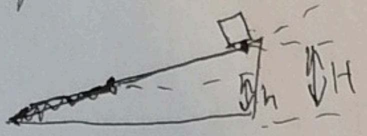
O_y: $T\cos\alpha + \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в g = mg$

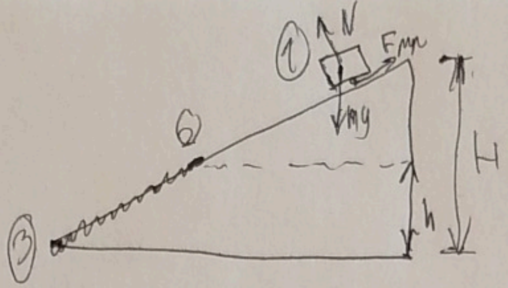
$w^2\cos\alpha(L+R)(m - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в) + \frac{4}{3}\pi R^3 \rho_в g = mg$

$\cos\alpha = \frac{mg - \frac{4}{3}\pi R^3\rho_в g}{w^2(L+R)(m-\frac{4}{3}\pi R^3\rho_в)} = \frac{g}{w^2(L+R)} = \frac{10}{10^2(0,15+0,05)} = 0,5$;

$\alpha = 60^\circ$.

Черновик   №2.





1) ЗСЭ ① – ③:

$$MgH = F_{тр1}(H-h)\cdot\frac{1}{\sin\alpha} + F_{тр2}\cdot\frac{h}{\sin\alpha}$$

2) $N = mg\cos\alpha = const.$

3) $F_{тр1}$ и $F_{тр2}$ – не покоя, => $F_{тр1} = \mu_1 mg\cos\alpha$; $F_{тр2} = \mu_2 mg\cos\alpha$

4) $$MgH = \mu_2 mg\cos\alpha(H-h)\frac{1}{\sin\alpha} + \mu_1 mg\cos\alpha\cdot\frac{h}{\sin\alpha}$$

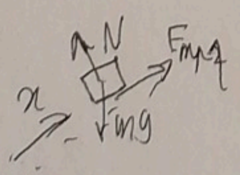
$$H\sin\alpha = \mu_2\cos\alpha H - \mu_2\cos\alpha h + \mu_1\cos\alpha h$$

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

$$H = \frac{h\cos\alpha(\mu_1-\mu_2)}{\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha} = \frac{2\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}(0{,}81-0{,}11)}{0{,}5-0{,}11\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{2\sqrt{3}\cdot0{,}7}{1-0{,}11\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{2\sqrt{3}\cdot0{,}7(1+0{,}11\sqrt{3})}{1-0{,}11^2\cdot3} = \frac{2\sqrt{3}\cdot0{,}7+6\cdot0{,}7\cdot0{,}11}{1-0{,}0363} = \frac{1{,}4\sqrt{3}+0{,}432}{0{,}9637} \approx 2{,}965\ м$$

$$\cancel{= \frac{14000\sqrt{3}+4320}{9637}} \ldots$$

5) 

$$ma = F_{тр2} - mg\sin\alpha$$

$$a = \mu_1 g\cos\alpha - g\sin\alpha;$$

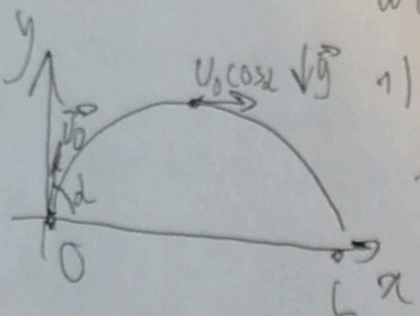
$$\frac{h}{\sin\alpha} = \frac{aT^2}{2};\quad T^2 = \frac{2h}{a\sin\alpha} = \frac{2h}{g\sin\alpha(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)} \approx 3{,}97\ с$$

21206596 (U273527 M1279153)

ч..... о . .

Черновик.

№1.



1) $t_{пол} = 2\cdot\frac{v_0\sin\alpha}{g}$

2) $L = v_0\cos\alpha\, t_{пол} = \frac{2v_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g}$;

$v_0 = \sqrt{\frac{Lg}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{17\cdot10\cdot2}{\sqrt3}} \approx \cancel{10\sqrt2} \approx 14{,}01\frac{м}{с}$

3) $R_{кр.н}$: $\cancel{m}g = \frac{\cancel{m}v^2}{R_{кр.н}} = \frac{\cancel{m}v_0^2\cos^2\alpha}{R_{кр.н}}$;

$R_{кр.н} = \frac{g}{v_0^2\cos^2\alpha} = \frac{17\cdot10\cdot2\cdot0{,}5^2}{\sqrt3\cdot10} = \frac{17}{2\sqrt3}$ ~~…~~;

4) $ma = F_{тр} - mg$, =>

$m\frac{v_0^2}{16R_{кр}} = F - mg$

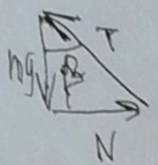
$F = m\left(\frac{v_0^2}{16R_{кр}} + g\right) = 1\left(\frac{17\cdot10\cdot2\cdot2\sqrt3}{16\cdot\sqrt3\cdot17} + 10\right) = 12{,}5$ Н.

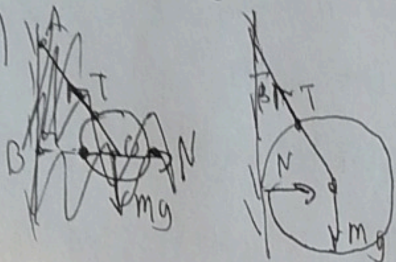
Чистовик.

Вариант 10-03, стр. 3.

№3.

1) Сила натяжения нити T; N и mg – 3 непараллельные силы; $a=0$, => их линии действия пересекаются в одной точке; составим векторный треугольник сил ($N \perp mg$):



2) 

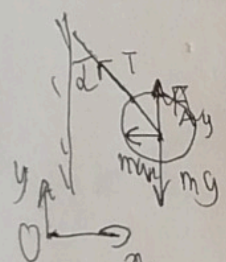
$\sin\beta = \frac{R}{l+R}$, т.к. сила T, вдоль нити, линией действия проходит через центр шара – т. O, тогда:

$$\cos\beta = \frac{\sqrt{l^2+2lR}}{l+R}.$$

3) $N = T\sin\beta = mg\,\frac{\sin\beta}{\cos\beta}$ из треугольника сил ($N \perp mg$), =>

$$N = mg \cdot \frac{R}{\sqrt{l^2+2lR}} = 0{,}8\cdot 10 \cdot \frac{0{,}05}{\sqrt{0{,}15^2+2\cdot 0{,}15 \cdot 0{,}05}} = 8 \cdot \frac{5}{\sqrt{225+150}} \approx 2{,}066\,Н.$$

4) Представим, что после заполнения сосуда водой мы заменили шар „водным", таким же по объёму, тогда:

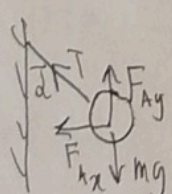


$|\vec{F_{Ax}}| = m_в|\vec{a_n}|$; a_n можно рассчитать для $r_1 = (l+R)\sin\alpha$, т.к. внутри водного шара силы скомпенсированы, =>

$$a_n = w^2 r_1 = (l+R)\sin\alpha\, w^2$$

$$|F_{Ax}| = m_в w^2 (l+R)\sin\alpha.$$

$$|\vec{F_{Ay}}| = m|\vec{g}| = m_в g.$$

5) 

II Закон Ньютона:

Ox: $m(l+R)\sin\alpha\, w^2 = T\sin\alpha + m_в w^2 (l+R)\sin\alpha \quad |:\sin\alpha$

Oy: $mg = T\cos\alpha + m_в g$

$$m_в = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho в,$$ =>

$$\begin{cases} T = w^2 (l+R)(m - \frac{4}{3}\pi R^3 \rho в) \\ \cos\alpha = \frac{mg - m_в g}{T} = \frac{g(m-\frac{4}{3}\pi R^3 \rho в)}{w^2 (l+R)(m-\frac{4}{3}\pi R^3 \rho в)} = \frac{g}{w^2 (l+R)} = \frac{10}{10^2 \cdot 0{,}2} = 0{,}5, \end{cases}$$ =>

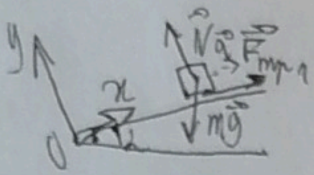
$\alpha = 60°$.

Ответ: 1) $N \approx 2{,}066\,Н$; 2) $\alpha = 60°$.

Чистовик. w 2

Вариант 10-03, стр. 2. 1) Рассмотрим ~~1~~ случай движения тела:

2) по части плоскости с μ_1:



3) $O_y \perp$ плоскости, Ox – параллельно движению коробки, то:

II закон Ньютона:

$O_y:\ N = mg\cos\alpha$

$O_x:\ ma = F_{тр_1} - mg\sin\alpha$

4) $F_{тр_1} = \mu_1 N = \mu_1 mg\cos\alpha$, т.к. есть скольжение, =>

$a = \mu_1 g\cos\alpha - g\sin\alpha$;

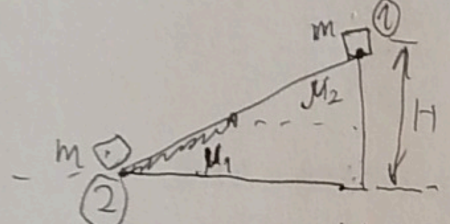
$a = g(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)$.

5) тормозной путь с высоты h $l_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$, =>

$l_1 = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{aT^2}{2}$, т.к. конечная скорость 0, =>

$$T = \sqrt{\frac{2h}{a\sin\alpha}} = \sqrt{\frac{2h}{g\sin\alpha(\mu_1\cos\alpha - \sin\alpha)}} = \sqrt{\frac{2\cdot 2}{10\cdot 0{,}5\left(0{,}81\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} - 0{,}5\right)}} \approx 3{,}97\text{ с}$$

6) Рассмотрим движение коробки полностью:



7) По ЗСЭ для 1 и 2

$E_{п1} + E_{к1} = A_{тр1} + A_{тр2} + E_{п2} + E_{к2}$

$mgH = F_{тр1} l_1 + F_{тр2} l_2$, т.к. $v_0 = 0$; $v_к = 0$.

$$mgH = mg\cos\alpha\,\mu_1\cdot\frac{h}{\sin\alpha} + mg\cos\alpha\,\mu_2\cdot\frac{(H-h)}{\sin\alpha};$$

$H - \mathrm{ctg}\alpha\,\mu_2 H = \mathrm{ctg}\alpha\, h(\mu_1 - \mu_2)$

$$H = \frac{\mathrm{ctg}\alpha\, h(\mu_1 - \mu_2)}{1 - \mathrm{ctg}\alpha\,\mu_2} = \frac{\sqrt{3}\cdot 2\cdot(0{,}81 - 0{,}11)}{1 - \sqrt{3}\cdot 0{,}11} \approx 3\text{ м}.$$

Ответ: 1) $T \approx 3{,}97$ с; 2) $H \approx 3$ м.

21206596 (U273527 M1279153)

Чистовик.

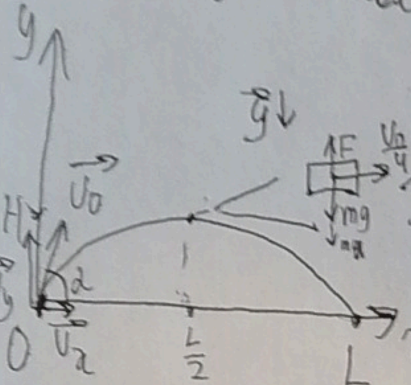
Вариант 10-03; стр. 1.

№7:

1) $T_{пол} = \frac{2\cdot v_0 \sin\alpha}{g}$, т.к. одинаковое в подъёме и падении ($T_{пол}$ - время всего полёта камня).

2) т.к. на горизонталь проекция ускорения $(\vec{g})_x = 0$, то движение равномерное:

$L = v_0\cos\alpha\, T_{пол} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$, откуда $v_0^2 = \frac{gL}{\sin 2\alpha}$ =>



$v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin(2\alpha)}} = \sqrt{\frac{10\cdot 17}{0{,}5\sqrt{3}}} \approx 14{,}01\ \frac{м}{с}$.

3) Определим радиус кривизны движения камня в верхней точке траектории (на Oy):

по II закону Ньютона $ma = mg$; $a = g$;

но $a = \frac{v_H^2}{R_{кр}}$, где $v_H = v_x = v_0\cos\alpha$, т.к. $v_{y_H} = 0$, тогда:

$g = \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{R_{кр}}$; $R_{кр} = \frac{v_0^2\cos^2\alpha}{g}$.

4) Аналогично для модели самолёта:

$a_y = \frac{v^2}{R_{кр}}$; $a_y = \frac{v_0^2}{16 R_{кр}} = \frac{v_0^2\, g}{16 v_0^2\cos^2\alpha} = \frac{g}{16\cos^2\alpha}$; т.к. нормальное ускорение.

5) II Закон Ньютона для модели самолётика в верхней точке траектории (на Oy):

$ma_y = mg - F$; $F = mg - ma_y = m\left(g - \frac{g}{16\cos^2\alpha}\right) = 1\left(10 - \frac{10}{16\cdot 0{,}5^2}\right) = 7{,}5$ Н.

Ответ: 1) $v_0 = 14{,}01\ \frac{м}{с}$; 2) $F = 7{,}5$ Н.

Часть 2

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

Шифр: **21206596**

ID профиля: **273527**

Вариант 3

Чистовик; вариант 10-03, стр. 1.

№4.

1) $Q_1 = m c_в \cdot (t_{100} - t_0) = 5{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 4180 \cdot 100 = 2299$ Дж, т.к. тратится только на нагревание воды до $t_{100} = 100°C$.

2) Сравним Q_2 с количеством теплоты Q_3, необходимого для испарения всей воды:

$Q_3 = \lambda m = 2{,}26 \cdot 10^6 \cdot 5{,}5 \cdot 10^{-3} = 12430$ Дж; $Q_2 > Q_3$, => часть тепла пойдёт на нагревание пара.

3) $Q_2 = Q_3 + m c_п (t_2 - t_{100})$, где t_2 - новая температура пара (°C).

$$t_2 - t_{100} = \frac{Q_2 - Q_3}{m c_п};$$

$$t_2 = \frac{Q_2 - Q_3}{m c_п} + t_{100} = \frac{17430 - 12430}{5{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 2200} + 100 \approx 513{,}2 °C = 786{,}2 \text{ K}.$$

4) Для изобарного процесса ($p_0 = const$):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{t_1}{t_2} \text{ (в K)};$$

$V_2 = \dfrac{V_1 t_2}{t_1}$; $p_0 V_1 = \nu R t_1$ по уравнению Менделеева-Клапейрона, =>

$V_2 = \dfrac{\nu R t_1 t_2}{p_0 t_1} = \dfrac{m R t_2}{p_0 M}$, M – молярная масса пара;

5) $V_2 = SH$, => ($h_в = \dfrac{m_в}{\rho_в \cdot S} = 0{,}011$ см, => можно пренебречь)

$SH = \dfrac{m R t_2}{p_0 M}$; $H = \dfrac{m R t_2}{S p_0 M} = \dfrac{5{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 786{,}2}{500 \cdot 10^{-4} \cdot 10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}} = 0{,}399$ м

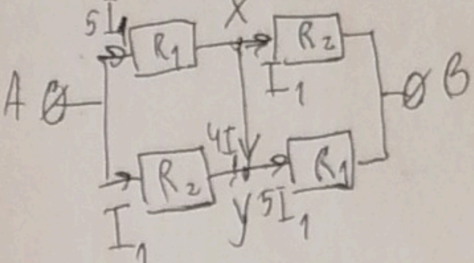
$\left(\dfrac{h_в}{H} = \dfrac{11 \cdot 10^{-5}}{0{,}399} \text{м} = \dfrac{11}{39900} \ll 1 \right)$.

Ответ: 1) $Q_1 = 2299$ Дж; 2) $H \approx 0{,}399$ м.

Чистовик.

Вариант 10-03, стр. 2.

№5.



1) Нарисуем эквивалентную схему:

$\frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{1}{12}$, $\Rightarrow R_1 = \frac{R}{12}$; $R_2 = \frac{5R}{12}$.

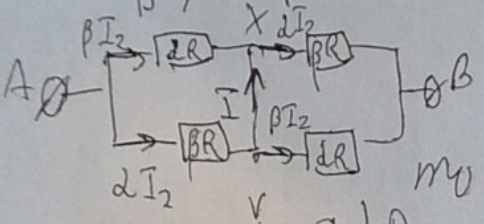
2) Пусть через R_2 течёт ток I_1, тогда через R_1 $I_1 \cdot \frac{R_2}{R_1} = 5I_1$.

3) $P_{экв} = U \cdot 6I_1$, т.к. суммарный ток $6I_1$; $5I_1R_1 + I_1R_2 =$

$= 5I_1\frac{R}{12} + I_1 \cdot \frac{5R}{12} = \frac{5I_1R}{6} = U$, $\Rightarrow I_1 = \frac{6U}{5R}$;

$P = \frac{6 \cdot U \cdot 6U}{5R} = \frac{6^4}{5 \cdot 24} = 10{,}8$ Вт.

4) Пусть перемычка делит дуги $\smile AXB$ и $\smile BYA$ в отношении $\alpha : \beta$, тогда $n = \frac{\alpha}{\beta}$; $\alpha > \beta$.



5) Тогда $\alpha R + \beta R = \frac{R}{2}$, $\alpha + \beta = 0{,}5$.

6) т.к. токи обратно пропорциональны сопротивлениям, то через αR течёт ток βI, а через βR – αI.

7) Для узла X: $\beta I_2 + I = \alpha I_2$; $I = (\alpha - \beta)I_2 = (0{,}5 - 2\beta)I_2$ $\Rightarrow \beta \leq 0{,}25$

8) $\beta I_2 \cdot \alpha R + \beta R \cdot \alpha I_2 = U$; $U = 2\alpha\beta R I_2$; $\Rightarrow I_2 = \frac{U}{2(0{,}5-\beta)\beta R}$.

9) $I = \frac{(0{,}5 - 2\beta)U}{2(0{,}5-\beta)\beta R}$; $\frac{IR}{U} = \frac{0{,}5 - 2\beta}{2(0{,}5\beta - \beta^2)}$; пусть $\varphi = \frac{IR}{U} = \frac{\frac{2}{3} \cdot 24}{6} = \frac{8}{3}$.

$\varphi(\beta - 2\beta^2) = 0{,}5 - 2\beta$;

$2\varphi\beta^2 - \beta(\varphi + 2) + 0{,}5 = 0$; $D = \varphi^2 + 4\varphi + 4 - 2\varphi \cdot 0{,}5 \cdot 4 = \varphi^2 + 4$

$\beta = \frac{\varphi + 2 \pm \sqrt{\varphi^2 + 4}}{2 \cdot 2\varphi} = \frac{2\frac{2}{3} + 2 \pm \sqrt{\frac{64}{9} + 4}}{2 \cdot 2 \cdot 2\frac{2}{3}} = \frac{8 + 6 \pm 10}{32} = \frac{14 \pm 10}{32}$; $\beta_1 = \frac{24}{32} = 0{,}75 > 0{,}25$, $\Rightarrow$ $\alpha < 0$ и ложно; $\beta_2 = \frac{4}{32} = 0{,}125$; $\alpha = 0{,}5 - 0{,}125 = 0{,}375$; $\Rightarrow n = \frac{\alpha}{\beta} = 3$.

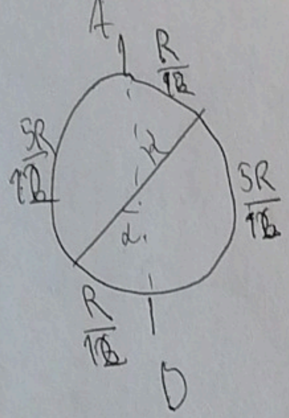
10) $P_2 = (\alpha + \beta)I_2 \cdot U = 0{,}5 \cdot I_2 U = \frac{U^2}{2 \cdot 2 \cdot \alpha\beta R} = \frac{6^2}{2 \cdot 2 \cdot 2^{-3} \cdot 3 \cdot 2^{-3} \cdot 24} = \frac{36}{9 \cdot 0{,}5} = 8$ Вт.

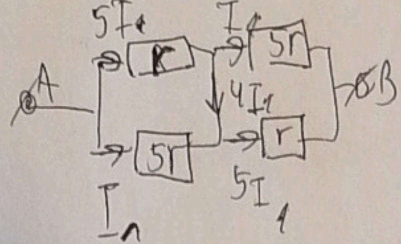
Ответ: 1) $P = 10{,}8$ Вт; 2) $n = 3$; 3) $P_2 = 8$ Вт.

21206596 (U273527 M1279154)

Черновик.

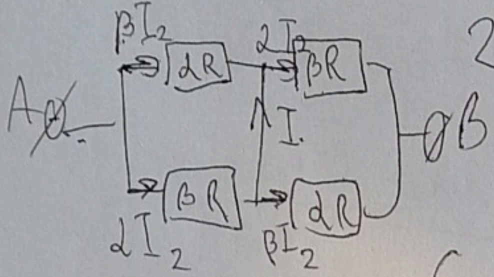
№5.





1) $10 I r = U_0$

$P = U_0 I_0 = U_0 \cdot 6I = \frac{3U_0^2}{5r} = \frac{3U_0^2 \cdot 12}{5R} = \frac{36 U_0^2}{5R} = \frac{36^2}{5\cdot 24} = \frac{144\cdot 3}{5\cdot 8} = \frac{54}{5} = 10{,}8$ Вт



2) $\alpha > \beta$, $n = \frac{\alpha}{\beta} > 1$, то; $\alpha + \beta = 0{,}5$.

$\beta I_2 + I = \alpha I_2$

$I = (\alpha - \beta) I_2 = (0{,}5 - 2\beta) I_2$

$2\alpha\beta I_2 R = U$; $I_2 = \frac{U}{2R\beta(0{,}5-\beta)}$

$I = \frac{(0{,}5-2\beta)U}{2R\beta(0{,}5-\beta)}$

3) $P_2 = (\alpha+\beta) I_2 \cdot U = \frac{U^2}{2\cdot 2R\alpha\beta} = \frac{6^2}{2\cdot 2\cdot 24\cdot 0{,}375\cdot 0{,}125} = \frac{4}{0{,}5} = 8$ Вт

$IR\beta - 2IR\beta^2 = 0{,}5U - 2\beta U$

$2IR\beta^2 - \beta(2U + IR) + 0{,}5U = 0$

$2\beta^2 - \beta\cdot\left(2\frac{U}{IR} + 1\right) + 0{,}5\frac{U}{IR} = 0$; $\varphi = \frac{U}{IR}$, то

$2\beta^2 - \beta(2\varphi + 1) + 0{,}5\varphi = 0$

$D = 4\varphi^2 + 4\varphi + 1 - 4\varphi = 4\varphi^2 + 1 = \frac{100}{64}$; $\sqrt{D} = \frac{10}{8}$

$\beta = \frac{2\varphi + 1 \pm \sqrt{4\varphi^2+1}}{2\cdot 2} = \frac{1{,}75 \pm 1{,}25}{4}$; $\beta = 0{,}75$ или $\beta = 0{,}125$, но $\alpha + \beta = 0{,}5$; $\alpha > 0, \beta > 0$ => $\beta = 0{,}125$; $\alpha = 0{,}375$; $\frac{\alpha}{\beta} = 3$.

Черновик.

№4.

1) $Q_1 = mc_в(t_{100} - t_0) = 5{,}5\cdot 10^{-3}\cdot 4200\cdot 100 = \cancel{11\cdot 5\cdot 42\cdot 10}$ Дж.

2) $Q_3 = m\lambda = 5{,}5\cdot 10^{-3}\cdot 2{,}26\cdot 10^6 = 55\cdot 226\cdot \cancel{10} = 11\cdot 1130 = 12430$ Дж

3) $Q_4 = Q_2 - Q_3 = mc_{п}(t_2 - t_{100})$; $t_2 = \dfrac{Q_2 - Q_3}{mc_п} + t_{100} =$

$= \dfrac{5\cdot 10^3}{5{,}5\cdot 2200\cdot 10^{-3}} + 100 = \dfrac{50}{121\cdot 10^3} + 100 = \dfrac{50000}{121} + 100 \quad 513{,}2^0C$

4) $\dfrac{V_1}{V_2} = \dfrac{T_1}{T_2}$, $\Rightarrow V_2 = \dfrac{V_1 T_2}{T_1} = \dfrac{\vartheta R T_1 T_2}{p_0 T_1} = \dfrac{\vartheta R T_2}{p_0} = HS$;

$H = \dfrac{mR(t_2 + T)}{Mp_0 S} = \dfrac{mR\left(\frac{Q_2 - Q_3}{mc_п} + t_{100} + T\right)}{M\cdot p_0 S} = \dfrac{5{,}5\cdot 10^{-3}\cdot 8{,}31\left(\frac{5000}{5{,}5\cdot 10^{-3}\cdot 2200} + 100 + 273\right)}{0{,}018\cdot 10^5\cdot 500\cdot 10^{-4}} =$

$= \dfrac{5{,}5\cdot 8{,}31\left(\frac{50000}{121} + 373\right)}{90\cdot 10^3} = 0{,}4$ м.

$V_в = \dfrac{m_в}{\rho в} = \dfrac{5{,}5}{1} = 5{,}5$ см^3

$\dfrac{V_в}{S} = \dfrac{5{,}5}{500} = \dfrac{11}{1000} = 0{,}011$ см