Часть 1

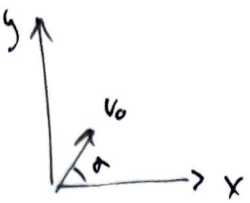
Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21206539**

ID профиля: **840900**

Вариант 4

Задача 1

1) 

$y(t) = v_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$v_y(t) = y'(t) = v_0 \sin\alpha - gt$

при H max $v_y = 0$

$\Rightarrow v_0 \sin\alpha - gt = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 \sin\alpha}{g}$

$H_{max} = v_0 \sin\alpha \cdot \frac{v_0 \sin\alpha}{g} - \frac{g}{2}\left(\frac{v_0 \sin\alpha}{g}\right)^2 = \frac{v_0^2 \sin^2\alpha}{2g}$

$v_0^2 = \frac{H_{max} \cdot 2g}{\sin^2\alpha} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{H_{max} \cdot 2g}{\sin^2\alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 2 \cdot 10}{\frac{1}{2}}} = 20$ м/с

Ответ: 20 м/с

2) $F_{грави} = \frac{1}{2} mg$

$ma = \frac{1}{2} mg \Rightarrow a = \frac{1}{2} g$

~~Нормальное ускорение радиус кривизны траектории~~
~~в точке максимального подъема~~

В т. H max радиус кривизны траектории у модели самолёта такой же как и у камня

$R = \frac{(v_0 \cos\alpha)^2}{g} = \frac{v^2}{\frac{1}{2}g}$

$v^2 = 2 v_0^2 \cos^2\alpha$

$v = \sqrt{v_0^2 \cos^2\alpha \cdot 2}$

$v = v_0 \sqrt{\cos^2\alpha \cdot 2'} = v_0 \sqrt{\frac{1}{2} \cdot 2}$

$v = v_0 = 20$ м/с

Ответ: 20 м/с; 20 м/с

Задача 2

1) 3-2: $F_{тр} = F_{тр\,скольж} = \mu N$

$ma_x = mg\sin\alpha - F_{тр}$

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

$a_x = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha)$

$a_x > 0$

$\Rightarrow$ тело разгоняется

2) 2-1: $F_{тр} = F_{тр\,скольж}\ \mu N$

$ma_x = mg\sin\alpha - F_{тр}$

$ma_x = mg\sin\alpha - \mu_1 mg\cos\alpha$

$a_x = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)$

$a_x < 0$

$\Rightarrow$ тело тормозит

$\Rightarrow V_{max}$ в т. 2

3) ЗСЭ для 2-1

$\frac{mv_2^2}{2} + mgh = \mu_1 mg\cos\alpha \cdot \frac{h}{\sin\alpha}$

$\frac{mv_2^2}{2} = mgh\left(\mu_1\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} - 1\right)$

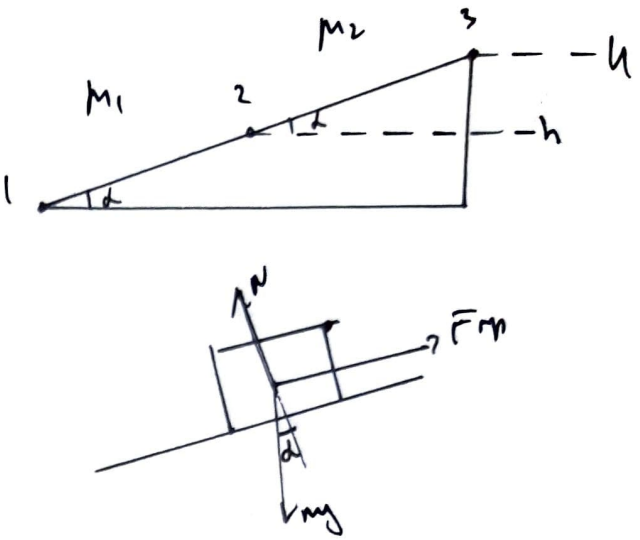
$v_2^2 = 2gh\left(\mu_1\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} - 1\right)$

$v_2^2 = 2\cdot 10\cdot 1{,}4\left(\frac{1}{2}\cdot\frac{24}{7} - 1\right)$

$v_2^2 = 20$

$v_2 \approx 4{,}5$ м/с

$\Rightarrow V_{max} \approx 4{,}5$ м/с



$\cos\alpha = \frac{24}{25} \Rightarrow \sin\alpha = \frac{7}{25}$

4) ЗСЭ для 3-2

$mgH = \frac{mv_2^2}{2} + mgh + \mu_2 mg\cos\alpha\frac{(H-h)}{\sin\alpha}$

$\frac{mv_2^2}{2} = mg(H-h) - mg(H-h)\mu_2\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}$

$v_2^2 = 2g(H-h)\left(1 - \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\cdot\mu_2\right)$

$20 = 2\cdot 10(H-h)\left(1 - \frac{24}{7}\cdot\frac{6}{100}\right)$

$1 = (H-h)\left(\frac{556}{700}\right)$

$H - h = \frac{700}{556} \approx 1{,}26$

$H = 1{,}26 + 1{,}4 = 2{,}66$

$S\sin\alpha = H \Rightarrow S = \frac{H}{\sin\alpha}$

$S = \frac{2{,}66}{\frac{7}{25}} = 9{,}5$ м

Ответ: 1) 4,5 м/с

2) 9,5 м

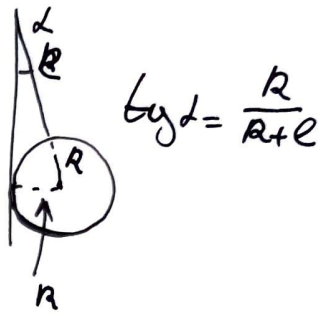
Задача 3

$R = 8$ см
$l = 8$ см
$m = 5{,}2$ кг
$F - ?$
$T - ?$

1) $Oy: T\cos\alpha - mg = 0$
$Ox: N - T\sin\alpha = 0$

$$\begin{cases} T\cos\alpha = mg & (1) \\ T\sin\alpha = N & (2) \end{cases}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{R+l} = \frac{1}{2}$$



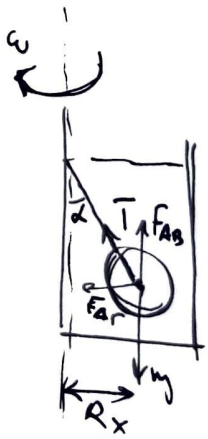
$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{R}{R+l}$$

$\operatorname{arctg}\left(\frac{1}{2}\right) \approx 26{,}56°$
$\sin(\alpha) \approx 0{,}448 \approx 0{,}45$
$\cos(\alpha) \approx 0{,}894 \approx 0{,}9$

$$\Rightarrow T = \frac{mg}{\cos\alpha} = \frac{5{,}2 \cdot 10}{0{,}894} \approx 58\,Н$$

$F = 58$ Н

2) $Oy: ma_y = F_{AB} + T\cos\alpha$
$Ox: ma = F_{AB} + T\sin\alpha$



$$\begin{cases} gV(\rho_{шарика} - \rho_{воздуха}) = T\cos\alpha \\ aV(\rho_{шарика} - \rho_{воздуха}) = T\sin\alpha \end{cases} \Rightarrow \frac{a}{g} = \operatorname{tg}\alpha \Rightarrow a = g\operatorname{tg}\alpha$$

$$a = \frac{v^2}{R_x} = \frac{\omega^2 R_x^2}{R_x} = \omega^2 R_x \Rightarrow \omega^2 = \frac{a}{R_x} = \frac{g\operatorname{tg}\alpha}{R_x}$$

$R_x = (R+l)\sin\alpha$

$$\omega^2 = \frac{g\operatorname{tg}\alpha}{(R+l)\sin\alpha} = \frac{g}{(R+l)\cos\alpha} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{g}{(R+l)\cos\alpha}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{(R+l)\cos\alpha}}} = \frac{2 \cdot 3{,}14}{\sqrt{\frac{10}{0{,}16 \cdot \frac{1}{2}}}} \approx 0{,}56\ с$$

Часть 2

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

Шифр: **21206539**

ID профиля: **840900**

Вариант 4

Задача 4 (самовик)

$m = 10г$
$t_0 = 20°C$
$p_0 = 1 \cdot 10^5$ Па
$Q = 33кДж$
Q_1 - ?
V - ?

1) Q_1 пошло на нагревание воды до 100°C

$Q_1 = m \cdot c_в (100°C - t_0)$

$Q_1 = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 4200 (100 - 20) = 3344$ Дж

2) $Q_2 = mc_в(100°C - t_0) + r \cdot m = 25994$ Дж

Q_2 ушло на на нагревание и на испарение воды

3) $\Delta Q = Q - Q_2 = 33 \cdot 10^3 - 25994 = 7006$ Дж

Оставшееся ΔQ пойдёт на работу пара и на изменение внут. энергии

$\Delta Q = \frac{7}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$

↑ пар (H_2O) 3-х атомный

процесс изобарический $\Rightarrow p_0 \Delta V = \nu R \Delta T$

$\Delta Q = \frac{7}{2} \nu R \Delta T + \frac{2}{2} \nu R \Delta T$

~~$\frac{7}{9} \Delta Q$ пойдёт на изменение~~

$\Rightarrow \frac{7}{9} \Delta Q$ пойдёт на изменение температуры

$\Rightarrow \frac{7}{9} \Delta Q = m c_{пара} \Delta T \Rightarrow \Delta T \approx 247 K$

$T_2 = 373 + \Delta T \approx 620 K$

$p \Delta V = \frac{2}{9} \Delta Q \approx 1557$ Дж

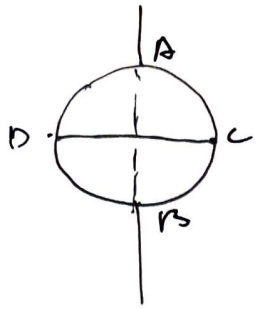
$\begin{cases} p_0 V_1 = \nu R T_1 \\ p_0 V_2 = \nu R T_2 \end{cases} \Rightarrow p_0 \Delta V = \nu R \Delta T \Rightarrow V = \frac{p_0 \Delta V}{R \Delta T} = \frac{1557}{8,31 \cdot 247} \approx 0,76$ моль

где $V_2 = \frac{\nu R T_2}{p_0} = \frac{0,76 \cdot 8,31 \cdot 620}{1 \cdot 10^5} \approx 0,04 м^3 \approx 40л$

Ответ: 3344 Дж; 40л

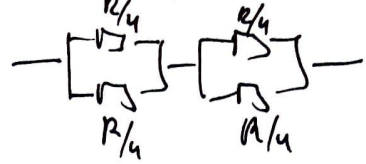
Задача 5 (школьник)

1)



$R_{AC} = R_{CB} = R_{BD} = R_{DA} = \frac{1}{4}R$

Экв. схема:

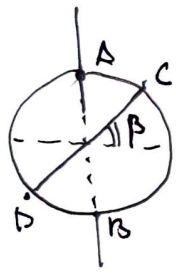


Напряжение на каждом из резисторов $= \frac{U}{2}$

$$\Rightarrow P = \frac{(\frac{U}{2})^2}{(\frac{R}{4})} \cdot 4 = \frac{U^2}{R} \cdot 4 = \frac{2U^2}{R} \cdot 4 = 32\ Вт$$

Ответ: 32 Вт

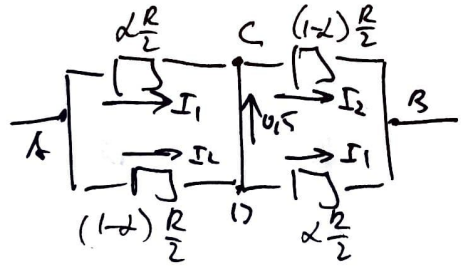
2)



Пусть $R_{AC} = \alpha \frac{R}{2}$. Тогда $R_{CB} = (1-\alpha)\frac{R}{2}$

Аналогично $R_{BD} = \alpha \frac{R}{2}$ > $R_{AD} = (1-\alpha)\frac{R}{2}$,

α - коэффициент



$$\begin{cases} I_2 = I_1 + 0{,}5A \\ \alpha \frac{R}{2} I_1 = (1-\alpha)\frac{R}{2} I_2 \\ \alpha \frac{R}{2} I_1 + (1-\alpha)\frac{R}{2} I_2 = U \end{cases}$$

$$2\alpha \frac{R}{2} I_1 = U$$

$$\alpha R I_1 = U \rightarrow I_1 = \frac{U}{\alpha R} = \frac{1}{3\alpha}$$

$$\alpha I_1 = (1-\alpha)(I_1 + 0{,}5)$$

$$\alpha I_1 = I_1 + 0{,}5 - \alpha I_1 - \alpha \cdot 0{,}5$$

$$(2\alpha - 1) I_1 = 0{,}5(\alpha - 1)$$

$$(2\alpha - 1)\frac{U}{\alpha R} = \frac{1}{2}(\alpha - 1)$$

$$(2\alpha - 1)\frac{1}{3\alpha} = \frac{1}{2}(\alpha - 1)$$

$$2(2\alpha - 1) = 3\alpha(\alpha - 1)$$

$$4\alpha - 2 = 3\alpha^2 - 3\alpha$$

$$3\alpha^2 - 7\alpha + 2 = 0$$

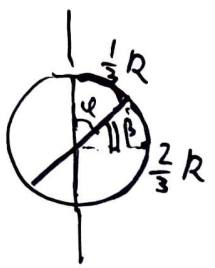
(Условие)

$3\alpha^2 - 7\alpha + 2 = 0$

$D = 49 - 4 \cdot 2 \cdot 3 = 49 - 24 = 25 = 5^2$

$\alpha = \frac{7 \pm 5}{6} = \begin{cases} \frac{1}{3} \\ 2 - \text{не удовл., т.к. } \alpha < 1 \end{cases}$

$\Rightarrow \alpha = \frac{1}{3}$

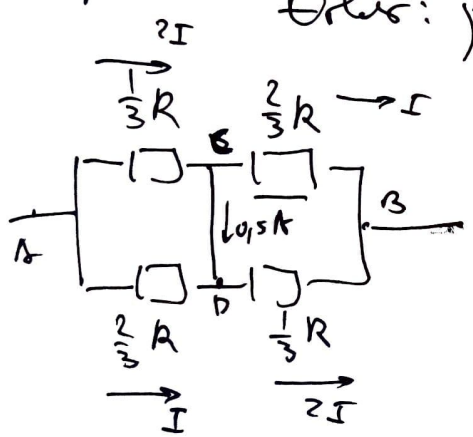


$\varphi = \frac{1}{3} \cdot \pi = \frac{\pi}{3}$ (60°)

$\Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{3} = \frac{\pi}{6}$ (30°)

Ответ: $\beta = 30°$

3)



$I_1 = 2I = \frac{U}{2R} = \frac{2 \cdot 4}{\frac{1}{3} \cdot 24} = 1\,A$

$I_2 = I = 0{,}5\,A$

(Замечание: ток 0,5 А будет течь от C к D, а не от D к C, как было указано на предыдущем рисунке)

~~Решение~~

$P = \frac{(\frac{U}{2})^2}{\frac{1}{3}R} \cdot 2 + \frac{(\frac{U}{2})^2}{\frac{2}{3}R} \cdot 2 = \frac{3U^2}{4R} \cdot 2 + \frac{3U^2}{4 \cdot 2R} \cdot 2$

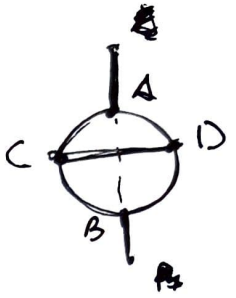
$= \frac{3U^2}{2R} + \frac{3U^2}{4R} = \frac{9U^2}{4R} = \frac{9}{4} \cdot \frac{24^2}{72} = 18\,Вт$

Ответ: 18 Вт

(Ответ: 1) 32 Вт
2) $\beta = 30°$
3) 18 Вт

Задача 5 (черновик)

1) $R = \rho \frac{L}{S}$



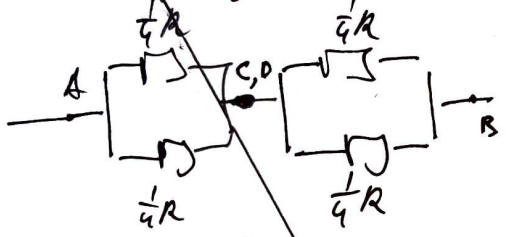
$R_{AD} = \rho \frac{L/4}{S} = \frac{1}{4} R$

аналогично $R_{DB} = R_{BC} = R_{CA} = R_{AD} = \frac{1}{4} R$

2) Т.к $\varphi_C = \varphi_D$ (сопр CD → 0)

эти точки можно объединить.

Перерисуем схему

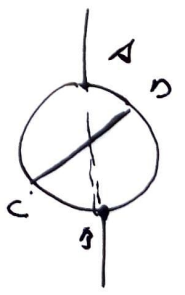


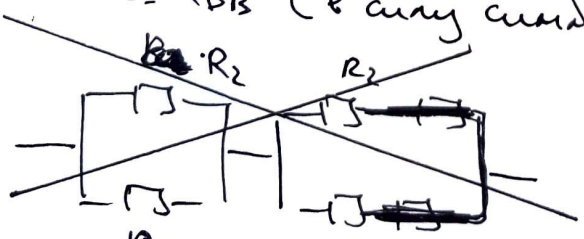
$$R_0 = \frac{\frac{1}{4}R \cdot \frac{1}{4}R}{\frac{1}{4}R + \frac{1}{4}R} \cdot 2 = \frac{\frac{1}{16}R^2}{\frac{1}{2}R} \cdot 2 = \frac{1}{8}R \cdot 2 = \frac{1}{4}R$$

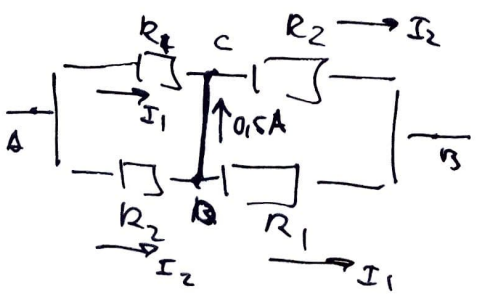
$$P = \frac{U^2}{R_0} = \frac{U^2}{\frac{1}{4}R} = 4\frac{U^2}{R} = 4 \cdot \frac{22^2}{72} = 32\,\text{Вт}$$

3) $R_{AD} = R_{BC}$ (в силу симметрии) $= R_2$

$R_{AC} = R_{DB}$ (в силу симметри $= R_1$







Перерисуем схему и расставим токи

$I_2 = I_1 + 0{,}5$

$R_1 = \alpha \frac{R}{2}$, $R_2 = (1-\alpha)\frac{R}{2}$

$R_1 I_1 + R_2 I_2 = U$

$Q_1 = c_B m(100-60) = 4200 \cdot 80 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 420 \cdot 8 = 3360\,J$

$r \cdot m = 2{,}20 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 22{,}6 \cdot 10^4 = 226\,000$

$\Delta m \cdot r + c_B m(100-60) = Q$

$\Delta m = \frac{Q - c_B m(100-60)}{r}$

$\Delta m = \frac{33 \cdot 10^3 - 4180 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 80}{2{,}26 \cdot 10^6}$

$\frac{\frac{U}{2}}{R}$

$\frac{(\frac{U}{2})^2}{\frac{1}{4}R} = \frac{U^2}{R}$

$T\cos\alpha = mg$

$T\sin\alpha = N$

$\Delta Q = Q - m(r + c_B \cdot 80)$

$= 33 \cdot 10^3 - 10 \cdot 10^{-3}($

$33 \cdot 10^3$ (25994)

$\Delta Q = 7006\,J$

$\Delta Q = m \cdot c_B (T - 100)$

$\Delta Q = \frac{5}{2} p\Delta V + p\Delta V = \frac{7}{2} p\Delta V$

$pV = \frac{m}{\mu} RT$

$\frac{7}{2} p\Delta V$

$\frac{R \cdot R}{R+R} = \frac{R}{2}$

$\frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{\frac{R}{4}}{1} = \frac{R}{4}$

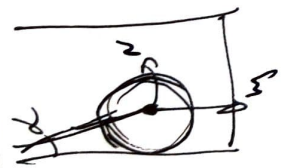
$\frac{m}{\mu} RT = p$

$pU = \nu RT$

$p(U + \Delta U) = \nu RT + \frac{m}{\mu} RT$

$p\Delta V = \frac{m}{\mu} RT$

Перевод



$I_2 = I_1 + 0{,}5$

$R_1 I_1 + R_2 I_2 = U$

$R_1 = \alpha \frac{R}{2}$

$R_2 = (1-\alpha)\frac{R}{2}$

$\alpha \frac{R}{2} I_1 + (1-\alpha)\frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5) = U$

$\alpha \frac{R}{2} I_1 + \frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5) - \alpha \frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5) = U$

$\alpha \frac{R}{2}(I_1 - (I_1 + 0{,}5)) + \frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5) = U$

$\alpha \frac{R}{2} \cdot 0{,}5 + \frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5) = U$

$R_1 I_1 = R_2 I_2$

$\alpha \frac{R}{2} I_1 = (1-\alpha)\frac{R}{2}(I_1 + 0{,}5)$

$\alpha I_1 = (1-\alpha)(I_1 + 0{,}5)$

$\alpha I_1 = I_1 + 0{,}5 - \alpha I_1 - \alpha 0{,}5$

$2\alpha I_1 - I_1 = 0{,}5(\alpha - 1)$

$I_1(2\alpha - 1) = 0{,}1$

$40 - 4 \cdot 3 \cdot 2 = 16$

$\frac{16}{3}$

$\alpha(I_2 - 0{,}5) = (1-\alpha) I_2$

$\alpha I_2 - \alpha \cdot 0{,}5 = I_2 - \alpha I_2$

$2\alpha I_2 - I_2 = \alpha \cdot 0{,}5$

$(2\alpha - 1) I_1 = 0{,}5(\alpha - 1)$

$2\alpha I_1 - I_1 = 0{,}5(1-\alpha)$

$I_1(2\alpha - 1) = 0{,}5(1-\alpha)$

$\frac{U}{2R}(2\alpha - 1) = 0{,}5(\alpha - 1)$

$\frac{1}{3\alpha}(2\alpha - 1) = \frac{1}{2}(\alpha - 1)$

$2(2\alpha - 1) = 3\alpha(\alpha - 1)$

$2\alpha^2 - 7\alpha + 2 = 0$

$D = 49 - 4 \cdot 2 \cdot 2$

$3\alpha^2 - 3\alpha = 4\alpha - 2$

$3\alpha^2 - 7\alpha + 2 = 0$

$\frac{7 \pm 5}{6}$

$\begin{cases} \frac{1}{3} \\ 2 \end{cases}$

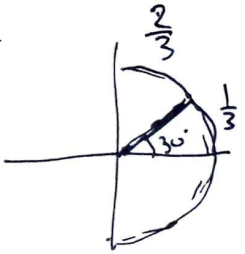
180

$\frac{\frac{R}{2} \cdot \frac{R}{2}}{\frac{R}{2} + \frac{R}{2}} = \frac{R}{4}$

$\alpha I_1 = (1-\alpha)(I_1 + 0{,}5)$

$\alpha I_1 = I_1 + 0{,}5 - \alpha I_1 - 0{,}5 \cdot \alpha$

$\alpha I_1 = (1-\alpha) I_2$



Термодин

p_0 ; V_1

$p_0 + \Delta p$: V_2

$$\begin{cases} pV_1 = \nu R T_1 \\ p_2 V_2 = \left(\nu + \frac{m}{\mu}\right) R T_2 \end{cases}$$

$$\left(p_0 + \frac{\frac{m}{\mu} R T}{V_1}\right) \cdot V = p_0 V_1 + \frac{m}{\mu} R T_2$$

$$\left(p + \frac{\frac{m}{\mu} R T}{V_1}\right)(V_1 + \Delta V) = \nu R T_2 + \frac{m}{\mu} R T_2$$

$p_0 V_1 = \nu R T_1$

$p_0 V_2 =$

p_0 ; V_1 ; $T = 373\,K$

$(p_0 + \Delta p)\, V_2$; T ; 600

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$$

$$= \nu R \Delta T$$

$$Q = \frac{7}{2} \nu R \Delta T$$

$$Q = \frac{7}{2} \cdot \frac{m}{\mu} R \Delta T$$

$$7000 = \frac{7}{2} \cdot \frac{10}{29} \cdot 8{,}31 \cdot \Delta T$$

$$\frac{1000 \cdot 2 \cdot 10}{10 \cdot 8{,}31} = \Delta T$$

$$\Delta T = 43$$

$$\Delta Q = m \cdot c \left(T - 373\right)$$

$$7000 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 2200 \cdot (T - 373)}{2}$$

$$313 = T - 373$$

$$T = 691$$

$$\frac{5}{7} Q = c m \Delta T$$

$$5000 = 2200 \cdot 10^{-2} \Delta T$$

$$\Delta T = 227$$

$$T = 373 + 227 = 600$$

$$2000 = p \Delta V$$

$$\frac{\left(\frac{U}{2}\right)^2}{\frac{1}{13} R} \cdot 2 + \frac{3U^2}{4R} \cdot 2 + \frac{U^2 \cdot 3}{4} = \frac{2U^2}{4R} + \frac{3U^2}{4R} + \frac{6U^2}{4R}$$

$$\frac{U^2}{4R} \cdot 11$$

$R = 32\,\Omega$

$p_0 V_1 = \nu R T_1$ (верно)

$\left(p_0 + \frac{\frac{m}{\mu} R T_1}{V_1}\right)(V_1 + \Delta V) = \left(\nu + \frac{m}{\mu}\right) R T_2$

$p_0 V_1 + p_0 \Delta V + \frac{m}{\mu} R T_1 + \frac{m}{\mu} R T_1 \frac{\Delta V}{V_1} = \nu R T_2 + \frac{m}{\mu} R T_2$

$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T + p \Delta V$

$p_0 V_1 = \nu R T_1$

$p V_1 = \nu R T_1$

$p_0 V_2 = \nu R T_2$

$p_0 (V_2 - V_1)$

$p (V_1 + \Delta V) = \nu R T_2$

$p V_1 + p \Delta V = \nu R T_2$

$\nu R T_1 + p \Delta V = \nu R T_2$

$p \Delta V = \nu R (T_2 - T_1)$

$2000 = \nu \cdot 8{,}31 (600 - 373)$

$2000 = \nu \cdot 1886$

$\nu \approx 1{,}06$

$p V_1 = \nu R T_1$

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

$\frac{V_2}{V_1} = \frac{600}{373}$

$\frac{7}{5} \cdot 2000$

$2000 \cdot \frac{7}{5}$