Часть 1

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

Шифр: **21205900**

ID профиля: **326753**

Вариант 3

Чистовик

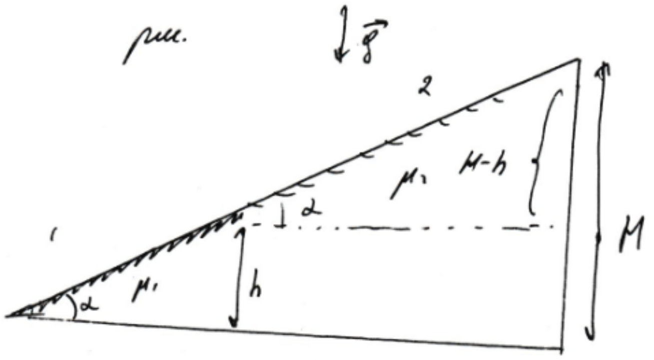
Тур 1

Часть 1

Задача 2

$\alpha = 30°$
$h = 2м$
$\mu_1 = 0.81$
$\mu_2 = 0.11$
$T - ?$
$H - ?$
$g = 10 м/с^2$

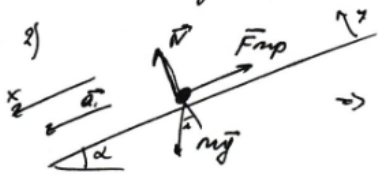
рис.



(1)

1) Длина участка торможения 1 равна $l_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$

2)



$\Rightarrow$ oy: $N - mg\cos\alpha = 0 \Rightarrow N = mg\cos\alpha$
$F_{тр} = \mu_1 N$ $\Big\} \Rightarrow F_{тр} = \mu_1 mg\cos\alpha$ ⊙

ox: $ma_1 = mg\sin\alpha - F_{тр} = m\cdot g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) \Rightarrow a_1 = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)$ — таким было ускорение на участке 1

2) Из ф формулы кинематики ра для равноуск-го движения

!!!

здесь знак минус, т.к. мы берём модуль ускорения

$l_1 = -\frac{a_1 T^2}{2} \Rightarrow T = \sqrt{\frac{2l_1}{a_1}} = \sqrt{\frac{2h}{\sin\alpha\, g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)}} =$

учитываем, что в конце $v = 0$

$= \sqrt{\frac{4h}{g(\frac{1}{2} - \frac{0.81\cdot\sqrt{3}}{2})}} = \sqrt{\frac{8h}{g(1 - 0.81\cdot\sqrt{3})}} \approx 2 с$

(2) 1) Вначале и в конце скорость тела равна нулю => по т. об изменении кин. энергии

$0 = mgH + A_1 + A_2$, где A_1 и A_2 — работы сил трения на участках 1 и 2 соответственно, mgH — работа силы тяжести.

На 1 $F_{тр1} = \mu_1 mg\cos\alpha$ (см. ⊙), на 2 — $F_{тр2} = \mu_2 mg\cos\alpha$

2) Длина 1 равна $l_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$, длина 2 равна $l_2 = \frac{H-h}{\sin\alpha}$ (см. рис.) $\Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} A_1 = -\frac{\mu_1 mg\cos\alpha h}{\sin\alpha} = -\mu_1 mgh\,\mathrm{ctg}\alpha = -\mu_1 mg l_1 \\ A_2 = -\frac{\mu_2 mg\cos\alpha(H-h)}{\sin\alpha} = -\mu_2 mg(H-h)\,\mathrm{ctg}\alpha \end{cases}$ (работы сил трения отрицательны)

3) Ну, и

$0 = mgH + A_1 + A_2 \Rightarrow mgH = mg\,\mathrm{ctg}\alpha\,\underbrace{(\mu_1 h + \mu_2(H-h))}_{=\mu_2 mg l_2} \Leftrightarrow H = \mu_1 h\,\mathrm{ctg}\alpha + \mu_2 H\,\mathrm{ctg}\alpha - \mu_2 h\,\mathrm{ctg}\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow H(1 - \mu_2\mathrm{ctg}\alpha) = h\,\mathrm{ctg}\alpha(\mu_1 - \mu_2) \Rightarrow H = \frac{h\,\mathrm{ctg}\alpha(\mu_1 - \mu_2)}{1 - \mu_2\mathrm{ctg}\alpha} \approx 2.95 м$

$\boxed{\text{Ответ: } T = \sqrt{\frac{2h}{g\sin\alpha(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)}} \approx 2с;\ H = \frac{h(\mu_1 - \mu_2)\,\mathrm{ctg}\alpha}{1 - \mu_2\mathrm{ctg}\alpha} \approx 2.95 м}$

Чистовик

Тур 1

Часть 1

Задача 1

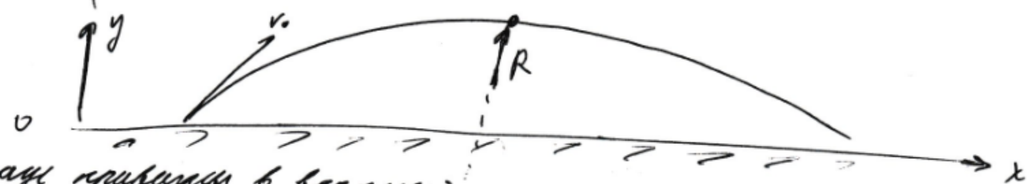
① $\alpha = 60°$
$S = 17$ м
$v_0 - ?$

Как известно, дальность полёта при броске под углом α к горизонту равна

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} \approx \overset{14.1\text{ м/с}}{~~14\text{ м/с}~~} \quad \left(\text{или } \sqrt{\frac{gS}{2\sin\alpha\cos\alpha}}\right)$$

② $m = 1$ м
$v = v_0/4$
$F - ?$

камень движется по параболе ⇒ :

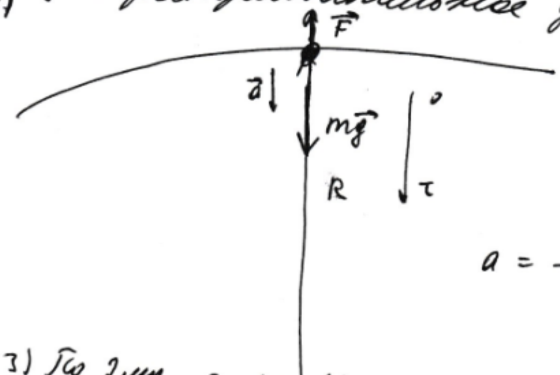


1) Радиус кривизны в верхней точке у камня (а значит, и у самолёта (он ведь по той же траектории движется)) равен $R = \frac{v_в^2}{g}$ ($v_в$ - ск-ть в верхней точке) (ск-ть камня вверху)

$v_в = v_x = v_0 \cos\alpha = \sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} \cos\alpha \Longrightarrow R = \frac{gS\cos^2\alpha}{g\sin 2\alpha} = \frac{gS\cos^2\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha g} = \frac{gS\cos\alpha}{2\sin\alpha g} = \frac{gS\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{2g} = \frac{S\,\mathrm{ctg}\,\alpha}{2}$

т.к. $v_y = 0$ вверху

2) Центростремительное ускорение a самолёта вверху равно



$~~a = \frac{v^2}{R} = \frac{gS \cdot 2\sin\alpha}{2\sin\alpha\cos\alpha \cdot gS\cos\alpha}~~$

$$a = \frac{\left(\frac{v_0}{4}\right)^2}{R} = \frac{gS \cdot 2\sin\alpha}{16 \cdot 2\sin\alpha\cos\alpha \cdot S\cos\alpha} = \frac{g}{16\cos^2\alpha}$$

3) По 2му з-ну Ньютона для самолёта $m\vec a = \vec F + m\vec g \Longrightarrow$ в проекции на ось $O\tau$ (~~рs~~) $ma = mg - F \Rightarrow F = m(g - a) \rightarrow$

$\rightarrow$ ~~$F = mg\left(1 - \frac{1}{\cos^2\alpha}\right) = mg(1 + \ldots$~~

$$\rightarrow F = mg\left(1 - \frac{1}{16\cos^2\alpha}\right) = 7.5\text{ Н}$$

Ответ: ~~примерно~~ $\sqrt{\frac{gS}{\sin 2\alpha}} \approx \overset{14.1\text{ м/с}}{~~14\text{ м/с}~~}$; $F = mg\left(1 - \frac{1}{16\cos^2\alpha}\right) = 7.5$ Н

21205900 (U326753 M1283832)

Черновик

Тур 1

(Часть 1)

Задача 3

$R = 5$ см

$l = 15$ см

$m = 0.8$ кг

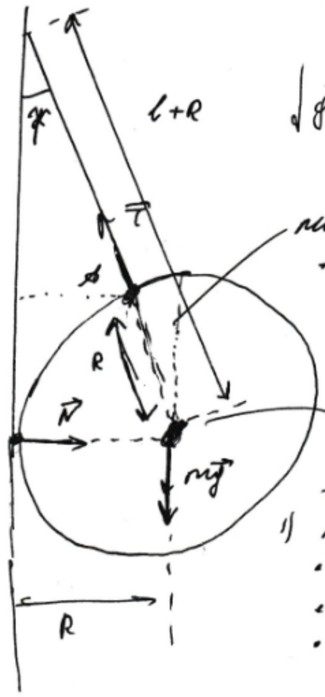
$N - ?$

$\omega = 10$ рад/с

$g = 10$ м/с^2

$\alpha - ?$

1



нитка так „смотрит", потому что ~~нет~~ трения между ней и стенкой (стенки гладкие)

центр тяжести

1) на шар действуют:
- сила натяжения нити $\vec{T}$
- сила тяжести $m\vec{g}$
- сила реакции $\vec{N}$ (она нормальная)

Пусть нить образует угол γ со стенкой. $\cos\gamma = \sqrt{1-\left(\frac{R}{l+R}\right)^2}$. $\sin\gamma = \frac{R}{l+R}$

Шар в равновесии $\Rightarrow \Sigma\vec{M} = \vec{0}$ отн-но любой точки.

Отн-но точки A (куда прикреплена нить) ур-е моментов:

$mg(R - l\sin\gamma) + T\cdot 0 - \cancel{N} N\cdot R\sin(90^\circ-\gamma) = 0 \Leftrightarrow mg\left(R - \frac{lR}{l+R}\right) = NR\cos\gamma \Rightarrow$

/ или $mgR\sin\gamma$

$\Leftrightarrow \frac{mgR^2}{l+R} = NR\sqrt{1-\left(\frac{R}{l+R}\right)^2} \Rightarrow$

$\Rightarrow N = \frac{mgR}{(l+R)\sqrt{1-\left(\frac{R}{l+R}\right)^2}}$;

$= \frac{mgR}{\sqrt{(l+R)^2-R^2}} = \frac{mgR}{\sqrt{l^2+2Rl}} = 2$ Н

Ну, и по 3 з-ну Н. шар давит на стенку с той же силой

2

$\rho = 1000$ кг/м^3 – пл-ть воды

Теперь на шар действуют сила тяжести $m\vec{g}$, какая-то новая сила натяжения нити T_0, вертикальная составляющая силы Архимеда $\vec{F_в}$ и горизонтальная составляющая силы Архимеда $\vec{F_г}$

1) $F_в = \rho g V$, где ρ – пл-ть воды, V – объём шара ($V = \frac{4}{3}\pi R^3$)

$F_г = \rho V a$, где $a = \omega^2(l+R)\sin\alpha$ – центростремительное ускорение; $F_г = \rho V\omega^2(l+R)\sin\alpha$

(Чистовик)

(Тур 1)

(Часть 1)

Задача 3 (продолжение)

2) По 2му з-ну Ньютона

$Oy: F_б + T_0 \cos\alpha - mg = 0$
$Ox: m\omega^2(l+R)\sin\alpha = T_0 \sin\alpha + F_2$

$\longrightarrow$ $\begin{cases} T_0 \sin\alpha = \omega^2(l+R)\sin\alpha\,(m-\rho V) \\ T_0\cos\alpha = g(m-\rho V) \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \dfrac{\omega^2(l+R)\sin\alpha}{g} = \dfrac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \Longrightarrow \dfrac{1}{\cos\alpha} = \dfrac{\omega^2(l+R)}{g} \Rightarrow \cos\alpha = \dfrac{g}{\omega^2(l+R)}$,

т.е. $\alpha = \arccos\left(\dfrac{g}{\omega^2(l+R)}\right) = \dfrac{\pi}{3} = 60°$

Ответ: 1) $F = N = \dfrac{mgR}{\sqrt{l^2+2Rl}} \approx 2Н$ 2) $\alpha = \arccos\left(\dfrac{g}{\omega^2(l+R)}\right) = \dfrac{\pi}{3} = 60°$

21205900 (U326753 M1283832)

Часть 2

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

Шифр: **21205900**

ID профиля: **326753**

Вариант 3

Чистовик

Задача 4

Часть 2

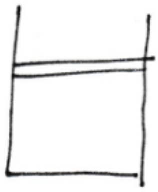
$m = 5.5$ г

$t_0 = 0°C$

$S = 500$ см^2 $= 0.05$ м^2

$p_0 = 10^5$ Па

$c_p = 2200$ Дж



(1) До начала кипения вода нагревается от t_0 до $T_0 = 100°C = 373K$, т.е. теплота тратится на нагрев $\Rightarrow Q_1 = cm(T - t_0) = 2299$ Дж

(2) ~~После начала кипения температура самой воды остается постоянной и равной $T = 373K$ $\Rightarrow$ всё тепло Q_2 идет на превр испарение. Т.к. $p_0 = const$ и $p_0 = 10^5$ Па, то $Q_2 = r\Delta m$ (Δm - масса испарившейся воды, т.е. масса пара).~~

Пусть пар нагревается на ΔT.

~~Q_2 идёт на превращение воды в пар~~ и нагревание пара. ~~Дальше пар уже сам~~

Р Пусть будут 2 последовательных процесса:

1. ~~На~~ испарение воды. При испарении образуется $\Delta m = \frac{Q_2}{r}$ ~~во~~ пара

2. V - объём пара в конце, $\mu = 18$ г/моль - молярная масса пара

$$p_0V_0 = \frac{\Delta m}{\mu}RT \Rightarrow T = \frac{\mu p_0 V_0}{R\Delta m} = \frac{\mu p_0 V_0 r}{RQ_2}$$ ($\cancel{T_2}$ T-температура пара в конце)

3. $\Delta m c_p(T - T_0) = p_0\Delta V = p_0V_0 \rightarrow \cancel{\frac{c_p\mu p_0 V_0 r}{Q_2R} - c_pT_0 = p_0V_0 \Rightarrow}$

$$\cancel{\Rightarrow p_0V_0\left(\frac{c_p\mu p_0V_0 r}{Q_2R} - 1\right) = c_pT_0 \Rightarrow V_0 \quad h = \frac{V_0}{S};}$$

$$\cancel{h = \frac{c_pT_0}{p_0S\left(\frac{c_p\mu p_0 r}{Q_2R} - 1\right)}}$$

$$\rightarrow c_p\Delta m(T - T_0) = p_0\Delta V = p_0V_0 \Rightarrow \frac{\mu p_0V_0 r c_p}{RQ_2} - \frac{c_pQ_2T_0}{r} = p_0V_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p_0V_0\left(\cancel{\mu p}\ \frac{\mu c_p r}{R^2} - 1\right) = \frac{c_pQ_2T_0}{r} -$$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{\frac{c_pQ_2T_0}{r}}{\left(\frac{\mu c_p r}{R^2} - 1\right)p_0S} = м$$

$=$

Ответ: 2299 Дж.

21205900 (U326753 M1283833)

~

Задача 5

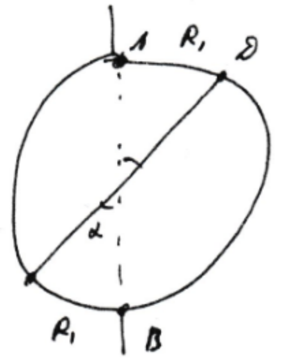
① $R = 24$ Ом

$U = 6В$

1) У нас кольцо =>

=> $R'_{AB} = \frac{R}{2} = 12$ Ом $= R_0$ –

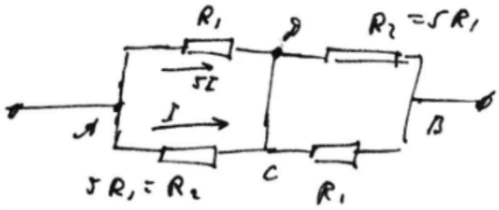
– это сопротивление половинки кольца (т.е. половинки проволоки)



~~ct~~ $\alpha = \frac{1}{6}\cdot 180° \Rightarrow R_{CB} = \frac{1}{6}R_0 = 2$ Ом $= R_{AD} = R_1$

Тогда, и $R_{AC} = R_{BD} = \frac{5}{6}R_0 = 10$ Ом $= R_2 = 5R_1$

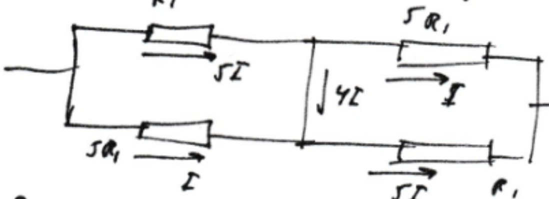
2) Эквив. схема:



У нас перемычка =>

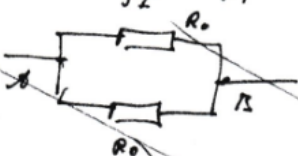
=> $\varphi_c = \varphi_d$ =>

=> если через R_2 течёт ток I, то через R_1 течёт ток $5I$ =>



– так растекутся токи

3) ~~$R_{AB} = \frac{R_0}{2} = 6$ Ом, т.к. $= \frac{R}{4}$~~

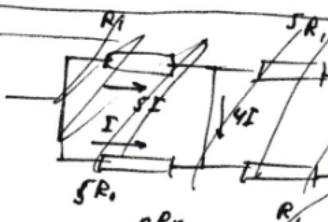


~~=> общий ток равен~~

~~$I_0 = 6I = \frac{U}{R/4} = \frac{4U}{R} = 1А \Rightarrow I = \frac{1}{6}А$~~

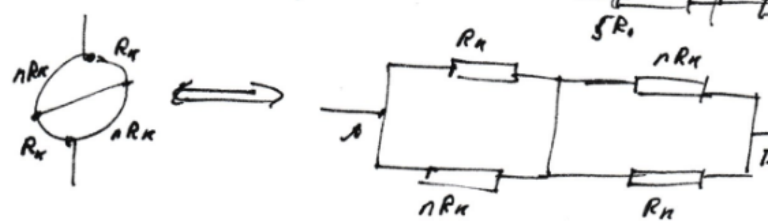
~~Ну, и $P = 2\cdot(5I)^2\cdot R_1 + 2\cdot I^2\cdot R_2 = 50I^2R_1 + 10I^2R_1 = 60I^2R_1 = 60\cdot\frac{1}{36}\cdot 2$ Вт $= 3.33$ Вт~~

3) $U = \varphi_A - \varphi_B = 10IR_1 \Rightarrow I = \frac{U}{10R_1} = 0.3А \Rightarrow P = ((5I)^2\cdot R_1 + I^2\cdot 5R_1)\cdot 2 =$ ~~5.4 Вт~~ 10.8 Вт



② ~~Как было показано чуть выше,~~

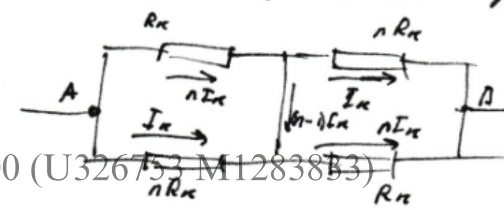
1) если с-е меньшего "куска" равно $R_к$, то с-е большего равно $nR_к$:



=> ~~так~~

аналогично пункту ①, если через $nR_к$ течёт ток $I_к$, то через $R_к$ течёт $nI_к$:

②



=> через перемычку течёт ток ~~(n-1)~~ $I = (n-1)I_n$

Чистовик

Часть 2

~~Задача~~ Задача 5 (продолжение)

Сопротивление всей половины кольца равно $R_к + nR_к = (n+1)R_к = \frac{R}{2}$ =>

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

$$\varphi_a - \varphi_b = U = nI_к R_к + I_к n R_к = 2nI_к R_к;$$

см рис ⊙

$$U = 2n \cdot I_к \cdot \frac{R}{2(n+1)} = \frac{nRI_к}{n+1} = U$$

$$I = (n-1) I_к \Rightarrow I_к = \frac{I}{n-1}$$

$$\Rightarrow U = \frac{nRI}{(n+1)(n+1)} =$$

$$= \frac{nRI}{n^2-1} = U; \quad n^2U - U - nRI = 0;$$

$$n^2U - nRI - U = 0 \Rightarrow n = \frac{RI + \sqrt{(IR)^2 + 4U^2}}{2U} = \frac{16 \pm \sqrt{256 + 144}}{12} = \frac{16+20}{12} = 3.$$

Значит, $n = 3$

3) если $n=3$, то $R_к = \frac{R}{2(3+1)} = 3$ Ом; $I_к = \frac{I}{n-1} = \frac{I}{2} = \frac{1}{3}$ А =>

$\cancel{U = 2nI_к R_к}$ $\Rightarrow P_2 = \left[(nI_к)^2 R_к + I_к^2 \cdot nR_к\right] \cdot 2 = 8$ Вт

$$\boxed{\text{Ответ: 1) 10.8 Вт 2) } n=3 \text{ 3) 8 Вт}}$$

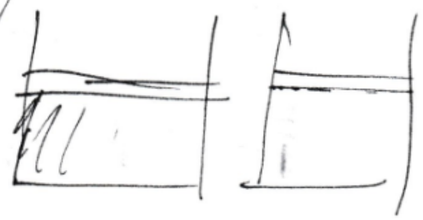
21205900 (U326753 M1283833)

Черновик

$Q = r\Delta m + c_p \Delta m (T - T_0) + pV$

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

$Q = \Delta m (r + c_p T - c_p T_0) + pV$



$Q_2 = \Delta U + p\Delta V$

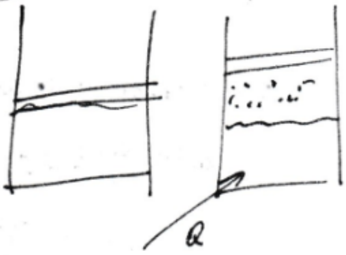
$\Delta U = r\Delta m$

$Q_2 = r\Delta m + p\Delta V$

для газа

$C_p \Delta m \Delta T =$

$Q_2 = C_p \Delta m \Delta T + r\Delta m$



Q

$C_p \Delta m (T_1 - T) =$

$p_0 \Delta V = \frac{\Delta m}{\mu} R (T_1 - T)$

$Q = r\Delta m + p\Delta V$

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

$Q_1 = r\Delta m + c_p \Delta m \Delta T$

$C_p \Delta m \Delta T = \Delta U + p\Delta V$

$10 I R_1 = \frac{10}{6} \cdot 2$

$\frac{6}{10 \cdot 2} = \frac{3}{10}$

$C_p \Delta m \Delta T = p\Delta V + (C_p - \mu R) \Delta m \Delta T$

0

1.5

0.3

$pV = \nu RT$

$p\Delta V = \nu R \Delta T$

$C_p \Delta m \Delta T = p\Delta V +$

$24 \pm \sqrt{576 + 4 \cdot 36}$

$Q = r m_0 + C_p m_0 \Delta T$

$\Delta T = \frac{Q - r m_0}{C_p m_0}$

$\frac{C_p}{\mu} - \frac{C_v}{\mu} = R$

$Q = r\Delta m + p\Delta V + C_p \Delta m \Delta T$

$p\Delta V = \frac{m_0}{\mu} R \Delta T$

$\frac{1}{\mu}(C_p - C_v) = R$

$p\Delta V = \frac{m_0}{\mu} R \frac{Q - r m_0}{C_p m_0}$

$\mu R = C_p - C_v$

$+ \delta Q$

$dQ = r\,dm + C_p\,dm\,dT$

$\delta Q =$

$I_к (n-1) = I$

откуда $C_v = C_p - \mu R$

$I_к = \frac{I}{n-1}$

$p\Delta V$

$T_0 \quad T - T_0$

$\mathcal{U} = \frac{2 n R_к I_к}{n-1}$

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

$Q_2 = r\Delta m$

$Q = c_p \Delta m \Delta T + r\Delta m$

$\frac{R}{2} = (n+1) R_к$

$\Delta m = \frac{Q_2}{r}$

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

$R_к = \frac{R}{2(n+1)}$

$p\Delta V = \frac{Q_2}{\mu r} R \Delta T$

$r\Delta m = Q - c_p$

$\mathcal{U} = \frac{2 n I R}{2(n^2 - 1)}$

когда сила

$\Delta m (c_p \Delta T + r) = Q$

$m \quad \frac{\mu C_p}{m}$

$Q_2 =$

$Q = r\Delta m + p\Delta V$

$\mathcal{U} = \frac{n I R}{n^2 - 1}$

$C_p \nu \Delta T$

$\frac{24 \pm \sqrt{720}}{12}$

$C_p \Delta m \Delta T = p\Delta V + C_p \Delta m \Delta T - \mu R \Delta m \Delta T$

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