Часть 1

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

Шифр: **21205377**

ID профиля: **280773**

Вариант 3

Чистовик (1)

№1

Дано:
$\alpha = 60°$
$S = 17$ м
$m = 1$ кг
$V = \frac{V_0}{4}$

$v_0 - ?$
$F - ?$

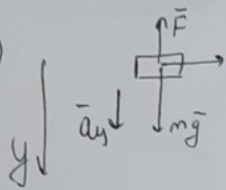
Решение:

1) Дальность полета определяется формулой

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \quad L = S \text{ в данном случае}$$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{\sin 2\alpha}}; \quad v_0 = \sqrt{\frac{17 \cdot 10}{\sqrt{3}/2}} \approx 10\sqrt{2} \approx 14 \text{ м/с}$$

2)

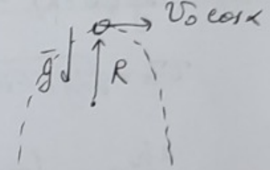


~~Условие равновесия самолета по вертикали.~~

$m\bar{a}_y = m\bar{g} + \bar{F}$ — II ой з-н Ньютона

$a_y = \frac{v^2}{R}$, R — радиус кривизны ~~циклоиды~~ траектории параболы в верхней точке.

Если бы летел камень, его $a_y^{(к)} = g \Rightarrow R = \frac{v_0^2 \cdot \cos^2\alpha}{g}$



Oy: $m \cdot \frac{v^2}{v_0^2 \cos^2\alpha} g = mg - F$

$$\Rightarrow F = mg\left(1 - \frac{v^2}{v_0^2 \cos^2\alpha}\right)$$

~~$F = \frac{15}{16} mg$~~ $\quad F = \frac{3}{4} mg$

~~$F = \frac{15}{16} \cdot 1 \cdot 10 \text{ Н} = 9{,}4 \text{ Н}$~~ 37,5 $\quad F = 7{,}5$ Н

Ответ: $v_0 = 14$ м/с; ~~$F = 9{,}4$ Н~~ $F = 7{,}5$ Н

№2

Дано:
$\alpha = 30°$
$h = 2$ м
$\mu_1 = 0{,}81$
$\mu_2 = 0{,}11$
$v_0 = 0$
$v_к = 0$

$T - ?$
$H - ?$

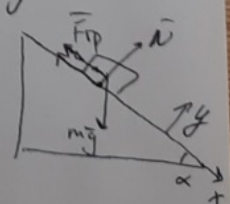
Решение:

Запишем закон сохранения энергии для начальной и конечной точек:

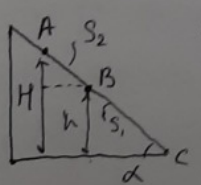
$$mgH + \underbrace{\frac{m v_0^2}{2}}_{0} = A_{тр} + \underbrace{\frac{m v^2}{2}}_{0}$$, $A_{тр}$ — работа сил трения (модуль ее)

из проекции II з-на Ньютона на ось ⊥ко пов-ти наклонной плоскости (Oy)

$A_{тр} = F_{тр_1} \cdot S_1 + F_{тр_2} \cdot S_2$; $F_{тр_i} = \mu_i mg \cos\alpha$, т.к. $N = mg\cos\alpha$, а $F_{тр} = \mu N$



$A_{тр} = \mu_1 mg\cos\alpha \cdot S_1 + \mu_2 mg\cos\alpha \cdot S_2$; $S_1 = \frac{h}{\sin\alpha}$; $S_2 = \frac{H-h}{\sin\alpha}$



$$mgH = mg\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\left(\mu_1 h + \mu_2(H-h)\right) \quad | \div mg \neq 0$$

$$H(1 - \mu_2 \operatorname{ctg}\alpha) = \operatorname{ctg}\alpha \cdot h(\mu_1 - \mu_2)$$

$$\Rightarrow H = \frac{(\mu_1 - \mu_2)\operatorname{ctg}\alpha}{1 - \mu_2 \operatorname{ctg}\alpha} \cdot h; \quad H \approx 3 \text{ м} > 2 \text{ м} \text{ — все верно}$$

Продолжение на чистовике (2)

Чистовик ②

№ 2, прод.

На участке AB, из 2ого з-на Ньютона в пр. на OX.

$$a_2 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) \approx 0{,}4g > 0 \to \text{разгон}$$

На BC: $a_1 = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) = -0{,}2g < 0 \to$ торможение, т.к. $\bar{a}_1$ направлено против OX.

Дв-е равноускоренное $\Rightarrow$ $S_1 = \frac{h}{\sin\alpha} = \frac{v_к + v_B}{2}\cdot T = \frac{v_B}{2}T$ – для BC

$$S_2 = \frac{H-h}{\sin\alpha} = \frac{v_B^2 - \cancel{v_0^2}^{\,0}}{2a_2} \text{ – для } AB$$

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

$$v_B = \sqrt{2g(H-h)(1-\mu_2 ctg\alpha)} \quad (v_B \approx 4 \text{ м/с})$$

$$T = \frac{2h}{\sin\alpha}\cdot\frac{1}{\sqrt{2g(H-h)(1-\mu_2 ctg\alpha)}}$$

$$T = \frac{2\cdot 2}{1/2}\cdot\frac{1}{\sqrt{2\cdot 10\cdot 1(1-0{,}11\cdot\sqrt{3})}}\ с = 2с$$

Ответ: $T = 2с$; $H = 3м$

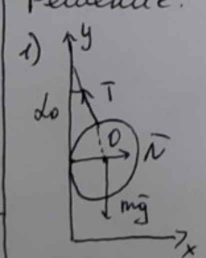
№3

Дано:
$R = 5$ см
$l = 15$ см
$m = 0{,}8$ кг
$\omega = 10$ рад/с

N-? α-?

Решение:

1)



Условие равновесия: $\Sigma F_y = 0$; $\Sigma F_x = 0$

OX: $N = T\sin\alpha_0$
OY: $mg = T\cos\alpha_0$ $\Rightarrow N = mg\, tg\alpha_0$

из геометрии $\sin\alpha_0 = \frac{R}{R+l} \to \cos\alpha_0 = \sqrt{1-\sin^2\alpha_0}$;

$$\cos\alpha_0 = \sqrt{(R+l)^2 - R^2}\cdot\frac{1}{R+l} = \frac{1}{R+l}\sqrt{2Rl+l^2} \to tg\alpha_0 = \frac{R}{\sqrt{2Rl+l^2}}$$

Нить (ее продолжение) проходит ч/з точку O, т.к. иначе не выполняется условие равновесия: $\Sigma M_i = 0$, т.к. $M_{mg} = M_N = 0$ (они проходят ч/з т. O) $\to M_T = 0 \to$ прямая, содер. нить, проходит ч/з т. O

$$N = mg\frac{R}{\sqrt{2Rl+l^2}};\ N = 8\cdot\frac{5}{\sqrt{2\cdot 5\cdot 15+15^2}}\ Н = \frac{8}{\sqrt{15}}\ Н \approx 2{,}1\ Н$$

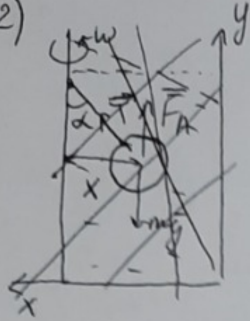
по 3ему з-ну Ньютона шар действует на стенку с силой $-\bar{N}$, по модулю N.

Продолжение на чистовике ③

Чистовик ③

№3, прод.

2)

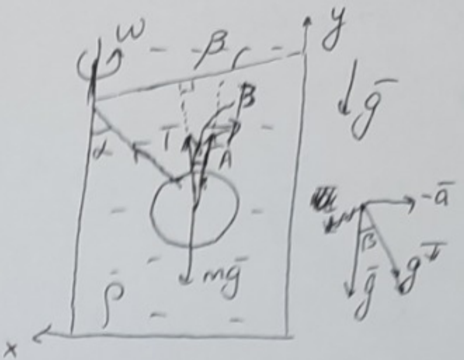


2ой з-н Ньютона:

$$m\vec{a}_ц = m\vec{g} + \vec{T} + \vec{F}_A$$

OX: $m\cdot a_ц = T\sin\alpha + F_A\sin\beta$; $a_ц = \omega^2\cdot x$

из геометрии: $\sin\alpha = \frac{x}{R+l}$



OY: $mg = F_A\cos\beta + T\cos\alpha$; $F_A = g^*\cdot\rho\cdot V$, g^* – эффективное ускорение своб. падения, возникает из-за наклона уровня жидкости. $\vec{g}^* \perp$ пов-ти жид-ти => $\vec{F}_A$ направлено так же

$$m\omega^2 x = T\cdot\sin\alpha + \rho\cdot V\cdot g\underbrace{\cos\beta^{-1}\cdot\sin\beta}_{tg\beta} \; ; \; \vec{g}^* = \vec{g} - \vec{a} \; ; \; g^{*2} = g^2 + a^2$$

$tg\beta = \frac{\omega^2 x}{g}$; $\cancel{\cos\beta = \sqrt{g^2-(\omega^2x)^2}\cdot\frac{1}{g}}$; $\cancel{tg\beta = \frac{\omega^2 x}{\sqrt{g^2-\omega^4x^2}}}$, $\cos\beta = \frac{g}{\sqrt{g^2+\omega^4x^2}}$

(На самом деле пов-ть жид-ти не линейна, но шар мы считаем маленьким => в приближении над шаром „линейный" кусок пов-ти)

$$m\cdot\omega^2 x = T\cdot\frac{x}{R+l} + \rho g V\cdot\frac{\omega^2 x}{g} \; ; \; V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$mg = \rho g V + T\cdot\sqrt{1-\frac{x^2}{(R+l)^2}} \to T = \frac{(m-\rho V)}{1}\cdot\sqrt{g^2+\omega^4x^2} = (m-\rho V)\sqrt{g^2+\omega^4x^2}$$

$$\cancel{m\omega^2 x = \frac{(m-\rho V)(R+l)}{\sqrt{(R+l)^2-x^2}}g\cdot\frac{x}{R+l} + \rho g V\cdot\frac{\omega^2 x}{\sqrt{g^2-\omega^4x^2}\,g}}$$

$$m\cdot\omega^2 x = \frac{(m-\rho V)\cdot x}{R+l}\sqrt{g^2+\omega^4x^2} + \rho g V\cdot\frac{\omega^2 x}{g}$$

$$(m-\rho V)\,\omega^2 x = (m-\rho V)\cdot\sqrt{g^2+\omega^4x^2}\cdot\frac{x}{R+l} \quad \Big| \div (m-\rho V) \neq 0 \quad \uparrow 2$$

$$\omega^4 x^2\cdot(R+l)^2 = (g^2+\omega^4x^2)\cdot x^2 \; ; \; \cancel{\omega^4x^4 + x^2 g^2} \quad \Big| \div x^2 \neq 0$$

$$\omega^4 x^2 = \omega^4(R+l)^2 - g^2 \to x = \sqrt{(R+l)^2 - \frac{g^2}{\omega^4}}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{\sqrt{(R+l)^2-\frac{g^2}{\omega^4}}}{(R+l)}\right) ; \; \alpha = \arcsin\left(\frac{\sqrt{(0{,}05+0{,}15)^2-\frac{10^2}{10^4}}}{0{,}05+0{,}15}\right) =$$

$$= \arcsin\frac{0{,}1\sqrt{3}}{0{,}2} = \arcsin\frac{\sqrt{3}}{2} = 60°$$

Ответ: $N = 2{,}1$ Н; $\alpha = 60°$

Черновик

$x = v_0 t\cos\alpha$

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

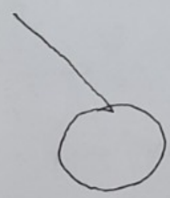
$g = \frac{v_0^2}{R}$

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

$\cancel{mgH - (\mu_1+\mu_2)mg\cos\alpha}\cdot\frac{H}{\cancel{\cos\alpha}\ \sin\alpha}$ $\quad mgH = mg\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}\left(\mu_1\cdot h + \mu_2(H-h)\right)$

$\cancel{mg}H = \cancel{mg}\cdot ctg\alpha\cdot h\,(\mu_1-\mu_2) + \cancel{mg}\,ctg\alpha\cdot\mu_2 H$

$H = \frac{(\mu_1-\mu_2)ctg\alpha}{1-\mu_2 ctg\alpha}h = 3м$



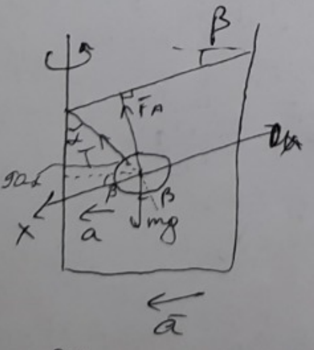
Выше h: $a = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) > 0$

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

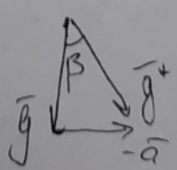
$v_B^2 = 2g(H-h)(1-\mu_2 ctg\alpha)$

15(10+15

$mg\,\cancel{\cos\beta}\,\sin\beta + T\cos(90-\alpha+\beta) =$
$= m\cdot\omega^2 x\cos\beta$



$\bar g' = \bar g - \bar a$



$(mg)^2 = T^2\sin^2\alpha + F_A^2\cdot\cancel{\cos^2}\sin^2\beta + 2TF_A\cdot\sin\alpha\,\cancel{\cos}\sin\beta$

$(m\cdot\omega^2 x)^2 = T^2\cos^2\alpha + F_A^2\cdot\cos^2\beta + 2TF_A\cos\alpha\cos\beta$

$m^2(g^2+\omega^4 x^2) = T^2 + F_A^2 + 2TF_A\cdot\cos(\alpha-\beta)$

~~Чистовик~~ ② Черновик

На участке AB тело разгонялось, т.к

$a_2 = g(\sin\alpha - \mu_2\cos\alpha) > 0$ $\quad a_2 \approx 0{,}4g$

из II-ого з-на Ньютона в пр. на OX.

А вот на BC $a_1 = g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha) < 0$: $a_1 \approx -0{,}2g$, знак „-" говорит, что a_1 направлено против OX - торможение. (равноускоренное)

$\cancel{\Rightarrow S_1 = \frac{|a_1|t^2}{2};\ \frac{h}{\sin\alpha} = |g(\sin\alpha - \mu_1\cos\alpha)| \cdot T^2}$

$S_1 = \frac{v_x + v_B}{2} \cdot T = \frac{v_B}{2} \cdot T\ ;\ T = \frac{2S_1}{v_B}$

$\cancel{\frac{1}{2}m v_B^2 = mg(H+h) + A_{тр1}}$ - ЗСЭ для точек A и B ; $\cancel{\frac{1}{2}v_B^2 = g(H+h) - \mu_2 g\cos\alpha \cdot \frac{H-h}{\sin\alpha}}$

$v_B = \sqrt{2g(H-h)(1+\mu_2 \operatorname{ctg}\alpha)}$

$\cancel{\frac{2h}{\sin\alpha} \cdot \frac{1}{\sqrt{2g(H-h)(1+\mu_2 \operatorname{ctg}\alpha)}} = T \quad v_B^2 = gh}$

$mgH = \frac{1}{2}mv_B^2 + mgh + A_{тр}$

$g(H-h) - \mu_2 g(H-h) \cdot \operatorname{ctg}\alpha = \frac{1}{2}v_B^2$

Часть 2

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

Шифр: **21205377**

ID профиля: **280773**

Вариант 3

Чистовик ①

№4

Дано:
$m=5{,}5г$
$t_0=0°C$
$S=500см^2$
$p_0=10^5 Па$
$Q_2=17430Дж$

$Q_1-?$ $H-?$

Решение:

1) Уравнение теплового баланса:

$$Q_1=cm\cdot\Delta t_1 \;;\; \Delta t_1=100°C-0°C=100°C$$

↑темп. кипения при н.у.

$$Q_1=4180\cdot5{,}5\cdot10^{-3}\cdot100\doteq2299\,(Дж)\approx2{,}3\,кДж$$

2) $Q_2=m\cdot r+c_p\cdot m\cdot\Delta t \;,\; \Delta t=t_к-100°C$

↑ур-е теплового баланса ↑$t=100°C$

$$Q_2-m\cdot r+c_p\cdot m\cdot t=c_p\cdot m\cdot t_к$$

$$\Rightarrow t_к=t+\frac{Q_2-m\cdot r}{c_p\cdot m}\;;\; t_к=413°C+100°C=513°C$$

Считаем пар идеальным газом. Тогда при его изобарном расширении (т.к. $p_0=const$) выполнено:

$$\frac{V_1}{V_2}=\frac{T_1}{T_2}\rightarrow V_2=V_1\cdot\frac{T_2}{T_1}\;;\;\Delta V=S\cdot H=V_2-V_1=V_1\left(\frac{T_2}{T_1}-1\right)$$

$$T_2=t_к+273K\;;\;T_1=t+273K$$

Ур-е состояния идеального газа: $p_0\cdot V_1=\nu RT_1\rightarrow V_1=\frac{\nu RT_1}{p_0}$

$$\nu=\frac{m}{\mu}\;;\;\mu=\mu_{H_2O}=18\,г/моль$$

$$H=\frac{\nu RT_1\left(\frac{T_2-T_1}{T_1}\right)}{p_0\cdot S}=\frac{mR(T_2-T_1)}{\mu p_0\cdot S}\;;\;H=\frac{5{,}5\cdot8{,}3\cdot413}{18\cdot10^5\cdot500\cdot10^{-4}}\,м=0{,}21\,м$$

Ответ: $Q_1=2{,}3\,кДж$; $H=21\,см$

21205377 (U280773 M1283703)

Чистовик (1) (2)

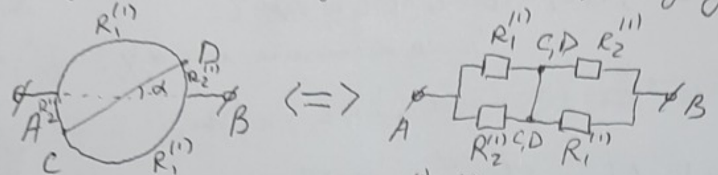
№5

Дано:
$R = 24$ Ом
$U = 6$ В
$\alpha = 30°$
$I = \frac{2}{3}$ А

$P - ?\ n - ?\ P_2 - ?$

Решение:

1) Если сопротивление перемычки пренебрежимо мало, можно стянуть точки, соединенные ей, в одну.



из симметрии $R_{AC} = R_{BD} = R_2^{(1)}$; $R_{AD} = R_{BC} = R_1^{(1)}$

$$R_1 = 2 \cdot \frac{R_1^{(1)} R_2^{(1)}}{R_1^{(1)} + R_2^{(1)}}$$ — из законов послед. и пар-ного соединения

з-н Джоуля - Ленца

$$P = \frac{U}{R_1^2} = \frac{U (R_1^{(1)} + R_2^{(1)})^2}{4 R_1^{(1)2} R_2^{(1)2}}; \quad \frac{R}{360°} = \frac{R_2^{(1)}}{30°}$$ — т.к. кольцо однородно и $R \sim l$, $l \sim \varphi$.

$$\Rightarrow R_2^{(1)} = \frac{R}{12} = 2 \text{ Ом}; \quad R_1^{(1)} = 10 \text{ Ом}$$ — аналогично.

$$P = \frac{6 \cdot 12^2}{4 \cdot 2^2 \cdot 100} \text{ Вт} = 0{,}54 \text{ Вт}$$

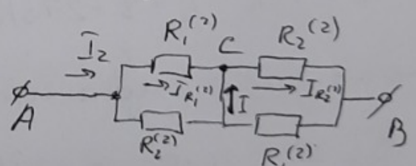
з-н сохр. заряда для т. C

2) ток через перемычку равен $-I_{R_1^{(2)}} + I_{R_2^{(2)}} = I$; $n = \frac{R_1^{(2)}}{R_2^{(2)}}$

$$\cancel{I_{R_1}^{(2)} = I_2 \cdot \frac{R_1^{(2)}}{\frac{R_1^{(2)} R_2^{(2)}}{R_1^{(2)} + R_2^{(2)}}}}; \quad I_2 = \frac{U}{R_2}; \quad I_{R_1^{(2)}} \cdot R_1^{(2)} = I_{R_2^{(2)}} \cdot R_2^{(2)}$$

з-н Ома для уч. цепи.

$$I_{R_2^{(2)}} = n \cdot I_{R_1^{(2)}}$$



$I_{R_1^{(2)}} + I_{R_2^{(2)}} = I_2$ — з-н сохр. заряда для точки A

$$(n+1) I_{R_1^{(2)}} = I_2 \rightarrow I = I_{R_1^{(2)}} (n-1) = \frac{I_2 (n-1)}{n+1}; \quad R_2 = \frac{R_1^{(2)} \cdot R_2^{(2)}}{R_2^{(2)} + R_1^{(2)}};$$

$$\cancel{\frac{1}{R_2} = \frac{R_2^{(2)}}{R_1^{(2)} R_2^{(2)}}} \quad R_2^{(2)} = \frac{R}{2} - R_1^{(2)}; \quad \frac{R_1^{(2)}}{\frac{R}{2} - R_1^{(2)}} = n \Rightarrow R_1^{(2)} = \frac{R \cdot n}{2(n+1)}; \quad R_2^{(2)} = \frac{R}{2(n+1)}$$

$$I \cdot \frac{n+1}{n-1} = \frac{U \cdot R/2}{\frac{Rn}{2(n+1)} \cdot \frac{R}{2(n+1)}} = \frac{U \cdot 2(n+1)^2}{Rn}; \quad IRn = 2U(n^2-1); \quad | \div 2U \neq 0$$

$$n^2 - \frac{IR}{2U} n - 1 = 0 \rightarrow n = \frac{2 + \sqrt{13}}{3} = 1{,}87$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = \frac{U^2 \cdot 2(n+1)^2}{Rn}; \quad P_2 = \cancel{16{,}3}\ 13{,}2 \text{ Вт}$$

Ответ: $n = \cancel{3{,}7}\ 1{,}87$; $P_2 = \cancel{16{,}3}\ 13{,}2$ Вт; $P = 0{,}54$ Вт

21205377 (U280773 M1283703)

Черновик

$$\left(\frac{2{,}87}{0{,}87}\cdot\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{24\cdot 1{,}87}{2\cdot 2{,}87^2} = \approx 2{,}2$$

$$\frac{R_1\cdot\left(\frac{R}{2}-R_1\right)}{\frac{R}{2}}$$

$$\frac{R_1}{\frac{R}{2}-R_1} = n \Rightarrow R_1 = \frac{R}{2}n - R_1 n$$

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

$$\frac{6^2\cdot 2\cdot 4^2}{24\cdot 3} = \frac{2^2\cdot 3^2\cdot 2\cdot 2^4}{2^3\cdot 3\cdot 3}$$

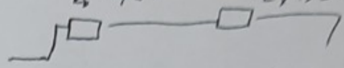
$$Q = \Delta U + p(V_2 - V_1)$$

$$\frac{\frac{R}{2}\cdot R_2}{R_2} = n$$

$$(C + cm)\Delta t = Q_1$$

$$\frac{Q}{S} = \frac{c_v\cdot\nu\cdot(T_2-T_1)}{S} + p(V_2 - V_1)$$

$12(1{,}87+1)$ $\quad 12(1{,}87+1)$



$$\frac{\frac{2}{3}\cdot 24}{\cancel{2}\cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$$

$$+\ \frac{4}{3} \pm \sqrt{\frac{16}{9}+4}$$

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

$$T_2 - T_1 = T_1\left(\frac{V_2}{V_1} - 1\right)$$

$\frac{7}{2}R$

$$C_p = C_p\cdot\nu \quad \nu =$$

$$2\cdot\frac{2\cdot 10}{2+10} = \frac{20}{12}\cdot 2 = \frac{20}{6} = \frac{10}{3}$$

$$\frac{9\cdot 6}{100}$$

$$I = -I_{R_1^{(2)}} + I_{R_2^{(2)}}\ ; \quad \frac{I_{R_2^{(2)}}}{I_{R_1^{(2)}}} = n\ ; \quad I_2 = (n+1)I_{R_1^{(2)}}$$

$$(n-1)I_{R_1^{(2)}}$$

$$C = C_p\cdot\nu \quad \nu = \frac{m}{M}$$

$$R_2 = \frac{\frac{Rn}{2(n+1)}\cdot\frac{R}{2(n+1)}}{\frac{R}{2}} = \frac{Rn}{2(n+1)^2}$$

$$C_p\cdot m$$

$$I\cdot\frac{n+1}{n+1} = \frac{U}{R_2}$$

$$12 - \frac{12}{1{,}87+1}$$

$$I\cdot\frac{n+1}{n-1} = \frac{U\cdot 2(n+1)^2}{Rn}\ ; \quad IRn = 2U(n^2-1)$$

$$\frac{\frac{2}{3}\cdot 24}{12}\ 2$$

$$2U\cdot n^2 - IR\cdot n - 2U = 0$$

$$D = (IR)^2 + 4\cdot 2U\cdot 2U = \left(\frac{2}{3}\cdot 24\right)^2 + 4\cdot 4\cdot 6^2 = 16^2 + 16\cdot 6^2 = 16(16+36) =$$

$$= 16\cdot 52 = 4^4\cdot 13$$

$$n = \frac{16 + \sqrt{13}\cdot 4^2}{2\cdot 2\cdot 6} = \frac{2+\sqrt{13}}{3}$$

$$\frac{2}{7}\cdot\frac{2200}{8{,}3}$$

$$n^2 - \frac{4}{3}n - 1 = 0 \qquad D = \frac{16}{9} + 4 = \frac{52}{9} = \frac{4}{9}\cdot 13$$

$$n = \frac{\frac{4}{3} + \frac{2}{3}\sqrt{13}}{2} = \frac{2}{3} + \frac{\sqrt{13}}{3}$$

$$\frac{6\cdot 2\cdot 2{,}87^2}{2\cdot 24\cdot 1{,}87} \approx 2{,}2$$

$6\cdot 2{,}2$

$$SH = \frac{\nu R}{p_0}(T_2 - T_1)$$