TERMODYNAMIK 2005-04-20

Förslag till lösningar

(1) Gastermometer: $PV = nRT$ om ideal gas

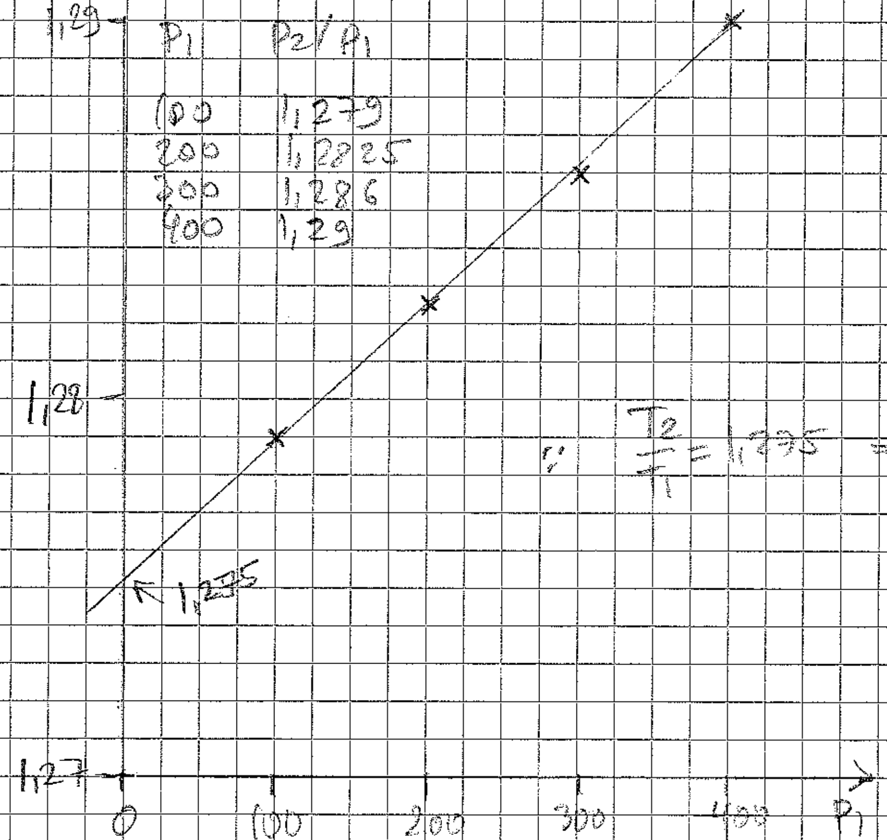
dvs: $P_1 V = nRT_1$

$P_2 V = nRT_2$

dvs: $\frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2}{P_1}$

Men jämför man värdena för de olika försöken varierar P_2/P_1 något, det är lägre för lägre tryck. Det beror på att ideala gaslagen stämmer bäst vid lägre tryck

P_1	P_2/P_1
100	1,279
200	1,2825
300	1,286
400	1,29



∴ $\frac{T_2}{T_1} = 1{,}275 \Rightarrow T_2 = 348{,}3\,K$

$= 75{,}1\,°C$

Svar 348,3 K

(2) 1 kg is 0°C

Smältning: $3,33 \cdot 10^5$ J

$\Delta S = \frac{3,33 \cdot 10^5}{273} = 1220$ J/K

Uppvärmning: $C_p = \frac{1}{m}\left(\frac{dQ}{dT}\right)_p$

$\Rightarrow dQ = mC_p dT$

$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{mC_p dT}{T}$

$\Delta S = mC_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} = mC_p \ln\left(\frac{T_2}{T_1}\right)$

Vatten: $\Delta S = 4,19 \cdot 10^3 \ln \frac{373}{273} = 1308$ J/K

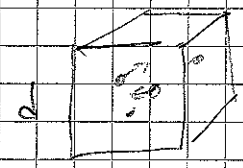
Förångning: $2,26 \cdot 10^6$ J

$\Delta S = \frac{2,26 \cdot 10^6}{373} = 6059$ J/K

Totalt: 8,59 kJ/K

Svar: 8,6 kJ/K

(3)



$d = 0{,}15 \cdot 10^{-6}\ m$

10 He molecules

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{\sum v^2}{10}} = \sqrt{\frac{1}{10}\left(525^2 + 1020^2 + 1150^2 + 850^2 + 120^2 + 1060^2 + 580^2 + 1230^2 + 1160^2 + 1080^2\right)}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \quad \Rightarrow \quad T = \frac{M v_{rms}^2}{3R}$$

$$T = \frac{2 \cdot 10^{-2}\ \frac{kg}{mol} \cdot 25^2\ \frac{m^2}{s^2}}{3 \cdot 8{,}314\ \frac{J}{mol\,K}} = 93\ K$$

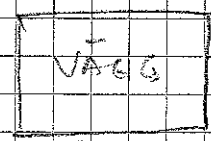
$$PV = nRT = NkT \quad \Rightarrow \quad P = \frac{NkT}{V}$$

$$\therefore P = \frac{10 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \cdot 93}{(0{,}15 \cdot 10^{-6})^3} = 3{,}5\ Pa$$

Sol: 93 K, 3,5 Pa

(4) Se boleen

(5)



$\times 4 = 240\ m^2$

$\times 2 = 800\ m^2$

Termal resistance: $R = \frac{\Delta x}{k}$

$R = \frac{0,2}{0,6} + \frac{0,2}{0,03} = 7,0$

wood / Polistyrene

$\frac{Q}{t} = kA\frac{\Delta T}{\Delta x} = \frac{A\Delta T}{R} = \frac{1040 \cdot 28}{7,0} = 4160\ J/s$

Carnot: $COP = \frac{T_H}{T_H - T_L} = \frac{(-28+273)}{28+31} = 4,15$

$\therefore$ Efficient: $\frac{4160}{4,15} = 1,0 \cdot 10^3\ W$

Power: 1,0 kW

(6)

$$\frac{n_i}{n_j} = \frac{g_i}{g_j} e^{-\frac{E_i - E_j}{kT}}$$

$E_1 = 0 \qquad g_1 = 1 \qquad T = 100k$

$E_2 = 100k \qquad g_2 = 3$

$E_2 = 200k \qquad g_3 = 5$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{3} e^{+\frac{100k}{kT}} = \frac{1}{3} e^{\frac{100}{100}} = \frac{1}{3} e = 0{,}906$$

$$\frac{n_2}{n_3} = \frac{3}{5} e^{+\frac{100k}{100k}} = \frac{3}{5} e = 1{,}631$$

$$\frac{n_1}{n_3} = \frac{1}{5} e^{\frac{200k}{100k}} = \frac{1}{5} e^2 = 1{,}478$$

och $n_1 + n_2 + n_3 = 1{,}0$ (100%)

$$n_1 + \frac{3n_1}{e} + \frac{5n_1}{e} = 1$$

$$n_1\left(1 + \frac{3}{e} + \frac{5}{e^2}\right) = 1$$

$n_1 = 0{,}36$

$\Rightarrow n_2 = 0{,}40$

$\Rightarrow n_3 = 0{,}24$

Svar: Besättningen på nivå 1, 2, 3 är 36%, 40%, 24%