1.] Équation d'état et coefficient de dissociation

a) Équilibre $AB \rightleftharpoons A + B$

Nombre de moles dissociées $nx \Rightarrow \begin{cases} nx \text{ moles d'atomes } A \\ nx \text{ moles d'atomes } B \end{cases}$

$\Rightarrow$ $2nx$ moles d'atomes
et $n(1-x)$ moles non dissociées $\Big\}$ soit $2nx + n(1-x) = n(1+x)$ moles

On en déduit l'équation d'état : $pV = n(1+x)RT$

b) $HI \rightleftharpoons H + I$ $\qquad n = \dfrac{128}{127} \sim 0{,}1$ mole

or $x = \dfrac{pV}{nRT} - 1 \Rightarrow$ AN : $x = \dfrac{101325 \times 7{,}3\,10^{-3}}{0{,}1 \times 8{,}315 \times 720} - 1$

$\sim 0{,}236$ soit $23{,}6\,\%$

2) Mesure du γ par la méthode de Rüchardt

a) PFD

Poids $\vec{P} = -mg\,\vec{e_x}$
Pression extérieure $-P_0 s\,\vec{e_x}$
Pression intérieure $P s\,\vec{e_x}$

$\Bigg\}$ après projection $\Rightarrow m\ddot{x} = -mg + (P - P_0)s$

Pression d'équilibre $\ddot{x} = 0$ soit $P_{eq} - P_0 = \dfrac{mg}{s} \Leftrightarrow P_{eq} = \dfrac{mg}{s} + P_0$

b) $dS = \dfrac{\delta Q}{T} = \dfrac{nC_{vm}dT + PdV}{T}$ $\qquad PV = nRT$; $\gamma = \dfrac{C_{pm}}{C_{vm}}$; $C_{pm} - C_{vm} = R$

$= nC_{vm}\dfrac{dT}{T} + nR\dfrac{dV}{V} = dS = n\left(C_{vm}\dfrac{dT}{T} + R\dfrac{dV}{V}\right)$

Intégration $\Rightarrow \Delta S = S(P,V) - S(P_0,V_0) = n\left(C_{vm}\ln\left(\dfrac{T}{T_0}\right) + R\ln\left(\dfrac{V}{V_0}\right)\right)$

$= nC_{vm}\ln\left(\dfrac{P}{P_0}\right) + n(C_{vm} + R)\ln\left(\dfrac{V}{V_0}\right)$

$= nC_{vm}\ln\left(\dfrac{P}{P_0}\right) + nC_{pm}\ln\left(\dfrac{V}{V_0}\right) = n\left(C_{vm}\ln\left(\dfrac{P}{P_0}\right) + C_{pm}\ln\left(\dfrac{V}{V_0}\right)\right)$

S constant $\Rightarrow \Delta S = 0 \Leftrightarrow C_{vm}\ln\left(\dfrac{P}{P_0}\right) + C_{pm}\ln\left(\dfrac{V}{V_0}\right) = 0$

soit $PV^\gamma = P_0 V_0^\gamma = cste$ formule de Laplace

$$P = P_0\left(\frac{V_0}{V}\right)^\gamma \Rightarrow \frac{dP}{dV} = -P_0\gamma\underbrace{\left(\frac{V_0}{V}\right)^\gamma}_{=P}\frac{1}{V}$$

au voisinage de (P_0,V_0) $\dfrac{dP}{dV} = -\gamma\dfrac{P_0}{V_0}$

c) $dP = -\gamma\dfrac{P_0}{V_0}dV$

$$(P-P_0) = -\gamma\frac{P_0}{V_0}(sx) \qquad \text{d'où } P-P_0 = -\gamma\frac{P_0}{V_0}sx$$

d) PFD $\quad m\ddot{x} = -mg + (P-P_0)s = -mg - \gamma\dfrac{P_0}{V_0}s^2x$

soit $\ddot{x} + \underbrace{\gamma\dfrac{P_0s^2}{mV_0}}_{=\omega^2}x = -g \quad$ cqfd

e) pulsation $\omega = \left(\dfrac{\gamma P_0 s^2}{mV_0}\right)^{1/2}$ soit période du signal $\Theta = \dfrac{2\pi}{\omega} = 2\pi\left(\dfrac{\gamma P_0 s^2}{mV_0}\right)^{-1/2}$

AN: $\Theta = 1{,}12\,s$

$P_0 = 101325\,Pa$

$s = 2\,10^{-4}\,m^2$

$m = 16{,}6\,10^{-3}\,kg$

$V_0 = 10{,}1\,10^{-3}\,m^3$

$$\gamma = \frac{mV_0 4\pi^2}{\Theta^2P_0s^2} = \frac{4\pi^2 m V_0}{P_0(\Theta s)^2}$$

AN: $\gamma = 1{,}29$ cohérent air $\sim N_2, O_2$

$\gamma_{théo} = \dfrac{7}{5} \sim 1{,}4 \Leftarrow$ diatomique.

3) Changement d'état d'un métal supraconducteur

a) $G = U - TS - H\Pi = W + Q - TS - H\Pi$

$$\delta G = \underbrace{\delta W}_{\cancel{Hd\Pi}} + \underbrace{\delta Q}_{\cancel{TdS}} - \cancel{TdS} - SdT - \cancel{Hd\Pi} - \Pi dH = -SdT - \Pi dH$$

Continuité $\quad dG_m = dG_s$

$$-S_m dT - \Pi_m dH_s = -S_s dT - \Pi_s dH_s$$

$$(S_m - S_s)dT = -(\Pi_m - \Pi_s)dH_s$$

$$T(S_m - S_s) = -T(\Pi_m - \Pi_s)\frac{dH_s}{dT}$$

soit $\quad L = -T(\Pi_m - \Pi_s)\dfrac{dH_s}{dT} \quad$ cqfd.

$$\vec{B} = \mu_0 (\vec{H} + \vec{\Pi})$$

Etat normal $\Pi_m \sim 0$

Etat supra $B_s \sim 0 = \mu_0 (H_s + \Pi_s) \Rightarrow \Pi_s = -H_s$

on peut alors exprimer la difference $\Pi_m - \Pi_s = -\Pi_s = H_s = H_0\left[1 - \left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right]$

en outre, on doit exprimer $\frac{dH_s}{dT} = -\frac{2H_0 T}{T_0^2}$

soit finalement $\mathcal{L} = -T \times H_0\left[1 - \left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right] \times -\frac{2H_0 T}{T_0^2}$

$$= 2H_0^2 \left(\frac{T}{T_0}\right)^2 \left[1 - \left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right] \quad \text{cqfd.}$$

b) $c = T \frac{dS}{dT}$

i) $\Delta c = C_m - C_s = T \frac{dS_m}{dT} - T \frac{dS_s}{dT} = T \frac{d}{dT} \underbrace{(S_m - S_s)}_{\mathcal{L}/T} = T \frac{d}{dT}\left(\frac{2H_0^2 T}{T_0^2}\left[1 - \left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right]\right)$

$$\Delta c = \frac{2H_0^2 T}{T_0^2}\left[1 - 3\left(\frac{T}{T_0}\right)^2\right]$$

ii) $\Delta c = 0 \iff 1 - 3\left(\frac{T_1}{T_0}\right)^2 = 0 \iff T_1 = \frac{T_0\sqrt{3}}{3}$

A cette température $\mathcal{L} = \frac{4}{9} H_0^2$

AN Pb $\rfloor$ $T_1 = 7{,}2 \times \frac{\sqrt{3}}{3} = 4{,}16\,K$

Si $T = T_0$ $\mathcal{L} = 0$ et $C_m - C_s = -\frac{4H_0^2}{T_0} \neq 0$

chgt d'état SANS transfert de chaleur mais avec variation de chaleur massique