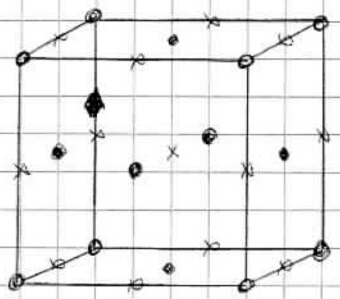
Etude structurale du cuivre et de ses alliages

1)



coordinence (6,6)

2) $a\sqrt{2} = 4 r_{Cu} \Rightarrow \boxed{r_{Cu} = \frac{a\sqrt{2}}{4}}$ $\qquad r_{Cu} = 128$ pm

3) $N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ atomes / maille

4) $N_O = 1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$ sites octaédriques / maille.

5) $N_T = 8$ sites tétraédriques / maille

6) sites octaédriques $\quad a = 2r_{Cu} + 2r_O \Rightarrow r_O = a/2 - r_{Cu} = 53$ pm

sites tétraédriques $\quad \frac{a}{4}\sqrt{3} = r_{Cu} + r_T \Rightarrow r_T = \frac{a}{4}\sqrt{3} - r_{Cu} = 28,75$ pm

7) $r_{Ag} = 144$ pm $\gg r_O$ et r_T $\Rightarrow$ substitution et non insertion

Dynamique terrestre et spatiale

I) 1°) a) $E = \frac{1}{2} m v_0^2 - \frac{GMm}{R} = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{GMm}{r}$

$$\Rightarrow \boxed{v = \sqrt{v_0^2 - 2GM\left(\frac{1}{R} - \frac{1}{r}\right)}}$$

b) On veut $r \to \infty$ avec au minimum $v(\infty) = 0$ (pas d'énergie "en trop")

$$\Rightarrow \boxed{v_0 = v_L = \sqrt{\frac{2GM}{R}}}$$

2°) a) $\underline{v_L = 11{,}2 \text{ km/s}}$

b) $v'_L = \underline{3.10^5 \text{ km/s}}$!! Le calcul n'est plus correct (intervention de la relativité générale)

3°) $E_{c_L} = \frac{1}{2} m v_L^2$

Sur terre $E_{c_L} = 9{,}4.10^{11}$ J pour $m = 15$ tonnes

$\Rightarrow P = 9{,}4.10^{13}$ W non réalisable

II) 1°) $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow m \frac{v^2}{(R+z)} = \frac{GMm}{(R+z)^2}$

$$\Rightarrow \boxed{v = \sqrt{\frac{GM}{(R_T+z)}}}$$

$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi(R+z)}{v} \Rightarrow \boxed{T = 2\pi \frac{(R_T+z)^{3/2}}{\sqrt{GM}}}$

2°) géostationnaire $\Rightarrow T = 24 \times 3600 \Rightarrow \underline{z = 35897 \text{ km} \simeq 36000 \text{ km}}$

L'orbite est équatoriale. Lancement sur orbite basse puis transfert par orbite elliptique sur l'orbite géostationnaire. Télécommunication, observation terrestre.

3°) $E_c = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow E_c = \frac{GMm}{2(R_T+z)}$

$E_p = -\frac{GMm}{(R_T+z)}$

$E = E_p + E_c \qquad E = -\frac{GMm}{2(R_T+z)}$

$z \uparrow \Rightarrow$ $E_c \downarrow$, $E_p \uparrow$, $E \uparrow$

4°) a) $E \downarrow \Rightarrow z \downarrow \Rightarrow E_c \uparrow \Rightarrow v \uparrow \Rightarrow T \downarrow$

b) $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{GMm}{2(R_T+z)} \Rightarrow m v\, dv = -\frac{GMm}{2} \frac{dz}{(R_T+z)^2} = -\frac{m}{2} v^2 \frac{dz}{(R_T+z)}$

$$\Rightarrow \quad \frac{2\,dv}{v} = \frac{-dz}{R_T+z} \quad \Rightarrow \quad \boxed{\Delta v = -\frac{v}{2}\,\frac{\Delta z}{(R_T+z)}}$$

$$T = \frac{2\pi\,(R_T+z)}{v} \quad \Rightarrow \quad \frac{dT}{T} = \frac{dz}{R_T+z} - \frac{dv}{v} = \frac{3}{2}\,\frac{dz}{(R_T+z)}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta T = T \times \frac{3}{2}\,\frac{\Delta z}{(R_T+z)}}$$

AN : $\underline{\Delta v = 0{,}11 \text{ m s}^{-1}}$ $\qquad v = 7728 \text{ m s}^{-1}$

$\underline{\Delta T = -0{,}24 \text{ s}}$ $\qquad T = 5447 \text{ s}$

III) $v = \sqrt{\dfrac{GM}{(R_T+z)}}$ avec $g_0 = \dfrac{GM}{R_T^2}$

$$\Rightarrow \quad \boxed{v_1 = R_T\sqrt{\frac{g_0}{r_1}} \qquad v_2 = R_T\sqrt{\frac{g_0}{r_2}}}$$

Conservation de l'énergie entre A et P sur l'ellipse

$$\frac{1}{2} m V_P^2 - \frac{GMm}{r_1} = \frac{1}{2} m V_A^2 - \frac{GMm}{r_2}$$

Conservation du moment cinétique $\quad m V_P r_1 = m V_A r_2$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} V_P = \sqrt{\dfrac{2GMr_2}{r_1(r_1+r_2)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_P = R_T\sqrt{\dfrac{2g_0 r_2}{r_1(r_1+r_2)}}} \qquad V_P = 9{,}14 \text{ km s}^{-1} \\[2ex] V_A = \sqrt{\dfrac{2GMr_1}{r_2(r_1+r_2)}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{V_A = R_T\sqrt{\dfrac{2g_0 r_1}{r_2(r_1+r_2)}}} \qquad V_A = 1{,}74 \text{ km/s} \end{array} \right.$$

L'ammoniac comme fluide réfrigérant

1) Il s'agit de la courbe de saturation composée de la courbe de rosée et de celle d'ébullition

2) $Q_{AB} = Q_{CD} = 0$ (adiabatique)

3) $PV^\gamma = cte \Rightarrow P^{1-\gamma} T^\gamma = cte \Rightarrow P_A^{1-\gamma} T_A^\gamma = P_B^{1-\gamma} T_B^\gamma$

$$\Rightarrow \boxed{T_B = T_A \left(\frac{P_A}{P_B}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}}$$ avec T en Kelvin AN $T_A = 368\,K = 95°C$

4) 10 bar $Q_{BB'} = m c_p (T_{B'} - T_B)$ avec $T_{B'} = T_C$ (changement d'état corps pur)

5) AN $Q_{BB'} = -136{,}5\ kJ$

5') $Q_{B'C} = -m L_{vap}(303) = -1{,}2.10^3\ kJ$

$\Rightarrow Q_{BC} = -1336{,}5\ kJ$

6) $\Delta H_{CD} = 0 = m c_\ell (T_D - T_C) + m_v L_{vap}(263)$

$$\Rightarrow \boxed{x = \frac{m_v}{m} = \frac{c_\ell (T_C - T_D)}{L_{vap}(263)}}$$ AN $x = 0{,}14 = 14\%$

7) $Q_{DA} = m_{vap} L_{vap}(263) = \boxed{m(1-x) L_{vap}(263) = Q_{DA}}$ AN $Q_{DA} = 1112\ kJ$

8) $\Delta U = 0$ (cycle) $\Rightarrow W + Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CD} + Q_{DA} = 0$

$\Rightarrow W = -Q_{BC} - Q_{DA} = 224{,}5\ kJ$

9) $e = \dfrac{Q_{froid}}{W} = \dfrac{Q_{DA}}{W}$ AN $e = 4{,}95$

$$\boxed{e = \frac{-Q_{DA}}{Q_{BC} + Q_{DA}}} \qquad e = -\frac{1}{1 + \frac{Q_{BC}}{Q_{DA}}}$$

10) $\dfrac{Q_{BC}}{T_C} + \dfrac{Q_{DA}}{T_A} \leq 0 \Rightarrow \dfrac{Q_{BC}}{T_C} \leq -\dfrac{Q_{DA}}{T_A} \Rightarrow \dfrac{Q_{BC}}{Q_{DA}} \leq -\dfrac{T_C}{T_A}$

$$\Rightarrow 1 + \frac{Q_{BC}}{Q_{DA}} \leq 1 - \frac{T_C}{T_A} \Rightarrow e \leq \frac{-1}{1 - \frac{T_C}{T_A}} \Rightarrow \boxed{e \leq \frac{T_A}{T_C - T_A}}$$

L'efficacité maximale est obtenue dans le cas réversible

11) $e_{max} = 6{,}575 \Rightarrow \eta = 0{,}75 = 75\%$