

CNC 2025 - MP

4

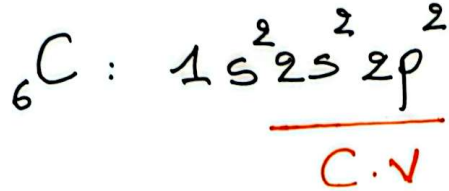
Partie 1 :

SOUKTANI Mohamed

Amine

LM6E - BENGUERIR -

1.1.



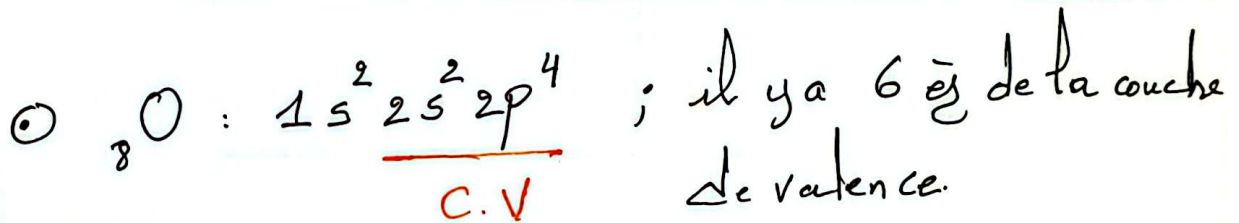
; il y a 4 \bar{e} s de la couche de valence.

1.2.

⊙ La ligne : 2

⊙ La Colonne : $4 + 10 = 14$

1.3.



1.4.

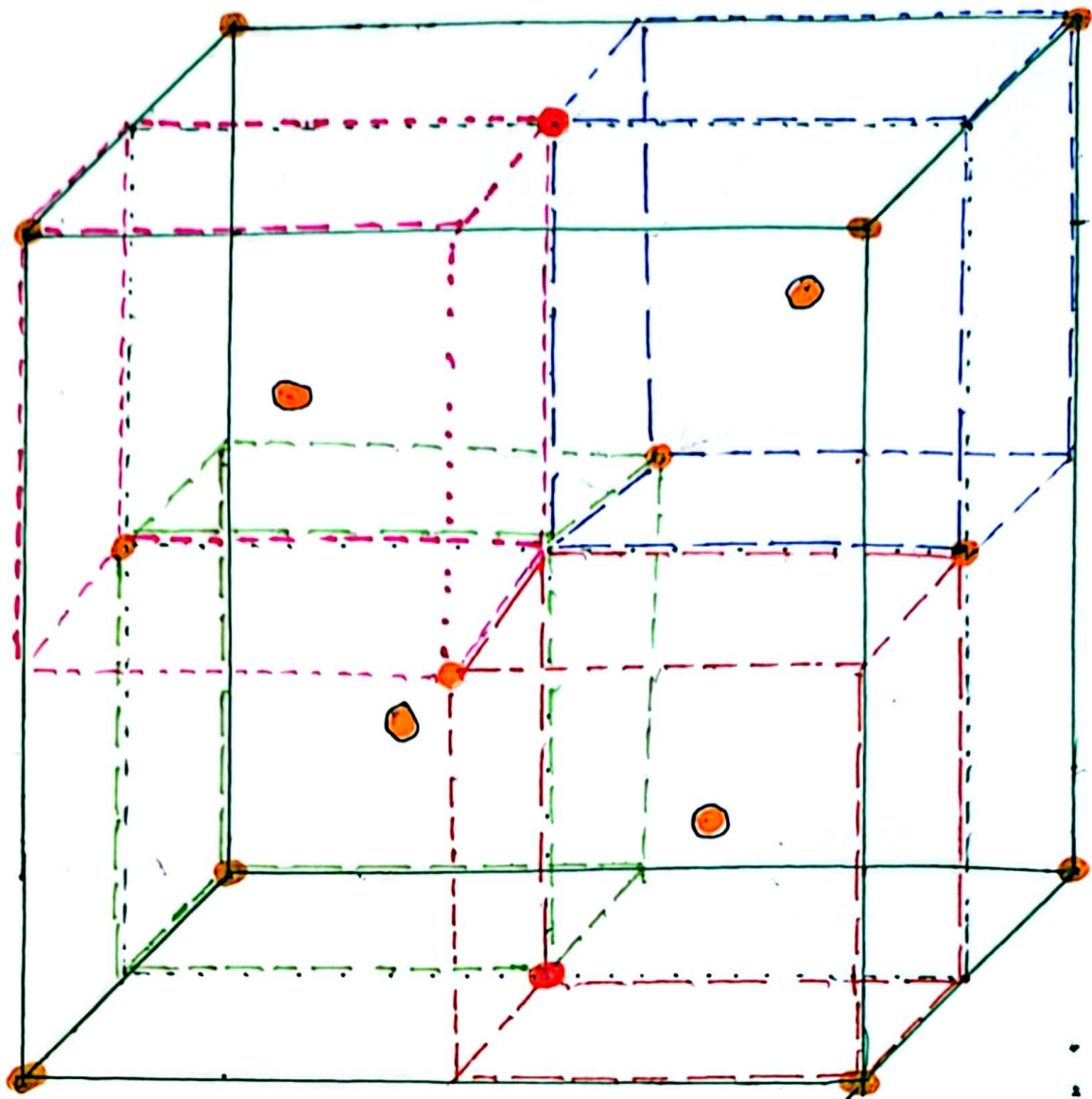


1-5-

⊙ La molécule est de type : AX_2E_0 (linéaire)

Partie 2 :

2.2.1-



— : petit cube ① : $\frac{a}{2}$ — : Petit cube ③ : $\frac{a}{2}$

— : Petit cube ② : $\frac{a}{2}$ — : Petit cube ④ : $\frac{a}{2}$

● : des atomes de C. en C.F.C.

● : des atomes de C en sites tétra non adjacents

2.1.2.

⊙ La coordination : est le nombre d'atomes les plus proches voisins de cet atome

c'est 4

⊙ La population : c'est le nombre d'atomes par maille.

$$N = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} + 4$$

$$N = 8 \text{ atomes par maille}$$

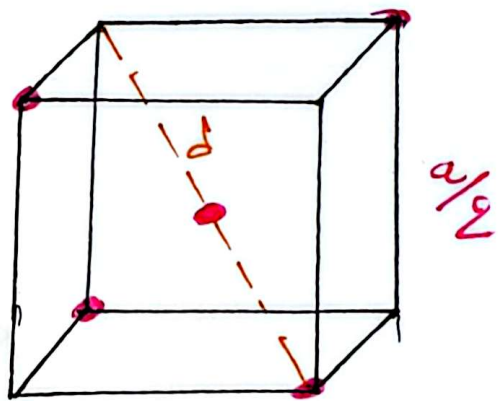
2.1.3

Prenons le petit cube d'arête $\frac{a}{2}$:

$$d^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2$$

$$d^2 = \frac{a^2}{4} + \frac{a^2}{4} = \frac{3a^2}{4}$$

$$d = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$



$$\text{Or; } \frac{d}{2} = 2r = \frac{\sqrt{3}}{4} a \Rightarrow r = \frac{a\sqrt{3}}{8}$$

2.1.4

$$\odot C = \frac{N \times \frac{4}{3} \pi r^3}{a^3} = 8 \times \frac{4}{3} \pi \left(\frac{\sqrt{3}}{8}\right)^3 = 34\%$$

2.1.5-

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{maître}}} = \frac{NM(C)}{NV} = \frac{NM(C)}{N \cdot a^3}$$

-4

A.N. $\rho = \frac{8 \times 12}{6,02 \cdot 10^{23} (36,95 \cdot 10^{-11})^3} = 3161,04 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$(a = \frac{8r}{\sqrt{3}} = \frac{64}{\sqrt{3}} \cdot 10^{-11} = 36,95 \cdot 10^{-11} \text{ m})$$

2.2.1-

$$\odot \Delta_r H_1^\circ = \Delta H^\circ_{f(C_d)} - \Delta H^\circ_{f(C_{gr})} = 1,89 \text{ kJ/mol}$$

$$\odot \Delta_r S_1^\circ = S^\circ_{C_d} - S^\circ_{C_{gr}} = 2,42 - 5,68 = -3,26 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\odot \Delta_r G_1^\circ = \Delta_r H_1^\circ - T \Delta_r S_1^\circ = 1,89 + 3,26 \cdot 10^{-3} T \text{ (kJ} \cdot \text{mol}^{-1}\text{)}$$

$$\Delta_r G_1^\circ = 2,86 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\hat{a} T = 298 \text{ K}$$

$$P = P^\circ = 1 \text{ bar}$$

$$\odot \Delta_r G_1 = \Delta_r G_1^\circ > 0 \Rightarrow d\xi < 0$$

la forme stable dans les conditions normales :

C_{graphite}

2.2.2-

$$dG = v dP - S dT$$

soy₂ $P = P^0 = 1 \text{ bar}$; $dG = -S dT$

$$\frac{\partial G}{\partial T} \Big|_{P=cte} = -S$$

$$\Delta_r G_{(T,P)} = \sum \nu_i G_{m,i}(T,P) = G_{m(T,P)}^d - G_{m(T,P)}^{gr}$$

or ;

$$\left\{ \begin{aligned} G_{m(T,P)}^d &= -S_m^d (T-T_0) + G_{m(T_0,P^0)}^d \\ G_{m(T,P)}^{gr} &= -S_m^{gr} (T-T_0) + G_{m(T_0,P^0)}^{gr} \end{aligned} \right.$$

$$\Delta_r G_{(T,P^0)} = - \left(S_m^{C_d} - S_m^{C_{gr}} \right) (T-T_0) ; T_0 = 298K$$

< 0

$\rightarrow + \Delta_r G^0 > 0$

Pour toute $T > T_0$ $\Delta_r G_{(T,P^0)} > 0$
 $dG < 0$

\forall la T , la forme la plus stable est C_{graphite}

.A cause d'un blocage cinétique .

2.2.4-

$$dG = v dP - s dT$$

$$\bar{\alpha} T = \text{cte} : dG = v dP \quad \text{soit} \quad \frac{\partial G}{\partial P} \Big|_T = v$$

$$\Delta_r G_{(T,P)} = \sum \nu_i G_{m,i(T,P)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} G_{m,i(T,P)} = v_{m,i} P + c_i \bar{e} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow G_m(T,P) = v_m (P - P^0) + G_m^0(T)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} G_m^d(T,P) = v_m^d (P - P^0) + G_m^d(T) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} G_m^{gr}(T,P) = v_m^{gr} (P - P^0) + G_m^{gr}(T) \end{array} \right.$$

$$\Delta_r G_{(T,P)} = \underbrace{\left(v_m^d - v_m^{gr} \right)}_{< 0} (P - P^0) + \underbrace{\Delta_r G^0}_{> 0}$$

$$\rightarrow \Delta_r G_{(T,P)} = -1,894 \cdot 10^{-6} (P - P^0) + 2,86 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Pour préparer le carbone diamant; il faut que

$$\Delta_r G_{(T,P)} < 0 \text{ c\`a d.}$$

$$\Rightarrow -1,894 \cdot 10^{-6} (P - P^0) < -2,86 \cdot 10^3$$

~~$$\Rightarrow P - P^0 > 2,86 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$~~

$$\Rightarrow P - P^0 > 1,51 \cdot 10^9 \text{ Pa}$$

$$\Rightarrow P > 1,51 \text{ GPa}$$

Commentaire :

Grande pression

-

Partie 3:

3.1.1-

$$K_2 = \frac{[H_2CO_3] P^0}{C^0 P_{CO_2,g}} \Rightarrow [H_2CO_3] = \frac{K_2 P_{CO_2} \cdot C^0}{P^0}$$

3.1.2-

$$[H_2CO_3] = \frac{2,5 \cdot 10^{-2} \times 4 \cdot 10^{-4}}{1} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

3.1.3-

C'est la quantité max de cette espèce qui peut être dissoute dans un 1L d'eau. Exprimée en (g/L ou mol/L)

3.1.4-

$$s = [H_2CO_3] + [HCO_3^-] + [CO_3^{2-}]$$

$$= [H_2CO_3] \left(1 + \frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} + \frac{[CO_3^{2-}]}{[H_2CO_3]} \right)$$

$$s = \frac{K_2 P_{CO_2} \cdot C^0}{P^0} \left(1 + \frac{K_{a1}}{[H_3O^+]} + \frac{K_{a1} K_{a2}}{[H_3O^+]^2} \right)$$

$$\begin{cases} a = \frac{K_2 P_{CO_2} \cdot C^0}{P^0} \\ b = K_{a1} \\ c = K_{a1} K_{a2} \end{cases}$$

3.1.5-

majorité de H_2CO_3	Préd. H_2CO_3	Préd. HCO_3^-	maj HCO_3^-	Préd. HCO_3^-	Préd. CO_3^{2-}	maj CO_3^{2-}	-9
5,3	$pK_{a1} = 6,3$	7,3	9,3	$pK_{a2} = 10,3$	11,3		pH

3.1.6-

Pour $pH = 8,3$; l'espèce majoritaire est HCO_3^-

Donc :

$$s = \frac{k_2 P_{CO_2} C^0}{P^0} \frac{K_{a1}}{[H_3O^+]}$$

A.N: $s = 2,5 \cdot 10^{-2} \times 4 \cdot 10^{-4} \times \frac{10^{-6,3}}{10^{-8,3}}$

$$s = 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

3.2.1-

- ② : Becher
- ① : Burette
- ③ : Agitateur magnétique

3.2.2-

Une pipette jaugée + propipette

3.2.3-

D'après le diagramme de prédominance, $pH = 7,4$

correspond au domaine de prédominance de l'espèce HCO_3^-

Donc l'équation de dosage est:



(CO_3^{2-} est négligeable) Δ pH a diminué de 7,4 à 4,4

3.2.4-

$$K_{(T)}^0 = \frac{1}{K_{a1}} = 10^{6,3} > 10^3 : \text{Réaction quantitative}$$

3.2.5-

3.2.6-

À l'équivalence : $[\text{HCO}_3^-] V_0 = [\text{H}_3\text{O}^+] V_{eq}$

$$[\text{HCO}_3^-] = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 14,4}{50} = \frac{72}{50} \cdot 10^{-2}$$

$$[\text{HCO}_3^-] = 1,44 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Partie 4

4-1-1

$$\Delta_r H_3^\circ = 2 \Delta_f H^\circ(\text{MgCO}_3) + \Delta_f H^\circ(\text{SiO}_2) - S^\circ(\text{Mg}_2\text{SiO}_4) - 2 \Delta_f H^\circ(\text{CO}_2)$$

$$\Delta_r H_3^\circ = -127 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_r S_3^\circ = 2 S^\circ(\text{MgCO}_3) + S^\circ(\text{SiO}_2) - S^\circ(\text{Mg}_2\text{SiO}_4) - 2 S^\circ(\text{CO}_2)$$

$$\Delta_r S_3^\circ = -348,6 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$$

4.1.2-

$$\Delta_r G_3^\circ = \Delta_r H_3^\circ - T \Delta_r S_3^\circ = -127 + (348,6 \times 353 \times 10^{-3})$$

$$\Delta_r G_3^\circ = -3,94 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

or; $\Delta_r G_3^\circ = -RT \ln K_{(T)}^\circ \Rightarrow K_{(T)}^\circ = e^{-\frac{\Delta_r G_3^\circ}{RT}}$

$$K_{(T)}^\circ = 3,82$$

4.1.3-

$$\frac{d \ln K_{(T)}^\circ}{dT} = \frac{+\Delta_r H^\circ}{RT^2}$$

ce Une augmentation de la température provoque une évolution dans le sens endothermique

Ici, $\Delta_r H^\circ < 0$: la synthèse dans le sens \rightarrow est favorable en S.T.

4.1.4-

$$\Delta_r G_{(T,P)} = \Delta_r G_{(T)}^{\circ} + RT \ln \frac{P_{CO_2}^2}{P_0^2} \Rightarrow \Delta_r G_{(T,P)} = \Delta_r G_{(T)}^{\circ} - RT \ln \frac{P_{CO_2}^2}{P_0^2}$$

Pour que la Rx s'effectue dans le sens direct;

(dans le sens de synthèse de $MgCO_{3,s}$) il faut que

$$\Delta_r G_{(T,P)} < 0 \Rightarrow \text{pour que } d\xi > 0$$

$$(dG = \Delta_r G d\xi \leq 0)$$

$$\Rightarrow \Delta_r G_{(T)}^{\circ} < RT \ln \left(\frac{P_{CO_2}^2}{P_0^2} \right)$$

$$\Rightarrow P_{CO_2} > P_0 e^{\frac{\Delta_r G^{\circ}}{2RT}}$$

$$\Rightarrow P_{CO_2} > 0,51 \text{ bar}$$

4.2.1-

① $D_m(CO_2) = 70 \text{ g/s} \Rightarrow n(CO_2) = \frac{D_m(\text{dissous})}{M(CO_2)} = \frac{70}{44} = 1,59 \text{ mol/s}$

② $D_m(H_2O) = 1800 \text{ g/s} \Rightarrow n(H_2O) = \frac{D_m}{M(H_2O)} = \frac{1800}{18} = 100 \text{ mol/L}$

③ on suppose que le CO_2 est dissous pour former H_2CO_3 ; $V_{\text{solution}} = V_{\text{eau}} = V_{\text{initial}}$

$$C_s = \frac{n(CO_2 \text{ dissous})}{V} ; D_v : \text{débit volumique } D_m = \int V_{\text{eau}}$$

$$\Rightarrow C_s = 0,8833 \text{ mol/L} \quad D_v(\text{eau}) = \frac{D_m(\text{eau})}{S_{\text{eau}}} = 1,8 \text{ L/s}$$

4.2.2-

- 13



$$K_{a1} = \frac{x^2}{C_s - x} \quad \Rightarrow \quad x^2 + K_{a1}x - K_{a1}C_s = 0$$

$$x^2 + 10^{-6,3}x - 0,88 \times 10^{-6,3} = 0$$

$$\Delta > 0 \quad ; \quad \Delta = (10^{-6,3})^2 + 4 \times 0,88 \cdot 10^{-6,3}$$

$$x_f = \frac{-10^{-6,3} + \sqrt{\Delta}}{2}$$

$$[\text{H}_2\text{CO}_3]_f =$$

$$[\text{HCO}_3^-]_f =$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]_f =$$

$$\Rightarrow \text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = 3,2$$

4.2.3-

Pour faciliter la dissolution du CO_2 et son stockage dans les sites géologiques profonds. Ainsi que pour le transport du CO_2 vers les sites de stockage

L'inconvénient s

⊙ Corrosion des infrastructures qui peut provoquer la dégradation des pipelines et des installations de stockage

⊙ Si le stockage n'est pas bien traité, on peut avoir des fuites à la surface, chose qui peut impacter l'environnement.