

Ex 2 Calculs de quantités de matière

1. On verse dans un bécher une masse $m = 350$ mg de poudre de fer métallique. Quelle est la quantité de matière n_{Fe} correspondante ?
2. On dispose d'un flacon contenant $V_0 = 800$ mL de solution de sulfate de cuivre contenant les ions Cu^{2+} à la concentration $C = 0,50$ mol/L. Quelle est la quantité de matière n_0 correspondante ?
3. On prélève $V = 50$ mL de cette solution. Quelle est la concentration du prélèvement ? Quelle est la quantité de matière $n_{\text{Cu}^{2+}}$ prélevée ?

Le prélèvement est versé dans le bécher. Une transformation chimique a lieu.

4. A l'issue de cette transformation, on obtient du cuivre métallique en quantité de matière $n_f = 4,8$ mmol. Quelle est la masse correspondante ?
5. On obtient également la même quantité de matière n_f d'ions Fe^{2+} . Quelle est la concentration correspondante ?

① $n_{\text{Fe}} = \frac{m}{M_{\text{Fe}}}$ $n_{\text{Fe}} = 6,3 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

② $n_0 = C \cdot V_0$ $n_0 = 0,40 \text{ mol}$

③ La concentration du prélèvement reste identique à la concentration initiale C . (il n'y a pas eu de réaction).

$n_{\text{Cu}^{2+}} = C V$ $n_{\text{Cu}^{2+}} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

④ $m_{\text{Cu}} = n_{\text{Cu}} \times M_{\text{Cu}}$ $m_{\text{Cu}} = 0,50 \text{ g}$

⑤ $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{n_f}{V}$ $[\text{Fe}^{2+}] = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$

Ex 3 Dilution et mélange

On dispose d'une solution de sulfate de cuivre contenant les ions Cu^{2+} et les ions sulfate SO_4^{2-} à la même concentration $C_0 = 1.10^{-2} \text{ mol/L}$. On en prélève à la pipette jaugée un volume $V_0 = 10 \text{ mL}$ que l'on verse dans une fiole jaugée de volume $V_1 = 50 \text{ mL}$. On remplit la fiole d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

1. Quelle est concentration C_1 en ions Cu^{2+} et en ions SO_4^{2-} dans la fiole ?

On verse le contenu de cette fiole dans un bécher. On y ajoute un volume $V_2 = 20 \text{ mL}$ d'une solution de sulfate de magnésium, contenant les ions Mg^{2+} et les ions SO_4^{2-} à la même concentration $C_2 = 2.10^{-2} \text{ mol/L}$.

2. Calculer les concentrations des trois ions après mélange.

① Concentration C_1

$$C_1 = \frac{C_0 V_0}{V_1}$$

$$C_1 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

② Concentrations finales :

• Cu^{2+} :

$$[\text{Cu}^{2+}] = \frac{C_0 V_0}{V_1 + V_2}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

• Mg^{2+} :

$$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 5,7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

• SO_4^{2-} :

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{C_0 V_0 + C_2 V_2}{V_1 + V_2}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

Ex 4 Concentration en soluté apporté

1. Identifier les ions présents dans l'acide sulfurique H_2SO_4 . Ecrire l'équation de dissolution.
2. On ajoute une quantité de matière $n_{\text{app}} = 2 \cdot 10^{-2}$ mol en acide sulfurique dans de l'eau distillée. Déterminer les quantités de matière de chaque ion dans la solution formée.
3. La solution des questions précédentes a un volume $V = 200$ mL. Calculer la concentration en soluté apporté puis les concentrations des ions dans la solution après dissolution.
4. On considère une solution de chlorure de chrome CrCl_3 de concentration en soluté apporté $c = 5 \cdot 10^{-3}$ mol/L. Déterminer les concentrations des ions dans la solution.
5. On dissout $m = 6,0$ g de chlorure de magnésium MgCl_2 dans 200 mL d'eau distillée. Calculer la concentration en soluté apporté puis les concentrations des ions dans la solution.

① Ions H^+ et SO_4^{2-}



Forment avec l'eau les ions $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$

② $n_{\text{SO}_4^{2-}} = n_{\text{app}}$

$n_{\text{H}^+} = 2 n_{\text{app}}$

③ Concentration en soluté : $C_{\text{app}} = \frac{n_{\text{app}}}{V}$ $C_{\text{app}} = 0,10 \text{ mol/L}$

$[\text{H}^+] = \frac{2 n_{\text{app}}}{V}$

$[\text{H}^+] = 0,20 \text{ mol/L}$

$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n_{\text{app}}}{V}$

$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,10 \text{ mol/L}$



$[\text{Cr}^{3+}] = c$

$[\text{Cl}^-] = 3c$

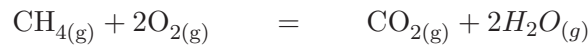


$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{m}{(n_{\text{Mg}} + 2n_{\text{Cl}}) V}$

$[\text{Cl}^-] = \frac{2m}{(n_{\text{Mg}} + 2n_{\text{Cl}}) V}$

Ex 5 Bilan de matière

On étudie la combustion du méthane dont l'équation-bilan s'écrit



avec pour conditions initiales $n_{\text{CH}_4, i} = 4,0 \text{ mol}$ et $n_{\text{O}_2, i} = 6,0 \text{ mol}$ et aucun produit.

1. Construire le tableau d'avancement en distinguant l'état initial (i), un état en cours de réaction, et l'état final (f). On note ξ l'avancement de la réaction.
2. Déterminer toutes les quantités de matière à l'instant où $\xi = 1,5 \text{ mol}$.
3. Identifier le réactif limitant et la valeur de l'avancement maximal ξ_{max} .
4. On suppose que la réaction est totale : à l'état final, $\xi_f = \xi_{\text{max}}$. En déduire la quantité de matière finale de chacune des espèces.

	CH_4	$+ 2\text{O}_2$	$=$	CO_2	$+ 2\text{H}_2\text{O}$
EI	$n_{\text{CH}_4, i}$	$n_{\text{O}_2, i}$		/	/
t	$n_{\text{CH}_4, i} - \xi$	$n_{\text{O}_2, i} - 2\xi$		ξ	2ξ
EF	$n_{\text{CH}_4, i} - \xi_f$	$n_{\text{O}_2, i} - 2\xi_f$		ξ_f	$2\xi_f$
EF	1 mol	0		3 mol	6 mol

② Quantités de matière : pour $\xi = 1,5 \text{ mol}$

$$n_{\text{CO}_2} = \xi$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 2\xi$$

$$n_{\text{CH}_4} = n_{\text{CH}_4, i} - \xi$$

$$n_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2, i} - 2\xi$$

$$n_{\text{CO}_2} = 1,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}} = 3,0 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CH}_4} = 2,5 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}_2} = 3 \text{ mol}$$

③ Réactif limitant :

Hyp ① : CH_4 réactif limitant : $n_{\text{CH}_4, i} - \xi_{l1} = 0$ $\xi_{l1} = 4 \text{ mol}$

Hyp ② : O_2 réactif limitant : $n_{\text{O}_2, i} - 2\xi_{l2} = 0$ $\xi_{l2} = 3 \text{ mol}$

$\xi_{l2} < \xi_{l1}$ = O_2 est le réactif limitant.

④ $n_{\text{CH}_4, f} = 1 \text{ mol}$

$n_{\text{O}_2, f} = 0$

$n_{\text{CO}_2, f} = 3 \text{ mol}$

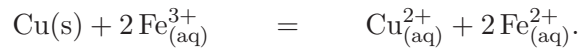
$n_{\text{H}_2\text{O}, f} = 6 \text{ mol}$

Ex 6 Mélanges

Dans un erlenmeyer on ajoute

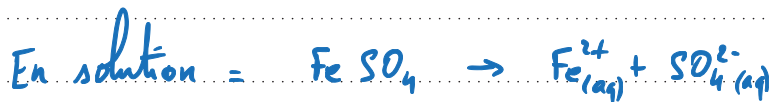
- ◇ $V_1 = 10$ mL d'une solution de sulfate de fer (II) FeSO_4 de concentration en soluté apporté $C_1 = 0,020$ mol/L.
- ◇ $V_2 = 15$ mL d'une solution de sulfate de fer (III) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ de concentration en soluté apporté $C_2 = 0,200$ mol/L
- ◇ $V_3 = 25$ mL d'une solution de sulfate de cuivre CuSO_4 de concentration en soluté apporté $C_3 = 0,10$ g/L.
- ◇ $m_i = 5,0$ g de poudre de cuivre de masse molaire $M_{\text{Cu}} = 63,5$ g/mol.

Une fois le mélange effectuée, une transformation a lieu, modélisable par la réaction totale d'équation bilan



1. Déterminer littéralement et numériquement l'état du système après mélange mais avant toute transformation : concentration des ions et masse de solide.
2. Même question une fois la transformation terminée.

① Avant réaction :



$$[\text{Fe}^{2+}]_i = \frac{C_1 V_1}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$[\text{Fe}^{2+}]_i = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Fe}^{3+}]_i = \frac{2 C_2 V_2}{V_1 + V_2 + V_3}$$

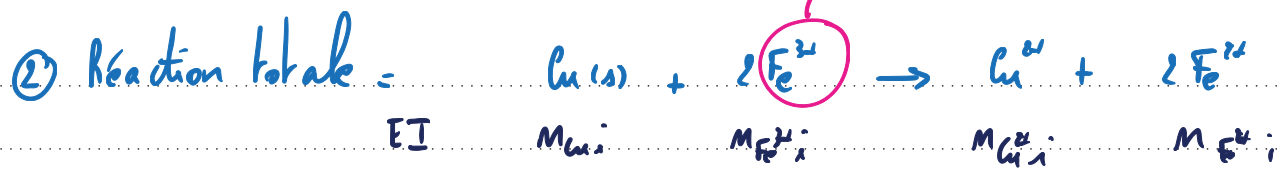
$$[\text{Fe}^{3+}]_i = 1,2 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$

$$[\text{Cu}^{2+}]_i = \frac{C_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$[\text{Cu}^{2+}]_i = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_i = \frac{C_1 V_1 + 3 C_2 V_2 + C_3 V_3}{V_1 + V_2 + V_3}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_i = 2,34 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$$



→ réactif limitant.

EF $m_{\text{Cu}i} - \xi \quad m_{\text{Fe}^{2+}i} - 2\xi \quad m_{\text{Cu}^{2+}i} + \xi \quad m_{\text{Fe}^{3+}i} + 2\xi$

$\underbrace{m_{\text{Fe}^{2+}i} - 2\xi}_0$

$m_{\text{Cu}i} = \frac{m}{n_{\text{Cu}}} \quad m_{\text{Cu}i} = 7,9 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \quad \text{et} \quad m_{\text{Fe}^{2+}i} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

On pose $\alpha_f = \frac{\xi}{V_1 + V_2 + V_3}$ et $\xi = C_0 V_2$

$[\text{Fe}^{2+}]_f = [\text{Fe}^{2+}]_i + 2 \frac{\xi}{V_1 + V_2 + V_3} \quad [\text{Fe}^{2+}]_f = 1,24 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$

$[\text{Cu}^{2+}]_f = [\text{Cu}^{2+}]_i + \frac{\xi}{V_1 + V_2 + V_3} \quad [\text{Cu}^{2+}]_f = 1,1 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$

$[\text{SO}_4^{2-}]_f = [\text{SO}_4^{2-}]_i \quad [\text{SO}_4^{2-}]_f = 2,34 \cdot 10^{-1} \text{ mol/L}$

$[\text{Fe}^{3+}]_f = 0$

$m_{\text{Cu}f} = m_i - \xi n_{\text{Cu}} \quad m_{\text{Cu}f} = 4,81 \text{ g}$