

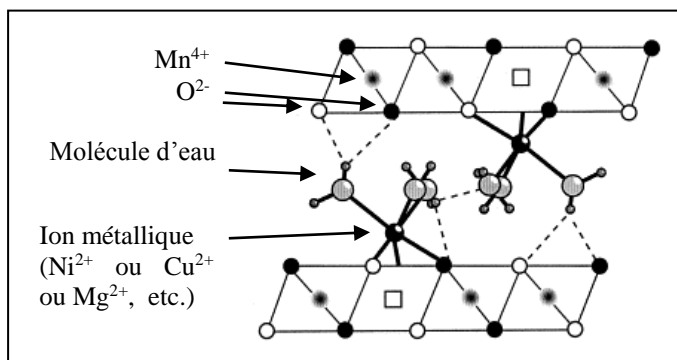
NODULES POLYMETALLIQUES

Exemple de questions et corrigé

A) Exploitation des documents

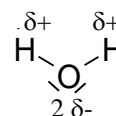
Questions

- 1) Interpréter la structure « couches plus ou moins concentriques » des nodules.
- 2) Représenter la structure de Lewis de la molécule d'eau ; expliquer pourquoi elle est polaire.
- 3) Interpréter les interactions de la molécule d'eau avec son environnement dans le schéma ci-contre.



Corrigé

- 1) Cristallisation progressive très longue en couches successives concentriques autour d'un noyau.
- 2) L'oxygène est plus électronégatif que l'hydrogène ; les barycentres des charges + et - ne coïncident pas : la molécule présente un dipôle électrique (déséquilibre interne de charge : schéma)
- 3) Liaisons « hydrogène » entre H de la molécule d'eau et les ions O²⁻ (La liaison hydrogène ou pont hydrogène est une liaison chimique non covalente, de type dipôle-dipôle. Elle est de basse intensité (vingt fois plus faible qu'une liaison covalente classique), et relie des molécules en impliquant un atome d'hydrogène. On pensait à l'origine que l'électron de cet atome était partagé entre les molécules liées¹, et donc que cette liaison hydrogène était quasi-covalente. On sait aujourd'hui qu'elle est à 90 % électrostatique) ; liaisons électrostatique entre O (δ-) et ions positifs (Ni²⁺...).



B) Séparations

Questions

- 1) En exploitant le graphe ci-dessus, indiquer à partir de quel pH apparait le précipité d'hydroxyde de cuivre.
- 2) Retrouver cette valeur à partir de la constante d'équilibre K indiquée en encadré ci-dessus.
- 3) Pour l'ion Mg²⁺, dans les mêmes conditions à précipitation de l'hydroxyde s'effectue à partir de pH = 8,9. Expliquer une méthode de séparation des ions Cu²⁺ et Mg²⁺.

Corrigé

- 1) 0,5 pH = 5,2.

$$2) \quad 0,5 \quad K = \frac{1}{[Cu_{(aq)}^{2+}]_{\text{eq}} \cdot [HO_{(aq)}^-]_{\text{eq}}^2} = 4,0 \cdot 10^{18} \quad [HO^-] = [(1/4 \cdot 10^{18}) / 0,1]^{1/2} = 1,6 \cdot 10^{-9} \text{ mol.L}^{-1}$$

alors $[H_3O^+] = 10^{-14} / [HO^-] = 6,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ pH = 5,2

- 3) 0,5 Entre pH = 5,2 et pH = 8,9 Cu²⁺ est précipité et Mg²⁺ reste en solution ; on se place donc autour de pH 7 : on filtre le précipité de Cu(OH)₂ ; en augmentant le pH on précipitera ensuite les ion Mg²⁺.

C) Dosage

Questions

- 1) Proposer un protocole pour préparer 100 mL de la solution S_{d1} à partir de la solution mère S_m .
- 2) A partir de la courbe d'absorbance interpréter la couleur bleue de la solution de sulfate de cuivre.
- 3) Enoncer la loi illustrée par le graphe de $A([Cu^{2+}])$? La modélisation réalisée par ce graphe est-elle conforme à la prévision théorique ?
- 4) Calculer la quantité de matière et la masse de cuivre contenue dans l'échantillon de nodule.
Donnée : $M(Cu) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$.
- 5) Dédurre de ce qui précède le pourcentage massique de cuivre dans le nodule. Conclure sur l'intérêt de ce dernier en ce qui concerne la teneur en cuivre.
- 6) La valeur de l'absorbance de la solution est connue avec une incertitude expérimentale élargie : $\Delta A = 0,01$. Calculer l'incertitude qui en résulte sur la valeur de la masse de cuivre et exprimer le résultat sous la forme $m \pm \Delta m$ et donner la précision.

Corrigé

- 1) protocole pour préparer 100 mL de la solution S_{d1} à partir de la solution mère S_m :
$$n_{\text{mère}} = n_{\text{diluée}} \quad C_{\text{mère}} V_{\text{mère}} = C_{\text{diluée}} V_{\text{diluée}}$$
$$V_{\text{mère}} = C_{\text{diluée}} V_{\text{diluée}} / C_{\text{mère}} = 0,25 \times 100 / 0,5 = 50 \text{ mL}$$

On prélève 50 ml de solution mère avec une pipette jaugée de 50 mL (ou éprouvette) que l'on place dans une fiole jaugée de 100 mL ; on complète au trait de jauge à l'eau distillée et on homogénéise.
- 2) absorbance lumineuse dans le domaine du rouge : lumière bleue non absorbée d'où la couleur bleue
- 3) Loi de Beer-Lambert $A = k C$
La modélisation réalisée par ce graphe est conforme à la prévision théorique : on modélise par une droite passant par l'origine (proportionnalité) avec un coefficient de détermination satisfaisant.
- 4) $C = A / k = 0,26 / 6,265 = 4,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
L'échantillon a donné une solution ionique de volume $V = 1 \text{ L}$ $n = C V = 4,15 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
 $m = n \cdot M = 4,15 \cdot 10^{-2} \times 63,5 = 2,64 \text{ g}$
- 5) pourcentage massique de cuivre dans le nodule : $p = 2,64 / 50 = 5,27 \cdot 10^{-2} = 5,27 \%$
très satisfaisant en ce qui concerne la teneur en cuivre.
- 6) $A = k C$ donc $\Delta A = k \Delta C$ donc $\Delta C = \Delta A / k$
 $\Delta m = \Delta C \cdot V \cdot M$ donc $\Delta m = \Delta A \cdot V \cdot M / k = 0,01 \times 1 \times 63,5 / 6,265 \approx 0,1 \text{ g}$
Donc $m = 2,6 \pm 0,1 \text{ g}$
Précision : $\Delta m / m = 0,1 / 2,6 \approx 0,04 = 4\%$