

Activité expérimentale n° 18 - Préparation d'une solution de concentration donnée et incertitude-type associée

Lors de cette séance, on cherche à préparer une solution de concentration en quantité de matière effective connue à partir d'un solide ionique, le sel de Mohr. La formule chimique du sel de Mohr est $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Lorsqu'il est en solution aqueuse, ce solide ionique libère des ions NH_4^+ ; Fe^{2+} et SO_4^{2-} . Il libère également six molécules d'eau, on dit que le solide est hexahydraté.

Données :

Masses molaires : $M(\text{S}) = 32,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{N}) = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Fe}) = 55,8 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Vocabulaire

- ➡ La **concentration en soluté apporté** correspond à la quantité de matière de **solide ionique** apporté pour un volume de solution donné.
- ➡ La **concentration effective** des ions en solution correspond à la **concentration en quantité de matière de chaque ions en solution**. Elle diffère pour chaque ion en fonction du nombre d'ions libérés lors de la dissolution, elle se note entre crochet : $[\text{Fe}^{2+}]$

Nous cherchons ici à préparer 50 mL d'une solution de concentration effective en ions Fer II égale à $[\text{Fe}^{2+}] = 2,50 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

1. Modéliser la dissolution du sel de Mohr dans l'eau par une équation de dissolution. Ne pas oublier les états physiques de chaque espèce.

2. Compléter le tableau d'avancement ci-dessous, relatif à la dissolution du solide ionique dans l'eau.

État du système	Avancement	quantités de matière				
État initial	$x = 0$					
État intermédiaire	x					
État final	x_{max}					

3. En déduire un lien entre la concentration effective en ions Fer II et la concentration en soluté apporté de sel de Mohr.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

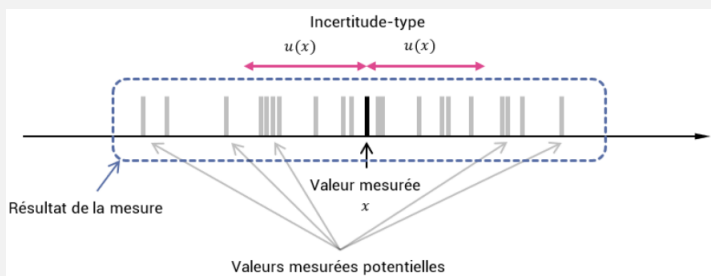
Activité expérimentale n° 18 - Préparation d'une solution de concentration donnée et incertitude-type associée

4. Calculer la masse de sel de Mohr à prélever afin de réaliser la solution demandée.

Détermination de l'incertitude-type sur la concentration de la solution

Incertitude liée à une mesure unique : type B

La solution préparée précédemment possède une valeur d'**incertitude-type sur sa concentration** due principalement à la **précision du matériel utilisé**. Chaque pièce de verrerie possède sa propre incertitude-type qui est indiquée dessus. Une mesure réalisée à l'aide d'une balance possède également sa propre incertitude-type, qui dépend de la précision de la balance. L'incertitude-type sur une grandeur X se note $u(X)$



Une grande incertitude ne signifie pas que la mesure est mauvaise, mais que le matériel utilisé n'est pas approprié pour réaliser une mesure plus précise.

Si la concentration de la solution est calculée à partir de la formule $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{m}{M \times V}$ alors l'incertitude-type se détermine par la relation

$$u([\text{Fe}^{2+}]) = [\text{Fe}^{2+}] \times \sqrt{\left(\frac{u(m)}{m}\right)^2 + \left(\frac{u(V)}{V}\right)^2}$$

On a supposé dans cette relation que l'incertitude sur la masse molaire est négligeable devant les autres.

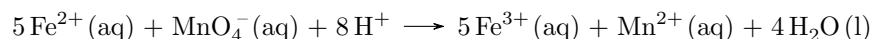
5. Relever l'incertitude-type sur la fiole jaugée. En prenant comme valeur $u(m) = 0,035 \text{ g}$, calculer l'incertitude type sur la concentration de la solution préparée. Garder deux chiffres significatifs en réalisant un arrondi à l'excès sur le deuxième chiffre.

Activité expérimentale n° 18 - Préparation d'une solution de concentration donnée et incertitude-type associée

6. Exprimer la concentration de votre solution sous la forme $[\text{Fe}^{2+}] = ([\text{Fe}^{2+}] \pm u([\text{Fe}^{2+}]))10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Vérification de la concentration de votre solution par titrage direct

Réaliser le tirage de 10,0 mL de la solution préparée précédemment par une solution de permanganate de potassium à la concentration molaire effective en ions permanganate égale à $[\text{MnO}_4^-] = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équation de réaction support du titrage est :



7. En exploitant les résultats du titrage, déterminer la concentration de la solution titrée en ions Fe^{2+} , en gardant 3 chiffres significatifs sur le résultat.

Incertitude liée à une série de mesure : type A

Chaque groupe va obtenir une valeur numérique différente en fonction de la précision de ses manipulations, ainsi que du matériel utilisé. Lorsque l'on obtient plusieurs valeurs numériques pour un résultat, il est possible d'effectuer une étude statistique des résultats obtenus :

$$u(x) = \frac{s_x}{\sqrt{N}}$$

où s_x correspond à l'écart-type des résultats obtenus et N le nombre de mesures.

8. Entrer les valeurs obtenues par l'ensemble de la classe dans le programme python fourni, puis lancer le programme afin d'observer l'histogramme obtenu. Noter la valeur moyenne ainsi que l'écart type s .

Activité expérimentale n° 18 - Préparation d'une solution de concentration donnée et incertitude-type associée

9. En déduire la valeur de l'incertitude-type sur la concentration de la solution en ions Fer II $u([\text{Fe}^{2+}])$ et écrire le résultat correctement.

.....

.....

.....

.....

Afin de comparer un résultat à une valeur de référence, on utilise le z-score. On considère que la valeur déterminée expérimentalement est compatible à la valeur de référence si ce z-score est inférieur à 2. Il est défini par la formule

$$z = \frac{|x_{ref} - x_{exp}|}{u(x)}$$

10. La valeur déterminée par le titrage est elle compatible à la valeur de référence ?

.....

.....

.....

.....

.....