

**EXERCICE 2 : EVOLUTION DE LA REACTION DE L'AMMONIAC AVEC L'EAU**

<http://labolycee.org>

Une bouteille d'ammoniac du commerce comporte l'indication 22 ° Bé, ce qui correspond à une concentration molaire  $C_0 = 10,9 \text{ mol.L}^{-1}$ .

Cette solution sera nommée  $S_0$ .

Dans une solution aqueuse d'ammoniac, l'équilibre entre l'ammoniac  $\text{NH}_3$  et les ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  s'écrit :



Données (valeurs à 25 °C):

Quotient de la réaction de l'ammoniac avec l'eau à l'équilibre :  $Q_{r,\text{éq}} = 1,58 \cdot 10^{-5}$

Produit ionique de l'eau :  $K_e = 1,00 \cdot 10^{-14}$

**1<sup>ère</sup> partie : Détermination du quotient de réaction par pHmétrie :**

La « basicité » de la solution  $S_0$  étant trop élevée pour être mesurée directement au pHmètre, on prépare 50,0 mL d'une solution diluée  $S_1$  de concentration  $C_1 = C_0 / 10$ .

Le pH mesuré de  $S_1$  est 11,62.

- 1) Quel volume de la solution  $S_0$  doit-on prélever pour préparer la solution  $S_1$  ?
- 2) Proposer un mode opératoire pour préparer la solution  $S_1$ .
- 3) Montrer que la concentration en ion hydroxyde dans la solution  $S_1$  est :  
 $[\text{HO}^-]_{(S_1)} = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
- 4) Compléter le tableau d'avancement donné en annexe pour la réaction de l'ammoniac avec l'eau dans la solution  $S_1$  en considérant un volume  $V_1 = 1,0 \text{ L}$ .
- 5) En déduire la valeur du taux d'avancement final  $\tau_1$ . Commenter le résultat obtenu.
- 6) Calculer le quotient de réaction  $Q_{r,1}$  à l'état final et montrer que le système est à l'équilibre aux incertitudes de mesure près.

**2<sup>ème</sup> partie : Détermination du taux d'avancement de la réaction de l'ammoniac sur l'eau par conductimétrie :**

Valeurs des conductivités molaires ioniques à 25 °C :

$$\lambda^\circ(\text{HO}^-) = 19,9 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1} \quad \lambda^\circ(\text{NH}_4^+) = 7,34 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2.\text{mol}^{-1}$$

L'expression de la conductivité d'une solution  $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$  n'est valide qu'en solution très diluée. A partir de la solution  $S_1$  d'ammoniac, on prépare une solution fille, nommée  $S_2$  de concentration  $C_2 = C_1/100 = C_0/1000$ .

**A) Hypothèse:** On fait l'hypothèse que les quantités de matière des espèces en solution n'ont pas changé lors de la dilution.

- 1) En déduire l'expression littérale de la concentration  $[\text{HO}^-]_{(\text{hyp})}$  en fonction de  $[\text{HO}^-]_{(S_1)}$ , de même pour  $[\text{NH}_4^+]_{(\text{hyp})}$  en fonction de  $[\text{NH}_4^+]_{(S_1)}$  et  $[\text{NH}_3]_{(\text{hyp})}$  en fonction de  $[\text{NH}_3]_{(S_1)}$ .

- 2) Montrer que le quotient de réaction  $Q_{r,\text{hyp}}$  obtenu avec cette hypothèse est égal à  $Q_{r,1}/100$ .
- 3) Le comparer à  $Q_{r,\text{eq}}$ . En déduire si l'hypothèse est effectivement vérifiée. Sinon dans quel sens évolue le système lors de la dilution ? Justifier.

## B) Conductimétrie:

Pour confirmer ou infirmer l'hypothèse précédente, on mesure la conductivité  $\sigma$  de la solution  $S_2$ :  $\sigma = 0,114 \text{ mS.cm}^{-1}$ .

- 1) Donner la valeur de  $\sigma$  dans le système international.
- 2) Exprimer la conductivité  $\sigma$  de la solution  $S_2$  en fonction des conductivités molaires ioniques et des concentrations effectives  $[\text{NH}_4^+]_{(S_2)}$  et  $[\text{HO}^-]_{(S_2)}$ , dans cette solution.
- 3) En utilisant le tableau d'avancement de la réaction de l'ammoniac sur l'eau et les données du texte en déduire  $[\text{HO}^-]_{(S_2)}$ ,
- 4) Calculer le taux d'avancement final  $\tau_2$  de la réaction de l'ammoniac sur l'eau.
- 5) La dilution de la solution mère agit-elle sur le taux d'avancement de la réaction de l'ammoniac sur l'eau ? Si oui dans quel sens. L'hypothèse émise dans la partie 1 est-elle confirmée ?

**ANNEXE DE L'EXERCICE 2**  
**(A REMETTRE AVEC LA COPIE)**

Tableau d'avancement exprimé en moles pour un volume  $V_1 = 1,0 \text{ L}$ .

<u>Etat</u>	<u>Avancement</u>	$\text{NH}_3$	+	$\text{H}_2\text{O}$	=	$\text{HO}^-$	+	$\text{NH}_4^+$
initial	<b>0</b>	$n_1 =$						
intermédiaire	x							
final	$X_f =$							
maximal	$X_{\text{max}} =$							

e  
x  
c  
è  
s