

Mesurer le rendement de récupération de l'ammoniac

Terminale spécialité Physique-Chimie · Titrages

1. Quantité d'ammoniac récupérée

Repérage de l'équivalence. La courbe présente un saut de pH. On applique la **méthode des tangentes parallèles** : on trace une première tangente à la courbe dans le coude situé avant le saut, une seconde tangente parallèle à la première dans le coude situé après le saut, puis la parallèle équidistante aux deux précédentes. Son intersection avec la courbe donne le point d'équivalence E , dont l'abscisse se lit :

$$V_E \simeq 12,6 \text{ mL.}$$

Compte tenu de la raideur du saut, une lecture comprise entre 12,4 et 12,8 mL est cohérente avec le document.

Exploitation. À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques. Les coefficients de la réaction support étant tous égaux à 1 :

$$n_{\text{prélèvement}}(\text{NH}_3) = n_{\text{versée}, E}(\text{H}_3\text{O}^+) = c_A V_E.$$

Soit :

$$n_{\text{prélèvement}}(\text{NH}_3) = 0,100 \times 12,6 \times 10^{-3} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

Le prélèvement de $V_B = 20,0 \text{ mL}$ représente une fraction V_B/V_S de la solution S . La quantité récupérée dans la totalité de S vaut donc :

$$n_{\text{récupérée}}(\text{NH}_3) = n_{\text{prélèvement}}(\text{NH}_3) \times \frac{V_S}{V_B} = 1,26 \times 10^{-3} \times \frac{100,0}{20,0},$$

$$n_{\text{récupérée}}(\text{NH}_3) = 6,30 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

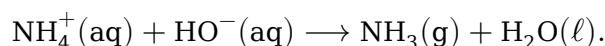
2. Quantité maximale d'ammoniac

Le chlorure d'ammonium apporte les ions ammonium. Sa quantité de matière initiale vaut :

$$n_0(\text{NH}_4\text{Cl}) = \frac{m}{M} = \frac{0,450}{53,5} = 8,41 \times 10^{-3} \text{ mol,}$$

donc $n_0(\text{NH}_4^+) = 8,41 \times 10^{-3} \text{ mol.}$

Les ions hydroxyde étant introduits en excès, les ions ammonium sont le réactif limitant de la transformation



La stœchiométrie étant 1 : 1, tout l'ammonium consommé forme autant d'ammoniac :

$$n_{\max}(\text{NH}_3) = 8,41 \times 10^{-3} \text{ mol.}$$

3. Rendement de production et de récupération

En reportant les deux résultats précédents dans la définition fournie :

$$r = \frac{n_{\text{récupérée}}(\text{NH}_3)}{n_{\max}(\text{NH}_3)} = \frac{6,30 \times 10^{-3}}{8,41 \times 10^{-3}} = 0,749, \quad \boxed{r = 74,9 \%}.$$

La quantité d'ammoniac retrouvée dans la solution S représente donc environ 75 % de la quantité maximale susceptible d'être formée.

Cette mesure ne permet cependant pas d'attribuer à une cause unique les 25 % manquants. Une transformation non totale dans le ballon diminuerait la quantité produite, mais une partie de l'ammoniac effectivement produit peut aussi n'avoir pas été entraînée jusqu'au flacon, ou ne pas y avoir été dissoute. L'expérience mesure donc un rendement global **de production et de récupération**, et non le rendement chimique de la seule transformation.