

CLASSE : Terminale

EXERCICE A : au choix du candidat (5 points)

VOIE :  Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

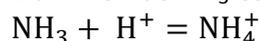
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE :  Oui sans mémoire, « type collègue »

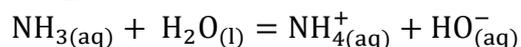
## EXERCICE au choix du candidat

## EXERCICE C : « L'AMMONIAQUE », UN PRODUIT MÉNAGER COURANT (5 points)

1.

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est une base car capable de capter un proton  $\text{H}^+$  :

2.



3.

$$\text{pK}_A = -\log(K_A)$$

$$K_A = 10^{-\text{pK}_A}$$

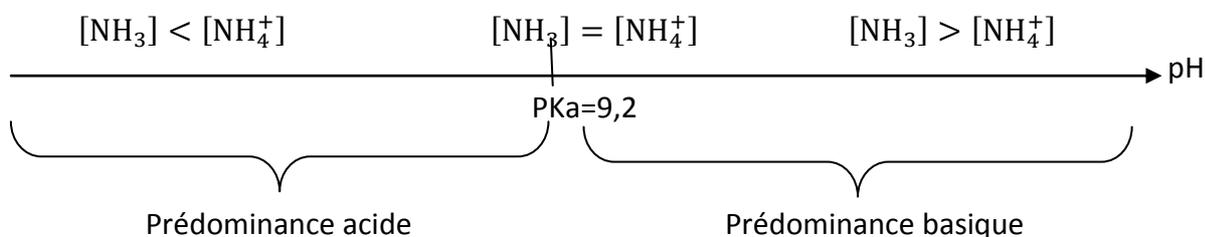
$$K_A = 10^{-9,2} = 6,3 \cdot 10^{-10}$$

Relation la liant, à l'équilibre, aux concentrations des espèces :

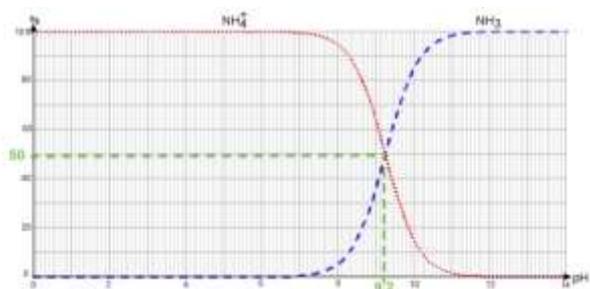
$$K_A = \frac{[\text{NH}_3]_{\text{eq}} \times [\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}}{[\text{NH}_4^+]_{\text{eq}}}$$

4.

Diagramme de prédominance :



5.

Lorsque  $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$ ,  $\text{pH} = \text{pK}_A$ On lit sur la Figure 1 :  $[\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$  pour $\text{pH} = 9,2$ Donc  $\text{pK}_A = 9,2$ figure 1 : diagramme de distribution du couple  $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$  en fonction du pH

## 6.

$$c_A = \frac{n_A}{V_{\text{sol}}} \quad \text{Or } n_A = \frac{m_A}{M_A} \quad \Rightarrow c_A = \frac{m_A}{M_A \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } P_A = \frac{m_A}{m_{\text{sol}}}, m_A = P_A \times m_{\text{sol}} \quad \Rightarrow c_A = \frac{P_A \times m_{\text{sol}}}{M_A \times V_{\text{sol}}}$$

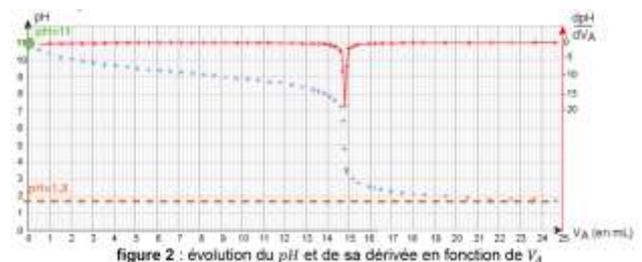
$$\text{Or } \rho_{\text{sol}} = \frac{m_{\text{sol}}}{V_{\text{sol}}} \quad \Rightarrow c_A = \frac{P_A \times \rho_{\text{sol}}}{M_A}$$

$$\text{Or } d_{\text{sol}} = \frac{\rho_{\text{sol}}}{\rho_{\text{eau}}}, \rho_{\text{sol}} = d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}} \\ \Rightarrow c_A = \frac{P_A \times d_{\text{sol}} \times \rho_{\text{eau}}}{M_A}$$

$$c_A = \frac{0,13 \times 0,97 \times 1000}{17} = 7,4 \text{ mol. L}^{-1}$$

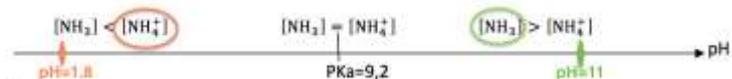
## 7.

- pH de la solution Sd : lorsque  $V_A=0\text{ mL}$ , la réaction n'a pas commencée, le pH est celui de la solution Sd. Par lecture graphique  $\text{pH}=11$
- détermination l'espèce de couple ammonium/ammoniac prédominante au début du titrage, et celle prédominante à la fin du titrage



En début de titrage,  $\text{pH}=11$ ,  $\text{NH}_3$  prédominant au début du titrage (Diagramme de prédominance de la question 4).

A la fin du titrage,  $\text{pH}=1,8$  (lecture graphique figure 2),  $\text{NH}_4^+$  prédominant (Diagramme de prédominance de la question 4).



- équation de la réaction acide-base support du titrage

D'après le sujet « on titre ce prélèvement par une solution d'acide chlorhydrique ( $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$ ,  $\text{Cl}^-(\text{aq})$ ) »

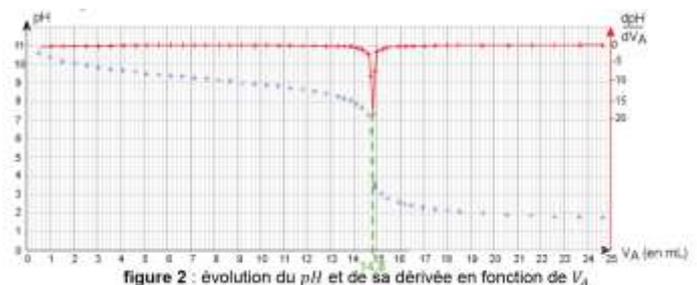
Les espèces  $\text{NH}_3$  et  $\text{H}_3\text{O}^+$  sont présentes au début du titrage, elles réagissent ensemble pour former  $\text{NH}_4^+$  (présent en fin de titrage) :  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

## 8.

L'équivalence correspond au mélange stœchiométrique des réactifs pour la réaction mis en jeu. A l'équivalence, il y a changement du réactif limitant.

$V_{\text{eq}}$  trouvé au pic de la courbe  $\frac{dpH}{dV_A}$

$$V_{\text{eq}} = 14,8 \text{ mL}$$



9.

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{NH}_3}^i}{1} = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}^{\text{eq}}}{1}$$

$$c_d \times V_d = c_A \times V_{\text{eq}}$$

$$c_d = \frac{c_A \times V_{\text{eq}}}{V_d}$$

$$c_d = \frac{5,00 \cdot 10^{-2} \times 14,8}{10,0}$$

$$c_d = 7,40 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

10.

Le sujet nous donne deux formules :

➤ Formule 1 :  $\frac{u(C_d)}{C_d} = \sqrt{\left(\frac{u(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{u(C_a)}{C_a}\right)^2 + \left(\frac{u(V_d)}{V_d}\right)^2}$

➤ Formule 2 :  $\frac{u(C)}{C} = \frac{u(C_d)}{C_d}$

Déterminons  $u(C)$  :

$$u(C) = C \times \frac{u(C_d)}{C_d}$$

Or la solution a été diluée 100 fois :  $C = 100 \times C_d$

D'où

$$u(C) = 100 \times C_d \times \frac{u(C_d)}{C_d}$$

$$u(C) = 100 \times u(C_d)$$

$$\text{Or } u(C_d) = C_d \times \sqrt{\left(\frac{u(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{u(C_a)}{C_a}\right)^2 + \left(\frac{u(V_d)}{V_d}\right)^2}$$

D'où

$$u(C) = 100 \times C_d \times \sqrt{\left(\frac{u(V_e)}{V_e}\right)^2 + \left(\frac{u(C_a)}{C_a}\right)^2 + \left(\frac{u(V_d)}{V_d}\right)^2}$$

$$u(C) = 100 \times 7,40 \cdot 10^{-2} \times \sqrt{\left(\frac{0,2}{14,8}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{5}\right)^2 + \left(\frac{0,2}{10,0}\right)^2}$$

$$u(C) = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C = 100 \times C_d = 100 \times 7,40 \cdot 10^{-2} = 7,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$C = 7,40 \pm 0,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

11.

D'après la question 10 la valeur de la concentration déterminée expérimentalement est comprise :  $7,2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} < C < 7,6 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

l'indication de l'étiquette de la bouteille « d'ammoniaque » commerciale (question 6)  $c_A = 7,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$  est bien comprise dans cet intervalle.