

**Terminale Spécialité G - Physique-Chimie**  
**Devoir en classe n°4 bis - Durée : 1h20**  
**Jeudi 27 janvier 2022**

**TENEUR EN ÉLÉMENT AZOTE D'UN ENGRAIS**

*L'ammonitrate est un engrais azoté solide, bon marché, très utilisé dans l'agriculture. Il est vendu par sac de 500 kg et contient du nitrate d'ammonium de formule  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ . Sur le sac, on peut lire « pourcentage en masse de l'élément azote N : 34,4% ».*

*Afin de vérifier l'indication du fabricant, on dose les ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  présents dans l'engrais à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ) encore appelé soude.*

**Données :**

**Couples acide/base :**  $\text{NH}_4^+(\text{aq})/\text{NH}_3(\text{aq})$   
 $\text{H}_2\text{O}(\ell)/\text{HO}^-(\text{aq})$

**Produit ionique de l'eau :**  $K_e = 1,0 \cdot 10^{-14}$  dans les conditions de l'expérience

**Masses molaires :** Azote :  $M_N = 14 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
Oxygène :  $M_O = 16 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$   
Hydrogène :  $M_H = 1,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

**Le nitrate d'ammonium est très soluble dans l'eau.**

**Sa dissolution dans l'eau est totale selon la réaction :**  $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$

**1. Étude de la réaction de titrage**

**1.1.** Écrire l'équation-bilan de la réaction de titrage des ions ammonium par la soude.

**1.2.** L'ion ammonium  $\text{NH}_4^+(\text{aq})$  est-il un acide ou une base selon Brønsted ? Justifier.

**2. Titrage pH-métrique**

Une solution d'engrais S est obtenue en dissolvant une masse  $m = 6,0 \text{ g}$  d'engrais dans une fiole jaugée de volume  $V = 250 \text{ mL}$ . On prépare ensuite les deux bechers  $B_1$  et  $B_2$  suivants :

Becher	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>
Volume de S (en mL)	<b>10</b>	<b>10</b>
Volume d'eau distillée (en mL)	<b>0</b>	<b>290</b>
Volume total de la solution (en mL)	<b>10</b>	<b>300</b>

Les solutions contenues dans ces bechers sont titrées par une solution d'hydroxyde de sodium ( $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ ) à la concentration molaire apportée  $C_B = 0,20 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ . On obtient les courbes  $\text{pH} = f(V_B)$  ci-dessous.

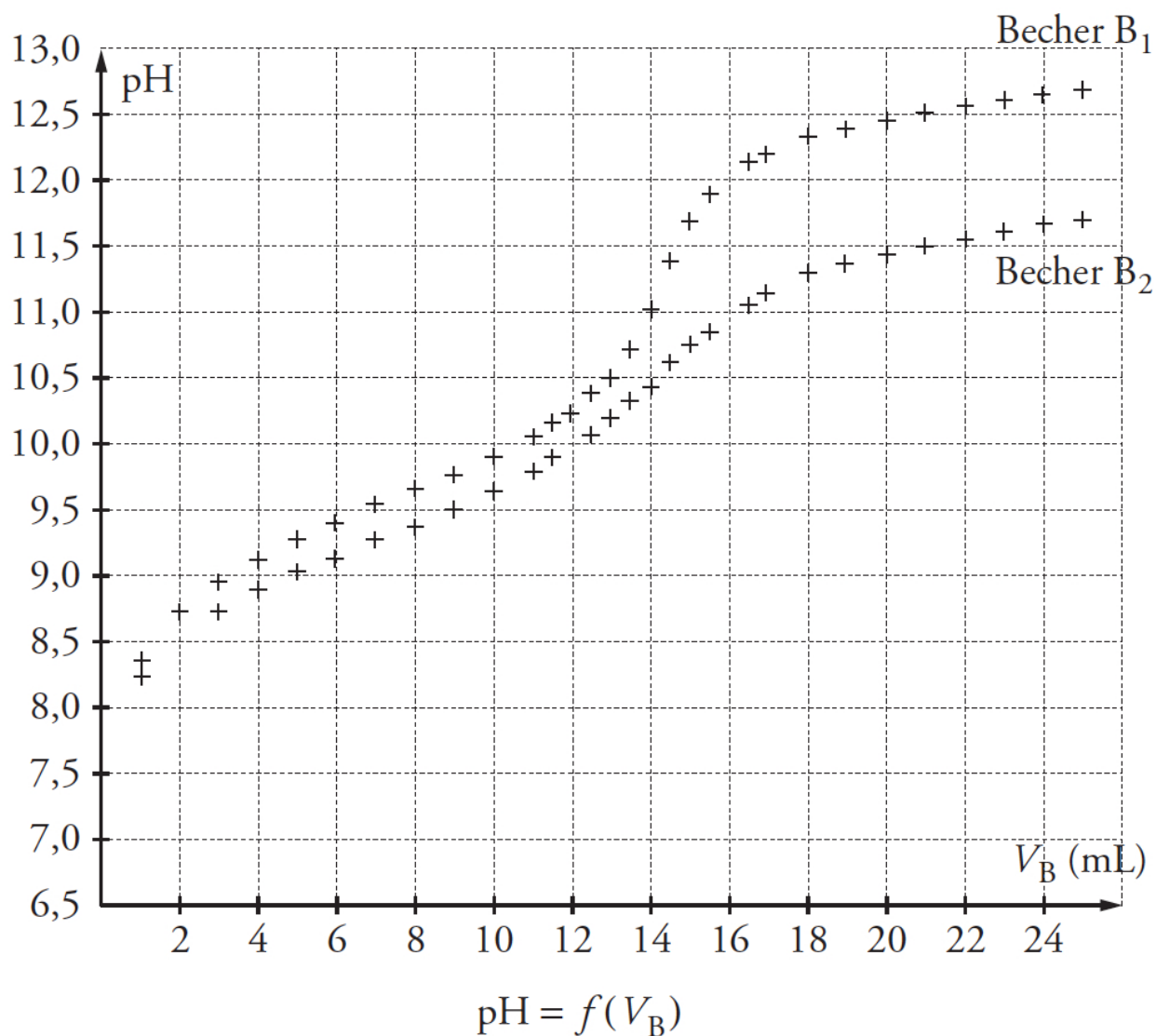
**2.1.** Faire un schéma légendé du montage permettant de réaliser un titrage pH-métrique.

**2.2.** Détermination du point équivalent

**2.2.1.** D'une façon générale, définir l'équivalence d'un titrage.

**2.2.2.** Parmi les deux courbes ci-dessous, quelle est celle qui permet de déterminer les coordonnées du point d'équivalence avec le plus de précision ? Justifier ce choix.

**2.2.3.** Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent sur la courbe choisie.



### 3. Détermination du pourcentage massique en élément azote dans l'engrais

- 3.1. En s'aidant éventuellement d'un tableau descriptif de l'évolution de la réaction, déterminer la relation entre la quantité de matière d'ions ammonium dosés  $n_0(\text{NH}_4^+)$  et la quantité de matière d'ions hydroxyde introduits à l'équivalence  $n_E(\text{HO}^-)$ .
- 3.2. En déduire la valeur de  $n_0(\text{NH}_4^+)$ .
- 3.3. Quelle est la quantité de matière d'ions ammonium  $\text{NH}_4^+$  présente dans la fiole jaugée de 250 mL ? En déduire la quantité de matière de nitrate d'ammonium présente dans cette fiole.
- 3.4. Quelle masse d'azote N y a-t-il dans une mole de nitrate d'ammonium ? En déduire la masse d'azote présente dans l'échantillon.
- 3.5. Le pourcentage massique en élément azote est le rapport entre la masse d'azote présente dans l'échantillon et la masse de l'échantillon. Calculer le pourcentage massique en azote de l'échantillon. Le comparer à celui fourni par le fabricant et conclure.