

EXERCICE I : TENEUR EN ÉLÉMENT AZOTE D'UN ENGRAIS – 14 POINTS

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 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 : $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \longrightarrow \text{NH}_4^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$

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	B₁	B₂
Volume de S (en mL)	10	10
Volume d'eau distillée (en mL)	0	290
Volume total de la solution (en mL)	10	300

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.

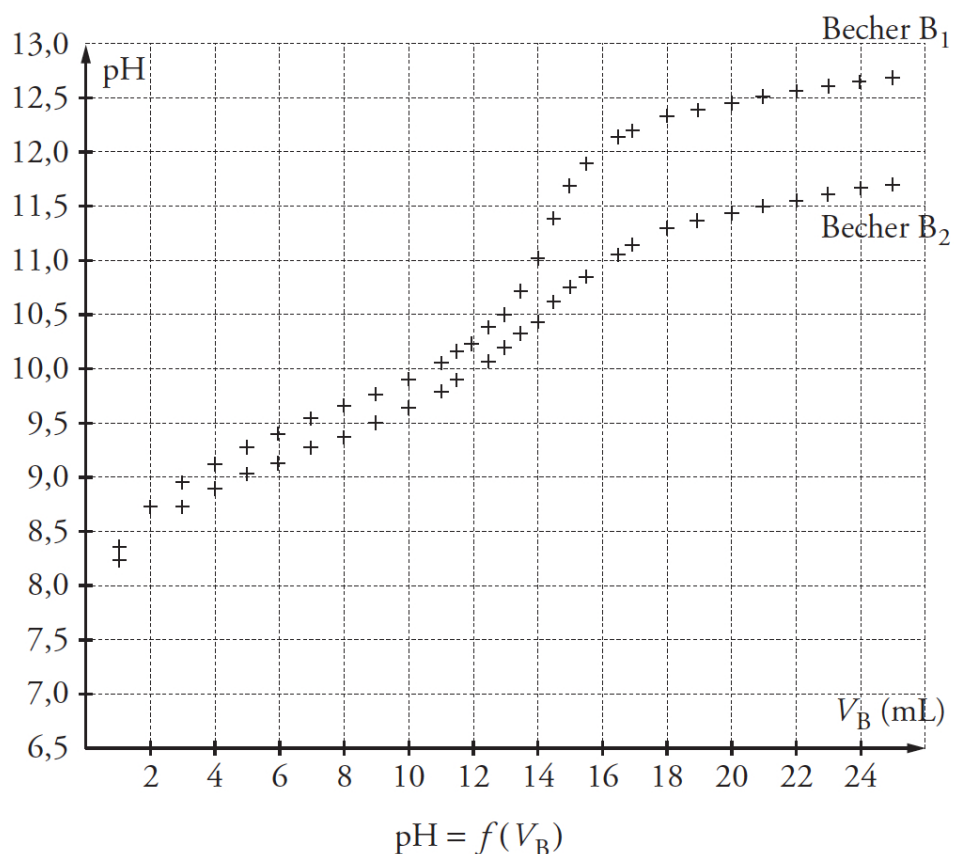
2.1. Faire un schéma légendé du montage permettant de réaliser un titrage pH-métrique.

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 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.

EXERCICE II : TRACÉS DE VECTEURS (6 points)

Les positions du centre d'inertie G d'un mobile ont été enregistrées toutes les 40 ms. Le document suivant reproduit, à l'échelle, cet enregistrement sur lequel le cercle C représente la trajectoire du mobile.

En détaillant les calculs littéraux et numériques, calculer les valeurs des vitesses v_2 et v_4 , tracer les vecteurs vitesses \vec{v}_2 et \vec{v}_4 puis déterminer graphiquement le vecteur accélération \vec{a}_3 en précisant la valeur de a_3 . On détaillera là aussi les calculs effectués.

