

TS2 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°4 - Durée : 1h
Samedi 14 décembre 2019

TENEUR EN ÉLÉMENT AZOTE D'UN ENGRAIS – 20 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 :

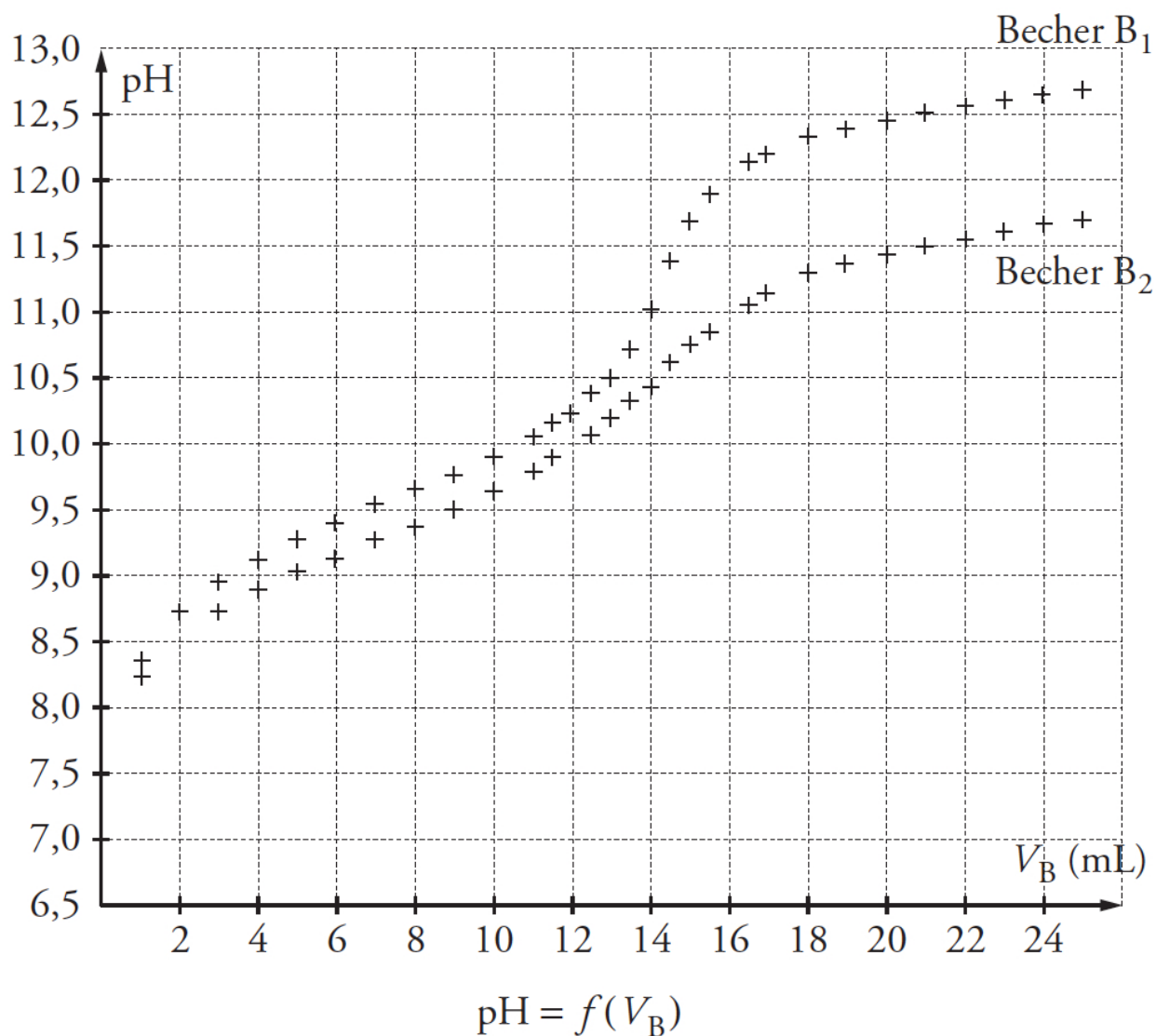
Becher	B₁	B₂
Volume de S (en mL)	10	10
Volume d'eau distillée (en mL)	0	290
Volume total de la solution (en mL)	10	300

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

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.

2.3. Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent sur la courbe choisie. On indiquera la méthode utilisée et on laissera, sur la figure, les traits de construction.



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

- 3.1. En s'aidant de la première partie, 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.