

B. Détermination de la teneur en élément azote d'un engrais (/13)

L'ammonitrates est un engrais azoté solide, bon marché, très utilisé dans l'agriculture.

Il est vendu par sac de 500kg et contient du nitrate d'ammonium : $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$. 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 ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$).

Données :

- Masse molaire : $M(\text{N}) = 14,0\text{g.mol}^{-1}$ $M(\text{O}) = 16,0\text{g.mol}^{-1}$ $M(\text{H}) = 1,0\text{g.mol}^{-1}$
- Le nitrate d'ammonium est très soluble dans l'eau, sa dissolution dans l'eau est totale selon la réaction :
$$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$$
- L'équation support de titrage est :
$$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$

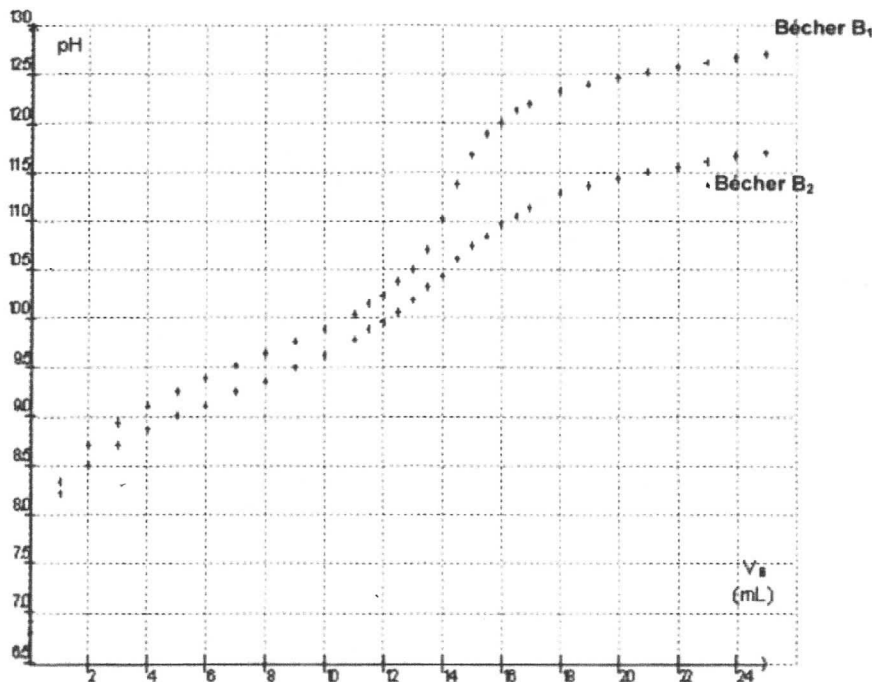
1. Écrire les couples acide/base qui interviennent dans l'équation support de titrage ci-dessus.

Une solution d'engrais S est obtenue en dissolvant $m = 6,0\text{g}$ d'engrais dans une fiole jaugée de volume $V = 250\text{mL}$.

On prépare ensuite les deux béchers B_1 et B_2 suivants :

Bécher	B_1	B_2
Volume de S (mL)	10,0	10,0
Volume d'eau déminéralisée (mL)	0	290
Volume total de la solution (mL)	10	300

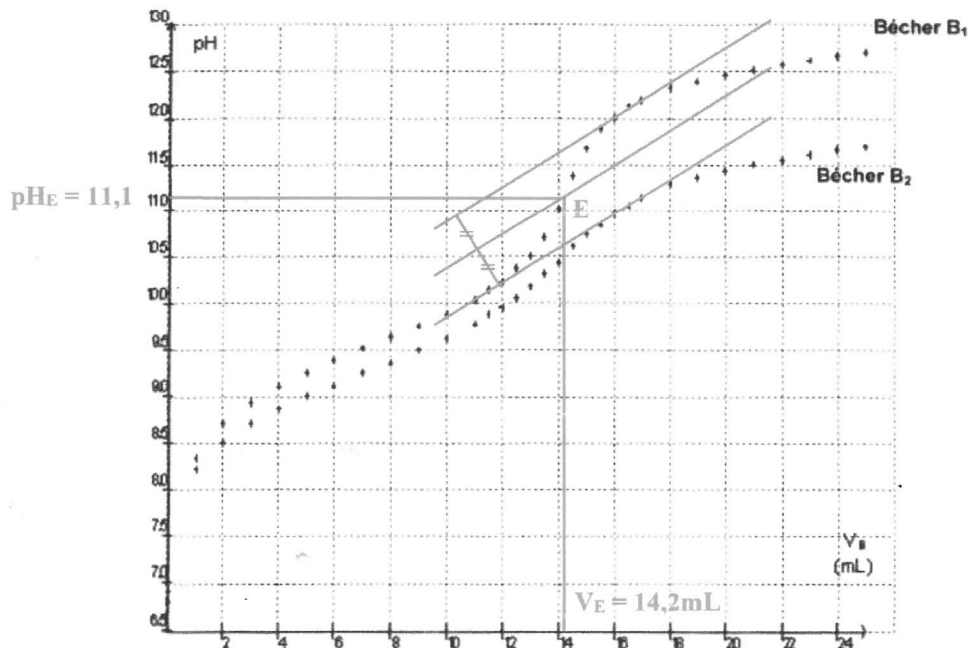
Les solutions contenues dans ces béchers sont titrées par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$) à la concentration en quantité de matière $C_B = 0,200\text{mol.L}^{-1}$. On obtient les courbes $\text{pH} = f(V_B)$ ci-après.



2. Parmi les deux courbes, quelle est celle qui permet de déterminer les coordonnées du point d'équivalence avec le plus de précision ? Justifier le choix de la courbe.
3. Déterminer graphiquement les coordonnées du point équivalent sur la courbe choisie.
4. L'ajout d'eau déminéralisée a-t-il une influence sur le volume versé à l'équivalence ? Expliquer.
5. Déterminer la concentration en quantité de matière C_S de la solution S en ions ammonium NH_4^+ .
6. Quelle quantité de matière d'ions ammonium $n(\text{NH}_4^+)$ a-t-on dans la fiole jaugée de 250mL ?
En déduire la quantité de nitrate d'ammonium présente dans cette fiole.
7. En déduire la masse d'azote présente dans l'échantillon.
8. 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.

B. Détermination de la teneur en élément azote d'un engrais (/13)

1. Couples : $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ et $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-$



2. La courbe qui permet de déterminer les coordonnées du point d'équivalence avec le plus de précision est celle du bécher B₁ car le saut de pH au niveau de l'équivalence est plus prononcé.

3. Coordonnées du point équivalent déterminées avec la méthode des tangentes parallèles :
 $\text{pH}_E = 11,1$ et $V_E = 14,2 \text{ mL}$

4. L'ajout d'eau déminéralisée n'influe pas sur le volume équivalent car elle ne change pas la quantité d'ions ammonium NH_4^+ titrée.

5. À l'équivalence : $\frac{n(\text{NH}_4^+)_0}{1} = \frac{n(\text{HO}^-)_E}{1}$ soit : $C_S \cdot V_t = C_B \cdot V_E \Leftrightarrow C_S = \frac{C_B \cdot V_E}{V_t} = \frac{0,200 \times 14,2 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 0,284 \text{ mol.L}^{-1}$

6. Quantité de matière d'ions ammonium $n(\text{NH}_4^+)$ dans la fiole jaugée de 250 mL :
 $n(\text{NH}_4^+) = C_S \cdot V_S = 0,284 \times 0,250 = 0,0710 \text{ mol}$

7. La quantité de nitrate d'ammonium est donc aussi égale à 0,0710 mol d'après l'équation de dissolution.
 Or une mole de nitrate d'ammonium NH_4NO_3 contient deux moles d'atomes d'azote N d'après la formule.
 La quantité de matière d'atome d'azote est donc égale à : $n_N = 2 \times 0,0710 = 0,142 \text{ mol}$
 Soit une masse d'azote : $m_N = 0,142 \times 14,0 = 1,99 \text{ g}$

8. Pourcentage massique en élément azote :

$$P_m = \frac{\text{masse d'azote}}{\text{masse d'engrais}} = \frac{1,99}{6,0} = 0,33 = 33\%$$

Il y a donc très bon accord avec l'indication du sac : 33%.