

Liban 2024 Sujet 2
CORRECTION Yohan Atlan © <https://www.vecteurbac.fr/>

CLASSE : Terminale

EXERCICE 1 : 9 points

voie : Générale

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

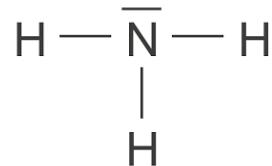
DURÉE DE L'EXERCICE : 1h35

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collège »

EXERCICE 1 L'ammoniac un futur carburant pour les transports maritimes

1. Étude de la molécule et de ses propriétés chimiques

Q.1.



Q.2.

$$\Delta\chi = \chi(\text{N}) - \chi(\text{H})$$

$$\Delta\chi = 3,04 - 2,20$$

$$\Delta\chi = 0,84$$

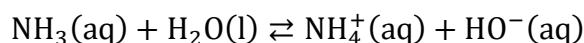
La différence d'électronégativité entre l'azote et l'hydrogène est supérieure à 0,4 : les liaisons sont polarisées.

L'eau est un solvant polaire. Le caractère polaire de la molécule d'ammoniac peut expliquer la grande solubilité de l'ammoniac dans l'eau.

Q.3.

Selon Bronsted : Une base est une espèce chimique capable de capturer un ou plusieurs proton(s) H^+ .

Q.4.



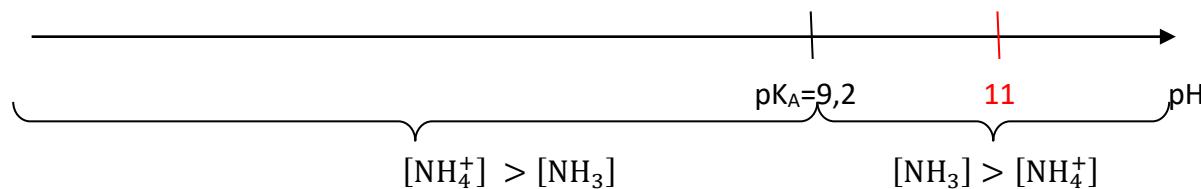
Q.5.

L'ion HO^- apparaît, la solution devient basique. Le BBT prend sa teinte basique : la solution devient bleue.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Bleu de bromothymol ou BBT	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Thymolphthaléine	Incolore	9,3 – 10,5	Bleu

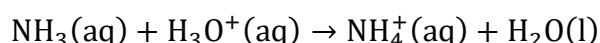
Q.6.

Diagramme de prédominance :



Pour $\text{pH}=11$, l'ammoniac NH_3 est prédominant.

Q.7.



Q.8.

$$pHeq=5,5$$

Pour choisir un indicateur coloré, il faut que le $pHeq$ soit dans sa zone de virage.

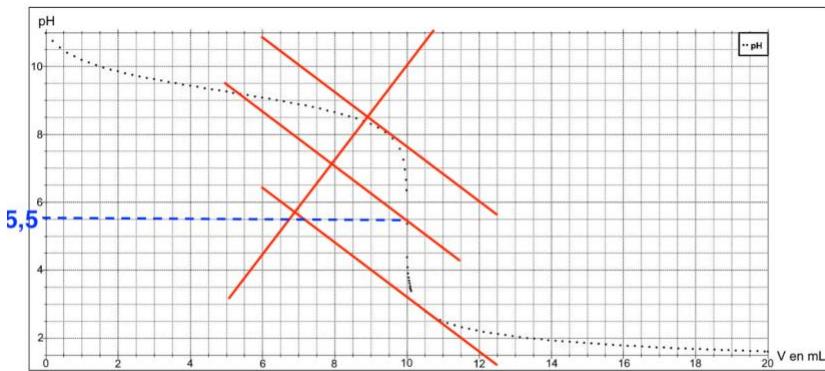
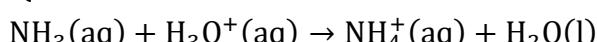


Figure 1 : courbe simulée du titrage de 20,0 mL de la solution aqueuse d'ammoniac par l'acide chlorhydrique de concentration 0,100 mol·L⁻¹.

Le rouge de méthyle contient $pHeq$ dans sa zone de virage. Ainsi, le rouge de méthyle convient comme indicateur coloré pour ce titrage.

Indicateur coloré	Teinte acide	Zone de virage	Teinte basique
Hélianthine	Rouge	3,1 – 4,4	Jaune
Rouge de méthyle	Rouge	4,2 – 6,2	Jaune
Bleu de bromothymol ou BBT	Jaune	6,0 – 7,6	Bleu
Thymolphthaléine	Incolore	9,3 – 10,5	Bleu

Q.9.



A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques :

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

$$n_i(\text{NH}_3) = n_{eq}(\text{H}_3\text{O}^+)$$

$$C_B \times V_B = C_A \times V_e$$

$$C_B = \frac{C_A \times V_e}{V_B}$$

$$C_B = \frac{0,100 \times 10,0}{20,0}$$

$$C_B = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$$

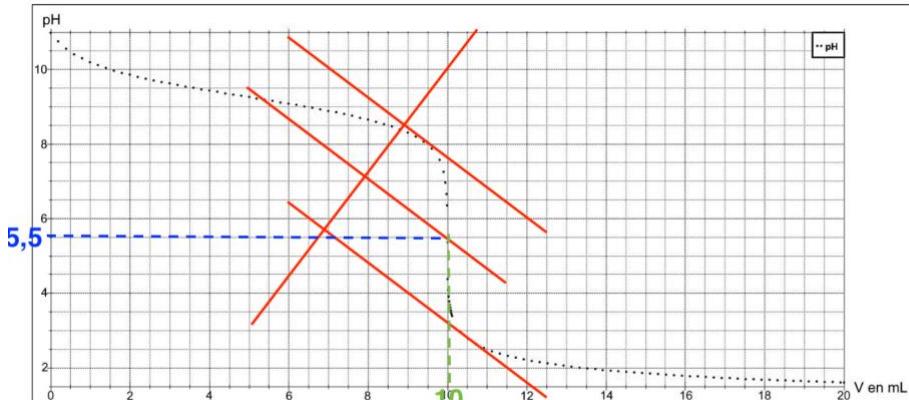
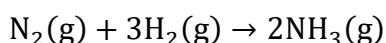


Figure 1 : courbe simulée du titrage de 20,0 mL de la solution aqueuse d'ammoniac par l'acide chlorhydrique de concentration 0,100 mol·L⁻¹.

2. Synthèse de l'ammoniac

Q.10.

La synthèse (Produit) de l'ammoniac $\text{NH}_3(\text{g})$ à partir (Réactifs) du diazote de l'air $\text{N}_2(\text{g})$ et de dihydrogène $\text{H}_2(\text{g})$



Q.11.

	N ₂ (g)	+ 3H ₂ (g)	→ 2NH ₃ (g)
État initial	6,0	6,0	0
État intermédiaire	6,0 - x	6,0 - 3x	2x
État final	6,0 - x _f	6,0 - 3x _f	2x _f = 0,80

Calculons l'avancement final :

$$2x_f = 0,80$$

$$x_f = \frac{0,80}{2}$$

$$x_f = 0,40 \text{ mol}$$

Calculons l'avancement maximale :

$$6,0 - x_{\max 1} = 0$$

$$-x_{\max 1} = -6,0$$

$$x_{\max 1} = 6,0 \text{ mol}$$

$$6,0 - 3x_{\max 2} = 0$$

$$-3x_{\max 2} = -6,0$$

$$x_{\max 2} = \frac{-6,0}{-3}$$

$$x_{\max 2} = 2,0 \text{ mol}$$

$$x_{\max 2} < x_{\max 1} : x_{\max} = x_{\max 2} = 2,0 \text{ mol}$$

Comparons l'avancement final et l'avancement maximal :

x_f < x_{max} : la réaction est limitée.

Q.12.

1 :

2 : déplacement des électrons

3 : courant électrique

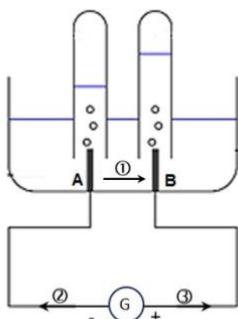
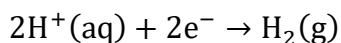


Figure 4 : schéma du montage

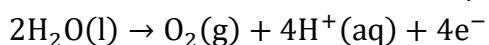
Q.13.

Les électrons arrivent sur l'électrode A. Les électrons sont consommés à cette électrode :

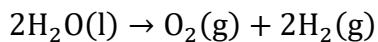
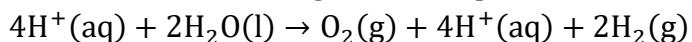
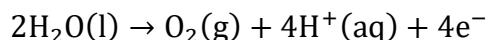
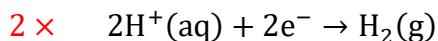


Le gaz formé sur l'électrode A est le dihydrogène H₂.

Sur l'électrode B les électrons sont produits :



Le gaz formé sur l'électrode B est le dioxygène O₂.

Q.14.

$$\frac{n(\text{O}_2)}{1} = \frac{n(\text{H}_2)}{2}$$

Or

$$n = \frac{V}{V_m}$$

$$\frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{\frac{V(\text{H}_2)}{V_m}}{2}$$

$$\frac{V(\text{O}_2)}{V_m} = \frac{V(\text{H}_2)}{2 \times V_m}$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{V(\text{H}_2)}{2}$$

Ou

$$V(\text{H}_2) = 2 \times V(\text{O}_2)$$

On remarque que le volume de gaz formé (dihydrogène H_2) à l'électrode A est deux fois supérieur au volume de gaz formé (dioxygène O_2) à l'électrode B.

Q.15.

Calculons la quantité d'électricité Q :

$$Q = I \times \Delta t$$

$$Q = 0,16 \times (3 \times 60 + 20)$$

$$Q = 32 \text{ C}$$

Calculons la quantité de matière d'électrons échangés :

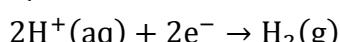
$$Q = n(e^-) \times N_a \times e$$

$$n(e^-) \times N_a \times e = Q$$

$$n(e^-) = \frac{Q}{N_a \times e}$$

$$n(e^-) = \frac{32}{6,02 \times 10^{23} \times 1,6 \times 10^{-19}}$$

$$n(e^-) = 3,3 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Q.16.

$$\frac{n(e^-)}{2} = \frac{n(\text{H}_2)}{1}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{n(e^-)}{2}$$

Or

$$n(H_2) = \frac{V(H_2)}{V_m}$$

D'où

$$\frac{V(H_2)}{V_m} = \frac{n(e^-)}{2}$$

$$V(H_2) = \frac{n(e^-)}{2} \times V_m$$

$$V(H_2) = \frac{3,3 \times 10^{-4}}{2} \times 24$$

$$V(H_2) = 4,0 \times 10^{-3} \text{ L}$$

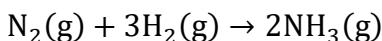
$$V(H_2) = 4,0 \text{ mL}$$

Le volume trouvé est cohérent avec les données expérimentales (4,0 mL)

Q.17.

D'après l'énoncé : « En 2024, la première phase produira 640 tonnes de dihydrogène par an ».

Calculons la masse d'ammoniac qui pourra être produite en 2024 à partir du dihydrogène produit dans l'usine de Pilbara en considérant la réaction totale :



$$\frac{n(NH_3)}{2} = \frac{n(H_2)}{3}$$

$$n(NH_3) = 2 \times \frac{n(H_2)}{3}$$

Or

$$n = \frac{m}{M}$$

$$\frac{m(NH_3)}{M(NH_3)} = 2 \times \frac{m(H_2)}{3 \times M(H_2)}$$

$$m(NH_3) = 2 \times \frac{m(H_2)}{3 \times M(H_2)} \times M(NH_3)$$

$$m(NH_3) = 2 \times \frac{640 \times 10^3}{3 \times (2 \times 1,0)} \times (14,0 + 3 \times 1,0)$$

$$m(NH_3) = 3,6 \times 10^6 \text{ kg}$$

$$m(NH_3) = 3,6 \times 10^3 \text{ tonnes}$$

En considérant que le rendement de la production d'ammoniac sera de 20 %.

$$m_{réel}(NH_3) = \frac{20}{100} \times m(NH_3)$$

$$m_{réel}(NH_3) = \frac{20}{100} \times 3,6 \times 10^{-3}$$

$$m_{réel}(NH_3) = 720 \text{ tonnes}$$