

CLASSE : Terminale

EXERCICE : au choix du candidat (5 points)

VOIE : ☒ Générale

ENSEIGNEMENT : physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 0h53

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui sans mémoire, « type collège »

EXERCICE au choix du candidat

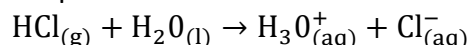
EXERCICE A – décapage d'une pièce en aluminium (5 points)

A1.

« Le chlorure d'hydrogène gazeux HCl(g) dans de l'eau pour obtenir 1,00 L de solution aqueuse d'acide chlorhydrique. »

Une solution aqueuse d'acide chlorhydrique est composée d'ions $\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$ et $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$.

L'équation de dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau s'écrit :



A2.

$$c = \frac{n}{V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } PV = nRT \quad , \quad n = \frac{PV}{RT}$$

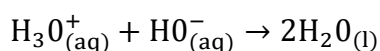
D'où

$$c = \frac{PV}{RT \times V_{\text{sol}}}$$

$$c = \frac{1013.10^2 \times 150.10^{-3}}{8,32 \times (20 + 273,15) \times 1,00}$$

$$c = 6,23 \text{ mol. L}^{-1}$$

A3.



Avant l'équivalence :

- $[\text{H}_3\text{O}^+]$ diminue car les ions H_3O^+ réagissent
- $[\text{Cl}^-]$ ne varie pas car les ions Cl^- sont spectateurs
- $[\text{HO}^-]$ est nulle car les ions HO^- sont en défaut avant l'équivalence
- $[\text{Na}^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

Ions	Avant l'équivalence
H_3O^+	↘
Cl^-	=
HO^-	0
Na^+	↗

Après l'équivalence :

- $[H_3O^+]$ est nulle car les ions H_3O^+ n'existent plus dans la solution, ils ont tous réagit
- $[Cl^-]$ ne varie pas car les ions Cl^- sont spectateurs
- $[HO^-]$ augmente car les ions HO^- sont en excès après l'équivalence et ils ne réagissent plus
- $[Na^+]$ augmente car les ions Na^+ sont spectateurs et ajoutés au cours du titrage.

Ions	Après l'équivalence
H_3O^+	0
Cl^-	=
HO^-	↗
Na^+	↗

Avant l'équivalence $[H_3O^+]$ Diminue et $[Na^+]$ augmente Or $\lambda_{Na^+} < \lambda_{H_3O^+}$ donc la conductivité diminue.

Après l'équivalence, la concentration des ions augmente donc la conductivité augmente.

B1.

Une réaction acido-basique est une réaction au cours de laquelle se produit transfert d'un proton (H^+) d'une espèce, l'acide, à une autre, la base.

Une réaction d'oxydoréduction ou réaction redox est une réaction chimique au cours de laquelle se produit un transfert d'électrons.

Al se transforme en Al^{3+} : $Al_{(s)} = Al_{(aq)}^{3+} + 3e^-$

H_3O^+ se transforme en H_2 : $2H_3O_{(aq)}^+ + 2e^- = H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

Il s'agit donc d'une réaction d'oxydoréduction.

B2.

Méthode 1 :

	$2Al_{(s)}$	+	$6H_3O_{(aq)}^+$	$\rightarrow$	$2Al_{(aq)}^{3+}$	+	$3H_{2(g)}$	+	$H_2O_{(l)}$
Etat initial	n_{Al}^i		$n_{H_3O^+}^i$		0		0		Solvant
Etat intermédiaire	$n_{Al}^i - 2x$		$n_{H_3O^+}^i - 6x$		$2x$		$3x$		Solvant
Etat final $x_f = x_{max}$ (réaction totale)	$n_{Al}^i - 2x_{max} = 0,999 \times n_{Al}^i$		$n_{H_3O^+}^i - 6x_{max} = 0$		$2x_{max}$		$3x_{max}$		Solvant

A la fin de la réaction il doit rester 99,90% de Al soit $0,999 \times n_{Al}^i$ car on souhaite que le décapage cesse lorsque la 0,10% de la masse d'Aluminium a réagit.

A la fin de la réaction il ne reste plus de H_3O^+ car on souhaite que le décapage cesse.

D'après la 1^{ère} équation :

$$n_{Al}^i - 2x_{max} = 0,999 \times n_{Al}^i$$

$$-2x_{max} = 0,999 \times n_{Al}^i - n_{Al}^i$$

$$-2x_{max} = -0,001 \times n_{Al}^i$$

$$x_{max} = \frac{-0,001 \times n_{Al}^i}{-2}$$

$$x_{max} = 0,0005 \times n_{Al}^i$$

$$x_{max} = 5 \times 10^{-4} \times n_{Al}^i$$

D'après la 2nd équation :

$$n_{H_3O^+}^i - 6x_{max} = 0$$

$$-6x_{max} = -n_{H_3O^+}^i$$

$$x_{max} = \frac{-n_{H_3O^+}^i}{-6}$$

$$x_{max} = \frac{n_{H_3O^+}^i}{6}$$

Soit :

$$\frac{n_{H_3O^+}^i}{6} = 5 \times 10^{-4} \times n_{Al}^i$$

$$n_{H_3O^+}^i = 6 \times 5 \times 10^{-4} \times n_{Al}^i$$

$$n_{H_3O^+}^i = 3 \times 10^{-3} \times n_{Al}^i$$

Or

$$n_{H_3O^+}^i = CV \text{ et } n_{Al}^i = \frac{m_{Al}}{M_{Al}}$$

D'où

$$CV = 3 \times 10^{-3} \times \frac{m_{Al}}{M_{Al}}$$

$$C = 3 \times 10^{-3} \times \frac{m_{Al}}{V \times M_{Al}}$$

$$C = 3 \times 10^{-3} \times \frac{350}{1,00 \times 27,0} = 3,89 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Méthode 2 (proposé par un élève Vecteur Bac et bien plus simple) :

Calculons la masse d'aluminium qu'on souhaite voir réagir :

$$m_{Al}^{\text{réagit}} = \frac{0,10}{100} \times m_{Al}$$

$$m_{Al}^{\text{réagit}} = \frac{0,10}{100} \times 350$$

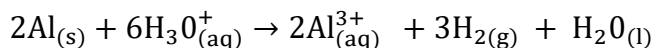
$$m_{Al}^{\text{réagit}} = 0,35 \text{ g}$$

On en déduit la quantité de matière d'aluminium qu'on souhaite voir réagir :

$$n_{Al}^{\text{réagit}} = \frac{m_{Al}^{\text{réagit}}}{M_{Al}}$$

$$n_{Al}^{\text{réagit}} = \frac{0,35}{27,0}$$

$$n_{Al}^{\text{réagit}} = 1,3 \times 10^{-2} \text{ mol}$$



On souhaite que les ions $\text{H}_3\text{O}_{(aq)}^+$ réagissent uniquement avec cette masse d'aluminium qu'on souhaite voir réagir. Ainsi, ils doivent être introduits en proportions stœchiométriques :

$$\frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i}{6} = \frac{n_{Al}^{\text{réagit}}}{2}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i = 6 \times \frac{n_{Al}^{\text{réagit}}}{2}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i = 3 \times n_{Al}^{\text{réagit}}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i = 3 \times 1,3 \times 10^{-2}$$

$$n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i = 3,9 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

J'en ai déduit $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 3,89 \times 10^{-2} \text{ mol}$.

$$C = [\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{n_{\text{H}_3\text{O}^+}^i}{V}$$

$$C = \frac{3,9 \times 10^{-2}}{1,0}$$

$$C = 3,89 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

B3.

On cherche à avoir $V=1,00\text{L}$ d'une concentration fille : $C = 3,89 \times 10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$.

Calculons la concentration de la solution mère :

$$c_{\text{mere}} = \frac{n_{\text{Acide}}}{V_{\text{sol}}} \quad \text{Or } n_{\text{Acide}} = \frac{m_{\text{Acide}}}{M_{\text{Acide}}} \quad \Rightarrow c_{\text{mere}} = \frac{m_{\text{Acide}}}{M_{\text{Acide}} \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } P_{\text{Acide}} = \frac{m_{\text{Acide}}}{m_{\text{sol}}} , m_{\text{Acide}} = P_{\text{Acide}} \times m_{\text{sol}} \quad \Rightarrow c_{\text{mere}} = \frac{P_{\text{Acide}} \times m_{\text{sol}}}{M_{\text{Acide}} \times V_{\text{sol}}}$$

$$\text{Or } \rho_{\text{sol}} = \frac{m_{\text{sol}}}{V_{\text{sol}}}$$

$$\Rightarrow c_{\text{mere}} = \frac{P_{\text{Acide}} \times \rho_{\text{sol}}}{M_{\text{Acide}}}$$

$$c_{\text{mere}} = \frac{0,23 \times 1,15 \times 10^3}{35,5 + 1} = 7,25 \text{ mol.L}^{-1}$$

Calculons le volume de solution mère à prélever :

Lors d'une dilution la quantité de matière se conserve :

$$m_{\text{mere}} = m_{\text{fille}}$$

$$c_{\text{mere}} \times V_{\text{mere}} = C \times V$$

$$V_{\text{mere}} = \frac{C \times V}{c_{\text{mere}}}$$

$$V_{\text{mere}} = \frac{3,89 \times 10^{-2} \times 1,00}{7,25} = 5,37 \times 10^{-3}\text{L} = 5,37\text{mL}$$

Protocole de dilution à appliquer pour décaper correctement la pièce :

- On prélève 5,37 mL de la solution commerciale à l'aide d'une pipette graduée
- Etant donné que c'est un acide concentré, on met l'acide dans l'eau et non l'inverse. Ainsi on prend une fiole jaugée de 1,00L qu'on remplit à moitié avec de l'eau distillé.
- On insère ce prélèvement dans la fiole jaugée.
- On complète avec de l'eau distillée
- On homogénéise