

CLASSE : Terminale

VOIE : Générale

DURÉE DE L'EXERCICE : 1h45

EXERCICE 1 : commun à tous les candidats (10 points)

ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ : PHYSIQUE-CHIMIE

CALCULATRICE AUTORISÉE : Oui « type collègue »

EXERCICE 1 commun à tous les candidats

L'aquarium récifal (10 points)

1.1.

Si pH devient trop élevé, il faut baisser sa valeur.

$$\text{Or } \text{pH} = -\log\left(\frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c_0}\right)$$

Il faut donc que $[\text{H}_3\text{O}^+]$ augmente.

Pour cela on peut ajouter de l'acide.

1.2.

Les solutions tampons sont des solutions où le pH ne varie presque pas lors d'une dilution modérée ou d'un ajout modéré d'acide ou de base.

D'après le sujet : « Sa valeur doit rester proche d'une valeur optimale qui dépend des espèces vivantes présentes »

L'utilisation d'une telle solution dans l'aquarium récifal est idéale pour que le pH ne varie pas.

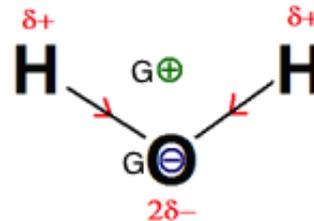
1.3.

Une molécule est polaire si deux conditions sont réunies :

- Elle contient au moins une liaison polarisée
- Le barycentre (centre géométrique) des charges positives G^+ est différent du barycentre des charges négatives G^- .

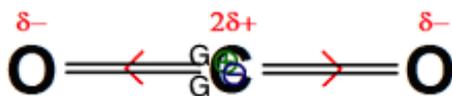
Si ces deux conditions ne sont pas réunies, la molécule est **apolaire**.

L'eau : $\chi_{\text{H}} < \chi_{\text{O}}$, les liaisons OH sont donc polarisées.



Les barycentres des charges positives et des charges négatives ne sont pas confondus. La molécule est polaire.

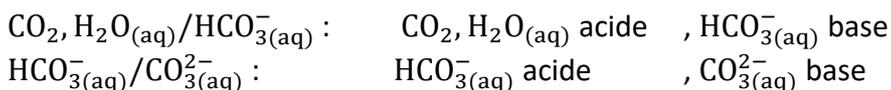
Le dioxyde de carbone : $\chi_{\text{C}} < \chi_{\text{O}}$, les liaisons CO sont donc polarisées.



Les barycentres des charges positives et des charges négatives sont confondus. La molécule est apolaire.

Une molécule apolaire se dissout mal dans un solvant polaire ce qui explique la faible solubilité du dioxyde de carbone dans l'eau

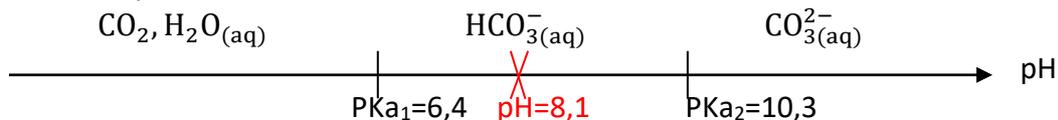
1.4.



$\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ est une espèce amphotère

1.5.

Diagramme de prédominance



Pour $\text{pH}=8,1$ $\text{HCO}_3^-_{(\text{aq})}$ est prédominant

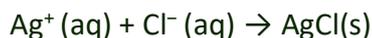
1.6.

La formation de coquillage (CaCO_3) nécessite la présence de $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$

Or la diffusion de CO_2 , provoque une baisse du pH. Ainsi il y aura une baisse de concentration en $\text{CO}_3^{2-}_{(\text{aq})}$.

La formation du squelette et de la coquille des coraux peut être freinée.

2.1.



Avant l'équivalence :

- Les ions Ag^+ sont ajoutés et consommés immédiatement, ils constituent le réactif limitant, la concentration des ions Ag^+ est nulle.
- Les ions Cl^- sont consommés, la concentration des ions Cl^- diminue.
- Les ions NO_3^- sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions NO_3^- augmente.

Ions	Avant l'équivalence
Ag^+	0
Cl^-	↘
NO_3^-	↗

Or $\lambda_{\text{NO}_3^-} < \lambda_{\text{Cl}^-}$, σ diminue donc avant l'équivalence.

Après l'équivalence :

- Les ions Ag^+ sont ajoutés et ne sont plus consommés, la concentration des ions Ag^+ augmente.
- Les ions Cl^- n'existent plus, la concentration des ions Cl^- est nulle.
- Les ions NO_3^- sont ajoutés, ils ne réagissent pas, la concentration des ions NO_3^- augmente.

Ions	Après l'équivalence
Ag^+	↗
Cl^-	0
NO_3^-	↗

La concentration des ions augmente, ainsi σ augmente donc après l'équivalence.

2.2.

Il faut que $19,3 \text{ g.L}^{-1} < c_m < 19,6 \text{ g.L}^{-1}$

Trouvons c_m :

A l'équivalence :

$$\frac{n_{\text{Cl}^-}^i}{1} = \frac{n_{\text{Ag}^+}^{\text{eq}}}{1}$$

$$c_d \times V_d = [\text{Ag}^+] \times V_{\text{eq}}$$

$$c_d = \frac{[\text{Ag}^+] \times V_{\text{eq}}}{V_d}$$

Par lecture graphique $V_{\text{eq}} = 11,0 \text{ mL}$

$$c_d = \frac{5,0 \cdot 10^{-2} \times 10,9 \cdot 10^{-3}}{10,0 \cdot 10^{-3}} = 5,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

Diluée 10 fois : $c = 10c_d$

$$c = 10c_d = 5,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$c_m = c \times M$$

$$c_m = 5,5 \cdot 10^{-1} \times 35,5$$

$$c_m = 19,5 \text{ g.L}^{-1}$$

La valeur de la concentration est dans l'intervalle. Un traitement n'est donc pas nécessaire.

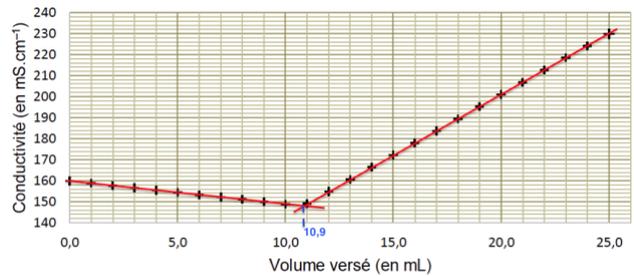


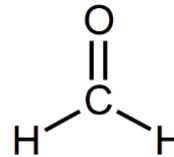
Figure 1. Conductivité de la solution en fonction du volume de solution de nitrate d'argent versé

3.1.

3.1.1.

1 atome de carbone : méthane

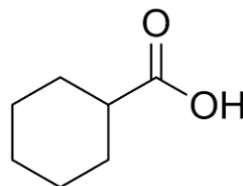
C=O en bout de chaîne famille des aldéhydes, terminaison al



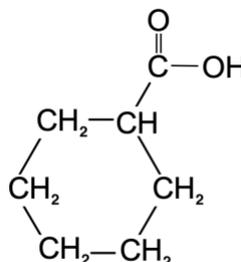
D'où son nom méthanal

3.1.2.

Formule topologique du réactif C :

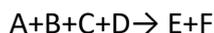


Formule semi développée du réactif C :



Formule brute du réactif C : $\text{C}_7\text{H}_{12}\text{O}_2$

3.1.3.



	Molécule	Formule Brute
Réactifs	A	C ₉ H ₉ N
	B	CH ₂ O
	C	C ₇ H ₁₂ O ₂
	D	C ₄ H ₁₁ O ₂ N
Produits	E	C ₂₁ H ₃₂ O ₄ N ₂
	F	?

Conservation des éléments : les atomes présents du côté des réactifs se retrouvent chez les produits.

Réactifs : 21 C, 34 H, 5 O, 2 N

Produits : 21 C, 32 H, 4 O, 2 N et la molécule F.

On en déduit que F est constituée de 2 atomes d'hydrogènes et d'un atome d'oxygène. F a pour formule H₂O

3.1.4.

$$\eta = \frac{n_{\text{experimentale}}}{n_{\text{théorique}}}$$

$$n_{\text{experimentale}} = \frac{m_{\text{experimentale}}}{M_E}$$

Les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques, ainsi $n_{\text{théorique}} = 0,110 \text{ mol}$

$$\eta = \frac{m_{\text{experimentale}}}{M_E \times n_{\text{théorique}}}$$

$$\eta = \frac{40,9}{376,5 \times 0,110} = 0,988 = 98,8\%$$

3.2.

3.2.1.

Opérations	
a	Dissolution et transformation chimique
c	Séparation

3.2.2.

Un produit peut être identifié par plusieurs méthodes :

- C.C.M (chromatographie sur couche mince)
- Température de fusion
- Spectre IR
- ...

4.1.

Le charbon actif est une poudre noire. Le but de la filtration est de séparer solide et liquide. Ainsi charbon actif (solide) sera enlevé de la solution pour qu'ils n'interviennent pas lors de la mesure d'absorbance.

4.2.

$$m_{abs} = m_{avant} - m_{après}$$

$$Or\ m = c_m \times V$$

$$m_{abs} = c_{mavant} \times V - c_{maprès} \times V$$

$$m_{abs} = (c_{mavant} - c_{maprès}) \times V$$

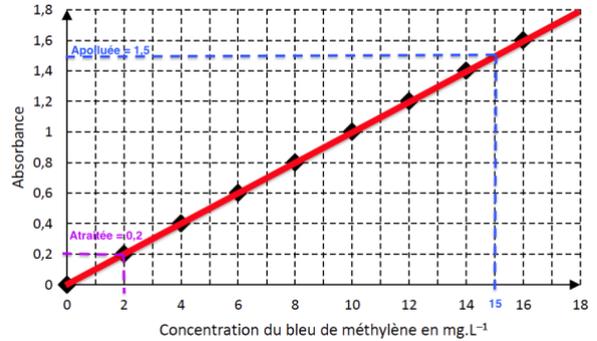
Par lecture graphique :

$$c_{mavant} = 15,0\ mg.\ L^{-1}$$

$$c_{maprès} = 2,0\ mg.\ L^{-1}$$

$$m_{abs} = (15,0 \times 10^{-3} - 2,0 \times 10^{-3}) \times 50 \times 10^{-3}$$

$$m_{abs} = 6,5 \times 10^{-4}\ g = 0,65\ mg$$



Pour 100 mg de charbon actif	$m_{abs} = 0,65\ mg$
Pour 1 g de charbon actif	m_a

$$m_a = \frac{1 \times 0,65 \times 10^{-3}}{100 \times 10^{-3}} = 6,5\ g$$

La masse m_a de colorant adsorbée par gramme de charbon actif est voisine de 7 mg.

4.3.

Un traitement préventif de l'aquarium, de volume $V = 8\ 000\ L$, nécessite 1 à 2 mg de bleu de méthylène par litre d'eau.

Calculons la masse de bleu de méthylène à éliminer pour l'aquarium :

$$8000 \times 1 \times 10^{-3} < m < 8000 \times 2 \times 10^{-3}$$

$$8\ g < m < 16\ g$$

D'après la question précédente : la masse m_a de colorant adsorbée par gramme de charbon actif est voisine de 7 mg.

Calculons la masse de charbon actif nécessaire :

Pour 1 g de charbon actif	7 mg
x	8 g

$$x = \frac{8 \times 1}{7 \times 10^{-3}} = 1,1 \times 10^3\ g$$

Pour 1 g de charbon actif	7 mg
x	16 g

$$x = \frac{16 \times 1}{7 \times 10^{-3}} = 2,3 \times 10^3\ g$$

La masse de charbon actif nécessaire est comprise entre 1,1 Kg et 2,3 Kg.

Pour être sûr d'enlever la totalité de bleu de méthylène, on prendra une masse de 2,28 Kg de charbon actif.