certification d'un vin

Bac 2024 Centres étrangers 1 Jour 1 · Exercice 1 **9 points** **Durée conseillée 1 h 35**

Q.1 Écrire la formule semi-développée de l'éthanal.

Préfixe « éth » : deux atomes de carbone ; terminaison « al » : groupe aldéhyde en bout de chaîne.

$CH_3-CH=O$

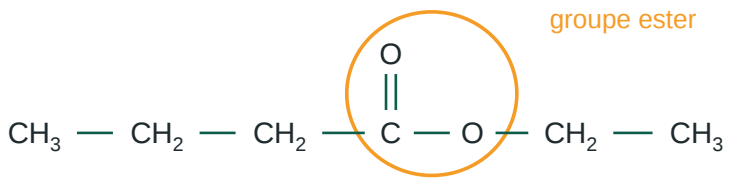
PIÈGE
Confondre avec l'éthanol CH_3-CH_2-OH. Dans une formule semi-développée, seules les liaisons avec les atomes d'hydrogène ne sont pas dessinées : la double liaison $C=O$ doit apparaître.

Q.2 Écrire la formule semi-développée de la molécule donnée en formule topologique. Entourer le groupe caractéristique et nommer la famille fonctionnelle associée.

Chaque extrémité et chaque sommet de la ligne brisée est un atome de carbone, complété par des atomes d'hydrogène pour former quatre liaisons (voir la formule ci-dessous, groupe entouré).

Le groupe caractéristique $-COO-$ relié à deux chaînes carbonées est celui de la famille des **esters**.

MÉTHODE
Compter les atomes de carbone avant et après avoir écrit la formule : ici 4 du côté de $C=O$ (celui du groupe compris) et 2 après l'atome d'oxygène, soit $C_6H_{12}O_2$.



Q.2 · Formule semi-développée, groupe ester entouré

Q.3 Nommer cette molécule.

Chaîne qui porte $C=O$: 4 atomes de carbone, d'où « butanoate ».
Chaîne liée à l'atome d'oxygène : 2 atomes de carbone, d'où « éthyle ».

butanoate d'éthyle

PIÈGE
Inverser les deux chaînes (« éthanoate de butyle »). La partie en « oate » est toujours celle qui contient l'atome de carbone du groupe $C=O$.

Q.4 Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation de l'acide sulfureux avec l'eau.

L'acide H_2SO_3 cède un ion H^+ à l'eau, qui joue le rôle de base :

$$H_2SO_3\,(aq) + H_2O\,(l) \rightleftharpoons HSO_3^-\,(aq) + H_3O^+\,(aq)$$

COMPRENDRE
Un pK_A est donné pour ce couple : l'acide est faible, la transformation est limitée, d'où la double flèche.

Q.5 Exprimer la constante d'acidité K_{A1} associée à cette équation de réaction.

$$K_{A1} = \frac{[HSO_3^-]_{éq} \times [H_3O^+]_{éq}}{[H_2SO_3]_{éq} \times c^\circ} \text{ avec } c^\circ = 1\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

PIÈGE
Faire figurer l'eau dans l'expression. Le solvant n'apparaît pas dans une constante d'équilibre, et les concentrations sont celles de l'état d'équilibre.

Q.6 Justifier le caractère amphotère de l'espèce chimique HSO_3^-.

HSO_3^- est la base du couple H_2SO_3 / HSO_3^- : elle peut capter un ion H^+.

HSO_3^- est l'acide du couple HSO_3^- / SO_3^{2-} : elle peut céder un ion H^+.

HSO_3^- est à la fois un acide et une base : c'est une espèce **amphotère**.

Q.7 Représenter le diagramme de prédominance pour les trois espèces contenant l'élément soufre.

Données utiles $pK_{A1} = 1{,}8$; $pK_{A2} = 7{,}2$

Pour un couple, l'acide prédomine si $pH < pK_A$ et la base si $pH > pK_A$.

H_2SO_3 prédomine pour $pH < 1{,}8$; HSO_3^- pour $1{,}8 < pH < 7{,}2$; SO_3^{2-} pour $pH > 7{,}2$.



Q.7 · Diagramme de prédominance des espèces soufrées

Q.8 Indiquer l'espèce soufrée prédominante contenue dans un vin dont le pH vaut 3,1. Justifier.

$1{,}8 < 3{,}1 < 7{,}2$: le pH du vin est compris entre pK_{A1} et pK_{A2}.

D'après le diagramme de la Q.7, l'espèce prédominante est l'ion HSO_3^-.

Q.9 Décrire le protocole de dilution pour préparer 100,0 mL de solution diluée de diiode en précisant la verrerie utilisée.

Données utiles dilution au dixième ; volume à préparer $V_1 = 100{,}0$ mL

Diluer 10 fois : le volume de solution mère à prélever est $V_0 = \dfrac{V_1}{10} = \dfrac{100{,}0}{10} = 10{,}0$ mL.

- Verser un peu de solution mère dans un bécher, puis en prélever 10,0 mL avec une pipette jaugée de 10,0 mL munie d'une poire à pipeter.
- Introduire ce prélèvement dans une fiole jaugée de 100,0 mL.
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'aux deux tiers, boucher, agiter.
- Ajuster au trait de jauge avec de l'eau distillée, boucher, homogénéiser.

Pipette jaugée de 10,0 mL et fiole jaugée de 100,0 mL.

PIÈGE
Citer une éprouvette graduée ou un bécher pour mesurer les volumes : seule la verrerie jaugée garantit la précision annoncée par « 100,0 mL ».

Q.10 Déterminer, à l'aide de la figure 1, la longueur d'onde pertinente pour les mesures d'absorbance. Justifier le choix.

Sur le spectre, l'absorbance du diiode passe par un maximum situé entre 450 nm et 500 nm.

On règle le spectrophotomètre sur ce maximum : les écarts d'absorbance entre deux solutions y sont les plus grands, ce qui rend la mesure plus sensible et diminue l'incertitude relative.

$\lambda_{max} \approx 475$ nm

COMPRENDRE
La graduation est large : toute valeur lue entre 470 nm et 480 nm convient. C'est la justification (maximum d'absorption) qui rapporte les points.

Q.11 Montrer que les mesures obtenues pour les solutions étalons de diiode peuvent être modélisées par la loi de Beer-Lambert.

Loi de Beer-Lambert : l'absorbance est proportionnelle à la concentration, $A = k \times c$.

Sur la figure 2, les cinq points sont pratiquement alignés sur une droite qui passe par l'origine (droite tracée à la Q.12) : cette représentation est celle d'une fonction linéaire.

A est proportionnelle à c : les mesures suivent la loi de Beer-Lambert.

PIÈGE
Écrire seulement « les points sont alignés ». La proportionnalité exige aussi le passage par l'origine.

Q.12 Déterminer la valeur de la concentration en quantité de matière de diiode de la solution S_1.

Données utiles $A_1 = 0{,}80$; figure 2

On trace la droite passant par l'origine et au plus près des cinq points.

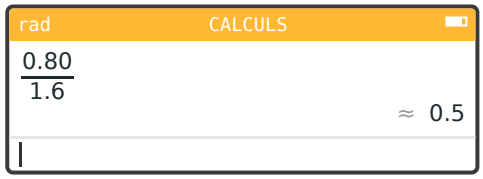
Elle passe par le point $(1{,}0\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}\ ;\ 1{,}60)$, donc $k = \dfrac{1{,}60}{1{,}0} = 1{,}6\ \text{L} \cdot \text{mmol}^{-1}$.

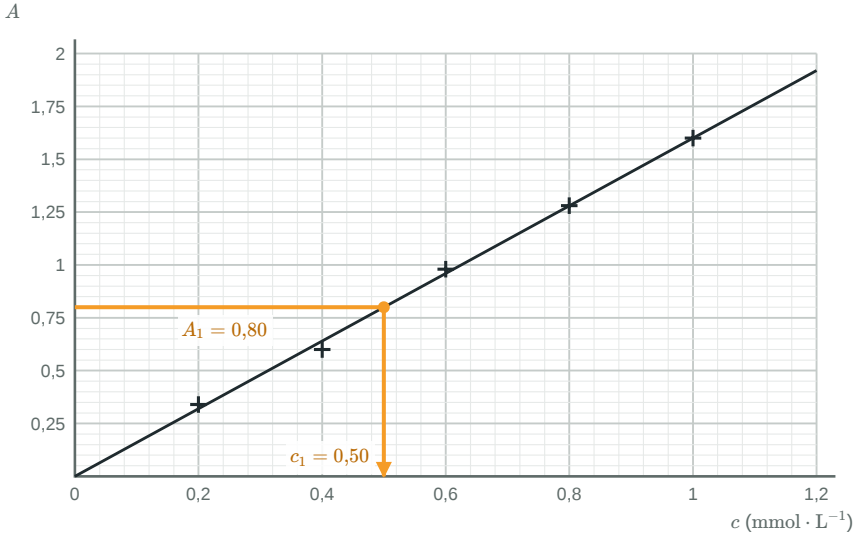
Pour $A_1 = 0{,}80$: $c_1 = \dfrac{A_1}{k} = \dfrac{0{,}80}{1{,}6} = 0{,}50\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$, valeur confirmée par la lecture graphique.

$c_1 = 0{,}50\ \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1} = 5{,}0 \times 10^{-4}\ \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

COMPRENDRE
Le résultat s'accorde avec la valeur de c_1 fournie plus loin dans l'énoncé pour le titrage : c'est un bon moyen de contrôle.

À LA CALCULATRICE





Q.12 · Figure 2 du sujet, avec la droite modèle et la lecture pour $A_1 = 0{,}80$

Q.13 Associer à chaque numéro (1, 2, 3, 4) du schéma du dispositif de titrage un nom de matériel ou d'espèce chimique.

- 1 : burette graduée ;
- 2 : solution titrante S_1 de diiode $\mathrm{I_2\,(aq)}$;
- 3 : barreau aimanté (posé sur l'agitateur magnétique) ;
- 4 : solution titrée S_2 contenant $\mathrm{H_2SO_3\,(aq)}$, avec quelques gouttes d'empois d'amidon.

Le diiode (titrant) est dans la burette, la solution S_2 (titrée) dans le bécher.

Q.14 Montrer que l'équation de la réaction support du titrage est $\mathrm{H_2SO_3\,(aq) + I_2\,(aq) + H_2O\,(l) \longrightarrow {SO_4}^{2-}\,(aq) + 4\,H^+\,(aq) + 2\,I^-\,(aq)}$.

Données utiles couples $\mathrm{{SO_4}^{2-}\,(aq)\ /\ H_2SO_3\,(aq)}$ et $\mathrm{I_2\,(aq)\ /\ I^-\,(aq)}$

Oxydation de l'acide sulfureux :
$\mathrm{H_2SO_3\,(aq) + H_2O\,(l) = {SO_4}^{2-}\,(aq) + 4\,H^+\,(aq) + 2\,e^-}$

Réduction du diiode : $\mathrm{I_2\,(aq) + 2\,e^- = 2\,I^-\,(aq)}$

Les deux demi-équations échangent chacune 2 électrons : on les additionne membre à membre.

$\mathrm{H_2SO_3\,(aq) + I_2\,(aq) + H_2O\,(l) \longrightarrow {SO_4}^{2-}\,(aq) + 4\,H^+\,(aq) + 2\,I^-\,(aq)}$: c'est bien l'équation proposée.

MÉTHODE
Demi-équation en milieu acide : équilibrer l'élément principal (S), puis O avec $\mathrm{H_2O}$, puis H avec $\mathrm{H^+}$, enfin les charges avec des électrons. Vérifier : charge nulle à gauche, $-2 + 4 - 2 = 0$ à droite.

Q.15 Établir la relation à l'équivalence entre les quantités de matière $n_E(\mathrm{I_2})$ de diiode introduit et $n_0(\mathrm{H_2SO_3})$ de dioxyde de soufre dissous.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation du titrage. Les nombres stœchiométriques de $\mathrm{H_2SO_3}$ et de $\mathrm{I_2}$ valent tous deux 1 :

$n_0(\mathrm{H_2SO_3}) = n_E(\mathrm{I_2})$

Q.16 Indiquer si le vigneron peut prétendre obtenir l'une ou l'autre de ces certifications.

Données utiles $c_1 = 5{,}0 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$; $V_e = 9{,}9$ mL ; $V_2 = 10{,}0$ mL ; $M = 82{,}1\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$; maximums : 150 (AB), 170 (Terra Vitis), 90 (Demeter) $\mathrm{mg \cdot L^{-1}}$

D'après la Q.15 : $c_2 \times V_2 = c_1 \times V_e$, donc $c_2 = \dfrac{c_1 \times V_e}{V_2}$.

$$c_2 = \frac{5{,}0 \times 10^{-4} \times 9{,}9}{10{,}0} = 4{,}95 \times 10^{-4}\ \mathrm{mol \cdot L^{-1}}$$

Concentration en masse : $c_m = c_2 \times M = 4{,}95 \times 10^{-4} \times 82{,}1 = 4{,}1 \times 10^{-2}\ \mathrm{g \cdot L^{-1}}$, soit $41\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$.

Comparaison : $41 < 90 < 150 < 170$ (en $\mathrm{mg \cdot L^{-1}}$).

$c_m \approx 41\ \mathrm{mg \cdot L^{-1}}$, inférieure aux trois maximums : le vigneron peut prétendre aux trois certifications (AB, Terra Vitis et Demeter).

PIÈGE
Laisser le résultat en $\mathrm{g \cdot L^{-1}}$ et le comparer à un tableau en $\mathrm{mg \cdot L^{-1}}$. Les volumes peuvent rester en mL, car seul leur rapport intervient.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme c_1 et V_e, les données les moins précises. On garde $4{,}95 \times 10^{-4}$ dans le calcul intermédiaire et on arrondit seulement à la fin.

À LA CALCULATRICE

