

POLYNÉSIE 2013 - EX 1

Composition d'un vin (9 pts)

La teneur maximale en dioxyde de soufre d'un vin est imposée par une réglementation européenne. Celle-ci précise également la notion d'acidité totale en lien avec la présence d'acide tartrique dans le vin. Dans cet exercice, on s'intéresse à la détermination de ces deux grandeurs.

Les parties 1 et 2 sont indépendantes.

Les documents utiles à la résolution sont rassemblés en fin d'exercice.

Données :

• Masses molaires atomiques :

Élément	H	C	O	N	S
M (g/mol)	1,00	12,0	16,0	14,0	32,1

• Masse molaire de l'acide tartrique, noté H₂A : M(H₂A) = 150 g·mol⁻¹

• Couples acide/base, valeurs de pK_a :

- Couples du dioxyde de soufre : pK_a (SO₂, H₂O / HSO₃⁻) = 1,9 ; pK_a (HSO₃⁻ / SO₃²⁻) = 7,2
- Couples du dioxyde de carbone : pK_a (CO₂, H₂O / HCO₃⁻) = 6,4 ; pK_a (HCO₃⁻ / CO₃²⁻) = 10,3
- Couples de l'acide tartrique noté H₂A : pK_a (H₂A/HA⁻) = 3,0 ; pK_a (HA⁻/A²⁻) = 4,4

• En présence d'empois d'amidon, le diode donne à une solution aqueuse une teinte violet foncé.

Les ions iodure I⁻, les ions sulfate SO₄²⁻ et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.

1. Dosage du dioxyde de soufre dans un vin

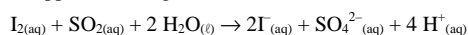
Un laboratoire départemental d'analyse doit déterminer la concentration de dioxyde de soufre SO_{2(aq)} dans un vin blanc. Un technicien dose ce dernier à l'aide d'une solution de diode aqueux I_{2(aq)}.

Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer, un volume V₁ = (20,00 ± 0,05) mL de vin blanc limpide très peu coloré en vert pâle, 4 mL d'acide sulfurique incolore et 1 mL d'empois d'amidon également incolore.

La solution titrante, de concentration en diode C₂ = (1,00 ± 0,01)·10⁻² mol·L⁻¹ est ensuite ajoutée jusqu'à l'équivalence repérée par le changement de couleur du milieu réactionnel.

L'équivalence est obtenue après avoir versé un volume V_E = (6,28 ± 0,05) mL de solution de diode.

L'équation support du dosage est :



1.1. Préciser, en justifiant, le changement de couleur qui permet de repérer l'équivalence.

1.2. Déterminer la concentration molaire C₁ en dioxyde de soufre de ce vin et en déduire que sa concentration massique C_{mexp} en dioxyde de soufre est égale à 0,201 g·L⁻¹.

1.3. Déterminer l'incertitude relative $\frac{\Delta C_{mexp}}{C_m}$ dont on admet que, dans

les conditions de l'expérience, elle satisfait à :

$$\left(\frac{\Delta C_{mexp}}{C_m}\right)^2 = \left(\frac{\Delta V_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_2}{C_2}\right)^2$$

En déduire un encadrement de la concentration massique C_{mexp} obtenue par le technicien.

1.4. Cette concentration est-elle conforme à la réglementation européenne ? Justifier.

2. Acidité « totale » d'un vin et acide tartrique

Molécule d'acide tartrique

2.1.1. Écrire la formule semi-développée de la molécule d'acide tartrique, puis identifier dans cette formule les groupes fonctionnels présents.

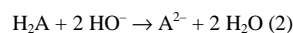
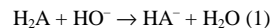
2.1.2. Recopier la représentation de Cram de l'acide tartrique naturel puis, en justifiant, repérer le(s) carbone(s) asymétrique(s) présents s'ils existent.

Propriétés acido-basiques de l'acide tartrique

On ajoute à une solution d'acide tartrique une solution d'hydroxyde de sodium Na⁺_(aq) + HO⁻_(aq) jusqu'à ce que le pH du mélange soit égal à 7.

2.2.1. Justifier, qu'à pH = 7, l'espèce chimique prédominante dans le mélange est la forme A²⁻.

2.2.2. Choisir alors parmi les deux propositions suivantes l'équation de la réaction qui se produit dans ces conditions entre l'acide tartrique et les ions HO⁻. Justifier.



Acidité totale d'un vin blanc

Pour déterminer l'acidité totale d'un vin blanc d'appellation protégée, on introduit 20,0 mL de ce vin dans une fiole à vide et on procède au dégazage du vin. On doit alors ajouter un volume V = 15,5 mL d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C = 0,100 mol·L⁻¹ à cet échantillon pour obtenir un mélange de pH = 7.

2.3.1. Quel est l'intérêt du dégazage du vin ?

2.3.2. Calculer la quantité de matière n_{HO⁻} d'ions HO⁻ correspondante puis la masse d'acide tartrique pouvant réagir avec cette quantité d'ions HO⁻. En déduire « l'acidité totale » du vin étudié.

Document 1 : Extrait de la réglementation européenne sur le vin.

« La concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210 mg·L⁻¹ dans un vin blanc »

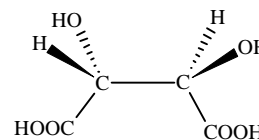
Document 2 : L'acide tartrique.

L'acide tartrique est l'acide majoritaire dans le vin. Parmi les acides faibles que peut contenir le vin, on trouve également deux gaz dissous dans l'eau dont la présence contribue à apporter de l'acidité au vin : le dioxyde de soufre et le dioxyde de carbone.

L'acide tartrique a joué un rôle important dans la découverte de la chiralité chimique. Louis Pasteur a poursuivi cette recherche en 1847 en étudiant la morphologie des cristaux de tartrate double de sodium et d'ammonium.

L'acide tartrique naturel est chiral, ce qui signifie qu'il est constitué de molécules dont l'image dans un miroir ne lui est pas superposable.

Représentation de Cram de la molécule d'acide tartrique naturel :



D'après le site www.societechimiquedefrance.fr

Document 3 : Acidité totale d'un vin.

L'acidité totale du vin se mesure en g/L équivalent d'acide tartrique. Sa détermination se fait en amenant le pH du vin à 7,0 par addition d'une solution d'hydroxyde de sodium Na⁺_(aq) + HO⁻_(aq) sur un échantillon de vin dont on a extrait le gaz carbonique. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté permettrait de faire réagir une masse d'acide tartrique qui correspond à l'acidité totale du vin.

Correction

1.1. Après l'équivalence, le I₂ ne réagit plus. La solution va passer du vert pâle (couleur du vin) à violet foncé, couleur du I₂ en présence d'amidon. [0,5 pt]

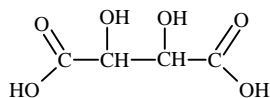
1.2. $C_1 = C_2 \cdot V_E / V_1 = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ [1 pt]
 $M = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, $C_m = C_1 \cdot M = 0,201 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

1.3. $\frac{\Delta C_{\text{mexp}}}{C_m} = 0,013$, soit $C_m = 0,201 \pm 0,003 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, c'est-à-dire :

$0,198 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \leq C_m \leq 0,204 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ [1 pt]

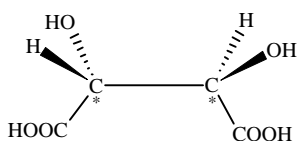
1.4. OK car en-dessous de $0,210 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ [0,25 pt]

2.1.1. Formule semi-développée de l'acide tartrique [1,25 pt]



2 groupes hydroxyle (-OH) et 2 groupe carboxyle (-COOH)

2.1.2. Carbone asymétriques : tétraédriques et reliés à 4 groupes différents. [1 pt]



2.2.1. Pour pH = 7, on a pH > pK_{a1} et pH > pK_{a2}, donc c'est la forme A²⁻ qui prédomine. [0,5 pt]

2.2.2. 2^{ème} équation, car il y a deux groupes carboxyle, donc il faut deux ions hydroxyde par molécule d'acide tartrique. [0,5 pt]

2.3.1. On évite de doser le CO₂ qui a des propriétés acides. [0,5 pt]

2.3.2. $n_{\text{HO}^-} = C \cdot V = 1,55 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, soit la moitié de cette quantité en acide tartrique. $m_{\text{acide tartrique}} = 0,5 \times 1,55 \cdot 10^{-3} \times (4 \times 12 + 16 \times 6 + 6) = 0,116 \text{ g}$ dans 20 mL de vin, soit $5,81 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$. [1,5 pt]