

Correction le vin

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 H_2A : $M(H_2A) = 150 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.
- Couples acide/base, valeurs de pK_a :
 - Couples du dioxyde de soufre :
 - $pK_a(SO_2, H_2O/HSO_3^-) = 1,9$; $pK_a(HSO_3^-/SO_3^{2-}) = 7,2$
 - Couples du dioxyde de carbone :
 - $pK_a(CO_2, H_2O/HCO_3^-) = 6,4$; $pK_a(HCO_3^-/CO_3^{2-}) = 10,3$
 - Couples de l'acide tartrique, noté H_2A :
 - $pK_a(H_2A/HA^-) = 3,0$; $pK_a(HA^-/A^{2-}) = 4,4$
- En présence d'empois d'amidon, le diiode donne à une solution aqueuse une teinte violet foncé.
Les ions iodure I^- , les ions sulfate SO_4^{2-} et le dioxyde de soufre en solution sont incolores.

1. Dosage du dioxyde de soufre dans le vin.

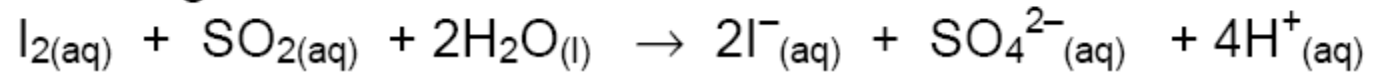
Un laboratoire départemental d'analyse doit déterminer la concentration de dioxyde de soufre $SO_{2(aq)}$ dans un vin blanc. Un technicien dose ce dernier à l'aide d'une solution aqueuse de diiode aqueux $I_{2(aq)}$.

Pour cela, il introduit dans un erlenmeyer, un volume $V_1 = (20,00 \pm 0,05) \text{ mL}$ 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 diiode $C_2 = (1,00 \pm 0,01) \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 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 $V_E = (6,28 \pm 0,05) \text{ mL}$ de solution de diiode.

L'équation support du dosage est :



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

Pour $V < V_E$, le diiode I_2 versé est totalement consommé dès son ajout. La solution reste vert pâle.

Pour $V^3 = V_E$, il n'y a plus de SO_2 dans le milieu réactionnel, le diiode ajouté devient en excès ; il colore la solution en violet foncé.

On repère l'équivalence par le changement de couleur de vert pâle à violet foncé.

1.2. Déterminer la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre de ce vin et en déduire que sa concentration massique C_{mexp} en dioxyde de soufre est égale à $0,201 \text{ g.L}^{-1}$.

l'équation du dosage :: $\text{I}_2(\text{aq}) + \text{SO}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{I}^-(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 4\text{H}^+(\text{aq})$

Ainsi : $n_1(\text{SO}_2) = n_E(\text{I}_2)$

Soit $C_1.V_1 = C_2.V_E$

$$C_1 = \frac{C_2.V_E}{V_1}$$

(0,5 pt) $C_1 = \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 6,28 \times 10^{-3}}{20,00 \times 10^{-3}} = 3,14 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

Concentration massique C_{mexp} en dioxyde de soufre :

$$C_{mexp} = C_1.M(\text{SO}_2)$$

$$C_{mexp} = 3,14 \times 10^{-3} \times (32,1 + 2 \times 16,0) = 0,201 \text{ g.L}^{-1} = 201 \text{ mg.L}^{-1}$$

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

l'expérience, elle satisfait à : $\left(\frac{\Delta C_{\text{mexp}}}{C_{\text{mexp}}}\right)^2 = \left(\frac{\Delta V_E}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C_2}{C_2}\right)^2$.

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

$$(0,5 \text{ pt}) \frac{\Delta C_{\text{mexp}}}{C_{\text{mexp}}} = \sqrt{\left(\frac{0,05}{6,28}\right)^2 + \left(\frac{0,01}{1,00}\right)^2} = 0,0128 = 1,28 \% \text{ soit environ } 1\%.$$

Donc : $\Delta C_{\text{mexp}} = 0,0128 \times 0,201 = 2,57 \times 10^{-3} \text{ g.L}^{-1}$.

En arrondissant l'incertitude ΔC_{mexp} à la valeur supérieure du dernier chiffre significatif de C_{mexp}

on a : **$C_{\text{mexp}} = (0,201 \pm 3 \times 10^{-3}) \text{ g.L}^{-1}$** .

ou : $C_{\text{mexp}} - \Delta C_{\text{mexp}} < C_{\text{mexp}} < C_{\text{mexp}} + \Delta C_{\text{mexp}}$

$0,198 \text{ g.L}^{-1} < C_{\text{mexp}} < 0,204 \text{ g.L}^{-1}$

(1 pt) **$198 \text{ mg.L}^{-1} < C_{\text{mexp}} < 204 \text{ mg.L}^{-1}$**

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

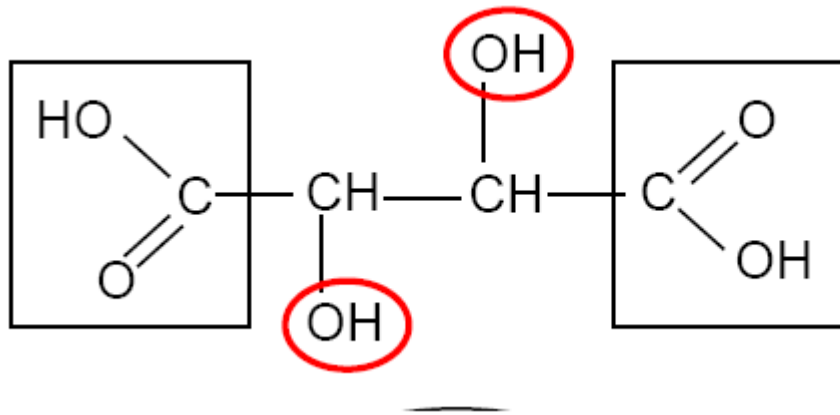
Doc. 1 Réglementation européenne : ... « La concentration massique en dioxyde de soufre ne doit pas dépasser 210 mg.L-1 dans un vin blanc ». Or, compte tenu de l'incertitude, la concentration massique du vin est au plus égale à 204 mg.L-1. Cette concentration est donc **conforme à la réglementation européenne.**

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

2.1. 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.



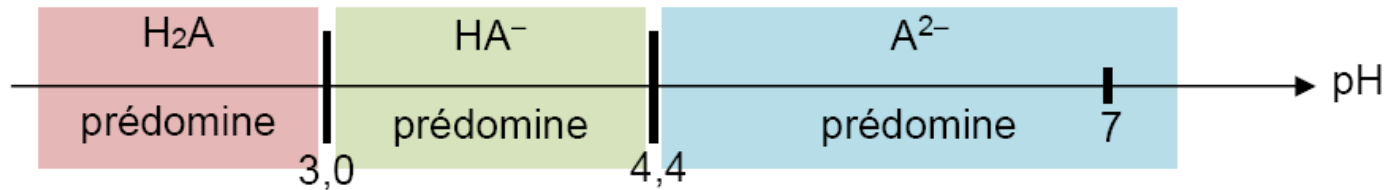
La molécule possède deux groupes hydroxyle – OH et deux groupes carboxyle – COOH.

Propriétés acido-basiques de l'acide tartrique.

On ajoute à une solution d'acide tartrique une solution d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$ jusqu'à ce que le pH du mélange soit égal à 7.

2.2.1. Justifier, qu'à $\text{pH} = 7$, l'espèce chimique prédominante dans le mélange est la forme A^{2-} .

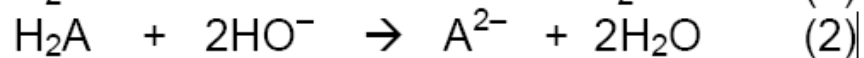
2.2.1. (0,5 pt) L'acide tartrique est caractérisé par deux pK_a : $\text{pK}_a(\text{H}_2\text{A}/\text{HA}^-) = 3,0$; $\text{pK}_a(\text{HA}^-/\text{A}^{2-}) = 4,4$. Son diagramme de prédominance présente donc trois domaines :



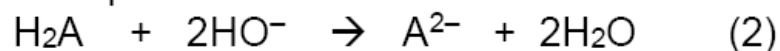
À $\text{pH} = 7$, $\text{pH} > \text{pK}_a(\text{HA}^-/\text{A}^{2-})$ donc l'espèce prédominante dans le mélange est la forme A^{2-} .

forme A .

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.



2.2.2. (0,5 pt) Dans ces conditions comme A^{2-} prédomine, l'équation de la réaction entre l'acide tartrique et les ions HO^- est celle qui conduit à la formation de ces ions A^{2-} :



2.3. 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.

Le dégazage permet d'éliminer le dioxyde de carbone dissous dans le vin (gaz qui participe à son acidité) afin de ne tenir compte que de l'acidité due essentiellement à l'acide tartrique.

2.3.2. Calculer la quantité de matière n 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.

$$2.3.2. n_{\text{HO}^-} = C.V$$

$$(0,25 \text{ pt}) \text{ soit } n_{\text{HO}^-} = 0,100 \times 15,5 \times 10^{-3} = 1,55 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Ainsi : } \frac{n_{\text{H}_2\text{A}}}{1} = \frac{n_{\text{HO}^-}}{2}$$

$$\text{comme } m_{\text{H}_2\text{A}} = n_{\text{H}_2\text{A}} \cdot M_{\text{H}_2\text{A}} \text{ alors } m_{\text{H}_2\text{A}} = \frac{n_{\text{HO}^-}}{2} \cdot M_{\text{H}_2\text{A}}$$

$$m_{\text{H}_2\text{A}} = \frac{1,55 \times 10^{-3}}{2} \times 150$$

$$\text{soit } m_{\text{H}_2\text{A}} = 7,75 \times 10^{-4} \times 150 = 0,116 \text{ g} \text{ pour } 20,0 \text{ mL de vin.}$$

(0,5 pt) Acidité totale du vin :

$$\text{Pour } 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL de vin, la masse d'acide tartrique serait : } \frac{0,11625 \times 1000}{20,0} = 5,81 \text{ g.}$$

L'acidité totale du vin étudié est donc de **5,81 g.L⁻¹**.