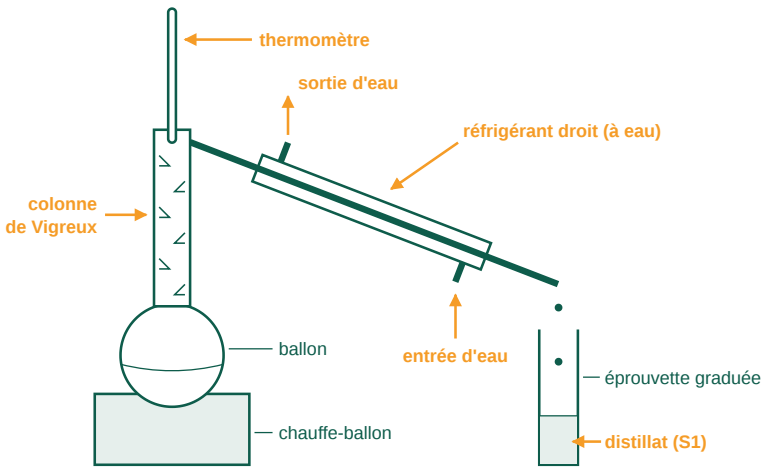
Spécialité : Détermination du degré alcoolique d'un vin

Bac S 2004 La Réunion (ancien programme) · Exercice 4 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1 Compléter sur la figure 1 de l'annexe le nom des éléments du montage désignés par les flèches et préciser le sens de circulation de l'eau.

Montage de distillation fractionnée. De haut en bas puis vers la droite : thermomètre (en tête de colonne), colonne de Vigreux, réfrigérant droit à eau, distillat recueilli dans l'éprouvette graduée.

L'eau de refroidissement entre par le bas du réfrigérant (côté éprouvette) et ressort par le haut (côté colonne).



1.1 · Figure 1 de l'annexe complétée (en orange : ce que l'élève ajoute)

PIÈGE
Faire entrer l'eau par le haut : le manchon se remplit mal et des vapeurs d'éthanol s'échappent sans être condensées.

COMPRENDRE
L'eau circule à contre-courant des vapeurs : le manchon reste plein d'eau et la partie la plus froide se trouve à la sortie du distillat, ce qui assure une condensation complète.

V.1 Questions III.1 à IV.2 : justifier la couleur de S_3, dire pourquoi on bouche l'erlenmeyer, établir les deux relations demandées et calculer n_0. Puis V.1 : déterminer la quantité d'éthanol $n_{\text{éthanol}}$ contenue dans 100 mL de vin.

Données utiles $V_0 = 10{,}0$ mL ; $V_1 = 20{,}0$ mL ; $C_1 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol · L^{-1} ; $C_2 = 5{,}00 \times 10^{-1}$ mol · L^{-1} ; $V_2 = 7{,}6$ mL ; $Cr_2O_7^{2-}$ orange, Cr^{3+} vert

III.1. La réaction forme des ions Cr^{3+}, verts. Il reste des ions $Cr_2O_7^{2-}$, orange, introduits en excès. Les autres espèces sont incolores : la superposition des deux couleurs donne la teinte verdâtre de S_3.

III.2. L'éthanol est volatil et le mélange s'échauffe (acide sulfurique concentré). Sans bouchon, une partie de l'éthanol s'évaporerait avant d'être oxydée et le dosage donnerait un degré trop faible. Le bouchon évite aussi de respirer des vapeurs irritantes.

III.3. D'après l'équation : 2 $Cr_2O_7^{2-}$ réagissent avec 3 CH_3CH_2OH.

À l'avancement x : $n(Cr_2O_7^{2-}) = C_1V_1 - 2x$ et $n(\text{éthanol}) = n_0 - 3x$.

Le dichromate est en excès : l'éthanol est le réactif limitant et la transformation est totale, donc $n_0 - 3x_f = 0$, soit $x_f = \dfrac{n_0}{3}$.

$$n(Cr_2O_7^{2-})_{\text{restant}} = C_1V_1 - 2x_f = C_1V_1 - \frac{2}{3}n_0$$

IV.1. D'après l'équation du titrage : 1 $Cr_2O_7^{2-}$ réagit avec 6 Fe^{2+}.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques : $n(Cr_2O_7^{2-})_{\text{restant}} = \dfrac{n(Fe^{2+})_{\text{versé}}}{6}$, soit

$$C_1V_1 - \frac{2}{3}n_0 = \frac{C_2V_2}{6} \quad \text{donc} \quad \frac{2}{3}n_0 = C_1V_1 - \frac{C_2V_2}{6}$$

En multipliant par $\dfrac{3}{2}$: $\quad n_0 = \dfrac{3}{2}C_1V_1 - \dfrac{1}{4}C_2V_2$.

IV.2. Volumes en litres :

$$n_0 = \frac{3}{2} \times 1{,}00 \times 10^{-1} \times 20{,}0 \times 10^{-3} - \frac{1}{4} \times 5{,}00 \times 10^{-1} \times 7{,}6 \times 10^{-3}$$

$$n_0 = 3{,}00 \times 10^{-3} - 0{,}95 \times 10^{-3} = 2{,}05 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

V.1. n_0 est la quantité d'éthanol dans $V_0 = 10{,}0$ mL de S_2. Les 100,0 mL de S_2 en contiennent $10\,n_0$: c'est tout l'éthanol des 10,0 mL de vin distillés. Dans 100 mL de vin, il y en a dix fois plus :

$$n_{\text{éthanol}} = 100\,n_0 = 100 \times 2{,}05 \times 10^{-3}$$

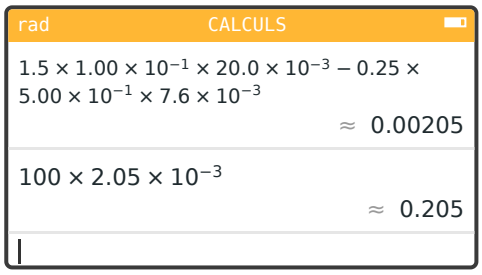
> $n_0 = 2{,}05 \times 10^{-3}$ mol et $n_{\text{éthanol}} = 2{,}05 \times 10^{-1}$ mol dans 100 mL de vin.

PIÈGE
Oublier un des deux facteurs 10 : le prélèvement de 10,0 mL sur les 100,0 mL de S_2, puis le passage de 10 mL à 100 mL de vin.

COMPRENDRE
Chiffres significatifs : pour une différence, on compare les décimales. V_2 n'a que deux chiffres, donc $0{,}95 \times 10^{-3}$ est connu au centième : n_0 s'écrit $2{,}05 \times 10^{-3}$ mol.

MÉTHODE
Titrage indirect : on met un excès connu de réactif, on dose ce qui reste, et la quantité cherchée s'obtient par différence. Chaque bilan utilise les nombres stœchiométriques de sa propre équation.

À LA CALCULATRICE



V.2 Déterminer le degré alcoolique du vin étudié.

Données utiles $n_{\text{éthanol}} = 2{,}05 \times 10^{-1}$ mol (V.1) ; $\rho = 0{,}78$ g · mL^{-1} ; $M = 46$ g · mol^{-1}

Le degré est le pourcentage volumique d'éthanol : c'est le volume d'éthanol pur, en mL, contenu dans 100 mL de vin.

$$V_{\text{éthanol}} = \frac{m}{\rho} = \frac{n_{\text{éthanol}} \times M}{\rho} = \frac{2{,}05 \times 10^{-1} \times 46}{0{,}78} = 12 \text{ mL}$$

$$\text{degré} = \frac{V_{\text{éthanol}}}{V_{\text{vin}}} \times 100 = \frac{12}{100} \times 100$$

> Le degré alcoolique du vin est 12° (calcul : 12,1).

PIÈGE
Calculer un pourcentage en masse (9,4 g pour 100 mL) au lieu d'un pourcentage en volume : il faut diviser la masse par la masse volumique de l'éthanol.

COMPRENDRE
ρ, M et V_2 n'ont que deux chiffres significatifs : le résultat s'écrit 12°. On garde 12,1 en réserve pour la comparaison de la question V.3.2.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{2.05 \times 10^{-1} \times 46}{0.78} \approx 12.08974$$

V.3.1 Quelle correction doit-on apporter à la valeur $d = 12^\circ$ inscrite sur l'étiquette pour la comparer au dosage réalisé à 21 °C ?

Données utiles tableau : à 21 °C, pour un degré lu de 12, correction $-0{,}19$; exemple : 16,0 % lu à 18 °C correspond à $16{,}0 + 0{,}5 = 16{,}5$ % à 20 °C

Le tableau donne la correction qui fait passer du degré lu à t °C au degré à 20 °C. À 21 °C, pour un degré voisin de 12 : $d_{20} = d_{21} - 0{,}19$.

L'étiquette donne la valeur à 20 °C. On cherche la valeur à 21 °C, donc on applique la correction dans l'autre sens :

$d_{21} = d_{20} + 0{,}19 = 12 + 0{,}19$

Il faut ajouter $0{,}19$: la valeur corrigée à 21 °C est $12{,}19^\circ$, soit environ $12{,}2^\circ$.

PIÈGE
Appliquer $-0{,}19$ directement et annoncer $11{,}81^\circ$. L'exemple sous le tableau montre le sens : la correction transforme une lecture à t °C en valeur à 20 °C, pas l'inverse.

COMPRENDRE
Au-dessus de 20 °C, le mélange se dilate : sa densité diminue et l'alcoomètre affiche un degré plus grand que la valeur de référence.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$12 + 0.19 \approx 12.19$$

V.3.2 Le résultat du dosage est-il alors en accord avec la valeur corrigée de ce degré ?

Données utiles dosage : $12{,}1^\circ$ (V.2) ; étiquette corrigée : $12{,}19^\circ$ (V.3.1)

Écart : $12{,}19 - 12{,}09 = 0{,}10^\circ$, soit un écart relatif $\dfrac{0{,}10}{12{,}19} \approx 0{,}8\ \%$.

La précision du dosage ne permet que deux chiffres significatifs (V_2, ρ, M) : arrondies ainsi, les deux valeurs donnent 12°.

Oui : le dosage (12°) est en accord avec la valeur corrigée de l'étiquette (écart inférieur à 1 %).

MÉTHODE
Pour juger un accord, calculer l'écart relatif et le comparer à la précision de la mesure : ici $V_2 = 7{,}6$ mL est connu à environ 1 %, l'écart observé n'est donc pas significatif.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{12.19 - 12.09}{12.19} \times 100 \approx 0.8203445$$