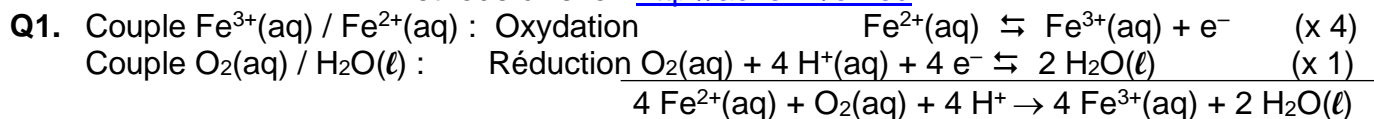


Bac 2023 Polynésie (jour 1) Spécialité physique chimie Correction © <https://labolycee.org>
Exercice 1 – UN CHIMISTE QUI MÉRITE D'ÊTRE CONNU : KARL FRIEDRICH MOHR
(9 points)

Le sel de Mohr

Méthode à revoir <http://acver.fr/oxred>



Q2. $M_{\text{sel}} = M(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2, 6 \text{H}_2\text{O}$
 $= 2 \times M(\text{N}) + 8 \times M(\text{H}) + M(\text{Fe}) + 2 \times M(\text{S}) + 8 \times M(\text{O}) + 12 \times M(\text{H}) + 6 \times M(\text{O})$
 $= 2 \times 14,0 + 8 \times 1,0 + 55,8 + 2 \times 32,1 + 8 \times 16,0 + 12 \times 1,0 + 6 \times 16,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $M_{\text{sel}} = 392,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

$$\begin{array}{r} 2 \times 14 + 8 \times 1 + 55,8 + 2 \times 32 \\ + 1 \times 8 \times 16 + 12 \times 16 \\ \hline 392 \end{array}$$

Q3. Concentration c en soluté apporté : $c = \frac{n_{\text{sel}}}{V} = \frac{m}{M_{\text{sel}} \times V}$

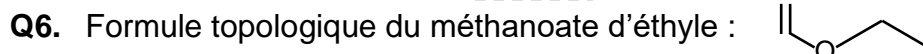
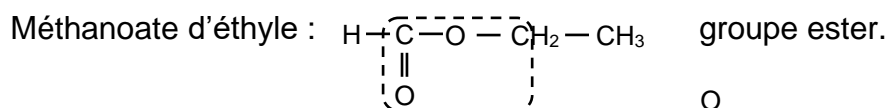
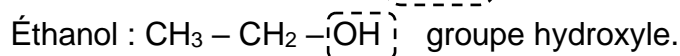
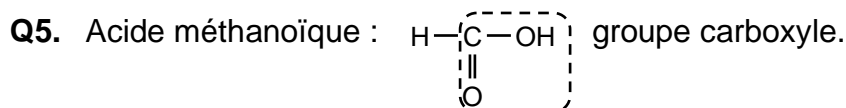
Soit $c = \frac{2,00 \text{ g}}{392,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \times 100,0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 5,10 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

$$\frac{2}{392 \times 100 \times 10^{-3}} = 5.102040816 \times 10^{-2}$$

L'équation $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2, 6 \text{H}_2\text{O} (\text{s}) \rightarrow 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ montre que 1 mole de sel de Mohr forme 1 mole d'ions $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ donc la concentration en ions fer (II) est égale à la concentration en sel de Mohr apporté : $[\text{Fe}^{2+}] = c$.

Le chauffage à reflux

- Q4.** (1) : réfrigérant à boules ;
 (2) : ballon ;
 (3) : agitateur magnétique chauffant ; (en général, on utilise plutôt un chauffe-ballon)
 (4) : support élévateur.



- Q7.** Le chauffage à reflux permet :
 – **d'accélérer la réaction** en chauffant le mélange réactionnel car la température est un facteur cinétique ;
 – **d'éviter les pertes de matière** car les vapeurs formées au cours de l'ébullition sont liquéfiées dans le réfrigérant à eau et retombent vers le mélange réactionnel.

Les pictogrammes de sécurité montrent que les réactifs et les produits sont irritants, nocifs et inflammables. Il convient donc de manipuler les espèces chimiques avec des gants, des lunettes de protection et une blouse en coton.

- Q8.** L'acide sulfurique joue le rôle de **catalyseur**.

Q9. Quantités initiales des réactifs :

$$n_{Ac} = \frac{m_{Ac}}{M_{Ac}} = \frac{\rho_{Ac} \cdot V_{Ac}}{M_{Ac}} \text{ soit } n_{Ac} = \frac{1,22 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 7,0 \text{ mL}}{46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,9 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

$$n_{Al} = \frac{m_{Al}}{M_{Al}} = \frac{\rho_{Al} \cdot V_{Al}}{M_{Al}} \text{ soit } n_{Al} = \frac{0,79 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1} \times 10,0 \text{ mL}}{46,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,7 \times 10^{-1} \text{ mol.}$$

Handwritten calculations showing the steps for calculating the initial moles of acetic acid and alcohol.

L'équation de la réaction de synthèse montre que 1 mole d'acide réagit avec 1 mole d'alcool.

Or : $\frac{n_{Ac}}{1} > \frac{n_{Al}}{1}$ donc **l'alcool est le réactif limitant**.

L'avancement maximal de la réaction est alors : $x_{\max} = \frac{n_{Al}}{1} = 1,7 \times 10^{-1} \text{ mol.}$

Q10. Rendement de la synthèse : $R = \frac{n_{\text{exp}}(\text{ester})}{n_{\text{max}}(\text{ester})} = \frac{n_{\text{exp}}(\text{ester})}{x_{\max}} = 0,70.$

La quantité d'ester produit est : $n_{\text{exp}}(\text{ester}) = R \times x_{\max}.$

La masse d'ester produit est alors : $m = n_{\text{exp}}(\text{ester}) \times M_{\text{ester}} = R \times x_{\max} \times M_{\text{ester}}.$

Soit : $m = 0,70 \times 1,72 \times 10^{-1} \times 74,0 \text{ g} = 8,9 \text{ g.}$

Handwritten calculation showing the final step to find the mass of ester produced.

Q11. Parmi les quatre espèces présentes dans le mélange réactionnel, l'ester est celle qui a la température d'ébullition la plus petite. L'ester est donc vaporisé en premier et extrait du mélange réactionnel au fur et à mesure de sa formation.

N'étant plus en contact avec l'eau, la réaction inverse de l'estérification (l'hydrolyse) n'est plus possible ce qui permet d'optimiser le rendement de la synthèse.

Le dosage par titrage

Q12. La **solution titrée** est celle dont on cherche la concentration. Il s'agit de la **solution S₁**.

La **solution titrante** est celle dont on connaît la concentration. Il s'agit de la **solution S₂**.

La solution titrante S₂ est placée dans la burette graduée.

Q13. À l'équivalence d'un titrage, les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage.

L'équation de titrage est : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}).$

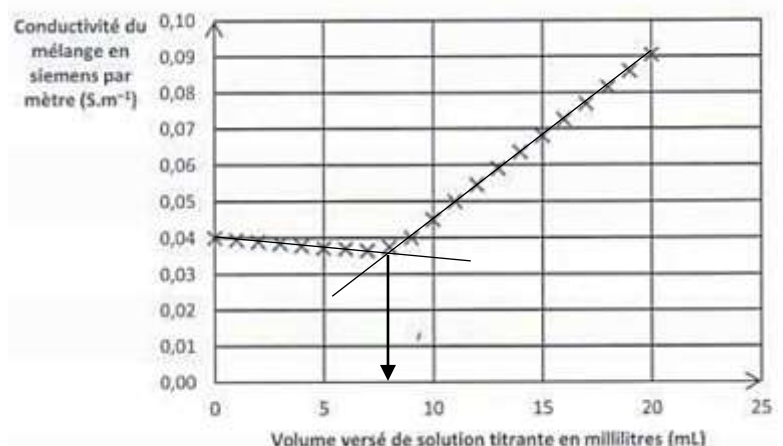
Donc à l'équivalence du titrage : $\frac{n_1(\text{Cl}^-)}{1} = \frac{n_{2E}(\text{Ag}^+)}{1}$ soit $\frac{c_1 \times V_1}{1} = \frac{c_2 \times V_{2E}}{1}$

$$c_1 = \frac{c_2 \times V_{2E}}{V_1} \text{ donc } c_1 = \frac{0,080 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 7,5 \text{ mL}}{200,0 \text{ mL}} = 3,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

Handwritten calculation showing the steps to find the concentration of the solution.

Q14. Le volume V_{2E} de solution titrante versée à l'équivalence est l'abscisse du point d'intersection des deux segments de droite du graphique avant et après la rupture de pente.

On lit $V_{2E} = 8,0 \text{ mL.}$



Q15.

Avant l'équivalence	Après l'équivalence
<p><u>Ions présents dans le bécher :</u> K^+, Cl^- et NO_3^- Ag^+ est le réactif limitant : il n'est pas présent.</p> <p><u>Évolution des concentrations des ions :</u> $[K^+]$ est constante car K^+ ne réagit pas. $[Cl^-]$ diminue car il est consommé. $[NO_3^-]$ augmente car il est apporté par la solution titrante et ne réagit pas</p> <p><u>Conductivité :</u> $\sigma = \lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-] + \lambda_{NO_3^-} \times [NO_3^-]$ $= \qquad \searrow \qquad \nearrow$ Cl^- est légèrement plus conducteur que NO_3^- $(\lambda(Cl^-) = 7,6 > \lambda(NO_3^-) = 7,1 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1})$. $\Rightarrow \sigma$ diminue légèrement avant l'équivalence</p>	<p><u>Ions présents dans le bécher :</u> K^+, Ag^+ et NO_3^- Ag^+ est le réactif en excès.</p> <p><u>Évolution des concentrations des ions :</u> $[K^+]$ est encore constante. $[Ag^+]$ augmente car il n'est plus consommé. $[NO_3^-]$ augmente encore.</p> <p><u>Conductivité :</u> $\sigma = \lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{Ag^+} \times [Ag^+] + \lambda_{NO_3^-} \times [NO_3^-]$ $= \qquad \nearrow \qquad \nearrow$ $\Rightarrow \sigma$ augmente fortement après l'équivalence.</p>

