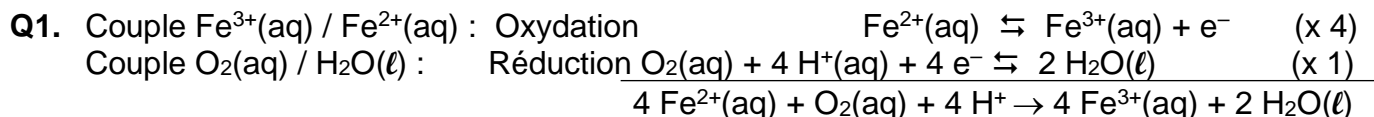


Bac 2023 Polynésie (jour 1) Spécialité physique chimie Correction
Exercice 1 – UN CHIMISTE QUI MÉRITE D'ÊTRE CONNU : KARL FRIEDRICH MOHR
(9 points)

Le sel de Mohr



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

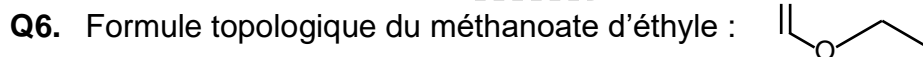
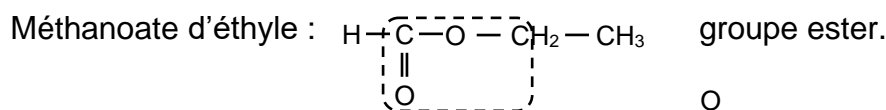
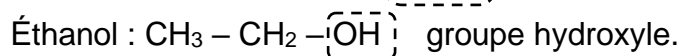
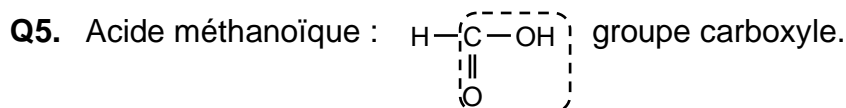
Q3. Concentration c en soluté apporté : $c = \frac{n_{\text{sel}}}{V} = \frac{m}{M_{\text{sel}} \times V}$

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

L'équation $(\text{NH}_4)_2\text{Fe(SO}_4)_2, 6 \text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow 2 \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\ell)$ 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 same steps as the printed equations above, with the final results $n_{Ac} = 1,9 \times 10^{-1}$ and $n_{Al} = 1,7 \times 10^{-1}$.

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: $0,79 \times 10 \times 0,70 \times 74 = 8,96086957 \approx 8,96$

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 : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}).$

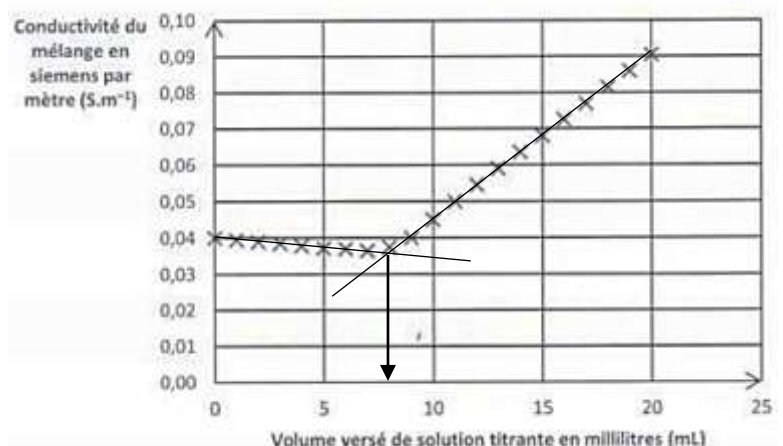
Donc à l'équivalence du titrage : $\frac{n_1(\text{Cl}^-)}{1} = \frac{n_{2E}(\text{Ag}^+)}{1}$ soit $\frac{c_1 \times V_1}{1} = \frac{c_2 \times V_{2E}}{1}$

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

Handwritten calculation: $0,080 \times 7,5 / 200,0 = 0,003$

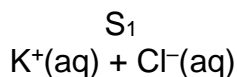
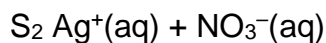
Q14. Le volume V_{2E} de solution titrante versée à l'équivalence est l'abscisse du point d'intersection des deux segments de droite du graphique avant et après la rupture de pente.

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> $\sigma = \lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{Cl^-} \times [Cl^-] + \lambda_{NO_3^-} \times [NO_3^-]$ $= \quad \searrow \quad \nearrow$ 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> $\sigma = \lambda_{K^+} \times [K^+] + \lambda_{Ag^+} \times [Ag^+] + \lambda_{NO_3^-} \times [NO_3^-]$ $= \quad \nearrow \quad \nearrow$ $\Rightarrow \sigma$ augmente fortement après l'équivalence.</p>



EXERCICE 2 – Les accélérateurs de particules au service de la médecine (11 points)

Q.1.

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

$$F_e = qE$$

Q.2.

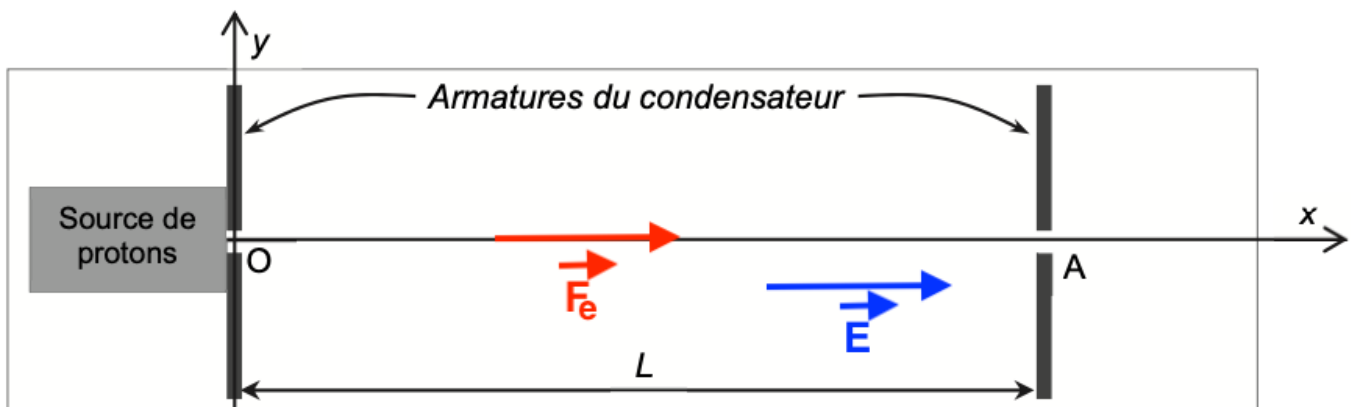


Figure 1. Schéma du dispositif modélisant l'accélérateur linéaire

Un proton arrive au point O à l'instant $t = 0$ s avec une vitesse considérée comme nulle et est accéléré jusqu'à acquies en A.

La force électrique \vec{F}_e est donc dirigée vers le point A.

$$\vec{F}_e = q\vec{E}$$

Or $q > 0$ donc \vec{F}_e et \vec{E} ont la même direction et le même sens : le champ électrique \vec{E} est donc dirigé vers le point A.

Q.3.

Le champ électrique \vec{E} est perpendiculaire aux plaque et dirigé de la plaque positive vers la plaque négative. Ainsi, l'armature de gauche (celle du point O) est positive et l'armature de droite (celle du point A) est négative.

Autre possibilité de réponse : les protons sont positifs et donc attirés par la plaque négative. Ainsi, l'armature de gauche (celle du point O) est positive et l'armature de droite (celle du point A) est négative.

Q.4.

$$W_{OA}(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot \vec{OA}$$

$$W_{OA}(\vec{F}_e) = q \times \vec{E} \cdot \vec{OA}$$

$$W_{OA}(\vec{F}_e) = q \times E \times OA \times \cos(0)$$

$$W_{OA}(\vec{F}_e) = q \times E \times OA \times 1$$

$$W_{OA}(\vec{F}_e) = q \times E \times L$$

Q.5.

Théorème de l'énergie cinétique : La variation d'énergie cinétique entre deux points O et A est égale à la somme des travaux des forces :

$$\Delta E_C = \Sigma W_{OA}(\vec{F})$$

$$E_{C \text{ finale}} - E_{C \text{ initiale}} = W_{OA}(\vec{F}_e)$$

$$E_C(A) - E_C(O) = q \times E \times L$$

$$E_C(A) - 0 = q \times E \times L$$

$$E_C(A) = q \times E \times L$$

$$q \times E \times L = E_C(A)$$

$$E = \frac{E_C(A)}{q \times L}$$

$$E = \frac{6,4 \times 10^{-12}}{1,6 \times 10^{-19} \times 1,0}$$

$$E = 4,0 \times 10^7 \text{ V.m}^{-1}$$

Q.6.

$$F_e = qE$$

$$F_e = 1,6 \times 10^{-19} \times 4,0 \times 10^7$$

$$F_e = 6,4 \times 10^{-12} \text{ N}$$

Poids du proton :

$$P = mg$$

$$P = 1,7 \times 10^{-27} \times 9,8$$

$$P = 1,7 \times 10^{-26} \text{ N}$$

Comparons la valeur de la norme F_e de la force électrique subie par le proton et le poids du proton :

$$\frac{F_e}{P} = \frac{6,4 \times 10^{-12}}{1,7 \times 10^{-26}}$$

$$\frac{F_e}{P} = 3,8 \times 10^{14}$$

$$F_e = 3,8 \times 10^{14} \times P$$

Ainsi, la norme F_e de la force électrique subie par le proton est très supérieure au poids du proton.

Au début de l'exercice on formule l'hypothèse que le poids d'un proton est négligeable devant la force électrique subie par le proton.

Cette hypothèse est vérifiée.

Q.7.

$$E_C(A) = \frac{1}{2} \times m \times v_A^2$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_A^2 = E_C(A)$$

$$v_A^2 = \frac{2 \times E_C(A)}{m}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 \times E_C(A)}{m}}$$

$$v_A = \sqrt{\frac{2 \times 6,4 \times 10^{-12}}{1,7 \times 10^{-27}}}$$

$$v_A = 8,7 \times 10^7 \text{ m.s}^{-1}$$

Cette vitesse est très grande.