

## DST 5 1 Spé Rattrapage

### Exercice 1 : Autour du Permanganate de Potassium

Un technicien trouve dans les réserves du laboratoire de chimie de son lycée des tubes de comprimés dont l'étiquette est reproduite ci-dessous

#### Composition PERMANGANATE POTASSIUM LAFRAN

|                |  |
|----------------|--|
| Principe actif | Comprimé pour solution pour application locale |
|----------------|--|

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Potassium permanganate | 0.25 g * |
|------------------------|----------|

\* par dose unitaire

Principes actifs : Potassium permanganate

<https://www.doctissimo.fr/> , guide des médicaments, permanganate potassium Lafran

Le technicien veut s'assurer qu'ils sont toujours conformes à la formulation donnée sur l'étiquette. Il réalise alors le titrage d'une solution obtenue en dissolvant un comprimé de permanganate dans de l'eau et en utilisant, comme solution titrante une solution de chlorure de fer II.

**Données utiles pour tout l'exercice :**

- Masses molaires atomiques ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ )
  - o Potassium K : 39,0
  - o Manganèse Mn : 54
  - o Oxygène O : 16,0
- Masses molaires moléculaires
  - o Chlorure de fer  $\text{FeCl}_2$  :  $127\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
  - o Permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  :  $158\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- Couples oxydant-réducteur :  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$  ;  $\text{MnO}_2(\text{s})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$  ;  $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  ;  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})/\text{Fe}(\text{s})$
- Couleurs de certaines espèces chimiques :

L'ion permanganate  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$  est violet, le dioxyde de manganèse  $\text{MnO}_2(\text{s})$  est marron, l'ion  $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$  est vert pâle, pratiquement incolore. Les ions potassium  $\text{K}^+(\text{aq})$  et chlorure  $\text{Cl}^-(\text{aq})$  sont incolores.

#### I. Questions préalables

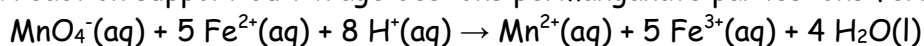
Sous forme de cristaux de couleur violette, soluble dans l'eau, le permanganate de potassium est un solide de formule  $\text{KMnO}_4$  composé de cations  $\text{K}^+(\text{aq})$  et d'anions  $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ . [...] En solution diluée le permanganate de potassium est utilisé pour le traitement de l'eau, notamment pour oxyder le fer et le manganèse dans les eaux souterraines.

D'après : <http://www.societechimiquedefrance.fr/permanganate-de-potassium>

1. Vérifier par un calcul la valeur de la masse molaire moléculaire du permanganate de potassium de  $158\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
2. Vérifier par un calcul qu'une masse  $m = 0,25\text{g}$  de permanganate de potassium pur contient une quantité de matière  $n = 1,6\text{mmol}$  de permanganate de potassium.

#### II. Réaction support du titrage

L'équation de la réaction support du titrage des ions permanganate par les ions ferreux  $\text{Fe}^{2+}$  s'écrit :

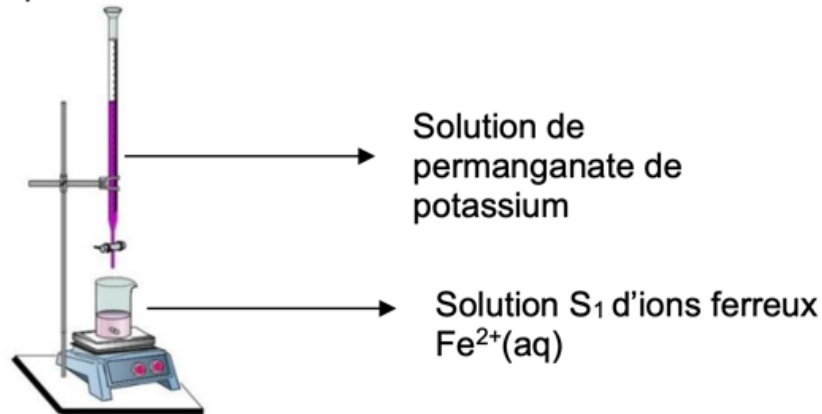


3. Justifier que pour procéder au titrage, le milieu doit être acidifié.
4. Écrire les couples oxydant-réducteur mis en jeu dans la réaction support du titrage.

5. Écrire les demi-équations électroniques associées à chacun de ces couples afin de vérifier l'équation de la réaction support du titrage.

### Montage expérimental

Le technicien s'interroge sur la place des solutions dans le montage expérimental. Bien que la solution de permanganate de potassium soit l'espèce titrée, il décide, après documentation, de la placer dans la partie haute du montage (voir figure ci-dessous) et de placer la solution titrante d'ions ferreux  $S_1$  dans la partie basse. Ce choix est fait, car cela permet d'éviter le contact prolongé entre les ions permanganate  $MnO_4^-(aq)$  et les ions manganèse  $Mn^{2+}(aq)$  formés, qui engendrerait une réaction parasite et le « noircissement » du milieu réactionnel.



6. Nommer les éléments de verrerie contenant respectivement la solution de permanganate de potassium et la solution d'ions ferreux.

### III. Choix de la concentration de la solution titrante d'ions ferreux

Le technicien s'interroge ensuite sur la concentration de la solution titrante  $S_1$  d'ions ferreux placée dans le bécher. Il choisit de travailler avec un volume  $V_1 = 20,0$  mL de cette solution  $S_1$  d'ions ferreux. Son objectif est que, dans le cas d'un comprimé de permanganate de potassium non périmé, cette concentration de la solution titrante  $S_1$  d'ions ferreux soit telle que l'équivalence du titrage se produise pour un volume de permanganate versé situé approximativement au milieu de la burette soit 12,5 mL environ.

7. Définir l'équivalence d'un titrage et donner sa valeur.

Le technicien prépare la solution  $S_0$  de permanganate de potassium à titrer en dissolvant un comprimé de permanganate de potassium dans un volume  $V_0 = 0,50$  L d'eau distillée.

8. Dans le cas d'un comprimé non périmé, déterminer la concentration  $C_0$  en ions  $MnO_4^-(aq)$ .  
9. Écrire la formule littérale permettant le calcul de la concentration en ions ferreux de la solution  $S_1$  à préparer en s'aidant de l'équation de la réaction support du titrage.  
10. Vérifier que la valeur de la concentration en ions ferreux  $Fe^{2+}$  de la solution  $S_1$  à préparer est  $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

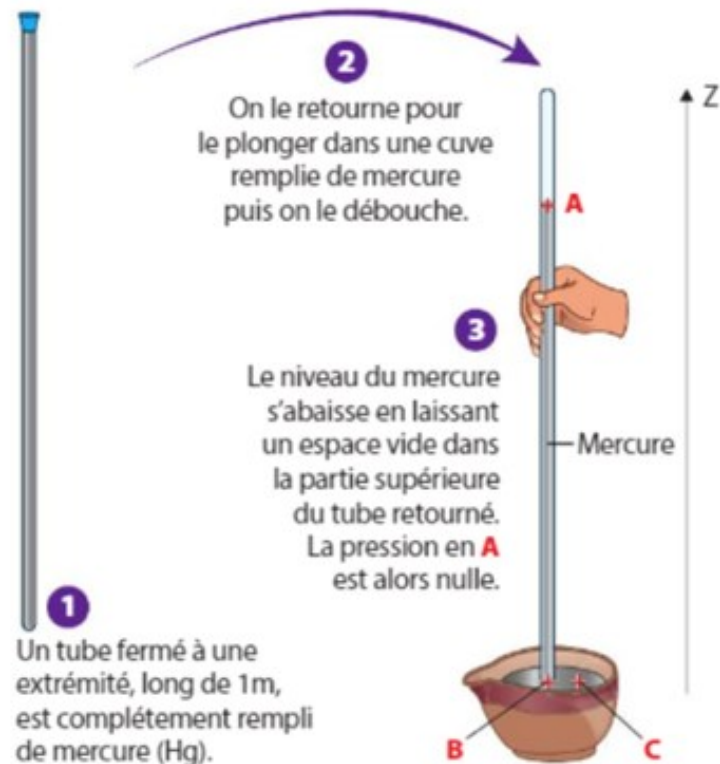
### Réalisation du titrage des ions permanganate par les ions ferreux du comprimé trouvé dans les réserves

Le technicien réalise maintenant le titrage le comprimé de permanganate de potassium trouvé dans les réserves. Il prépare donc un volume  $V_0 = 0,50$  L d'une solution aqueuse  $S_0$  en dissolvant un comprimé de permanganate de potassium et il l'acidifie avec quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. Il prépare son montage puis il verse progressivement cette solution dans un volume  $V_1 = 20,0$  mL de solution  $S_1$  d'ions ferreux de concentration en ions ferreux  $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ .

11. Expliquer comment le technicien saura qu'il a atteint l'équivalence. Il juge que l'équivalence est atteinte lorsqu'il a versé un volume  $V_{eq} = 12,8$  mL de solution de permanganate de potassium.  
12. Déterminer la masse de permanganate de potassium dans le comprimé utilisé et l'écrire avec le nombre adapté de chiffres significatifs sachant que l'incertitude-type de la mesure de la masse  $u(m) = 0,003$  g. Comparer qualitativement ce résultat à la valeur de référence de l'étiquette.

## Exercice 2 : Le baromètre de Torricelli

Le premier baromètre a été inventé par Evangelista Torricelli en 1644. Le principe est le suivant :



1. Justifier que les pressions du mercure en B et C sont les mêmes et qu'elles valent  $P_{atm}$
2. Calculer la différence de pression de mercure entre les positions A et B :  $P_B - P_A$
3. A l'aide de la loi fondamentale de la statique des fluides  $P_B - P_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$ , calculer la différence de hauteur  $z_A - z_B$  entre les points A et B.
4. En cas de baisse de la pression atmosphérique, comment évolue la hauteur de mercure dans le baromètre de Torricelli ?

### Données :

$$\rho_{Hg} = 1,35 \times 10^4 \text{ kg.m}^{-3}$$

$$P_{atm} = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$$

$$g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$