

ÉVALUATION COMMUNE 2024
CORRECTION Yohan Atlan © <https://www.vecteurbac.fr/>

CLASSE : Première	VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)
VOIE : ☒ Générale	ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non

Les comprimés de permanganate de potassium sont-ils périmés ?

Questions préalables

1.

Le permanganate de potassium a pour formule KMnO_4 . Calculons la masse molaire moléculaire du permanganate de potassium :

$$M_{\text{KMnO}_4} = M_{\text{K}} + M_{\text{Mn}} + 4M_{\text{O}}$$

$$M_{\text{KMnO}_4} = 39,1 + 54,9 + 4 \times 16,0$$

$$M_{\text{KMnO}_4} = 158 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2.

$$n_{\text{KMnO}_4} = \frac{m_{\text{KMnO}_4}}{M_{\text{KMnO}_4}}$$

$$n_{\text{KMnO}_4} = \frac{0,25}{158}$$

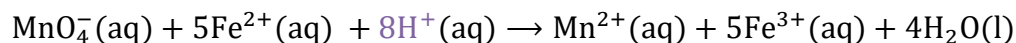
$$n_{\text{KMnO}_4} = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n_{\text{KMnO}_4} = 1,6 \text{ mmol}$$

Ainsi, 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.

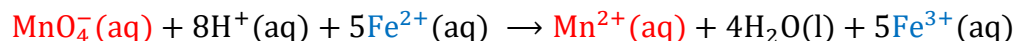
Réaction support du titrage

3.



Pour que la réaction ait lieu, des ions H^+ sont nécessaires dans le milieu réactionnel. Ces ions H^+ sont apportés par un acide. Ainsi, pour procéder au titrage, le milieu doit être acidifié.

4.



Données : Couples oxydant-réducteur : $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$; $\text{MnO}_2(\text{s})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

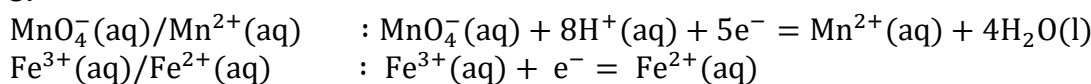
On choisit parmi ces couples le couple dans lequel $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ et $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ apparaissent.

1^{er} couple : $\text{MnO}_4^-(\text{aq})/\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

Pour le second on a $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ et $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})$. Sachant que $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ est l'oxydant de la réaction (il est à gauche du 1^{er} couple), $\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ qui réagit avec lui est le réducteur.

On obtient ainsi le 2nd couple : $\text{Fe}^{3+}(\text{aq})/\text{Fe}^{2+}(\text{aq})$

5.



Montage expérimental

6.

Verrerie contenant la solution de permanganate de potassium : burette graduée.

Verrerie la solution d'ions ferreux : bécher.

Choix de la concentration de la solution titrante d'ions ferreux

7.

L'équivalence est atteinte lorsque les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

8.

$$c_0 = \frac{n}{V_0}$$

$$c_0 = \frac{1,6 \times 10^{-3}}{0,50}$$

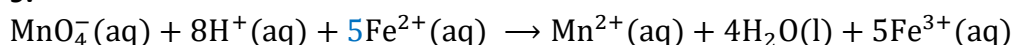
$$c_0 = 3,2 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$c_0 = 3,2 \text{ mmol.L}^{-1}$$

Dans le cas d'un comprimé non périmé, la concentration C_0 en ions $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ dans cette solution correspond bien à celle mentionnée en ligne 4 du programme : $3,2 \text{ mmol.L}^{-1}$.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 c0=3.2 #concentration (mmol/L) de la solution S0
5 Veq=12.5 #volume (mL) de solution versée à l'équivalence
6 V1=20 #volume initial (mL) de solution titrante S1 dans le bécher
7 c1=5*c0*Veq/V1
8
9
10 V_verse_avt=np.linspace(0,Veq,10)
11 n1_avt=c1*V1*0.001-5*c0*V_verse_avt*0.001 #quantité de matière en ions Fe2+ avant l'équivalence
12
13 V_verse_apres=np.linspace(Veq,25,10)
14 n1_apres=0*V_verse_apres*0.001 #quantité de matière en ions Fe2+ après l'équivalence
15
16 plt.plot(V_verse_avt,n1_avt,color="blue",label='espèce Fe2+')
17 plt.plot(V_verse_apres,n1_apres,color="blue")
18 plt.plot
19 plt.xlabel("Volume de solution versée (mL)")
20 plt.ylabel("Quantité de matière (mmol)")
21
22 plt.legend()
23 plt.grid()
24 plt.show()
```

9.



À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n(\text{Fe}^{2+})}{5} = \frac{n(\text{MnO}_4^-)_{\text{VE}}}{1}$$

$$\frac{c_1 V_1}{5} = \frac{c_0 V_{\text{eq}}}{1}$$

$$c_1 = \frac{5 \times c_0 V_{\text{eq}}}{V_1}$$

La formule littérale utilisée dans le programme ligne 7 est conforme à celle trouvée.

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 c0=3.2 #concentration (mmol/L) de la solution S0
5 Veq=12.5 #volume (mL) de solution versée à l'équivalence
6 V1=20 #volume initial (mL) de solution titrante S1 dans le bécher
7 c1=5*c0*Veq/V1
8
9
10 V_verse_avt=np.linspace(0,Veq,10)
11 n1_avt=c1*V1*0.001-5*c0*V_verse_avt*0.001 #quantité de matière en ions Fe2+ avant l'équivalence
12
13 V_verse_apres=np.linspace(Veq,25,10)
14 n1_apres=0*V_verse_apres*0.001 #quantité de matière en ions Fe2+ après l'équivalence
15
16 plt.plot(V_verse_avt,n1_avt,color="blue",label='espèce Fe2+')
17 plt.plot(V_verse_apres,n1_apres,color="blue")
18 plt.plot
19 plt.xlabel("Volume de solution versée (mL)")
20 plt.ylabel("Quantité de matière (mmol)")
21
22 plt.legend()
23 plt.grid()
24 plt.show()
```

10.

$$c_1 = \frac{5 \times c_0 V_{eq}}{V_1}$$
$$c_1 = \frac{5 \times 3,2 \times 10^{-3} \times 12,5}{20,0}$$
$$c_1 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

La concentration en ions ferreux Fe^{2+} de la solution S_1 à préparer est $C_1 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

11.

Ligne 8 : `print(c1)` # La valeur de la concentration de la solution S_1 à préparer apparait à l'écran lors de l'exécution de son programme.

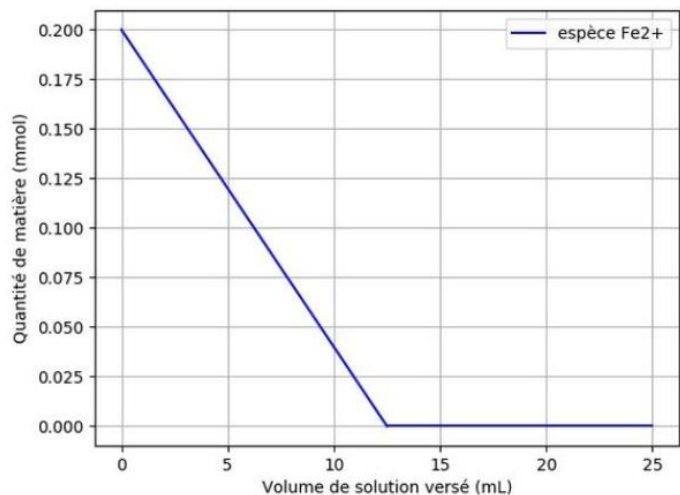
12.

Cette courbe décrit l'évolution de la quantité de matière des ions Fe^{2+} .

Avant l'équivalence, les ions Fe^{2+} réagissent, leur quantité de matière diminue. Cela correspond à la première partie de la courbe.

Après l'équivalence, il n'y a plus d'ions Fe^{2+} . La quantité de matière des ions Fe^{2+} est nulle. Cela correspond à la deuxième partie de la courbe.

L'exécution du programme en langage Python permet d'obtenir la courbe suivante :



Réalisation du titrage des ions permanganate par les ions ferreux

13.

L'ions Fe^{2+} est vert pâle, pratiquement incolore et le permanganate de potassium est violet.

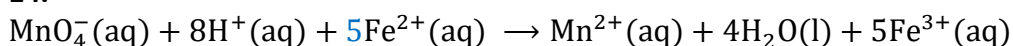
Avant l'équivalence, le permanganate de potassium est le réactif limitant et l'ions Fe^{2+} le réactif en excès. Le mélange est de la couleur du réactif en excès : il est vert pâle, pratiquement incolore.

Après l'équivalence, le permanganate de potassium est le réactif en excès et l'ions Fe^{2+} le réactif limitant. Le mélange est de la couleur du réactif en excès : il est magenta.

Ainsi, à l'équivalence on observe un changement de couleur du vert pâle, pratiquement incolore au violet.

Le technicien saura qu'il a atteint l'équivalence avec le changement de couleur.

14.



À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$\frac{n(\text{MnO}_4^-)_{eq}}{1} = \frac{n(\text{Fe}^{2+})}{5}$$

$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{eq}} = \frac{n(\text{Fe}^{2+})}{5}$$

Or

$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{eq}} = c_{\text{MnO}_4^-} \times V_{\text{eq}}$$

et

$$n(\text{Fe}^{2+}) = c_1 V_1$$

D'où

$$c_{\text{MnO}_4^-} \times V_{\text{eq}} = \frac{c_1 V_1}{5}$$

$$c_{\text{MnO}_4^-} = \frac{c_1 V_1}{5 \times V_{\text{eq}}}$$

$$c_{\text{MnO}_4^-} = \frac{1,0 \times 10^{-2} \times 20,0}{5 \times 12,8}$$

$$c_{\text{MnO}_4^-} = 3,1 \times 10^{-3} \text{ mol. L}^{-1}$$

Déterminons la masse de permanganate de potassium dans le comprimé utilisé :

$$c_{\text{MnO}_4^-} = \frac{n(\text{MnO}_4^-)}{V_0}$$

$$\frac{n(\text{MnO}_4^-)}{V_0} = c_{\text{MnO}_4^-}$$

$$n(\text{MnO}_4^-) = c_{\text{MnO}_4^-} \times V_0$$

Or

$$n(\text{MnO}_4^-) = n(\text{KMnO}_4) = \frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4)}$$

d'où

$$\frac{m(\text{KMnO}_4)}{M(\text{KMnO}_4)} = c_{\text{MnO}_4^-} \times V_0$$

$$m(\text{KMnO}_4) = c_{\text{MnO}_4^-} \times V_0 \times M(\text{KMnO}_4)$$

$$m(\text{KMnO}_4) = 3,1 \times 10^{-3} \times 0,50 \times 158,0$$

$$m(\text{KMnO}_4) = 0,24 \text{ g}$$

Sachant que l'incertitude-type de la mesure de la masse $u(m) = 0,003 \text{ g}$:

$$m(\text{MnO}_4^-) = 0,24 \pm 0,003 \text{ g}$$

L'incertitude porte sur le 3^e chiffre après la virgule, on ajoute un chiffre significatif au résultat trouvé pour qu'il ait 3 chiffres après la virgule :

$$m(\text{MnO}_4^-) = 0,245 \pm 0,003 \text{ g}$$

La valeur de référence de l'étiquette est 0,25 g. La valeur trouvée est très légèrement inférieure.