

Sujet n°1 : 2004

Partie : Chimie

3- Les pluies acides

Les pluies acides résultent en partie de l'activité humaine, mais aussi de l'activité biologique naturelle. Le dioxyde de soufre $SO_{2(g)}$ est un polluant majeur présent dans l'atmosphère responsable du phénomène de pluies acides.

On se propose de doser le dioxyde de soufre $SO_{2(g)}$ dissous dans une eau tombée en Pyrénées Atlantiques, par une solution de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$).

On analyse 10 mL d'eau à l'aide d'une solution de permanganate de potassium de concentration $C_1 = 1.0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On ajoute quelques millilitres d'acide sulfurique dans l'eau.

Données :

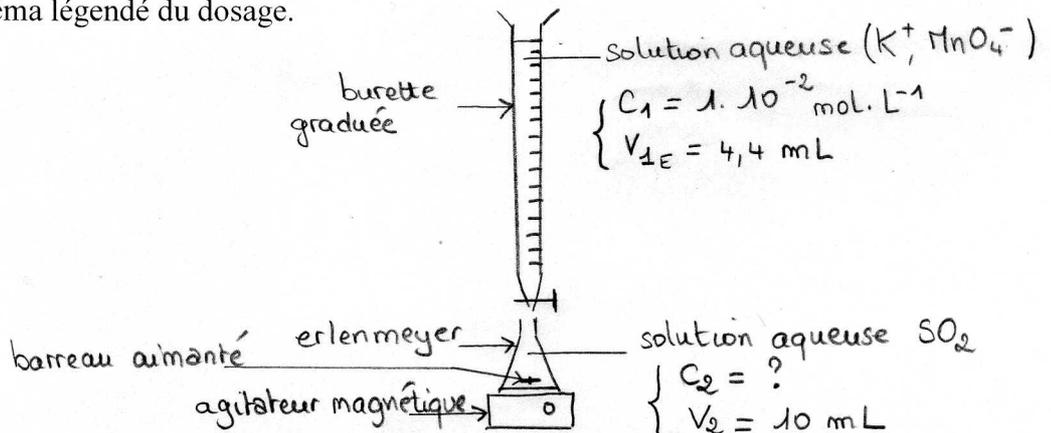
Masses molaires : S : 32,1 O : 16
($g \cdot mol^{-1}$)

(Les masses molaires n'étaient pas données dans le sujet original car elles n'étaient pas nécessaires pour répondre à la dernière question ...)

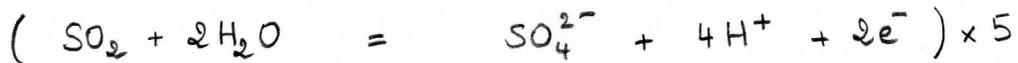
SO_4^{2-} / SO_2 $E^\circ = 0,17V$

MnO_4^- / Mn^{2+} $E^\circ = 1,51V$

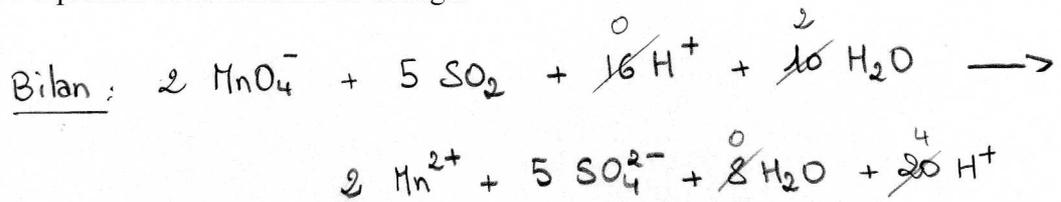
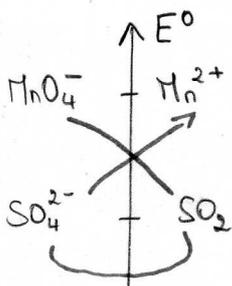
3.1 Représenter le schéma légendé du dosage.



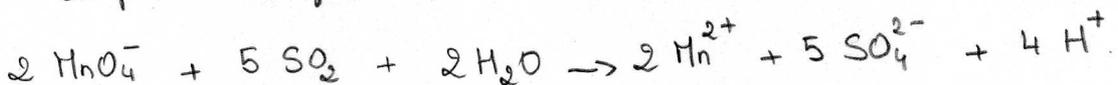
3.2 Écrire les équations des demi-réactions électroniques des couples mis en jeu.



3.3 En déduire l'équation de la réaction de dosage.



On peut simplifier en :



3.4 Expliquer pourquoi l'ajout d'acide est nécessaire.

MnO_4^- est l'oxydant de 2 couples MnO_4^- / Mn^{2+} et MnO_4^- / MnO_2 .
Si le milieu est "suffisamment" acide alors le couple présent est MnO_4^- / Mn^{2+} .

3.5 Comment repère-t-on l'équivalence ?

À l'équivalence SO_2 a été entièrement réagi avec MnO_4^- .
Toute quantité supplémentaire de MnO_4^- ne peut plus réagir.
=> La solution passe de l'incolor au rose.

3.6 L'équivalence a lieu pour un volume de permanganate versé $V_1 = 4,4$ mL.

3.6.1 Établir la relation à l'équivalence.

	MnO_4^-	SO_2
nbre de moles	n_1	n_2
coefficients stoechiométriques	2	5

$$\frac{n_1}{2} = \frac{n_2}{5} \quad \text{ou}$$

$$\frac{C_1 \times V_{1E}}{2} = \frac{C_2 \times V_2}{5}$$

Méthode
 $n = C \times V$
 ↑ ↑ ↑
 moles conc. volume
 molaire

3.6.2 En déduire la concentration molaire en dioxyde de soufre SO_2 de l'eau analysée.

$$\frac{C_2 V_2}{5} = \frac{C_1 V_{1E}}{2} \quad \text{done} \quad C_2 = \frac{5 C_1 V_{1E}}{2 V_2}$$

A.N : $C_2 = \frac{5 \times 1 \cdot 10^{-2} \times 4,4 \cdot 10^{-3}}{2 \times 10 \cdot 10^{-3}} = 0,011 \text{ mol} \cdot L^{-1}$

3.7 La concentration massique en dioxyde de soufre d'une eau potable ne doit pas dépasser $0,17 \text{ g} \cdot L^{-1}$. Sachant que la concentration massique en dioxyde de soufre est donnée par l'expression :

$$C_m = 160 \times V_1$$

\swarrow $g \cdot L^{-1}$ \searrow L

A.N : $C_m = 160 \times 4,4 \cdot 10^{-3} = 0,71 \text{ g} \cdot L^{-1}$

indiquer si l'eau analysée est conforme vis à vis du critère précédent.

La formule ci-dessus tombe un peu comme un cheveu sur la soupe.
Aussi je vous conseille d'utiliser la méthode ci-dessous archi-classique à utiliser quand on connaît la masse molaire de la molécule.

• Calcul : $M(SO_2) = 32,1 + 2 \times 16 = 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

• Calcul : $C_m = C_2 \times M$

A.N : $C_m = 0,011 \text{ mol} \cdot L^{-1} \times 64,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0,71 \text{ g} \cdot L^{-1}$

Méthode :
 $C_{\text{mass}} = C_{\text{mol}} \times M$
 ↑ ↑ ↑
 conc. conc. masse
 massique molaire molaire
 ($g \cdot L^{-1}$) ($mol \cdot L^{-1}$) ($g \cdot mol^{-1}$)

L'eau n'est donc pas conforme car $0,71 \text{ g/L} > 0,17 \text{ g/L}$