

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

Devoir surveillé 4	
☰ Chapitre	👤 Classe
CHAPITRES 3 ET 4.	1 ^{ère} Spé
📊 Calculatrice	🕒 Durée
Autorisée	1,5 h

✍️ Appréciation

Table réservée au professeur.

Exercice:	1	2	3	Total
Points:	12	3	6	21
Résultat:				

Répondre aux problèmes et questions de ce devoir sur une (des) feuille(s) à part. Indiquez votre nom et prénom, ainsi que votre classe et le numéro des questions. La présentation qui inclut la clarté de votre rédaction ainsi que sa grammaire et son orthographe, est à soigner. Toute réponse non justifiée ne sera pas acceptée. Les tracés doivent se faire à la règle. Le sujet est à rendre avec la copie.

(12 points) Problème 1: La pollution par le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre est un gaz sans couleur et ininflammable dont l'odeur pénétrante irrite les yeux et les voies respiratoires. Le dioxyde de soufre provient principalement des combustions des combustibles fossiles (charbons, fiouls, etc), au cours desquelles les impuretés soufrées contenues réagissent avec le dioxygène de l'air pour former le dioxyde de soufre $\text{SO}_2(\text{g})$. Ce polluant gazeux est rejeté dans l'atmosphère par de multiples petites sources (installations de chauffage domestique, véhicules à moteur diesel, etc.) et par des sources ponctuelles plus importantes telles que les centrales thermiques qui constituent d'ailleurs la plus grande source de dioxyde de soufre, notamment par la combustion du charbon.

Les concentrations de dioxyde de soufre ont fortement baissé ces dernières années au rythme d'environ 10% par an depuis cinq ans, pour atteindre une valeur plancher de l'ordre de $5 \mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ en moyenne annuelle pour l'ensemble des agglomérations. Cette évolution récente s'explique notamment par l'amélioration des combustibles et carburants.

D'après www.actu-environnement.com

L'objectif de l'exercice est de comparer la teneur en soufre d'un fioul domestique datant de 1960 et d'un fioul domestique « nouvelle génération ».

La méthode européenne de référence utilisée pour la mesure de la quantité de matière de dioxyde de soufre gazeux est la fluorescence ultraviolette.

On se propose de déterminer la quantité de matière de dioxyde de soufre produite lors de la combustion des deux fiouls par une méthode pouvant être mise en œuvre dans un laboratoire de lycée, un titrage ayant pour support une réaction d'oxydoréduction.

Données

- Couples oxydant-réducteur mis en jeu : $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$; $\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) / \text{SO}_2 (\text{aq})$
- Dans le titrage, parmi les espèces présentes, seuls les ions permanganate $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ confèrent à la solution aqueuse une couleur violette.

Soit S_1 une solution aqueuse contenant une quantité de matière de dioxyde de soufre identique à celle utilisée pour la mesure, par la méthode européenne de référence, à la fin de la combustion totale du fioul « nouvelle génération ».

On réalise le titrage d'un volume $V_1 = (20,00 \pm 0,02) \text{ mL}$ de solution S_1 introduite dans un bécher par une solution aqueuse de permanganate de potassium ($\text{K}^+ (\text{aq}) + \text{MnO}_4^- (\text{aq})$) acidifiée dont la concentration en quantité de matière est $C_2 = (7,50 \pm 0,01) \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Lors du titrage, l'équivalence est obtenue pour un volume versé $V_E = (8,5 \pm 0,4) \text{ mL}$ de la solution aqueuse de permanganate de potassium.

1. (1 point) Une des impuretés soufrées dans le fioul, évoqué dans l'introduction, est le soufre. Écrire l'équation de la réaction modélisant la combustion du soufre ($\text{S}_{(\text{s})}$).

2. (1 point) Réaliser et légender précisément le schéma du montage utilisé pour réaliser le titrage.
3. (1 point) Établir, à l'aide des données, l'équation de la réaction d'oxydo-réduction support du titrage écrite ci-après :

$$2 \text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 5 \text{SO}_2 (\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 5 \text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) + 4 \text{H}^+ (\text{aq})$$
4. (1,5 points) Définir l'équivalence d'un titrage.
5. (1 point) Décrire qualitativement comment évoluent, au cours du titrage, les quantités de matière des espèces chimiques présentes dans le bécher.
6. (1 point) Indiquer comment s'effectue le repérage de l'équivalence, en précisant votre raisonnement.
7. (1,5 points) On note n_1 , la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre, et n_2 , la quantité de matière des ions permanganate versés pour atteindre l'équivalence. Donner la relation entre les quantités de matière de réactifs introduits à l'équivalence.
8. (1 point) (bonus) L'incertitude-type sur la quantité de matière de dioxyde de soufre étant évaluée à une valeur de 8×10^{-6} mol lors de ce titrage, donner un encadrement à la valeur de la quantité de matière initiale de dioxyde de soufre dans la solution S_1 .
9. (1 point) La quantité de matière de dioxyde de soufre dans le fioul datant de 1960 est déterminée égale à $2,5 \times 10^{-2}$ mol, ce qui correspond à une teneur en soufre de 0,8%. Estimer la teneur en soufre du fioul « nouvelle génération ». Commenter.
10. (1 point) Il est possible d'acheter du fioul domestique, notamment sur internet. Certains sites utilisent le terme de « fioul désoufré ». Justifier cette appellation.
11. (1 point) La fermeture des centrales thermiques produisant de l'électricité permettra-t-il d'atteindre les objectifs écologiques qui sont de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 et autres polluants gazeux ? Justifier et proposer une alternative pour produire de l'électricité.

(3 points) Problème 2: **Titration d'une solution de sel de Mohr**

Le titrage des ions fer (II) $\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$ contenus dans une solution de sel de Mohr peut se faire à l'aide d'une solution de sulfate de cérium contenant des ions cérium (IV) $\text{Ce}^{4+} (\text{aq})$. Quelques gouttes d'orthophénantroline sont introduites initialement dans l'erlenmeyer. Les deux couples oxydo-réducteurs mis en jeu sont : $\text{Ce}^{4+} (\text{aq})/\text{Ce}^{3+} (\text{aq})$ et $\text{Fe}^{3+} (\text{aq})/\text{Fe}^{2+} (\text{aq})$. L'orthophénantroline prend une couleur jaune-orangée en présence d'ions fer (II) et bleue avec les ions fer (III).

1. (1 point) Établir l'équation de la réaction support du titrage. On écrira toutes les étapes pour établir cette équation.
2. (1 point) Donner le rôle de l'orthophénantroline.
3. (1 point) Expliquer comment repérer le virage du titrage.

(6 points) Problème 3: **Obtenir du soufre**

Le soufre est un intermédiaire lors de la synthèse de l'acide sulfurique. Il est obtenu par action du dioxyde de soufre SO_2 sur le sulfure d'hydrogène H_2S . Le soufre et l'eau sont les produits de la réaction.

1. (1 point) Écrire l'équation chimique correspondante.
2. (3 points) Dans l'état initial le système est constitué de 4,0 mol de dioxyde de soufre et de 5,0 mol de sulfure d'hydrogène. En utilisant un tableau d'avancement, déterminer :
 - 2.1. l'avancement maximal ;
 - 2.2. le réactif limitant ;
 - 2.3. la composition du système à l'état final.
3. (2 points) On considère l'état initial suivant du système : 1,75 mol de dioxyde de soufre et n mol de sulfure d'hydrogène.
 - 3.1. Calculer n pour que le mélange initial soit stœchiométrique ;
 - 3.2. Décrire alors l'état final du système.