

TP 7 – Constante d'équilibre

Le programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
État final d'un système siège d'une transformation non totale : état d'équilibre chimique. Modèle de l'équilibre dynamique. Quotient de réaction Q_r . Système à l'équilibre chimique : constante d'équilibre $K(T)$.	Relier le caractère non total d'une transformation à la présence, à l'état final du système, de tous les réactifs et de tous les produits. <i>Mettre en évidence la présence de tous les réactifs dans l'état final d'un système siège d'une transformation non totale, par un nouvel ajout de réactifs.</i> <i>Déterminer la valeur du quotient de réaction à l'état final d'un système, siège d'une transformation non totale, et montrer son indépendance vis-à-vis de la composition initiale du système à une température donnée.</i>

Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
S'approprier	- Rechercher et organiser l'information en lien avec la problématique étudiée.
Réaliser	- Mettre en œuvre les étapes d'une démarche. - Utiliser un modèle. - Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.). - Mettre en oeuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : - présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; - utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; - échanger entre pairs.

Mesure et incertitudes

NOTIONS ET CONTENUS	Capacités exigibles
---------------------	---------------------

Capacités expérimentales

- Mettre en œuvre un test de reconnaissance pour identifier une espèce chimique.
- Respecter les règles de sécurité lors de l'utilisation de produits chimiques et de verrerie.
- Respecter le mode d'élimination d'une espèce chimique ou d'un mélange pour minimiser l'impact sur l'environnement.

TP 7 – Constante d'équilibre

Matériels

Matériels bureau (pour 10 groupes) :

Pour les mélanges :

- 1 flacon de 1L de solution de sulfate de fer III ($2\text{Fe}^{3+} + 3\text{SO}_4^{2-}$) à $2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ avec son bécher ;
- 1 flacon de 1L de solution de thiocyanate de potassium ($\text{K}^+ + \text{SCN}^-$) à $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$ avec son bécher ;

Pour faire le blanc :

- 1 flacon de 50 mL d'acide sulfurique ($2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$) à $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ avec son bécher ;

Pour faire la droite d'étalonnage (Beer-Lambert) :

- 1 flacon de 100 mL de thiocyanatofer III (FeSCN^{2+}) à $0,50 \text{ mmol.L}^{-1}$ avec son bécher ;
- 1 flacon de 100 mL de thiocyanatofer III (FeSCN^{2+}) à $1,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ avec son bécher ;
- 1 flacon de 100 mL de thiocyanatofer III (FeSCN^{2+}) à $1,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ avec son bécher ;
- 1 flacon de 100 mL de thiocyanatofer III (FeSCN^{2+}) à $2,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ avec son bécher ;
- 1 verre à pied poubelle (rinçage des cuves) ;

Pour prélever SCN^- :

- 1 burette graduée de 25 mL avec son bécher poubelle ;
- 1 bécher de 50 mL pour la solution de thiocyanate de potassium ;

Pour prélever les mélanges :

- 1 espace libre pour mettre les 5 solutions préparées par les élèves ;
- 1 verre à pied poubelle (rinçage des cuves) ;

Matériels au fond de la salle (pour 10 groupes) :

Pour prélever SCN^- :

- 1 burette graduée de 25 mL avec son bécher poubelle ;
- 1 bécher de 50 mL pour la solution de thiocyanate de potassium ;

Pour prélever les mélanges :

- 1 espace libre pour mettre les 5 solutions préparées par les élèves ;
- 1 verre à pied poubelle (rinçage des cuves) ;

Matériels élèves :

- 2 béchers de 50 mL ;
- 3 béchers de 100 mL ;
- 2 éprouvettes graduées de 50 mL ;
- 1 pipette jaugée de 10 mL ;
- 1 pipette jaugée de 20 mL ;
- 1 poire à pipeter ;
- 1 spectrophotomètre ;
- 10 cuves de spectrophotométrie ;
- 1 pc avec Regressi.

(les lectures sont faites en direct sur la console)

TP 7 – Constante d'équilibre (Manuel Belin p 156 – 157)

1. Introduction

Travaux Pratiques

1

Déterminer la constante d'équilibre d'une transformation chimique

Une transformation chimique peut s'arrêter parce que le réactif limitant est intégralement consommé, mais certaines transformations s'arrêtent alors que le réactif limitant est encore présent dans le milieu réactionnel.

Les ions fer(III) Fe^{3+} et les ions thiocyanate SCN^- réagissent pour former des ions colorés thiocyanatofer(III) de formule FeSCN^{2+} , cette transformation étant limitée.

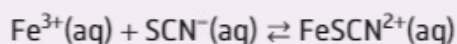
Au cours de cette transformation chimique, les concentrations en quantité de matière des réactifs et des produits évoluent jusqu'à atteindre un état d'équilibre final.

La relation entre les concentrations des espèces chimiques dans l'état final dépend-elle de l'état initial ?



Synthèse des ions colorés thiocyanatofer(III)

La transformation chimique entre les ions fer(III) Fe^{3+} et les ions thiocyanate SCN^- est modélisée par une réaction chimique dont l'équation est :



2. Etude qualitative

Protocole ② : Étude qualitative de la transformation chimique

① Préparer dans un bécher un mélange de 30 mL de la solution S_{Fe} de sulfate de fer(III) et 30 mL d'une solution T_2 de thiocyanate de potassium de concentration $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

② Partager ce mélange en trois parts égales dans trois béchers :

- la première part servira de témoin ;
- ajouter dans la deuxième part 10 mL de la solution S_{Fe} contenant des ions fer(III) ;
- ajouter dans la dernière part 10 mL de solution T_2 contenant des ions thiocyanate ;
- noter les observations.



3. Etude quantitative

3.1. Détermination de la constante d'équilibre

4 Établir un tableau d'avancement associé à la réaction d'équation $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^{2+}(\text{aq})$. Et montrer que l'avancement final de chaque mélange du **protocole 3** est donné par la formule : $x_f = [\text{FeSCN}^{2+}]_f \times V$ avec V le volume total du mélange.

5 Écrire l'expression littérale du quotient de réaction $Q_{r,f}$ dans chaque état final du **protocole 3**, associé à la réaction étudiée en fonction de $n_{F,i}$, $n_{T,i}$, x_f et V .

3.2. Caractéristique du spectrophotomètre

FeSCN^{2+} est une espèce colorée, on peut déterminer sa concentration grâce à un spectrophotomètre. Il faut donc au préalable déterminer la constante k de la loi de Beer-Lambert : $A = k \times [\text{FeSCN}^{2+}]$.

Mesurer l'absorbance (à 580 nm) des 4 solutions étalons puis déterminer la valeur de k à l'aide de regressi.

Composition des solutions-étalons	ϵ_1	ϵ_2	ϵ_3	ϵ_4
	$[\text{FeSCN}^{2+}] = 0,50 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[\text{FeSCN}^{2+}] = 1,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[\text{FeSCN}^{2+}] = 1,5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$	$[\text{FeSCN}^{2+}] = 2,0 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

3.3. Réalisation des mélanges

Suivant les indications du professeur, réaliser un seul mélange ci-dessous :

Protocole 3 : Étude quantitative de la transformation chimique

- 1 Réaliser les mélanges ci-dessous en utilisant la solution T_2 de thiocyanate de potassium de concentration $2,0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et la solution S_{Fe} de sulfate de fer(III).
- 2 Mesurer l'absorbance de chaque mélange à la longueur d'onde de 580 nm et déterminer à l'aide de la courbe d'étalonnage obtenue avec le protocole 1, la concentration $[\text{FeSCN}^{2+}]_f$ des ions thiocyanatofer(III) dans l'état final de chaque mélange.
- 3 Compléter le tableau ci-dessous.

Mélange	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Volume V_F de solution S_{Fe} (mL)	10,0	10,0	10,0	10,0	20,0
Volume V_T de solution T_2 (mL)	10,0	15,0	20,0	25,0	25,0
Quantité de matière $n_{F,i}$ d'ions Fe^{3+} dans l'état initial (μmol)	250	250	250	250	500
Quantité de matière $n_{T,i}$ d'ions SCN^{-} dans l'état initial (μmol)	20	30	40	50	50
Absorbance A					

3.4. Résultats

6 À l'aide d'un tableur, créer et compléter le tableau du **protocole 3** faisant apparaître les quantités de matière initiales, A , $[\text{FeSCN}^{2+}]$, x_f et $Q_{r,f}$.

Conclure.