

TP 7**DÉTERMINATION D'UNE ENTHALPIE DE RÉACTION**

	 fiche(s) TP à maîtriser	 	 à préparer en amont
2 heures	<ul style="list-style-type: none">Fiche n° 1 : incertitudesFiche n° 5 : calorimétrie	Blouse tout le TP	Q1 à Q6 et Q8

PROGRAMME OFFICIEL :

Notions et contenus	Capacités exigibles
Mesures de : <ul style="list-style-type: none">Température	Mettre en œuvre des mesures calorimétriques à pression constante.

Le but de cette activité expérimentale est de déterminer l'enthalpie standard de dissolution d'un solide. Cela permet d'investir des notions de thermodynamique chimique.

**Matériel à disposition :**

- un calorimètre
- un bécher de 100 mL
- une éprouvette graduée de 100 mL
- une balance
- un bécher de 250 mL
- un thermomètre

**Produits à disposition :**

- chlorure d'ammonium $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$.
- Solution de sulfate de cuivre ($\text{Cu}_{(aq)}^{2+}$; $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$) à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

OBJECTIF(S) DU TP :

- Déterminer l'enthalpie de réaction d'une dissolution.
- Déterminer l'enthalpie de réaction d'une réaction rédox.

I. Étude préliminaire (à préparer avant le jour du TP)

Question 1 - Écrire la réaction de **dissolution** du chlorure d'ammonium $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$ dans l'eau.

Question 2 - Écrire la réaction qui modélise l'**oxydation** du zinc solide par les ions cuivre (II).
Calculer sa constante thermodynamique d'équilibre à 25°C.

Question 3 - Rappeler ce qu'est un calorimètre. Réaliser un schéma.

Question 4 - Exprimer le premier principe de la thermodynamique dans le cas général. Que devient cette expression dans le cas d'une transformation monobare? Que devient cette expression dans le cas d'une transformation réalisée au sein d'un calorimètre idéal et pourquoi?

Question 5 - Rappeler la définition de l'enthalpie de réaction $\Delta_r H$ et de l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$. Rappeler le lien entre le signe de $\Delta_r H^\circ$ et l'aspect thermique de la réaction.

II. Protocole

Le calorimètre utilisé au cours de cette activité expérimentale est supposé parfaitement calorifugé. Sa capacité thermique n'étant pas nulle, elle contribue de façon non négligeable aux variations de température : il est donc nécessaire de la déterminer avant toute mesure.

II.1 Détermination de la valeur en eau du calorimètre

La capacité thermique C_{cal} relative aux parois internes du calorimètre ainsi qu'à celle de ces accessoires n'est pas négligeable lors des expériences de calorimétrie.

Définition : valeur en eau d'un calorimètre

La **valeur en eau** (ou **masse équivalente en eau**) μ d'un calorimètre représente la masse d'eau ayant la même capacité thermique à pression constante que le calorimètre vide et ses accessoires.

$$\mu = \frac{C_{\text{cal}}}{c_{p,\text{eau}}}$$

Unité : kg.

Protocole à suivre

- ☞ **Introduire** dans le calorimètre une masse d'eau m_1 voisine de 150 g **pesée précisément**.
- ☞ **Relever** la température T_1 une fois l'équilibre thermique établi.
- ☞ **Faire chauffer** une masse d'eau m_2 voisine de 150 g **pesée précisément**. **Noter** sa température T_2 une fois chauffée.
- ☞ **Introduire** la masse m_2 d'eau dans le calorimètre.
- ☞ **Attendre** que l'équilibre thermique s'établisse et **relever** la température T_3 .

Question 6 - *En supposant que ce mélange se déroule de façon adiabatique et monobare, exprimer la capacité thermique du calorimètre C_{cal} en fonction de $c_{p,\text{eau}}$, m_1 , m_2 et des températures T_1 , T_2 et T_3 . La déterminer.*

Question 7 - *Calculer la valeur en eau du calorimètre, notée μ (en kg). Il s'agit de la masse d'eau présentant la même capacité thermique que le calorimètre.*

II.2 Détermination de l'enthalpie de dissolution du chlorure d'ammonium

Protocole à suivre

- À l'aide d'une éprouvette graduée, **introduire** un volume $V_0 = 100$ mL d'eau dans le calorimètre. Il en résulte une masse d'eau d'environ 100 g. **Relever** la **valeur précise** de cette masse notée m_{eau} .
- **Attendre** quelques instants que la température de l'eau dans le calorimètre se stabilise. **Relever** alors la température T_{ini} .
- **Peser** une masse d'environ 10 g de chlorure d'ammonium $\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$. **Relever** la **valeur précise** de cette masse notée $m_{\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}}$.
- L'**introduire** dans le calorimètre tout en agitant continuellement pour le dissoudre. Noter la température finale obtenue T_{f} .
- Vider, laver et sécher le calorimètre.

Question 8 - En exposant clairement les hypothèses et la démarche, monter que :

$$0 = C_{p,\text{eau}}(m_{\text{eau}} + \mu)(T_{\text{f}} - T_{\text{i}}) + \frac{m_{\text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}}}{M_{\text{NH}_4\text{Cl}}} \Delta_{\text{diss}} H_{\text{NH}_4\text{Cl}}^{\circ}$$

Question 9 - Calculer $\Delta_{\text{diss}} H_{\text{NH}_4\text{Cl(s)}}^\circ$.

Question 10 - Calculer l'incertitude-type associée à cette valeur.

II.3 Détermination de l'enthalpie standard d'une réaction rédox

Le but de cette dernière partie est d'étudier la réaction entre les ions cuivre (II) et le zinc métallique et de déterminer son enthalpie standard de réaction

Question 11 - À l'aide d'une masse d'environ 1 g de zinc solide et une masse d'environ 50 g de solution aqueuse de sulfate de cuivre à $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, proposer un protocole pour mesurer l'enthalpie standard de réaction pour cette oxydation.

Appeler le professeur (appel 1)

Protocole à suivre

- ☞ Mettre en œuvre le protocole après validation.

Question 12 - *En détaillant la méthode et les hypothèses réalisées, déterminer la valeur de l'enthalpie standard de la réaction.*

Données

capacité calorifique **massique** de l'eau $C_{p,\text{eau}} = 4,18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

$$E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^{\circ} = 0,34 \text{ V} \quad E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^{\circ} = -0,76 \text{ V}$$

VAISSELLE ET ÉLIMINATION DES DÉCHETS :

- Toutes les solutions contenant du zinc et cuivre : bidon « métaux ».
- Le reste à l'évier.

Compétences évaluées

À la fin du TP, je dois savoir...

- ☞ Mesurer la masse en eau d'un calorimètre par la méthode des mélanges.
- ☞ Déterminer une enthalpie de réaction par calorimétrie.

compétence	capacité	évaluation		
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APP S'approprier	Rechercher, extraire et organiser l'information en lien avec une situation expérimentale.			
ANA Analyser	Justifier un protocole.			
REA Réaliser	Exploiter des observations, des mesures en estimant les incertitudes.			
VAL Valider	Analyser les résultats de manière critique. Confronter les résultats d'un modèle à des résultats expérimentaux.			
COM Communiquer	Rédiger un compte-rendu de TP. Utiliser un vocabulaire scientifique adapté			

Sécurité

produit	pictogrammes de sécurité	phrases de risque H
<p>chlorure d'ammonium NH₄Cl</p> <p>$M = 53,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $\text{p}K_a = 9,2$ solubilité dans l'eau : 297 g/L</p>		<p>H302 - Nocif en cas d'ingestion. H319 - Provoque une sévère irritation des yeux.</p>
<p>zinc solide Zn</p> <p>$M = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$</p>		<p>H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme</p>
<p>solution de sulfate de cuivre CuSO₄ · 5H₂O_(aq)</p> <p>solubilité dans l'eau : 317 g/L</p>		<p>H302 - Nocif en cas d'ingestion. H318 - Provoque de graves lésions des yeux. H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme.</p>