

TP5 : Aspects thermodynamiques de la dissolution de composés ioniques

Poche de froid instantané	Bouillote chimique	Les poches de froid ou les bouillotes chimiques utilisent les effets thermiques de la dissolution de sels* . Ce TP a pour but d'analyser et d'interpréter ces effets thermiques .
		

* On rappelle qu'un sel est un composé ionique solide soluble en toutes proportions dans l'eau et totalement dissocié en ses ions constitutifs .

Première partie : Dissolution de sels dans l'eau

Expérience 1 :

Pour les différents solides ioniques disponibles , procéder à l'expérience suivante :

Dans un erlenmeyer introduire un volume $V = 20,0$ ml d'eau distillée et relever la température . Introduire rapidement une masse m du solide ionique , agiter manuellement ou à l'aide d'une tige en verre pour assurer une dissolution totale . Relever la température finale de la solution ainsi obtenue.

Composé ionique	NaCl	NH ₄ NO ₃	NH ₄ NO ₃	NaOH	CH ₃ COONa
m(g)	5,0 g	5,0 g	10,0 g	5,0	5,0 g
t _{initiale}					
t _{finale}					

Interprétation , exploitation et application

Q1. En se basant uniquement sur les valeurs des températures relevées dans le tableau ci-dessus , préciser dans chaque cas si la dissolution est exothermique ou endothermique .

Q2. Proposez une expression pour la différence de température $\Delta t = t_{\text{finale}} - t_{\text{initiale}}$ moyennant des hypothèses à préciser. On introduira l'enthalpie de dissolution $\Delta_{\text{diss}}H$, enthalpie de la réaction modélisant la dissolution du sel dans l'eau .

Dans le cas du nitrate d'ammonium , la différence de température est-elle proportionnelle à la quantité de matière du solide ?

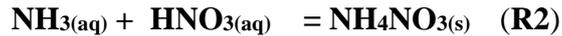
Q3. L'acétate de sodium est le sel contenu dans les bouillotes chimiques , le nitrate de sodium celui dans les poches de froid . Commentez.

Q4. Sur l'exemple du nitrate d'ammonium , proposer une description des phénomènes se produisant vraisemblablement à l'échelle microscopique lors de la dissolution dans l'eau . Préciser les propriétés physico-chimiques de l'eau qui interviennent.

Q5. Pour la poche de froid instantané fournie , commenter le mode d'utilisation et vérifier l'exactitude des températures atteintes indiqués dans l'annexe 1 .

Deuxième partie : Détermination de l'enthalpie standard de formation du sel NH_4NO_3

On se propose, dans le cadre du TP, d'utiliser pour cela l'enthalpie standard $\Delta_r H_2^\circ$ de la réaction



Cette enthalpie standard de réaction $\Delta_r H_2^\circ$ sera elle-même déterminée à partir des valeurs expérimentales des enthalpies standard de réactions des deux réactions suivantes



Dans la littérature, on trouve les protocoles expérimentaux suivant

Détermination de $\Delta_r H^\circ_3$	Détermination de $\Delta_r H^\circ_4$
<ul style="list-style-type: none">▪ Peser avec précision une masse de $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ de l'ordre de 10g .▪ Peser avec précision une masse d'eau de l'ordre de 100 g dans une éprouvette graduée de 250 mL (ou 200 mL)▪ Verser l'eau dans le calorimètre et relever la température T_3 une fois celle-ci stabilisée .▪ Verser le sel d'ammonium dans l'eau . Agiter et attendre que la température se stabilise à T_4 .	<ul style="list-style-type: none">▪ Prélever $v= 100$ mL de la solution d'ammoniac ($C= 1,0$ molL⁻¹) à l'aide d'une fiole jaugée .▪ Les verser dans le calorimètre et relever la température T_5 une fois celle-ci stabilisée .▪ Rincer la fiole jaugée.▪ Prélever $v= 100$ mL de la solution d'acide nitrique ($C= 1,0$ molL⁻¹) à l'aide d'une fiole jaugée .▪ Mesurer la température T_6 de cette solution directement dans la fiole jaugée .▪ Agiter et attendre que la température se stabilise à T_7 .

Q6. Analyser et commenter ces protocoles, les optimiser avant de les mettre en oeuvre. On se reportera à l'annexe 1 et vérifier l'exactitude des données relatives à la capacité thermique du calorimètre .

Q7. A partir des mesures expérimentales, déterminer $\Delta_r H^\circ_3$ et $\Delta_r H^\circ_4$ et en déduire la valeur de $\Delta_r H^\circ_2$, enthalpie standard de la réaction (R2) .

Q8. Déterminer enfin l'enthalpie standard de formation du nitrate d'ammonium .

Annexe 1 :

SAC DE FROID INSTANTANE - Usage unique - Différentes tailles



Caractéristiques :

- Poche de froid de **8 x 13 cm** ou de **14 x 17 cm**
- **Sac de froid à action réfrigérante instantanée**
- Les produits de **cryothérapie** utilisent le froid comme moyen d'action entraînant principalement une vasoconstriction, c'est-à-dire une diminution du diamètre des vaisseaux sanguins et donc la diminution du débit sanguin.
- Les buts recherchés sont l'**atténuation de la douleur**, la **résorption** d'une inflammation ou d'un œdème, la **destruction** de lésions cutanées, le **soulagement des douleurs** dues à des entorses, des déchirures musculaires, entre autres.
- Une **housses de protection** est livrée avec le produit afin d'éviter tout contact direct avec la peau.

Utilisation :

Après pression et agitation de la pochette, celle-ci descend à -10°C avant de remonter progressivement vers la température de 0°C qu'elle atteint en 30 minutes.
Les matériaux employés garantissent une absence de condensation sur la pochette.

Annexe 2 : notice technique du calorimètre du fournisseur Jeulin

●Description

Le calorimètre est constitué d'un vase en verre double paroi brillantée *sous vide d'air*, recouvert d'une enveloppe extérieure en plastique, d'un vase de protection intérieure en plastique et d'un couvercle de fermeture.

Le couvercle du calorimètre est composé des éléments suivants :

- 1 agitateur en plastique guidé, à section rectangulaire, imperdable,
- 1 passage 11 mm pour un thermomètre ou une sonde,
- 1 guide 6 mm pour un thermomètre à dilatation ou une sonde thermique,
- 1 ouverture centrale circulaire obturable par un couvercle un couvercle isolant

Pour effectuer les mesures de température, le calorimètre peut s'utiliser avec un thermomètre à dilatation en verre assez long, une sonde de température de diamètre inférieur à 7 mm



●Les expériences calorimétriques ne durant que quelques minutes, on peut considérer que le calorimètre est parfaitement isolé thermiquement pour un écart de température de 5°C entre les températures ambiante et intérieure .

●Le calorimètre est caractérisé par sa capacité thermique que l'on peut déterminer par la méthode des mélanges décrite ci-dessous : Dans le calorimètre on met 250 mL d'eau (froide) à la température $\theta_f^{\circ}\text{C}$ On verse 250 mL d'eau chaude à une température $\theta_c^{\circ}\text{C}$ (voisine de 55°C) dans l'eau du calorimètre. On mesure la température finale stabilisée $\theta^{\circ}\text{C}$

Pour $\theta_f^{\circ}\text{C} = 20,7^{\circ}\text{C}$, $\theta_c^{\circ}\text{C} = 55,2$, on mesure $\theta^{\circ}\text{C} = 37,7^{\circ}\text{C}$ et on montre ainsi que la capacité thermique ,avec l'enveloppe protectrice en plastique, est de $32,05 \text{ J}^{\circ}\text{C}$.

Il est conseillé de déterminer cette capacité thermique avant toute manipulation .

Annexe 3 : Données

Enthalpies standard de formation à 298 K en kJmol^{-1}

	$\text{NH}_3(\text{aq})$	$\text{HCl}(\text{aq})$	$\text{HNO}_3(\text{aq})$
$\Delta_f H^{\circ} (\text{kJmol}^{-1})$	- 80 , 3	-167,2	- 207,4