

TP 7 : Transformations physico -chimiques et transferts thermiques

Première partie : Dissolution de sels dans l'eau

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

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_4NO_3	NH_4NO_3	NaOH
$m(\text{g})$	5,0 g	5,0 g	10,0 g	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. Le nitrate d'ammonium est utilisé dans les poches de froid , les caractéristiques d'une poche de froid commerciale sont indiquées dans l'annexe 1 . Vérifier que cette utilisation est bien compatible avec les résultats expérimentaux précédents . Commentez .

Q4. Sur l'exemple du nitrate d'ammonium , proposer une description les 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.

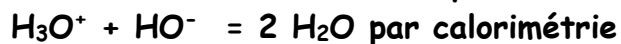
Annexe 1**SAC DE FROID INSTANTANÉ - Usage unique - Différentes tailles****Caractéristiques :**

- 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 en 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 **housse 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.

Deuxième partie : Détermination de l'enthalpie standard de la réaction



Cette détermination est basée sur la mesure de la température du système physico-chimique contenu dans un calorimètre (**annexe 2**) et obtenu en mélangeant des quantités connues d'une solution d'acide chlorhydrique et d'une solution de soude .

Les mesures de température seront réalisées selon le protocole décrit dans l'annexe 2 .

Données : Capacité calorifique massique de l'eau $C_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$, supposée indépendante de T

Hypothèses

H1.On opère sous pression atmosphérique constante .

H2.Pour toutes les solutions aqueuses rencontrées dans ce TP , on considère que leur masse volumique est sensiblement égale à celle de l'eau ,

H3.On considère qu'avant le mélange, la température des deux solutions (soude et acide chlorhydrique) est identique et égale à T_0 , température assimilée à la température ambiante .

H4. On considère que $\Delta_r H^\circ$ est indépendante de la température .

Questions préliminaires :

Q5. Préciser comment valider expérimentalement l'hypothèse H2 et le faire à l'aide des données expérimentales dont vous disposez en annexe .

Q6. Exprimer la variation d'enthalpie du système physico chimique considéré lors de la transformation suivante :

Etat 1 : juste après le mélange de $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ (V_b mL) et $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ (V_a mL)
 T_0 , P

Etat 2 : état en fin d'évolution après le mélange de $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ (V_b mL) et $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ (V_a mL)
 T_2 , P

En déduire ,dans le cadre du TP , l'expression de $\Delta_r H^\circ$ en fonction des paramètres caractéristiques du système . Conclure en précisant la démarche expérimentale globale à suivre pour déterminer la valeur de $\Delta_r H^\circ$ et la mettre en oeuvre .

Exploitation des résultats expérimentaux

Q7. Prévoir le signe de $\Delta_r H^\circ$ à partir des mesures expérimentales .

Q8. Commenter l'allure de la courbe $T_i (V_i)$; proposer une application analytique de cette courbe .

Q9. Proposer une première estimation de $\Delta_r H^\circ$ à partir d'un couple de valeurs (V_i , T_i) que l'on précisera .

Q10. Monter qu'une meilleure estimation de $\Delta_r H^\circ$ peut être obtenue à partir du tracé de des variations de

$$Y = \frac{1}{T_i - T_0} \text{ en fonction de } X = \frac{1}{V_i} \text{ et le faire !}$$

Q11. Evaluer $\Delta_r H^\circ$ à partir des données thermodynamiques fournies et comparer la valeur ainsi obtenue à la valeur expérimentale.

Données : enthalpies standard de formation à 25° (tables de chimie , DUNOD)

	$\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}$	$\text{HO}^-_{(\text{aq})}$	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$
$\Delta_f H^\circ \text{ kJmol}^{-1}$	-285,97	-230,09	-285,97

Annexe 2 : Réalisation pratique des mesures de température

♦ Dans le calorimètre initialement vide et dont on a évalué la masse (m_{cal}), on introduit un volume $V_0 = 100,0$ mL d'une solution molaire d'acide chlorhydrique.

Evaluer la masse de l'ensemble : m_2 et la température du contenu du calorimètre T_0 (attendre quelques instants - mais brefs !- que cette température se stabilise)

♦ Introduire **progressivement** à l'aide d'une pipette jaugée un volume total $V = 150$ mL d'une solution molaire de soude. Après chaque ajout, noter la température T_i du mélange.

On note V_i le volume total de solution de soude introduit associé à la température T_i

Tracer la courbe donnant les variations de la température T_i en fonction du volume V_i

♦ Vider le calorimètre, le rincer et bien sécher les parois internes

Lors d'expériences préliminaires, on a également évalué la masse de l'ensemble calorimètre + contenu lors des différentes étapes.

masse du calorimètre seul $m_{\text{cal}} = 886$ g

masse du calorimètre + solution acide ($V_0 = 100,0$ ml) = 986,0 g

Lors de l'ajout de la solution basique, les masses relevées en fonction du volume total V_i sont indiquées dans le tableau ci-dessous

V_i (mL)	20	40	60	80	90	100	110	120	140
m	1006 g	1027g	1048g	1069 g	1079 g	1088 g	1099g	1109g	1130g