

TP17 : Aspect thermique de la réaction entre un acide fort et une base forte**1. Situation déclenchante**

« Du café ou du chocolat prêt en 3 minutes. Il suffit d'appuyer sur la base, de secouer et c'est chaud. Le mécanisme qui fait que Caldo Caldo devient chaud, n'importe où et n'importe quand, est très simple : la tasse est une cavité qui contient des sels, et la base de l'eau. Après avoir poussé la base, l'eau entre en contact avec les sels. En agitant le verre, le contenu chauffe naturellement par réaction exothermique. Il est isolé par une double paroi, ainsi le contenu et le contenant ne peuvent se mélanger. »



De nombreuses réactions s'accompagnent d'effet thermique :

- *Qu'en est-il de la réaction entre un acide fort et une base forte ?*
- *Les quantités de matière mises en jeu ont-elles une influence ?*

2. Questions préalables

- Lors de la réaction évoquée dans le mécanisme Caldo Caldo, le système chimique {sels + eau} absorbe-t-il ou cède-t-il de l'énergie thermique ? Justifier.
- Rappeler la définition d'un acide fort et la définition d'une base forte.
- Quelles sont les consignes de sécurité à respecter pour manipuler des solutions concentrées d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium (ou soude) ?

Hydroxyde de sodium



R35 S26-37/39-45

Acide chlorhydrique

**3. Expériences**

- Dans un premier bêcher de 250 mL, verser 100 mL, mesurés à l'éprouvette graduée, d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration en soluté apporté $C_A = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$.
- Mesurer la température initiale θ_i de la solution.
- Avec précaution, verser 100 mL, mesurés à l'éprouvette graduée, d'une solution de soude de concentration en soluté apporté $C_B = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$ (les deux solutions sont à la même température).
- Mesurer la température finale θ_f du mélange réactionnel (température maximale observée).
- Recommencer l'expérience précédente avec des solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium de concentration $C'_B = C'_A = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

4. Exploitation des résultats**4.1 - La réaction :**

- Quelles sont les espèces chimiques présentes dans une solution d'acide chlorhydrique ? Même question pour une solution d'hydroxyde de sodium ?
- Écrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide chlorhydrique et la solution d'hydroxyde de sodium sachant que la réaction est totale. Quels sont les deux couples acide/base qui interviennent ?
- Généralisation : que peut-on dire de la réaction entre un acide fort et une base forte ?

4.2 - Aspect thermique :

- Comparer les températures finales atteintes aux températures initiales pour chaque mélange réactionnel.
- Lors de la réaction étudiée, le système chimique absorbe-t-il ou cède-t-il de l'énergie ?

En travaillant rapidement, les pertes d'énergie vers l'extérieur sont négligeables devant l'énergie thermique libérée E_{th} par la réaction chimique. On considère également que les solutions se comportent thermiquement comme de l'eau et que leurs masses volumiques restent proches de celle de l'eau.

- **On considère les mesures de la première expérience.** Calculer l'énergie thermique libérée par la réaction chimique sachant que son expression est $E_{th} = m.c.(\theta_f - \theta_i)$.
- Exprimer puis calculer les quantités introduites de réactifs.
- Déterminer l'avancement maximal noté x_{max} . On pourra s'aider d'un tableau d'avancement.
- Quelle serait la valeur de l'énergie thermique si l'avancement était égal à une mole ?
- Exprimer le résultat sous la forme $b = b_{moy} \pm \Delta b$ où b_{moy} est la valeur moyenne et Δb l'incertitude sur cette valeur moyenne (voir fiche complément : expression d'un résultat).
- La valeur de référence donnée dans les tables est $E_{th} = 57 \text{ kJ.mol}^{-1}$. Évaluer l'incertitude relative sur la valeur trouvée.

4.3 - Influence des quantités de matière

- Comparer l'élévation de température lors des deux expériences.
- Quelle est l'influence des quantités de matière mises en jeu sur l'élévation de température observée ?

Donnée:

$$c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J.g}^{-1} \cdot \text{}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

Fiche complément : Expression d'un résultat dans le cas d'une série de mesure indépendante

Le résultat final ne se limite pas à une simple valeur numérique. On définit un **intervalle de valeurs** dans lequel la valeur vraie a une bonne chance de se trouver. On introduit une **incertitude de mesure** qui vise à estimer la largeur de cet intervalle.

Expression du résultat

$$b = b_{moy} \pm \Delta b$$

où b_{moy} est la valeur moyenne
et Δb l'incertitude sur cette valeur moyenne

Δb sera arrondie à la valeur supérieure avec un chiffre significatif
 b_{moy} sera arrondie en conservant comme dernier chiffre significatif, celui de même position que celui de Δb .

Par exemple :

$v_{moy} = 238,53 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ et $\Delta v = 3,4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
on obtient $v = 239 \pm 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Avec le tableur OpenOffice

Calcul de la moyenne : =MOYENNE()
Calcul de l'écart type : =ECARTYPE()
Calcul d'une racine carrée : =RACINE()

Avec un calculatrice

Voir fiches d'aide pour utiliser les fonctions statistiques.

Remarque : sur une casio, l'écart type recherché est noté $x\sigma n-1$

L'incertitude de mesure sera définie par $\Delta b = 2 \times \frac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{n}}$

où σ_{n-1} est l'écart type sur la série de mesures
et n le nombre de mesure

Méthode

Dans le tableur, calculer b_{moy} , σ_{n-1} (écart type) puis Δb

Chiffres significatifs

Dans un nombre, tous les chiffres sont significatifs sauf les zéros placés en tête du nombre.

Exemples :

5,3	2 chiffres significatifs
5,30	3 chiffres significatifs
5300	4 chiffres significatifs
0,053	2 chiffres significatifs

Matériel :

par paillasse :

2 bêchers de 250 mL

2 éprouvettes graduées de 100 mL

1 solution d'acide chlorhydrique 1 mol/L

1 solution d'hydroxyde de sodium 1 mol/L

1 solution d'hydroxyde de sodium 0,1 mol/L

1 thermomètre

au fond :

verrerie pour dilution :

pipette de 10 mL

fiole de 100 mL

autres pour brouiller les pistes !