

# LC — Application du premier principe à la transformation chimique

Thibault Hiron-Bédiée

Élément imposé : Mettre en œuvre une démarche expérimentale mettant en jeu des effets thermiques d'une transformation chimique..

Niveau : CPGE deuxième année — MP

Prérequis : Programme de MPSI (réactions acido-basiques, thermodynamique physique).

## I. Enthalpie en chimie

1. Bref rappel de physique

2. État standard

3. Enthalpie standard

- Enthalpie standard de réaction
- Enthalpie standard de formation
- Enthalpie standard de changement d'état

## II. Effets thermiques pour une transformation chimique isobare

1. Réacteur monotherme monobare

2. Réacteur adiabatique monobare

## III. Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

1. Loi de Hess

2. Loi de Kirchhoff

3. Chaleur d'une réaction acido-basique

| Élément chimique | Espèce chimique | Formule chimique        |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| Hydrogène (H)    | Dihydrogène     | H <sub>2(g)</sub>       |
| Hélium (He)      | Hélium          | He <sub>(g)</sub>       |
| Carbone (C)      | Graphite        | C <sub>(graphite)</sub> |
| Azote (N)        | Diazote         | N <sub>2(g)</sub>       |
| Oxygène (O)      | Dioxygène       | O <sub>2(g)</sub>       |
| Fluor (F)        | Difluor         | F <sub>2(g)</sub>       |
| Phosphore (P)    | Phosphore blanc | P <sub>4(s)</sub>       |
| Fer (Fe)         | Ferrite α       | Fe(α) <sub>(s)</sub>    |
| Cuivre (Cu)      | Cuivre α        | Cu(α) <sub>(s)</sub>    |

| Espèce chimique     |                                 | $\Delta_f H^\circ$ |
|---------------------|---------------------------------|--------------------|
| Dioxyde de carbone  | CO <sub>2(g)</sub>              | -393,52            |
| Monoxyde de carbone | CO <sub>(g)</sub>               | -110,58            |
| Monoxyde d'azote    | NO <sub>(g)</sub>               | 90,32              |
| Ammoniac            | NH <sub>3(g)</sub>              | -45,91             |
| Méthane             | CH <sub>4(g)</sub>              | -74,90             |
| Dioxygène           | O <sub>2(g)</sub>               | 0,00               |
| Ozone               | O <sub>3(g)</sub>               | 142,12             |
| Eau liquide         | H <sub>2</sub> O <sub>(l)</sub> | -285,10            |
| Eau vapeur          | H <sub>2</sub> O <sub>(g)</sub> | -241,80            |

# Enthalpie standard de changement d'état ( $\text{J mol}^{-1}$ )

Premier  
principe de la  
thermodynamique

Thibault  
Hiron-Bédiée

## Enthalpie

Bref rappel de  
physique

État standard

Enthalpie standard

Enthalpie standard  
de réaction

Enthalpie standard  
de formation

Enthalpie standard  
de changement  
d'état

## Effets thermiques

Réacteur  
monotherme  
monobare

Réacteur adiabatique  
monobare

## Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

Loi de Hess

Loi de Kirchhoff

Expérience

| Espèce chimique    |                      | $\Delta_{\text{fus}} H^\circ$ | $T_{\text{fus}} (^\circ\text{C})$ | $\Delta_{\text{vap}} H^\circ$ | $T_{\text{vap}} (^\circ\text{C})$ |
|--------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Dioxyde de carbone | $\text{CO}_2$        | 4,18                          | -78,50                            | 13,04                         | -56,70                            |
| Ammoniac           | $\text{NH}_3$        | 19,50                         | -77,74                            | 80,38                         | -33,34                            |
| Dioxygène          | $\text{O}_2$         | 0,43                          | -219,00                           | 6,66                          | -183,00                           |
| Eau                | $\text{H}_2\text{O}$ | 18,54                         | 0,00                              | 125,71                        | 100,00                            |

## I. Enthalpie en chimie

1. Bref rappel de physique
2. État standard
3. Enthalpie standard
  - Enthalpie standard de réaction
  - Enthalpie standard de formation
  - Enthalpie standard de changement d'état

## II. Effets thermiques pour une transformation chimique isobare

1. Réacteur monotherme monobare
2. Réacteur adiabatique monobare

## III. Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

1. Loi de Hess
2. Loi de Kirchhoff
3. Chaleur d'une réaction acido-basique

## I. Enthalpie en chimie

1. Bref rappel de physique
2. État standard
3. Enthalpie standard
  - Enthalpie standard de réaction
  - Enthalpie standard de formation
  - Enthalpie standard de changement d'état

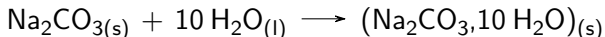
## II. Effets thermiques pour une transformation chimique isobare

1. Réacteur monotherme monobare
2. Réacteur adiabatique monobare

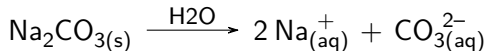
## III. Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

1. Loi de Hess
2. Loi de Kirchhoff
3. Chaleur d'une réaction acido-basique

Réaction d'hydratation du carbonate de sodium :



Réaction de dissolution du carbonate de sodium :



Lors d'une réaction de dissolution, le premier principe s'écrit :

$$m_s \cdot C_{p,m,s} \cdot \Delta T + (m_{\text{eau}} + M) \cdot C_{p,m,\text{eau}} \cdot \Delta T + m_s \cdot \Delta_{\text{diss}} H^o = 0$$

D'où l'expression de la température dans le réacteur en fonction de la masse de solide introduite :

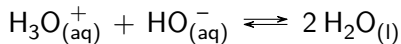
$$\Delta T = - \frac{m_s}{\sum_i m_i C_{p,m,i}} \cdot \Delta_{\text{diss}} H^o$$

On en déduit l'enthalpie standard d'hydratation :

$$\Delta_{\text{hydra}} H^o = \Delta_{\text{diss}} H_1^o - \Delta_{\text{diss}} H_1^o$$



Dosage de l'acide chlorhydrique par la soude :



Le premier principe de la thermodynamique s'écrit, de la même façon que dans l'expérience précédente :

$$[\rho_{\text{eau}} \cdot (V_a + V_b) + M] \cdot C_{p,m,\text{eau}} \cdot (T - T_i) + C_b \cdot V_b \cdot \Delta_r H^\circ = 0$$

On en déduit la valeur de  $\Delta_r H^\circ$  ainsi que le volume équivalent en traçant  $T = f(V_b)$ .