Hiron–Bédiée

Enthalpie

Bref rappel

État standard

Enthalpie stand

de réaction

Enthalpie star

Enthalpie standa

de changement d'état

Effets

tnermique

monotherme monobare Réacteur adiabatique

Calcul d'enthalp

standard de réaction

Loi de Hess

Loi de Kirchhoff

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, thermodyna-

mique physique).

Thibault Hiron–Bédiée

Enthalpie

physique État standard

Enthalpie stand

Enthalpie standa de réaction

de formation

Enthalpie standar

Effets

thermique Réacteur

monotherme monobare Réacteur adiabatique monobare

Caicui d'enthalpies standard de réaction

Loi de Hess Loi de Kirchhofl

Application du premier principe à la transformation chimique

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

État standard à 298 K

Premier principe de la thermodynamique

Hiron–Bédié

Enthalpie Bref rappel of physique

État standard

Enthalpie standard Enthalpie standard de réaction

de formation

Enthalpie standard

de changement

Effets

Réacteur monotherme monobare Réacteur adiabatique monobare

Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

Loi de Hess Loi de Kirchhoff

Élément chimique		Espèce chimique	Formule chimique
Hydrogène	(H)	Dihydrogène	$H_{2(g)}$
Hélium	(He)	Hélium	He _(g)
Carbone	(C)	Graphite	$C_{(graphite)}$
Azote	(N)	Diazote	$N_{2(g)}$
Oxygène	(O)	Dioxygène	$O_{2(g)}$
Fluor	(F)	Difluor	F _{2(g)}
Phosphore	(P)	Phosphore blanc	P _{4(s)}
Fer	(Fe)	Ferrite α	$Fe(\alpha)_{(s)}$
Cuivre	(Cu)	Cuivre α	$Cu(\alpha)_{(s)}$

Enthalpie standard de formation à 298 K (kJ mol⁻¹)

Premier principe de la thermodynamique

Enthalpie standard de formation

Espèce chimique	$\Delta_{ m f} H^o$	
Dioxyde de carbone	CO _{2(g)}	-393,52
Monoxyde de carbone	$CO_{(g)}$	-110,58
Monoxyde d'azote	$NO_{(g)}$	90,32
Ammoniac	$NH_{3(g)}$	-45,91
Méthane	$CH_{4(g)}$	-74,90
Dioxygène	$O_{2(g)}$	0,00
Ozone	$O_{3(g)}$	142,12
Eau liquide	$H_2O_{(I)}$	-285,10
Eau vapeur	$H_2O_{(g)}$	-241,80

Enthalpie standard de changement d'état (J mol⁻¹)

Premier principe de la thermodynamique

Enthalpie standard

de changement

Espèce chimique	$\Delta_{\mathrm{fus}} H^{o}$	T _{fus} (°C)	$\Delta_{\mathrm{vap}}H^{o}$	T _{vap} (°C)	
Dioxyde de carbone	CO ₂	4,18	-78,50	13,04	-56,70
Ammoniac	NH_3	19,50	-77,74	80,38	-33,34
Dioxygène	O_2	0,43	-219,00	6,66	-183,00
Eau	H_2^- O	18,54	0,00	125,71	100,00

Application du premier principe à la transformation chimique

Thibault Hiron–Bédié

Enthalpie

État standard

Enthalpie standar

Enthalpie standar de formation

Enthalpie standa de changement d'état

Effets thermiques

Réacteur monotherme monobare Réacteur adiabatiqu

d'enthalpies standard de réaction

Loi de Hess Loi de Kirchhoff

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

Thibault Hiron–Bédiée

Enthalpi

physique État standard

Enthalpie standa

Enthalpie standa de réaction

de formation Enthalpie standar

d'état

thermique

Réacteur monotherme monobare Réacteur adiabatique

Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

Loi de Hess Loi de Kirchhofl Expérience

Application du premier principe à la transformation chimique

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

Thibault Hiron–Bédié

Enthalpie

Bref rappel de physique État standard Enthalpie standard do réaction

Enthalpie standar de formation Enthalpie standar de changement

Effets thermique

Réacteur monotherme monobare Réacteur adiabatiqu monobare

Calcul d'enthalpies standard de réaction quelconques

Loi de Hess Loi de Kirchho

Loi de Hess : illustration expérimentale

Réaction d'hydratation du carbonate de sodium :

$$Na_2CO_{3(s)} + 10 H_2O_{(I)} \longrightarrow (Na_2CO_3, 10 H_2O)_{(s)}$$

Réaction de dissolution du carbonate de sodium :

$$Na_2CO_{3(s)} \xrightarrow{H2O} 2 Na_{(aq)}^+ + CO_{3(aq)}^{2-}$$

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

$$\textit{m}_s \cdot \textit{C}_{\textit{p},\textit{m},s} \cdot \Delta \textit{T} + \left(\textit{m}_{\text{eau}} + \textit{M}\right) \cdot \textit{C}_{\textit{p},\textit{m},\text{eau}} \cdot \Delta \textit{T} + \textit{m}_s \cdot \Delta_{\text{diss}} \textit{H}^o = 0$$

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

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

On en déduit l'enthalpie standard d'hydratation :

$$\Delta_{\text{hvdra}} H^{o} = \Delta_{\text{diss}} H_{1}^{o} - \Delta_{\text{diss}} H_{1}^{o}$$

Expérience

Dosage de l'acide chlorhydrique par la soude :

$$H_3O_{(aq)}^{\ +} + HO_{(aq)}^{\ -} \iff 2 H_2O_{(I)}$$

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

$$[\rho_{\mathrm{eau}} \cdot (V_a + V_b) + M] \cdot C_{p,m,\mathrm{eau}} \cdot (T - T_i) + C_b \cdot V_b \cdot \Delta_{\mathrm{r}} H^o = 0$$

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