



Partie 2. Application du 1^{er} principe à un système siège d'une réaction

2.2. Effet thermique en réacteur monobare

Problématiques

- Comment l'enthalpie standard de réaction $\Delta_r H^\circ$ est-elle reliée au transfert thermique ?
- Peut-on prévoir la température d'un système chimique à l'issue d'une évolution adiabatique isobare ?

Objectifs du chapitre

→ Notions à connaître :

- Transfert thermique Q engendré par une transformation chimique en réacteur isobare isotherme (connaître la relation : $\Delta H_{\text{réaction chimique } T,P} = Q = \xi \cdot \Delta_r H^\circ$ et ses conditions d'application) ;
- Variation de température en réacteur adiabatique monobare.

→ Capacités minimales :

- Prévoir le sens du transfert thermique entre un système en transformation chimique et le milieu extérieur à partir de données thermodynamiques.
- Évaluer la température atteinte par un système siège d'une transformation physico-chimique supposée isobare et réalisée dans un réacteur adiabatique.

1. Echanges thermiques lors d'une réaction chimique

1.1. Expression du transfert thermique à T et P constantes

- Rappeler l'expression du premier principe lors d'une transformation isobare, le système n'étant soumis qu'aux forces pressantes.
- Etablir l'expression du transfert thermique Q pour une évolution chimique isotherme et isobare, dans l'approximation des mélanges idéaux.

1.2. Interprétation de l'enthalpie standard de réaction

- Comment interpréter le signe de l'enthalpie standard de réaction associée à une équation de réaction ?

1.3. Sens direct et sens inverse

- Quel est le lien entre les effets thermiques des sens direct et inverse d'une équation de réaction ?
- Illustrer cela par un exemple concret.

2. Température finale d'un système en évolution isobare adiabatique

2.1. Principe général

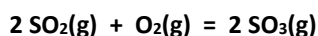
- Quelles variables de description sont modifiées lors d'une transformation chimique adiabatique isobare ?
- Quelles formules permettent de calculer une variation d'enthalpie lors :
 - D'une modification de composition à T et P constantes ?
 - D'une modification de température à composition et P constantes ?
- Comment modéliser la transformation réelle pour pouvoir calculer la température finale ?

2.2. Exemple 1 : Calcul d'une température de flamme sans chgt d'état

- Calculer la température de la flamme atteinte lors de la combustion du dioxyde de soufre lors de l'évolution suivante :

Enoncé :

La combustion du dioxyde de soufre peut être modélisée au moyen de l'équation de réaction :



La combustion de 10 mol de SO_2 dans 50 mol d'air (introduits à 700 K) fournit 9,0 mol de SO_3 .

Données :

Composition molaire de l'air : 80% de N_2 , 20 % de O_2

Enthalpie standard de réaction à 700 K associée à (1) : $\Delta_r H^\circ = -198 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$

Capacités thermiques molaires à pression constante :

	$\text{SO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{SO}_3(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$
$C_{p,m}^\circ (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$	39,9	29,4	50,7	29,1

2.3. Exemple 2 : Température de flamme avec changement d'état

- Calculer la température de la flamme atteinte lors de la combustion du méthane lors de l'évolution suivante :

Enoncé :

Calculer la température de la flamme produite lors de la combustion complète du gaz de ville (méthane) dans une gazinière. L'air et le méthane sont introduits à 298 K. L'évolution, supposée adiabatique et monobare, est considérée totale. Les réactifs dans le mélange initial sont supposés dans les proportions suivantes :

$$n(\text{CH}_4)_{\text{init}} = n_0 \text{ et } n(\text{O}_2)_{\text{init}} = 2 n_0.$$

Données :

Combustion de $\text{CH}_4(\text{g})$ à 298 K : $\Delta_r H^\circ(298 \text{ K}) = -890 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ associée à $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Vaporisation de l'eau à 373 K : $\Delta_{\text{vap}} H^\circ(373 \text{ K}) = 43,84 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ associée à $\text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{g})$

Capacités thermiques molaires à pression constante :

	$\text{CO}_2(\text{g})$	$\text{O}_2(\text{g})$	$\text{N}_2(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\text{g})$	$\text{H}_2\text{O}(\ell)$
$C_{p,m}^\circ (\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1})$	44	29	29	30	75

- Quelle critique faire au modèle proposé ?