

Termoquímica

Fábio Lima

Sumário

Termoquímica

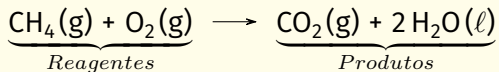
Termoquímica

Termoquímica: é a parte da Físico-Química voltada para o estudo dos processos que envolvem troca de energia (liberada ou absorvida), sob a forma de **calor**, à pressão constante

Calor: é energia térmica que passa de um corpo em maior temperatura para um corpo de menor temperatura!

Entalpia (H)

Entalpia (H) é, de forma simplificada, a quantidade total de energia que se encontra nas substâncias e que pode estar em trânsito, mediante transformações físicas ou químicas.



- A variação de entalpia é dada por:

$$\Delta H = H_{\text{final}} - H_{\text{inicial}}$$
$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

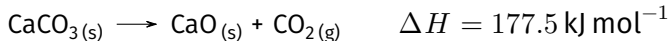
Transformações Químicas

Processos Endotérmicos

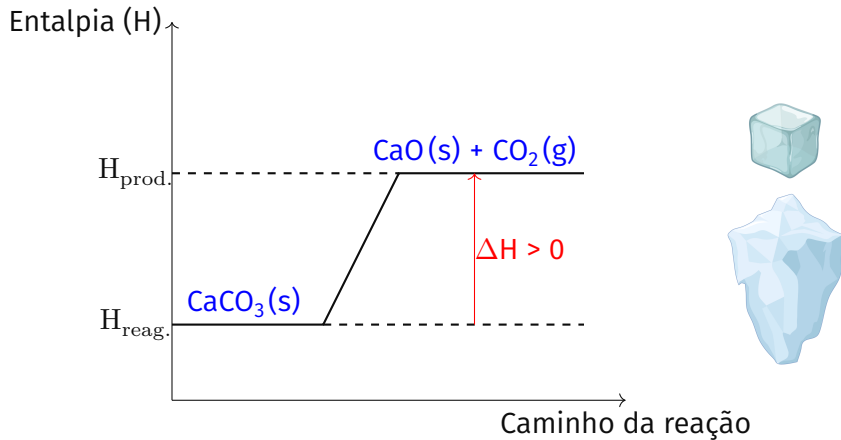
- Nas reações endotérmicas, ocorre **absorção** de calor (o sistema **esfria**), a entalpia dos produtos (H_p) é **maior** do que a entalpia dos reagentes (H_r) e o $\Delta H = (+)$.



Exemplo



Processos Endotérmicos

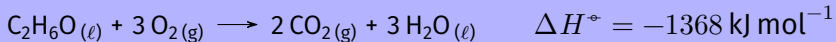


Processos Exotérmicos

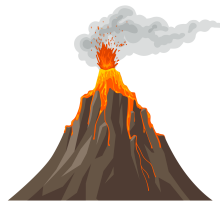
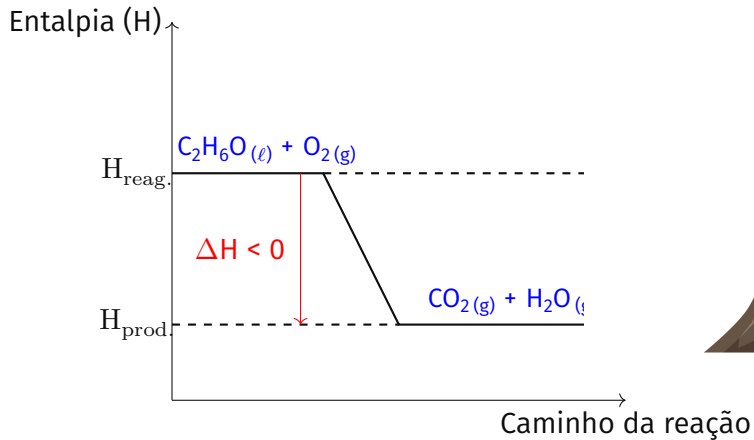
- Reações exotérmicas, ocorre liberação de calor (o sistema esquenta), a entalpia dos produtos (H_P) é menor do que a entalpia dos reagentes (H_R) e o $\Delta H = (-)$.



Exemplo



Processos Exotérmicos



Fatores que influenciam a entalpia

Fatores que influenciam a entalpia

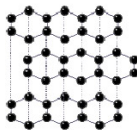
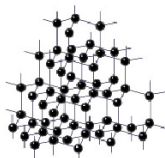
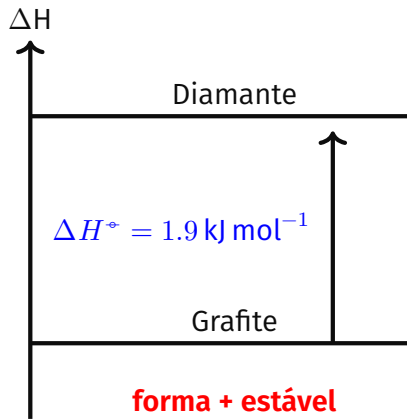


Principais Fatores

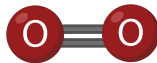
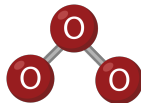
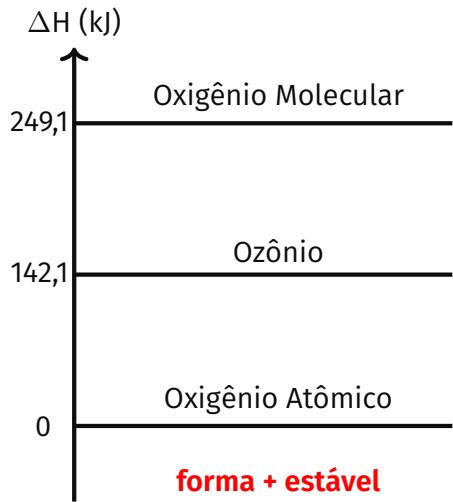
- Temperatura
- Pressão
- Estado físico
- Quantidade de matéria
- Estado alotrópico

Estado Alotrópico

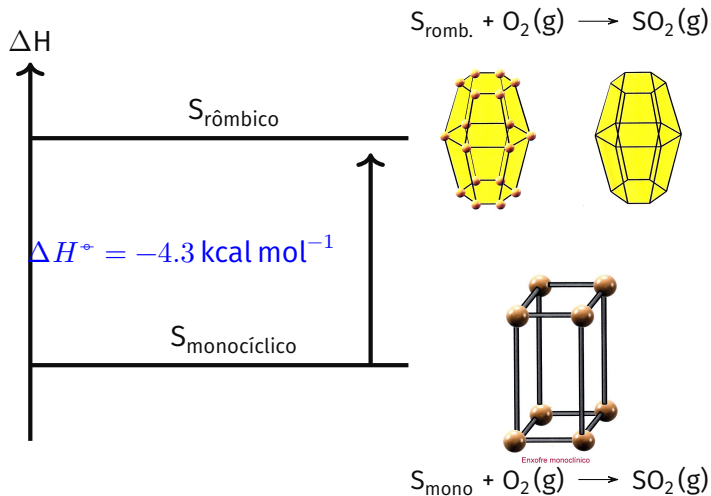
Carbono (C)



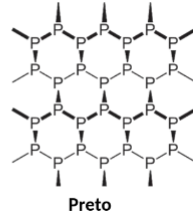
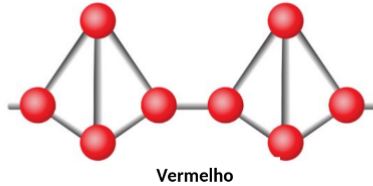
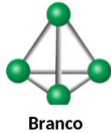
Oxigênio (O)



Enxofre (S)



Fósforo (P)



Ordem decrescente de estabilidade

Entalpia Padrão

Entalpia padrão (ΔH°)

- **Entalpia de padrão (ΔH°)** devido à impossibilidade de determinarmos diretamente a entalpia das substâncias, trabalhamos com a variação de entalpia (ΔH). Porém, a variação de entalpia de uma reação depende da temperatura, da pressão, do estado físico, do número de mols e da variedade alotrópica das substâncias envolvidas.
- O estado padrão de uma substância corresponde à sua forma mais estável, a 1 atm, a 25 °C. A entalpia padrão de uma substância é indicada por ΔH° .

Por convenção foi estabelecido que:



Definição

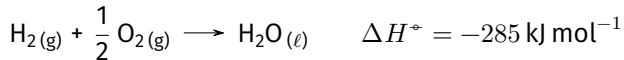
“Toda substância simples, no estado padrão e na sua forma alotrópica mais estável (mais comum), tem entalpia (H) igual a zero.”

Entalpia de padrão de formação

Entalpia Padrão de Formação

Entalpia Padrão de Formação: é a variação de entalpia que ocorre na formação de 1 mol de uma substância composta a partir de substâncias simples no estado padrão.

Exemplo H₂O (a 25 °C e 1 atm)



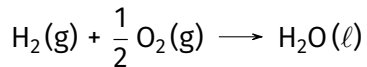
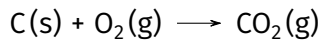
Observe que todos os reagentes são substâncias simples no estado padrão



Equação de Formação



Exemplo



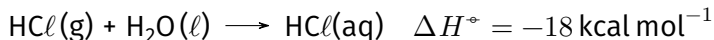
Tipos de Entalpia

Entalpia de dissolução ($\Delta H_{\text{dissol.}}$)

O calor de dissolução é a variação de entalpia associada à dissolução de um mol de uma substância num determinado solvente para preparar uma solução diluída ideal:



Exemplo (a 25 °C e 1 atm)

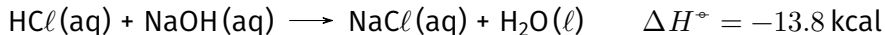


Entalpia de neutralização ($\Delta H_{\text{neutr.}}$)

- O calor de neutralização é a variação de entalpia associada à formação de 1 mol de $\text{H}_2\text{O}(\ell)$ a partir de 1 mol de $\text{H}^+_{(\text{aq})}$ e 1 mol de $\text{OH}^-_{(\text{aq})}$, no estado padrão, em reações de neutralização entre ácidos e bases.

A entalpia de neutralização é praticamente constante no caso de ácidos e bases fortes.

Exemplo



Isto ocorre porque a reação que realmente acontece é:



Cálculo de ΔH por entalpia de formação


 **Exemplo 1** (Fuvest) A seguir são fornecidos dados relativos ao etanol hidratado e à gasolina.

Tabela 1: Dados relativos ao etanol hidratado e à gasolina.

Combustível	Calor de Combustão (kcal/g)	Densidade (kg/L)	Preço por litro (U. M.) *
Etanol hidratado	6,0	0,80	65
Gasolina	11,5	0,70	100

* (U. M. = unidade monetária arbitrária.)

Calcule:

- (a) As energias liberadas na combustão de 1 L de cada combustível.
- (b) Os custos de 1 000 kcal (em U. M.) provenientes da queima do etanol e da gasolina.

Solução 1

Transforme as unidades equivalentes

a)

$$\text{Etanol} = 0,80 \text{ kg/L} = 800 \text{ g/L} \longrightarrow 6 \text{ kcal/g} \times 800 \text{ g/L} = 4800 \text{ kcal/L}$$

$$\text{Gasolina} = 0,70 \text{ kg/L} = 700 \text{ g/L} \longrightarrow 11,5 \text{ kcal/g} \times 700 \text{ g/L} = 8050 \text{ kcal/L}$$

b)

Etanol

$$65 \text{ U.M.} \text{ — } 4800 \text{ kcal}$$

$$x \text{ U.M.} \text{ — } 1000 \text{ kcal}$$

$$x = 13,54 \text{ U.M.}$$

Gasolina

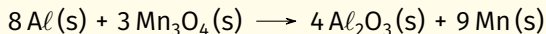
$$100 \text{ U.M.} \text{ — } 8050 \text{ kcal}$$

$$x \text{ U.M.} \text{ — } 1000 \text{ kcal}$$

$$x = 12,42 \text{ U.M.}$$

**Exemplo 2**

(UERJ) O alumínio é utilizado como redutor de óxidos, no processo denominado de aluminotermia, conforme mostra a equação química:



Observe a tabela:

Substância	Entalpia de Formação ΔH a 298 K
$\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$	- 1667,8
$\text{Mn}_3\text{O}_2(\text{s})$	- 1385,5

Segundo a equação acima, para a obtenção do $\text{Mn}(\text{s})$, a variação de entalpia, na temperatura de 298 K, em KJ, é de:

(a) -282,5

(b) -2515,3

(c) -3053,1

(d) -10827,1

Solução 2

Letra b). Veja o passo a passo para a determinação da variação de entalpia:

1º Passo: O cálculo da entalpia dos produtos (H_p) é feito pela multiplicação do coeficiente de cada participante pela sua entalpia e, depois, pela soma dos resultados.

2º Passo: O cálculo da entalpia dos reagentes (H_r) é feito pela multiplicação do coeficiente de cada participante pela sua entalpia e, depois, pela soma dos resultados.

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H = [(4 \cdot \Delta H_{\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})} + 9 \cdot \Delta H_{\text{Mn}(\text{s})})] - [8 \cdot \Delta H_{\text{Al}(\text{s})} + 3 \cdot \Delta H_{\text{Mn}_3\text{O}_4(\text{s})}]$$

$$\Delta H = [4 \cdot (-1667,8) + 9 \cdot (0)] - [8 \cdot (0) + 3 \cdot (-1385,3)]$$

$$\Delta H = [- 6671,2] - [- 4155,9]$$

$$\Delta H = -2515,3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

Fim da Aula



Bons Estudos !!!!

Download Aula



Lista de Exercícios



Temporary page!

\LaTeX was unable to guess the total number of pages correctly. As there was so much unprocessed data that should have been added to the final page this extra page has been added to receive it.

If you rerun the document (without altering it) this surplus page will go away because \LaTeX now knows how many pages to expect for this document.