

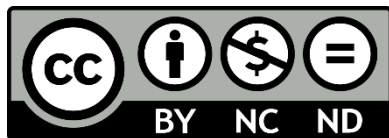


TRƯỜNG ĐẠI HỌC NGUYỄN TẤT THÀNH
KHOA RĂNG HÀM MẶT

HÓA HỌC Y HỌC

CHƯƠNG II: NHIỆT ĐỘNG HÓA HỌC TRONG Y HỌC

TS. Nguyễn Quốc Khương Anh



Nhiệt động hoá học trong Y học © 2026 bởi Nguyễn Quốc Khương Anh được
cấp phép theo CC BY-NC-ND 4.0.

MỤC TIÊU HỌC TẬP

- ❖ Trình bày được các khái niệm cơ bản của nhiệt động hóa học bao gồm nội năng, enthalpy, entropy, năng lượng tự do Gibbs, và ý nghĩa của các đại lượng ΔH , ΔS , ΔG .
- ❖ Tính được ΔH , ΔS , ΔG , và sử dụng giá trị ΔG để xác định khả năng tự diễn biến về mặt nhiệt động của phản ứng trong điều kiện xác định.
- ❖ Vận dụng được kiến thức về các nguyên lý nhiệt động hóa học để giải thích cơ chế hoạt động của một số vật liệu nha khoa.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đặng Văn Hoài. *Hóa học đại cương và hữu cơ (Giáo trình giảng dạy đại học)*. NXB Y học, TP. Hồ Chí Minh; 2022.
- [2] Phan An. *Hóa vô cơ và hữu cơ (Sách đào tạo bác sĩ đa khoa)*. NXB Giáo dục Việt Nam, 2020.
- [3] K.W. Whitten, R.E. Davis, M.L. Peck, G.G. Stanley. *Chemistry*. Cengage Learning, 2014.

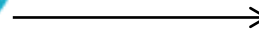
NGUYÊN LÝ 1 NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

- Năng lượng của vũ trụ là hằng số
- Năng lượng không thể tự sinh ra và mất đi, nó chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác.

Năng lượng = thế năng + động năng

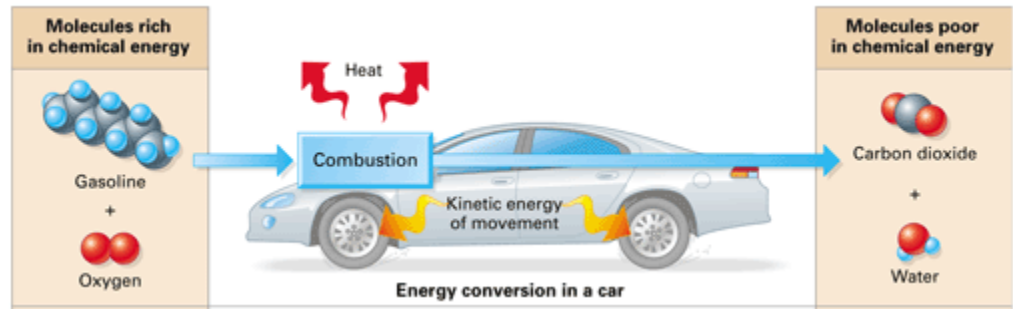


Thế năng
do vị trí



Động năng và
nhiệt sinh ra

Lực tĩnh điện giữa các electron và hạt nhân và giữa các electron với nhau tạo ra thế năng



HIỆU ỨNG NHIỆT VÀ BIẾN THIÊN ENTHALPY

- Enthalpy là phép đo tổng lượng nhiệt trong hệ thống nhiệt động lực học.
- Lượng nhiệt đi vào hoặc đi ra hệ thống trong quá trình biến đổi hóa học hay vật lý (hiệu ứng nhiệt) tại điều kiện đẳng áp được định nghĩa là biến thiên enthalpy của quá trình.



$$\Delta H = -81,5 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta H < 0$: Phản ứng tỏa nhiệt



$$\Delta H = +26 \text{ kJ/mol}$$

$\Delta H > 0$: Phản ứng thu nhiệt

NHIỆT SINH

Nhiệt sinh chuẩn hay nhiệt tạo thành chuẩn hay enthalpy sinh chuẩn của một hợp chất là hiệu ứng nhiệt của phản ứng tạo thành 1 mol chất đó, từ các đơn chất ứng với trạng thái tự do bền vững nhất ở điều kiện tiêu chuẩn 25°C, 1 atm.

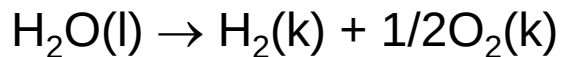


Substance	$\Delta H^\circ_{\text{f}}$ (kJ/mol)	Substance
Br ₂ (ℓ)	0	HgS(s) red
Br ₂ (g)	30.91	H ₂ (g)
C(diamond)	1.897	HBr(g)
C(graphite)	0	H ₂ O(ℓ)
CH ₄ (g)	-74.81	H ₂ O(g)
C ₂ H ₄ (g)	52.26	NO(g)
C ₆ H ₆ (ℓ)	49.03	Na(s)
C ₂ H ₅ OH(ℓ)	-277.7	NaCl(s)
CO(g)	-110.5	O ₂ (g)
CO ₂ (g)	-393.5	SO ₂ (g)

NHIỆT PHÂN HỦY

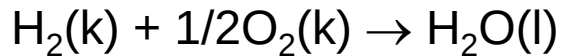
Nhiệt phân hủy của một hợp chất là hiệu ứng nhiệt của phản ứng phân hủy 1 mol chất đó thành các hợp chất bền.

Nhiệt phân hủy của nước



$$\Delta H^{\circ}_{\text{ph}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = +285,84 \text{ kJ/mol}$$

Nhiệt sinh của nước



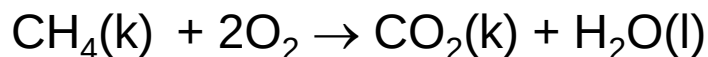
$$\Delta H^{\circ}_{\text{s}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,84 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{ph}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -\Delta H^{\circ}_{\text{s}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l})$$

NHIỆT ĐỐT CHÁY

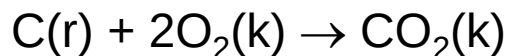
Nhiệt đốt cháy là hiệu ứng nhiệt của phản ứng đốt cháy 1 mol chất bằng oxy để tạo thành sản phẩm cháy bền ở áp suất không đổi

Nhiệt đốt cháy của methane:



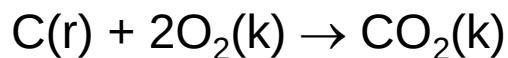
$$\Delta H^\circ_{\text{c}} (\text{CH}_4, \text{k}) = -890 \text{ kJ/mol}$$

Nhiệt đốt cháy của **carbon**:



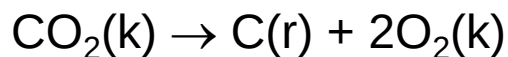
$$\Delta H^\circ_{\text{c}} (\text{C}, \text{r}) = -393,51 \text{ kJ/mol}$$

Nhiệt sinh của **CO₂**:



$$\Delta H^\circ_{\text{s}} (\text{CO}_2, \text{k}) = -393,51 \text{ kJ/mol}$$

Nhiệt phân hủy của **CO₂**



$$\Delta H^\circ_{\text{ph}} (\text{CO}_2, \text{k}) = +393,51 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{c}} (\text{C}, \text{r}) = \Delta H^\circ_{\text{s}} (\text{CO}_2, \text{k}) = - \Delta H^\circ_{\text{ph}} (\text{CO}_2, \text{k})$$

NHIỆT ĐỐT CHÁY

Nhiệt cháy tiêu chuẩn một số chất tại 298

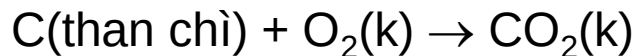
Chất	Công thức	ΔH°_c
Benzen	$C_6H_6(l)$	
Carbon	$C(r, \text{thạch})$	
Ethanol	$C_2H_5OH(l)$	
Ethyn (acetylen)	$C_2H_2(k)$	
Glucose	$C_6H_{12}O_6(r)$	
Hydrogen	$H_2(k)$	
Methan	$CH_4(k)$	
Octan	$C_8H_{18}(l)$	

ĐỊNH LUẬT HESS

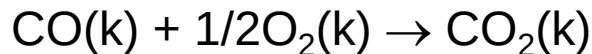
Hiệu ứng nhiệt của quá trình hóa học chỉ phụ thuộc vào bản chất và trạng thái của các chất đầu và sản phẩm cuối, chứ không phụ thuộc vào đường đi của quá trình.

Áp dụng định luật Hess để xác định nhiệt phản ứng:

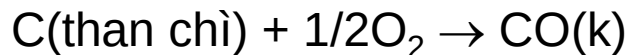
Ví dụ:



$$\Delta H = -393,5 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H_2 = -283,0 \text{ kJ/mol}$$

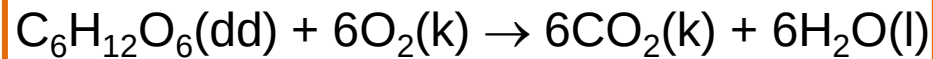


$$\Delta H_1 = ? \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ = \Delta H^\circ_1 + \Delta H^\circ_2 + \Delta H^\circ_3 + \dots$$

ĐỊNH LUẬT HESS

Nhiệt đốt cháy của glucose

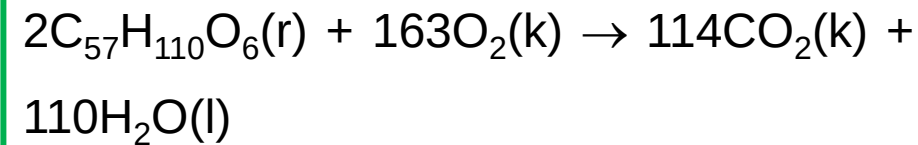


$$\Delta H = -2816 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ \text{c}(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6, \text{dd}) = ?$$

$$\text{Giá trị năng lượng (kJ/g)} = ?$$

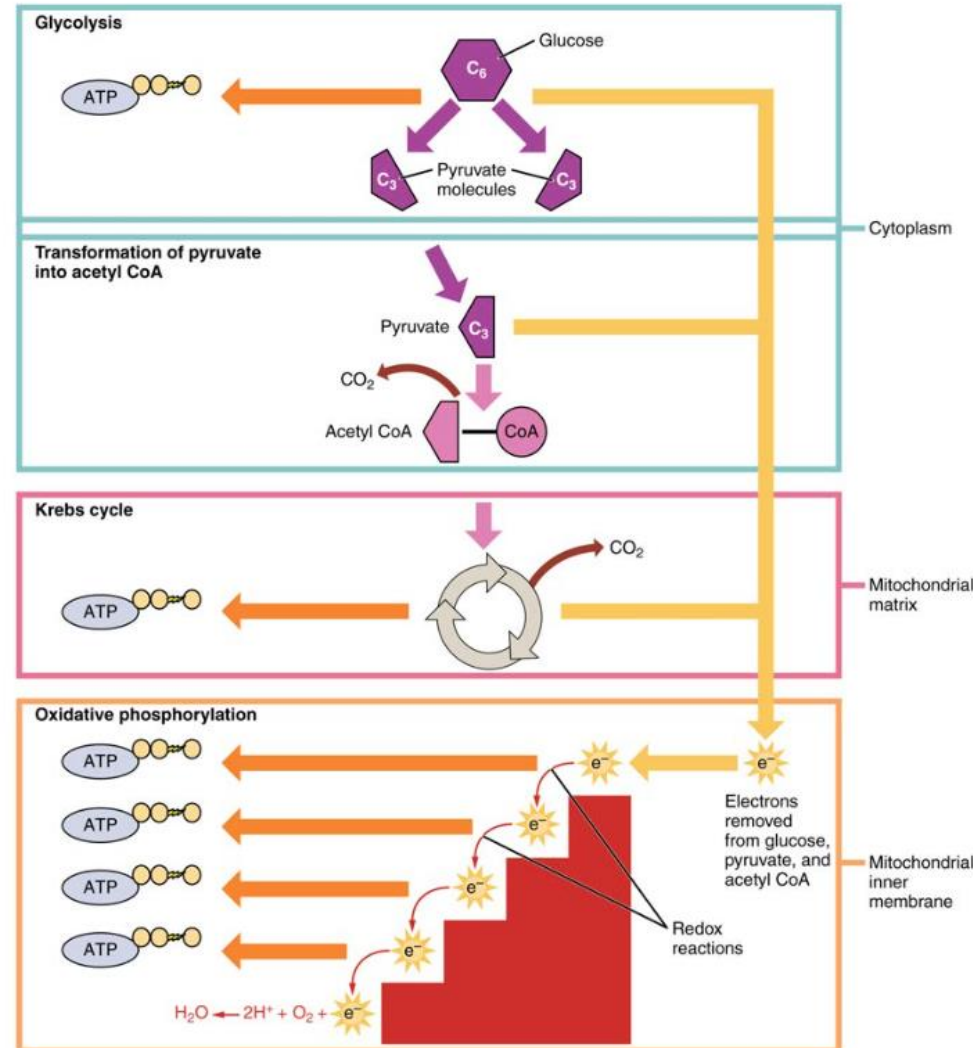
Nhiệt đốt cháy của tristearin



$$\Delta H = -75.520 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^\circ \text{c}(\text{C}_{57}\text{H}_{110}\text{O}_6, \text{r}) = ?$$

$$\text{Giá trị năng lượng (kJ/g)} = ?$$



ĐỊNH LUẬT HESS

Thành phần và giá trị năng lượng của một số thực phẩm

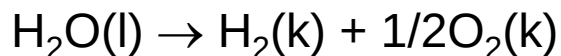
	Thành phần			Giá trị
	Carbohydrat	Chất béo	Protein	
Carbohydrat	100	–	–	
Chất béo	–	100	–	
Protein	–	–	100	
Táo	13	0,5	0,4	
Bia	1,2	–	0,3	
Bánh mì	52	3	9	
Phô mai	4	37	28	
Trứng	0,7	10	13	
Bánh kem bơ	81	11	2	
Đậu xanh	7,0	–	1,9	



HỆ QUẢ CỦA ĐỊNH LUẬT HESS

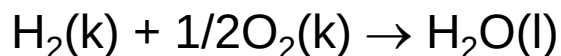
Hệ quả 1: Nhiệt phân hủy của một hợp chất có giá trị tuyệt đối đúng bằng nhiệt sinh của hợp chất đó nhưng ngược dấu

Nhiệt phân hủy của nước



$$\Delta H^{\circ}_{\text{ph}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = +285,84 \text{ kJ/mol}$$

Nhiệt sinh của nước



$$\Delta H^{\circ}_{\text{s}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -285,84 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H^{\circ}_{\text{ph}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = -\Delta H^{\circ}_{\text{s}} (\text{H}_2\text{O}, \text{l})$$

HỆ QUẢ CỦA ĐỊNH LUẬT HESS

Hệ quả 2: Hiệu ứng nhiệt của phản ứng hóa học bằng tổng nhiệt sinh của các sản phẩm trừ đi tổng nhiệt sinh của các tác chất.

$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n \Delta H^{\circ}_{\text{s sản phẩm}} - \sum m \Delta H^{\circ}_{\text{s tác chất}}$$

Ví dụ:



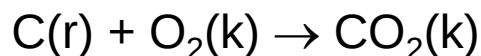
Tính nhiệt sinh mol tiêu chuẩn của $\text{PCl}_5(\text{r})$ biết nhiệt sinh mol tiêu chuẩn của $\text{PCl}_3(\text{r}) = -607,2 \text{ kJ/mol}$.

HỆ QUẢ CỦA ĐỊNH LUẬT HESS

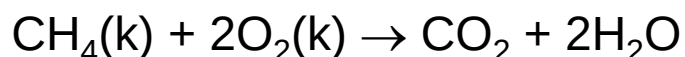
Hệ quả 3: Hiệu ứng nhiệt của một phản ứng bằng tổng nhiệt cháy của các tác chất trừ tổng nhiệt cháy của các sản phẩm

$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n \Delta H^{\circ}_{\text{c}} \text{ tác chất} - \sum m \Delta H^{\circ}_{\text{c}} \text{ sản phẩm}$$

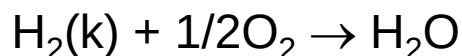
Ví dụ:



$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = -394 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = -890 \text{ kJ/mol}$$



$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = -286 \text{ kJ/mol}$$

Tính ΔH° của phản ứng sau: $\text{C} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4$

HỆ QUẢ CỦA ĐỊNH LUẬT HESS

Hệ quả 4: Hiệu ứng nhiệt của phản ứng bằng tổng năng lượng các liên kết bị đứt trừ tổng năng lượng liên kết được ráp

$$\Delta H^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n \Delta H (\text{đứt tác chất}) - \sum m \Delta H (\text{ráp sản phẩm})$$

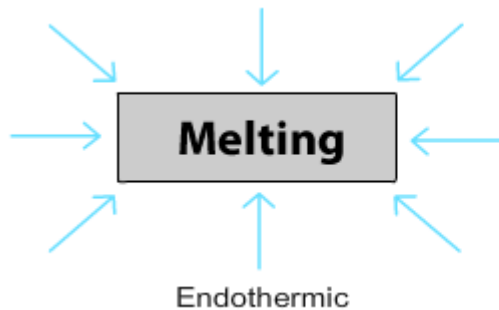
Ví dụ:

Tính $\Delta H^{\circ}_{\text{pư}}$ của phản ứng $\text{C}_2\text{H}_4(\text{k}) + \text{H}_2(\text{k}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_6(\text{k})$

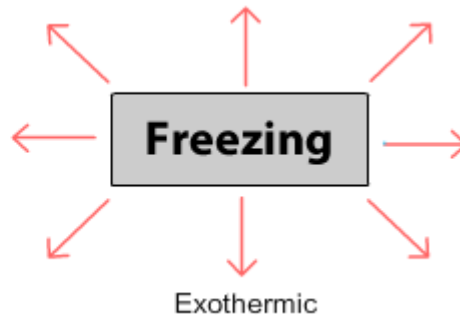
H-H	$\Delta H \text{ H-H} = 435 \text{ kJ/mol}$
C=C	$\Delta H \text{ C=C} = 598 \text{ kJ/mol}$
C-C	$\Delta H \text{ C-C} = 356 \text{ kJ/mol}$
C-H	$\Delta H \text{ C-H} = 416 \text{ kJ/mol}$

QUÁ TRÌNH TỰ DIỄN BIẾN

- ❖ Tại điều kiện xác định, quá trình tự diễn biến xảy ra khi sản phẩm bền hơn tác chất phản ứng về mặt nhiệt động học.
- ❖ Quá trình tự diễn biến ưu tiên xảy ra khi phản ứng tỏa nhiệt.
- ❖ Quá trình tự diễn biến ưu tiên xảy ra khi sự diễn biến làm tăng sự phân tán năng lượng và vật chất.
- ❖ Nhiệt động học giúp dự đoán quá trình tự diễn biến nhưng không biết quá trình xảy ra nhanh hay chậm.



Tự diễn biến
khi $t > 0^{\circ}\text{C}$



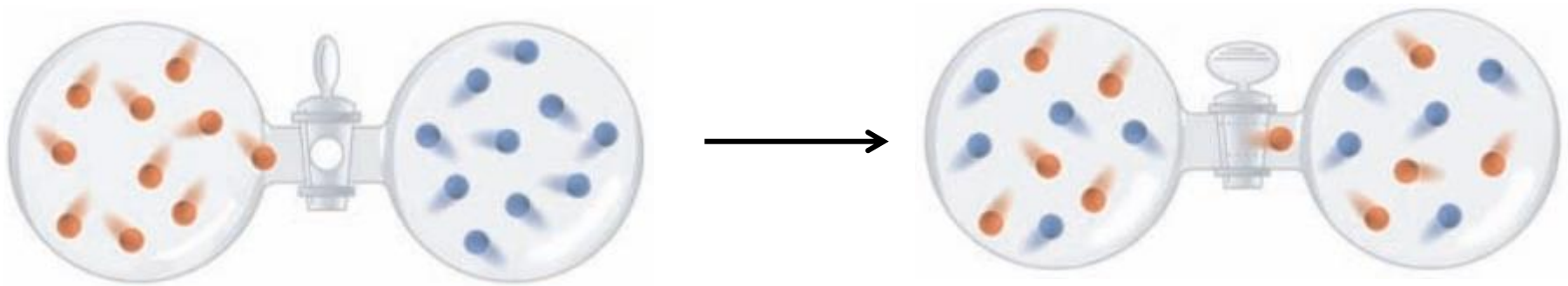
Tự diễn biến
khi $t < 0^{\circ}\text{C}$



QUÁ TRÌNH TỰ DIỄN BIẾN



Phân tán năng lượng



Phân tán vật chất

ENTROPY

- ❖ Entropy là hàm nhiệt động, đo lường mức độ phân tán của năng lượng và vật chất.
- ❖ Sự phân tán năng lượng càng lớn thì entropy càng lớn.
- ❖ Sự phân tán vật chất (mức độ hỗn độn, mất trật tự) càng lớn thì entropy càng lớn.
- ❖ Kí hiệu: S. Đơn vị: J/(mol.K)

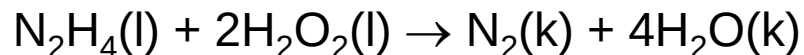
$$\Delta S^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n S^{\circ} \text{ sản phẩm} - \sum m S^{\circ} \text{ tác chất}$$

Entropy phân tử tiêu chuẩn của một số chất ở 298 K				
Chất khí	S° , J/mol.K	Chất lỏng	S° , J/mol.K	Chất rắn
H ₂ (k)	130,6	H ₂ O (l)	69,9	Li(r)
N ₂ (k)	191,5	CH ₃ OH(l)	126,8	Na(r)
O ₂ (k)	205,0	C ₆ H ₆ (l)	172,8	K(r)
H ₂ O(k)	188,8			Fe(r)
NH ₃ (k)	192,5			FeCl ₃ (r)
CH ₃ OH(k)	237,6			NaCl(r)

ENTROPY

$$\Delta S^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n \Delta S^{\circ} \text{ sản phẩm} - \sum m \Delta S^{\circ} \text{ tác chất}$$

Ví dụ:



Tính ΔS° của phản ứng.

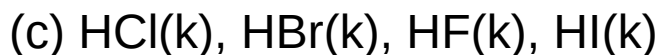
S° (J/mol·K) của $\text{N}_2\text{H}_4(\text{l}) = 121,2$; $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) = 109,6$; $\text{N}_2(\text{k}) = 191,5$; $\text{H}_2\text{O}(\text{k}) = 188,7$

DỰ ĐOÁN SỰ THAY ĐỔI ENTROPY CỦA HỆ

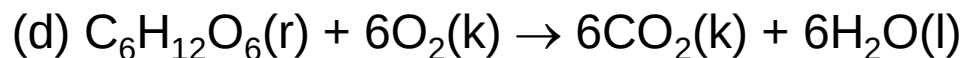
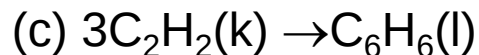
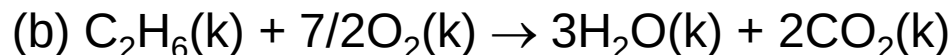
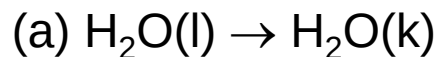
- ❖ Sự thay đổi pha
 - $S(r) < S(l) < S(k)$
 - Quá trình nóng chảy, bốc hơi, thăng hoa: $\Delta S(\text{hệ}) > 0$
 - Quá trình kết tinh, ngưng tụ, lắng đọng: $\Delta S(\text{hệ}) < 0$
- ❖ Entropy tăng khi nhiệt độ tăng
- ❖ Entropy của chất khí tăng khi thể tích tăng
- ❖ Trộn lẫn các chất khí hay hòa tan chất rắn trong dung môi làm tăng entropy.
- ❖ Số lượng phân tử tăng làm tăng entropy
- ❖ Tăng số lượng mol chất khí làm tăng entropy
- ❖ Hợp chất có khối lượng phân tử lớn và cấu trúc phức tạp hơn thì entropy lớn hơn.
- ❖ Hợp chất ion có lực hút giữa các ion lớn thì entropy nhỏ.

DỰ ĐOÁN SỰ THAY ĐỔI ENTROPY CỦA HỆ

Ví dụ: Sắp xếp theo thứ tự entropy tăng dần



Ví dụ: Xác định sự tăng giảm entropy của hệ



NGUYÊN LÝ 2 NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

- Entropy của vũ trụ tăng đối với quá trình tự diễn biến, $\Delta S_{vt} > 0$
- Entropy của vũ trụ không thay đổi đối với quá trình thuận nghịch, $\Delta S_{vt} = 0$

$$\Delta S_{vt} = \Delta S_{hệ} + \Delta S_{mt}$$

$$\Delta S_{mt} = \Delta H_{mt}/T = -\Delta H_{hệ}/T$$

$$\Delta S_{vt} = \Delta S_{hệ} - \Delta H_{hệ}/T$$

$$-T \Delta S_{vt} = \Delta H_{hệ} - T \Delta S_{hệ}$$

$$-T \Delta S_{vt} = \Delta G \text{ (năng lượng tự do Gibbs)}$$

Năng lượng tự do Gibbs (ΔG) là đại lượng nhiệt động được dùng để dự đoán quá trình hoặc phản ứng là tự diễn biến hay không

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$



Quá trình tự diễn biến khi $\Delta S_{vt} > 0$ hay $\Delta G < 0$

NGUYÊN LÝ 2 NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

ΔH	ΔS	T	ΔG	Kết quả	Ví dụ
-	+	Cao, thấp	-	Tự diễn biến, T	$2\text{H}_2\text{O}_2(\text{l}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{l})$
+	+	Cao	-	Tự diễn biến, T	$\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightarrow \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{g})$
-	-	Thấp	-	Tự diễn biến, T	$\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

Ví dụ: Phản ứng $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

ΔH°_f (kJ/mol) của $\text{NH}_3(\text{g}) = -46,1$ kJ/mol

S° (J/mol·K) của $\text{N}_2(\text{g}) = 191,5$; $\text{H}_2(\text{g}) = 130,6$; $\text{NH}_3(\text{g}) = 192,3$

- Tại 25°C , phản ứng tự diễn biến hay không?
- Tại 200°C , phản ứng tự diễn biến hay không?

NGUYÊN LÝ 2 NHIỆT ĐỘNG LỰC HỌC

$$\Delta G^{\circ}_{\text{pư}} = \sum n \Delta G^{\circ}_s \text{ sản phẩm} - \sum m \Delta G^{\circ}_s \text{ tác chất}$$

Ví dụ: Phản ứng $4\text{NH}_3(\text{k}) + 5\text{O}_2(\text{k}) \rightarrow 4\text{NO}(\text{k}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{k})$

Tính $\Delta G^{\circ}_{\text{pư}}$ ở 25°C .

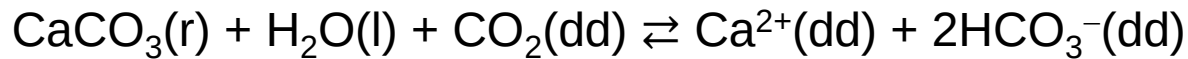
ΔG°_s (kJ/mol) của $\text{NH}_3(\text{k}) = -16,5$; $\text{O}_2(\text{k}) = 0$; $\text{NO}(\text{k}) = 86,6$; $\text{H}_2\text{O}(\text{k}) = -228,6$.

PHẢN ỨNG THUẬN NGHỊCH

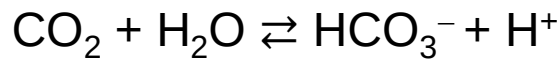
Phản ứng thuận nghịch là phản ứng hóa học có thể xảy ra theo cả hai chiều.

Các phản ứng thuận nghịch trong tự nhiên

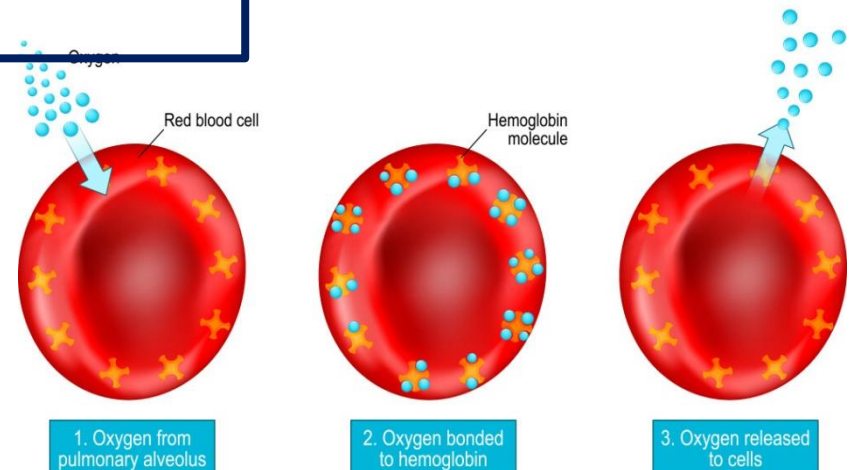
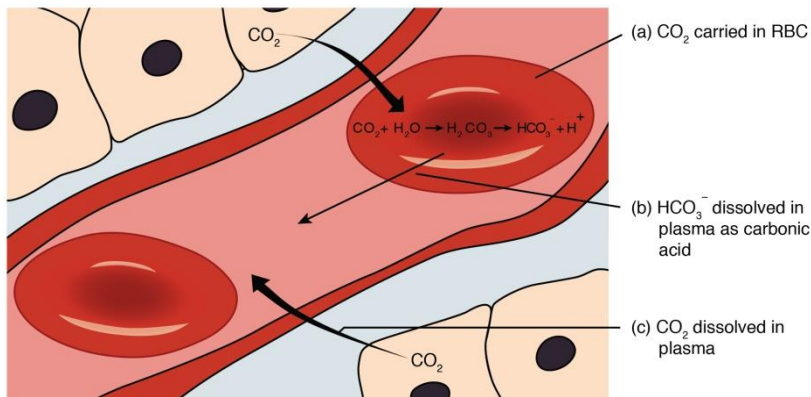
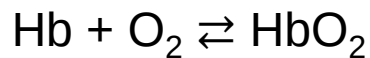
1) Phản ứng thuận nghịch tạo thạch nhũ



2) Phản ứng cân bằng tạo hệ đệm trong máu



3) Phản ứng thuận nghịch giữa hemoglobin(Hb) và oxygen trong máu



HÀNG SỐ CÂN BẰNG

Cân bằng hóa học xảy ra khi phản ứng thuận và phản ứng nghịch xảy ra với tốc độ bằng nhau.

❖ Hằng số cân bằng biểu diễn qua nồng độ (K_C)

Xét phản ứng: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

$$K_C = \frac{C^c D^d}{A^a B^b}$$

Ví dụ: $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$

Hằng số cân bằng K_C được biểu diễn như sau:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

HÀNG SỐ CÂN BẰNG

Cân bằng hóa học xảy ra khi phản ứng thuận và phản ứng nghịch xảy ra với tốc độ bằng nhau.

❖ Hằng số cân bằng biểu diễn qua nồng độ (K_C)

Xét phản ứng: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

$$K_C = \frac{C^c D^d}{A^a B^b}$$

Ví dụ: $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$

Hằng số cân bằng K_C được biểu diễn như sau:

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

HÀNG SỐ CÂN BẰNG

❖ Hằng số cân bằng biểu diễn qua áp suất

Xét phản ứng: $N_2(k) + 3H_2(k) \rightleftharpoons 2NH_3(k)$

$$K_P = \frac{[P_{NH_3}]^2}{[P_{N_2}] [P_{H_2}]^3}$$

Mối liên hệ giữa K_P và K_C :

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3}$$

Giả sử các khí là khí lý tưởng:

$$PV = nRT$$

$$P/(RT) = n/V = [C]$$

$$[NH_3] = P_{NH_3}/RT ; [N_2] = P_{N_2}/RT ; [H_2] = P_{H_2}/RT$$

$$K_C = \frac{[NH_3]^2}{[N_2][H_2]^3} = \frac{[P_{NH_3}/RT]^2}{[P_{N_2}/RT] [P_{H_2}/RT]^3} = \frac{[P_{NH_3}]^2}{[P_{N_2}] [P_{H_2}]^3} RT^2$$

Xét phản ứng: $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$

$$K_P = K_C (RT)^{\Delta n}$$

$$\Delta n = (c + d) - (a + b)$$

HÀNG SỐ CÂN BẰNG

❖ Cân bằng trong phản ứng dị thể

1. $\text{CaCO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{r}) + \text{CO}_2(\text{k})$
2. $\text{C}(\text{r}) + \text{H}_2\text{O}(\text{k}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{k}) + \text{H}_2(\text{k})$
3. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3(\text{r}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{k}) + \text{H}_2\text{O}(\text{k}) + \text{CO}_2(\text{k})$

❖ Cân bằng xảy ra trong dung dịch

1. $\text{HNO}_2(\text{dd}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+(\text{dd}) + \text{NO}_2^-(\text{dd})$
2. $\text{NH}_3(\text{dd}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{dd}) + \text{OH}^-(\text{dd})$
3. $\text{PbCl}_2(\text{r}) \rightleftharpoons \text{Pb}^{2+}(\text{dd}) + 2\text{Cl}^-(\text{dd})$

NGUYÊN LÝ LE CHATELIER

Khi thay đổi các yếu tố ảnh hưởng mà tại đó cân bằng đang được thiết lập, thì cân bằng sẽ dịch chuyển sang trạng thái cân bằng mới với xung hướng làm giảm các yếu tố thay đổi

- Tăng nồng độ của một chất, cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm nồng độ của chất đó
- Tăng áp suất của hệ thì cân bằng chuyển dịch theo chiều làm giảm áp suất của hệ
- Tăng nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều thu nhiệt
- Giảm nhiệt độ cân bằng chuyển dịch theo chiều tỏa nhiệt

Cho phản ứng $\text{N}_2(\text{k}) + 3\text{H}_2(\text{k}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{k}) \quad +92\text{kJ}$

Cân bằng chuyển dịch theo chiều thuận hay nghịch khi thay đổi các yếu tố sau:

- a) Tăng nồng độ N_2
- b) Tăng áp suất của hệ
- c) Tăng nhiệt độ phản ứng