

HÓA ĐẠI CƯƠNG – PHẦN CẤU TẠO

Chương 6 LIÊN KẾT ION TÍNH CHẤT CỦA HỢP CHẤT ION

Đại học Khoa Học Tự Nhiên tp HCM
2012

6.1. Đặc tính chung của hợp chất ion

Tính chất thường thấy ở các hợp chất ion:

- Là các chất rắn có nhiệt độ nóng chảy cao ($> 400^{\circ}\text{C}$)
- Dẫn điện ở trạng thái nóng chảy
- Thường dễ tan trong nước và dung môi phân cực
- Dung dịch nước của chúng dẫn điện



Some ionic compounds. Clockwise from front right: sodium chloride (NaCl , *white*); copper(II) sulfate pentahydrate ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, *blue*); nickel(II) chloride hexahydrate ($\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *green*); potassium dichromate ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, *orange*); and cobalt(II) chloride hexahydrate ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, *red*). One mole of each substance is shown.

Một số hợp chất ion đơn giản

TABLE 7-2 *Simple Binary Ionic Compounds*

Metal		Nonmetal		General Formula	Ions Present	Example	mp (°C)
IA*	+	VIIA	→	MX	(M ⁺ , X ⁻)	LiBr	547
IIA	+	VIIA	→	MX ₂	(M ²⁺ , 2X ⁻)	MgCl ₂	708
IIIA	+	VIIA	→	MX ₃	(M ³⁺ , 3X ⁻)	GaF ₃	800 (subl)
IA*†	+	VIA	→	M ₂ X	(2M ⁺ , X ²⁻)	Li ₂ O	>1700
IIA	+	VIA	→	MX	(M ²⁺ , X ²⁻)	CaO	2580
IIA	+	VIA	→	M ₂ X ₃	(2M ³⁺ , 3X ²⁻)	Al ₂ O ₃	2045
IA*	+	VA	→	M ₃ X	(3M ⁺ , X ³⁻)	Li ₃ N	840
IIA	+	VA	→	M ₃ X ₂	(3M ²⁺ , 2X ³⁻)	Ca ₃ P ₂	≈1600
IIIA	+	VA	→	MX	(M ³⁺ , X ³⁻)	AlP	

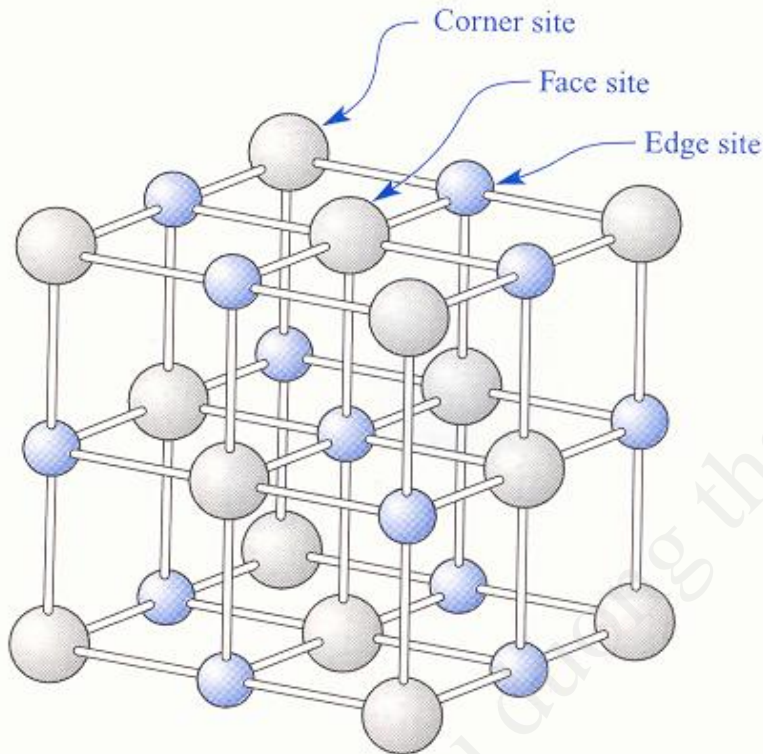
6.2. Thành phần của hợp chất ion

- Gồm ion dương – ion âm
- Ion dương:
Ion đơn giản: Na^+ , Ba^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} ...
Ion khác: NH_4^+ , TiO^{2+} , VO^+ ...
- Ion âm:
Ion đơn giản: Cl^- , O^{2-} , S^{2-} ...
Ion khác: CO_3^{2-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$...

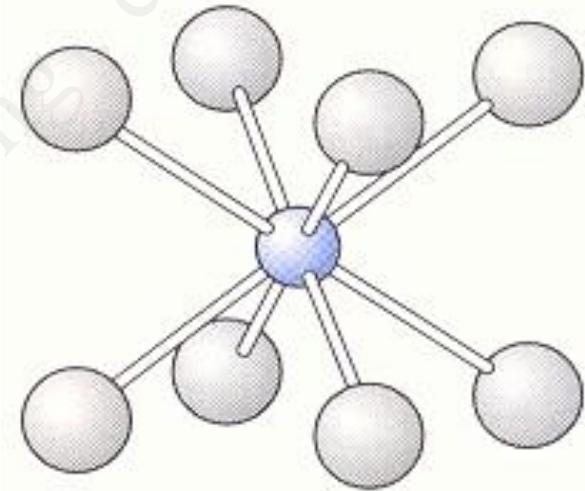
Hợp chất ion hay gặp: oxide, sulfua kim loại ở số oxy hóa thấp, các hydroxide base, các muối...

6.3. Mạng tinh thể ion

Điện hoá trị - số phối trí



Ô mạng cơ sở NaCl



Ô mạng cơ sở CsCl

Tính chất lực ion: không định hướng, không bão hòa → không có “phân tử” ion

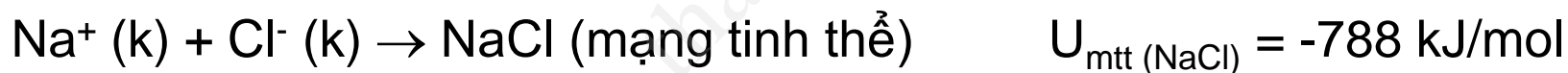
Điện hóa trị: điện tích ion

Số phối trí: số ion trái dấu bao quanh ở vị trí gần nhất

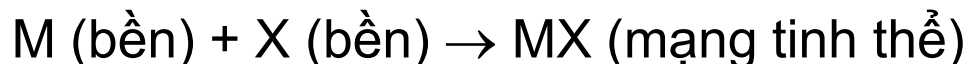
6.4. Năng lượng mạng tinh thể ion

Phân biệt:

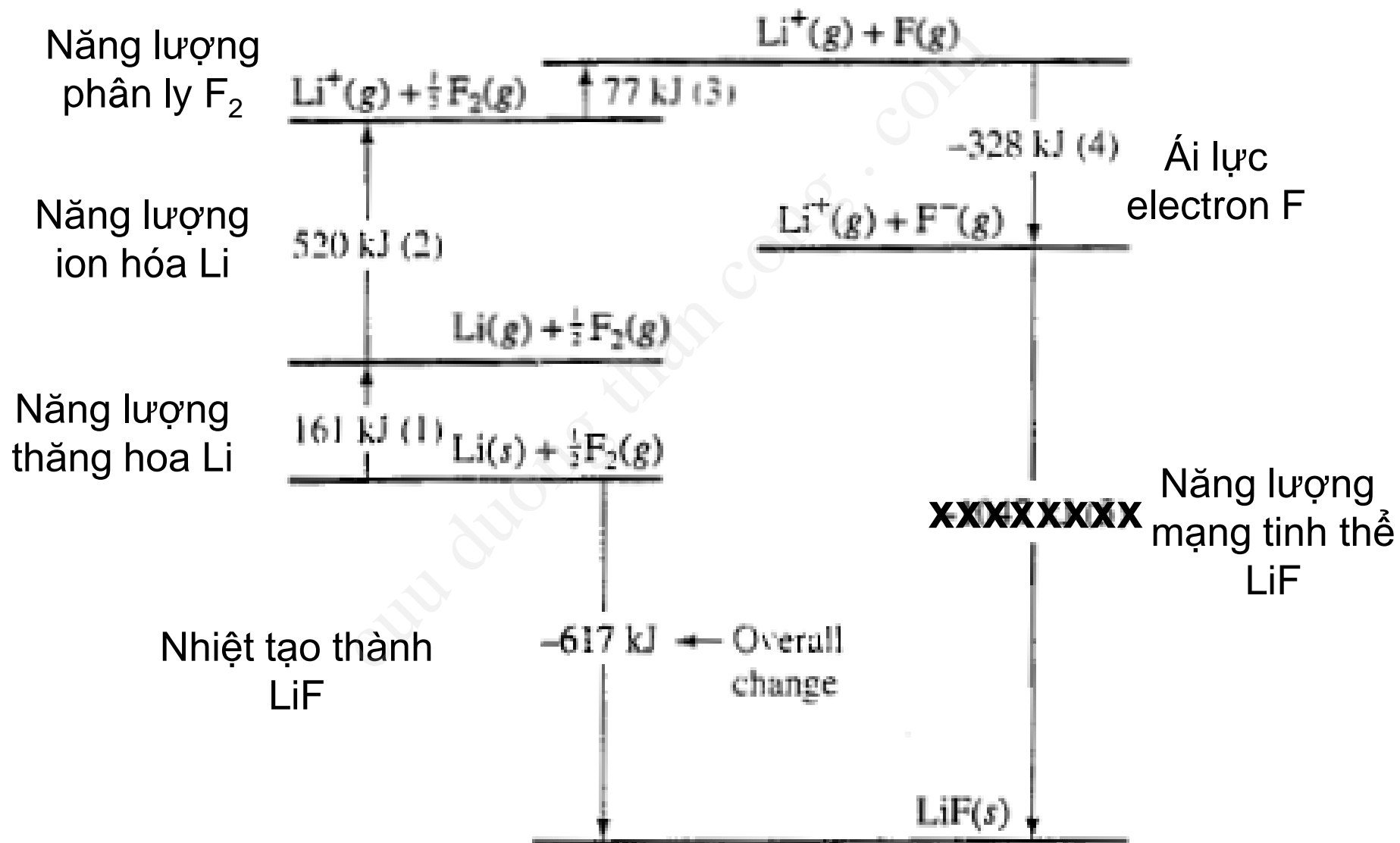
1. Năng lượng mạng tinh thể ion: năng lượng ứng với sự tạo hợp chất ion từ các ion đơn giản ở trạng thái khí; đặc trưng cho lực tương tác ion: U_{mtt} càng âm, lực tương tác ion càng mạnh



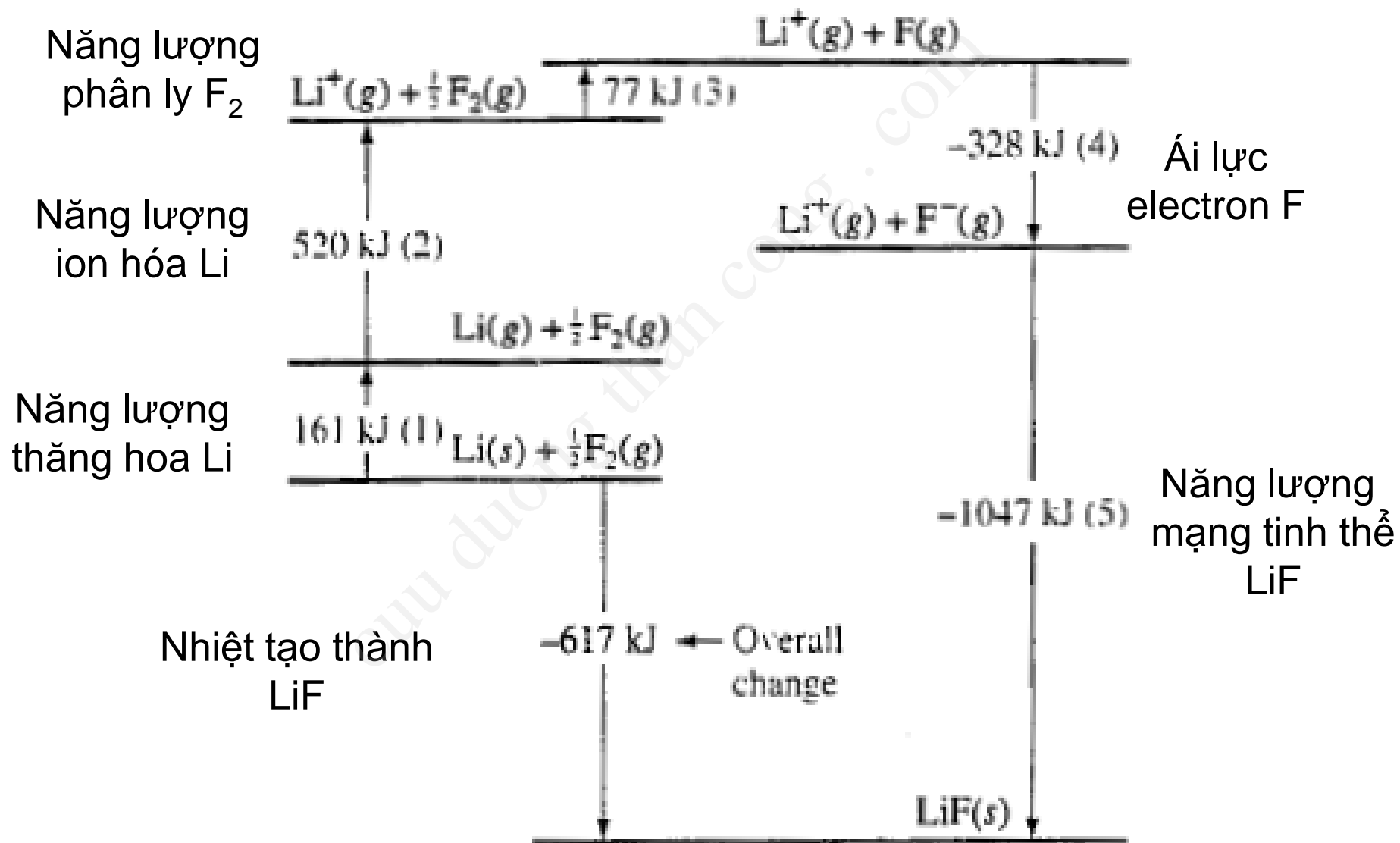
2. Nhiệt tạo thành hợp chất ion: năng lượng ứng với quá trình tạo hợp chất ion từ các đơn chất bền; đặc trưng cho độ bền tương đối của ion so với các đơn chất tạo nên nó: ΔH_f càng âm, hợp chất càng bền so với các đơn chất tạo nên nó



Thực nghiệm: chu trình Born - Harber



Thực nghiệm: chu trình Born - Harber



Thực nghiệm: chu trình Born - Harber

	Process	Energy Change (kJ)
	$\text{Li}(s) \rightarrow \text{Li}(g)$	161
	$\text{Li}(g) \rightarrow \text{Li}^+(g) + e^-$	520
	$\frac{1}{2}\text{F}_2(g) \rightarrow \text{F}(g)$	77
	$\text{F}(g) + e^- \rightarrow \text{F}^-(g)$	-328
	$\text{Li}^+(g) + \text{F}^-(g) \rightarrow \text{LiF}(s)$	-1047
Overall:	$\text{Li}(s) + \frac{1}{2}\text{F}_2(g) \rightarrow \text{LiF}(s)$	-617 kJ (per mole of LiF)

Tính năng lượng mạng tinh thể

$$U_{m\text{tt}} = \frac{A N_o |Z^+ Z^-| e^2}{4 \pi \epsilon_0 (r^+ + r^-)} \left(1 - \frac{1}{n}\right) = k \frac{|Z^+ Z^-|}{(r^+ + r^-)}$$

Đặc trưng cho lực tương tác ion

→ Nhiệt độ nóng chảy của hợp chất ion

Trong đó:

A: hằng số Madelung đặc trưng cho kiểu mạng tinh thể

N_o : hằng số Avogadro

e: điện tích nguyên tố

Z^+ , Z^- : điện tích ion

r^+ , r^- : bán kính ion

n: hằng số đặc trưng cho cấu hình electron của ion

Năng lượng mạng tinh thể

- Nhiệt độ nóng chảy của hợp chất ion

Metal		Nonmetal		General Formula	Ions Present	Example	mp (°C)
IA*	+	VIIA	→	MX	(M ⁺ , X ⁻)	LiBr	547
IIA	+	VIIA	→	MX ₂	(M ²⁺ , 2X ⁻)	MgCl ₂	708
IIIA	+	VIIA	→	MX ₃	(M ³⁺ , 3X ⁻)	GaF ₃	800 (subl)
IA*†	+	VIA	→	M ₂ X	(2M ⁺ , X ²⁻)	Li ₂ O	>1700
IIA	+	VIA	→	MX	(M ²⁺ , X ²⁻)	CaO	2580
IIA	+	VIA	→	M ₂ X ₃	(2M ³⁺ , 3X ²⁻)	Al ₂ O ₃	2045
IA*	+	VA	→	M ₃ X	(3M ⁺ , X ³⁻)	Li ₃ N	840
IIA	+	VA	→	M ₃ X ₂	(3M ²⁺ , 2X ³⁻)	Ca ₃ P ₂	≈1600
IIIA	+	VA	→	MX	(M ³⁺ , X ³⁻)	AlP	

So sánh nhiệt độ nóng chảy của hợp chất ion

	NaF	NaCl	NaBr	NaI
$t^{\circ}_{nc} (^{\circ}C)$	993	801	766	665

	NaCl	KCl
$t^{\circ}_{nc} (^{\circ}C)$	801	770

	NaCl	MgO
$t^{\circ}_{nc} (^{\circ}C)$	801	2800

Nhiệt độ nóng chảy - sôi của hợp chất ion

Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$)

KF (858)

KCl (770)

KBr (734)

K^+ : 152 pm

NaF (993)

NaCl (801)

NaBr (747)

Na^+ : 116 pm

Nhiệt độ nóng chảy ($^{\circ}\text{C}$)

KBr (734)

CaBr_2 (730)

CsF (682)

BaF_2 (1355)

Nhiệt độ sôi ($^{\circ}\text{C}$)

KBr (1435)

CaBr_2 (812)

CsF (1251)

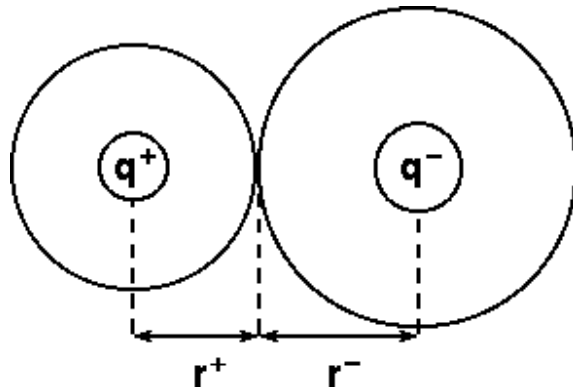
BaF_2 (2137)

FeCl_3 hóa hơi 315°C

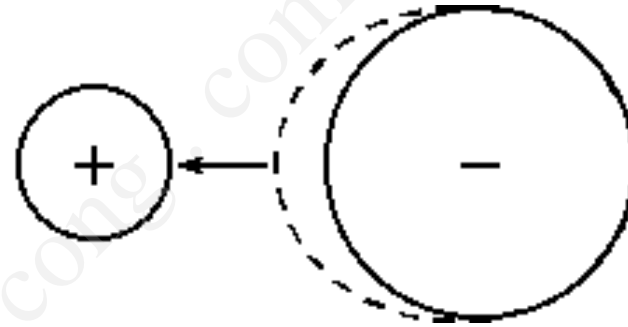
AlBr_3 hóa hơi 97°C

6.5. Tính cộng hóa trị của hợp chất ion

Sự biến dạng (phân cực) ion



Mô hình ion



Mô hình phân cực ion

Kết quả: hợp chất ion – cộng hóa trị có nhiệt độ nóng chảy không cao

Ví dụ: HgCl_2 (302 °C), HgI_2 (140 °C)

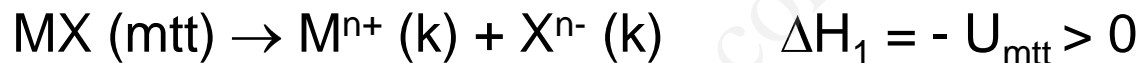
Các yếu tố ảnh hưởng đến sự biến dạng ion:

- Cation: q/r tăng (điện tích dương của cation tăng, bán kính cation nhỏ: nguyên tố d) \rightarrow tăng độ biến dạng ion
- Cấu hình electron: độ biến dạng của cation có 18 electron > phân lớp d chưa đầy đủ > 8 electron
- Anion: kích thước lớn: dễ biến dạng

6.6. Nhiệt hòa tan hợp chất ion trong nước

- Nhiệt hòa tan hợp chất ion vào nước có thể coi gồm 2 quá trình:

1. Phá vỡ mạng tinh thể ion:



2. Hydrate hóa ion:



- Nếu $|\Delta H_1| < |\Delta H_2| \rightarrow$ quá trình hoà tan tỏa nhiệt: NaOH , Na_2SO_4 ...
- Nếu $|\Delta H_1| > |\Delta H_2| \rightarrow$ quá trình hoà tan thu nhiệt: NH_4NO_3 , NH_4Cl ...