আয়নিক বন্ধন (Ionic Bond)

ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের মধ্যে স্থির তড়িতে আকর্ষণ বলের দ্বারা সৃষ্টি বন্ধনীকে বলে আয়নিক বন্ধন।

"গ্যাসীয় পরমাণু থেকে তাদের মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠন" — এই প্রক্রিয়াকে সর্বমোট তিনটি ধাপে বর্ণনা করা যায়।

প্রথম ধাপ: গ্যাসীয় পরমাণু → গ্যাসীয় ক্যাটায়ন

$$A(g) \xrightarrow{-e} A^{\oplus}(g) \; ; \; \Delta H_{IE} = +x \text{ KJ/mol}$$

দ্বিতীয় ধাপ: গ্যাসীয় পরমাণু → গ্যাসীয় অ্যানায়ন

$$X(g) \xrightarrow{+e} X^{\ominus}(g) \; ;$$

$$\Delta H_{EA} = -y \text{ KJ/mol}$$

তৃতীয় ধাপ: আয়নীয় কেলাস গঠন

$$A^{\oplus}(g) + X^{\ominus}(g) \longrightarrow A^{+}X^{-}(s)$$

$$U = -z \text{ KJ/mol}$$

NOW, For stable ionic bonding $\Longrightarrow$

Total energy < 0

$$\Delta H_{IE} + \Delta H_{EA} + U < 0$$

$$\therefore (x - y - z) < 0$$

ΔH_{IE} = Ionization energy
ΔH_{EA} = Electron affinity
U = lattice energy.

ল্যাটিস শক্তি (lattice energy)

ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের মধ্যকার বিদ্যুৎ দ্বারা 1 mol আয়নীয় কেলাস তৈরীর সময় যে পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে ল্যাটিস শক্তি বলে (U)। ল্যাটিস শক্তি নিম্নলিখিত তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

i) ~~কাটায়ন~~ ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের চার্জ যত বেশি হবে, U তত বেশি হবে।

ii) ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের আকার যত ছোট হবে, তত U বেশি হবে।

iii) ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের মধ্যবর্তী দূরত্ব যত কম হবে, U তত বেশি হবে।

কোন আয়নীয় কেলাসের ল্যাটিস শক্তি প্রত্যক্ষভাবে নির্ণয় করা যায় না।

a) Born-Lande সমীকরণের সাহায্যে এর আনুমানিক মান নির্ণয় করা যায়।

b) Born-Haber cycle এর মাধ্যমে পরিক্ষামূলকভাবে আয়নীয় কেলাস ল্যাটিস শক্তি নির্ণয় করা যায়।

বর্ন-ল্যান্ড সমীকরণ

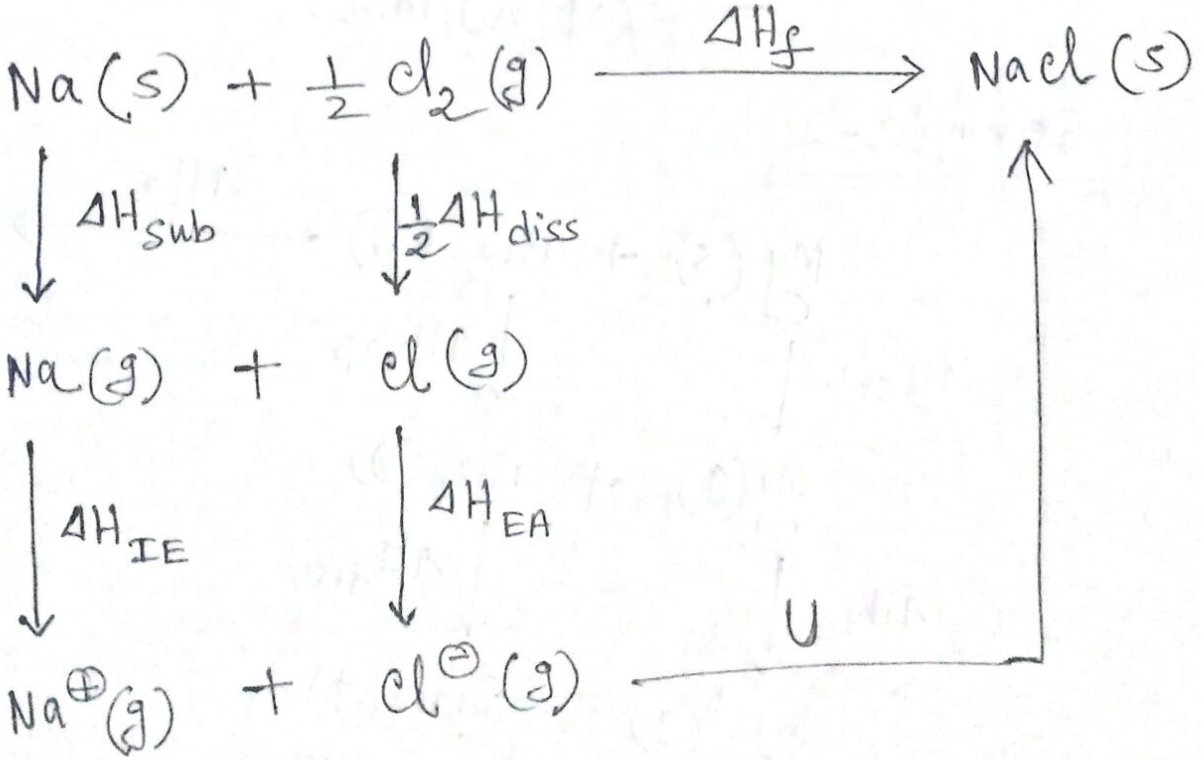
$$U = \frac{N_A \cdot M \cdot Z_+ Z_- e^2}{4\pi\varepsilon_0 \cdot r_0}\left(1 - \frac{1}{n}\right)$$

U = আয়নিক কেলাসের ল্যাটিস শক্তি।
N_A = অ্যাভোগ্যাড্রো সংখ্যা
(Z_+e) = ক্যাটায়নের চার্জ
(Z_-e) = অ্যানায়নের চার্জ
$4\pi\varepsilon_0$ = শূন্যস্থানের তড়িৎ ভেদ্যতা
r_0 = ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নের মধ্যে সাম্য দূরত্ব।
M = মাডেলাং ধ্রুবক। ইহা নির্দিষ্ট কেলাস গ্যামিতিক আকৃতির উপর নির্ভর করে। যেমন NaCl এর ক্ষেত্রে (6:6 co-ordination) M = 1.748, CsCl এর ক্ষেত্রে (8:8 co-ordination) 1.763 etc.
n = বর্ন এক্সপোনেন্ট (Born exponent) ইহা ~~কে~~ ক্যাটায়নের চারপাশের অ্যানায়ন গুলির মধ্যে বিকর্ষণ বল এবং ~~এ~~ অ্যানায়নের চারপাশের ক্যাটায়ন গুলির মধ্যে বিকর্ষণ বল অথবা আয়নগুলির মোট বিকর্ষণ বলের পরিমাপক নির্দেশ করে। ইহার মান আয়ন গুলির ইলেকট্রনিক কনফিগারেশন এর উপর নির্ভর করে। যেমন —

Electronic Configuration of ions		value of "n"
i)	$1s^2$	5
ii)	$2s^2 2p^6$	7
iii)	$3s^2 3p^6$ or $3s^2 3p^6 3d^{10}$	9
iv)	$4s^2 4p^6$ or $4s^2 4p^6 4d^{10}$	10
v)	$5s^2 5p^6$ or $5s^2 5p^6 5d^{10}$	12

বন-প্রবাহ চক্র

Example – 1



ΔH_{sub} = Heat of sublimation = +109 kJ/mol

$\frac{1}{2}\Delta H_{diss}$ = $\frac{1}{2}$ Heat of dissociation = +121 kJ/mol

ΔH_{IE} = Ionization energy = +494 kJ/mol

ΔH_{EA} = Heat of electron attachment = −347 kJ/mol

U = lattice energy = ?

ΔH_f = Heat of formation = −414 kJ/mol

এখন, হেস্-এর সূত্রানুসারে

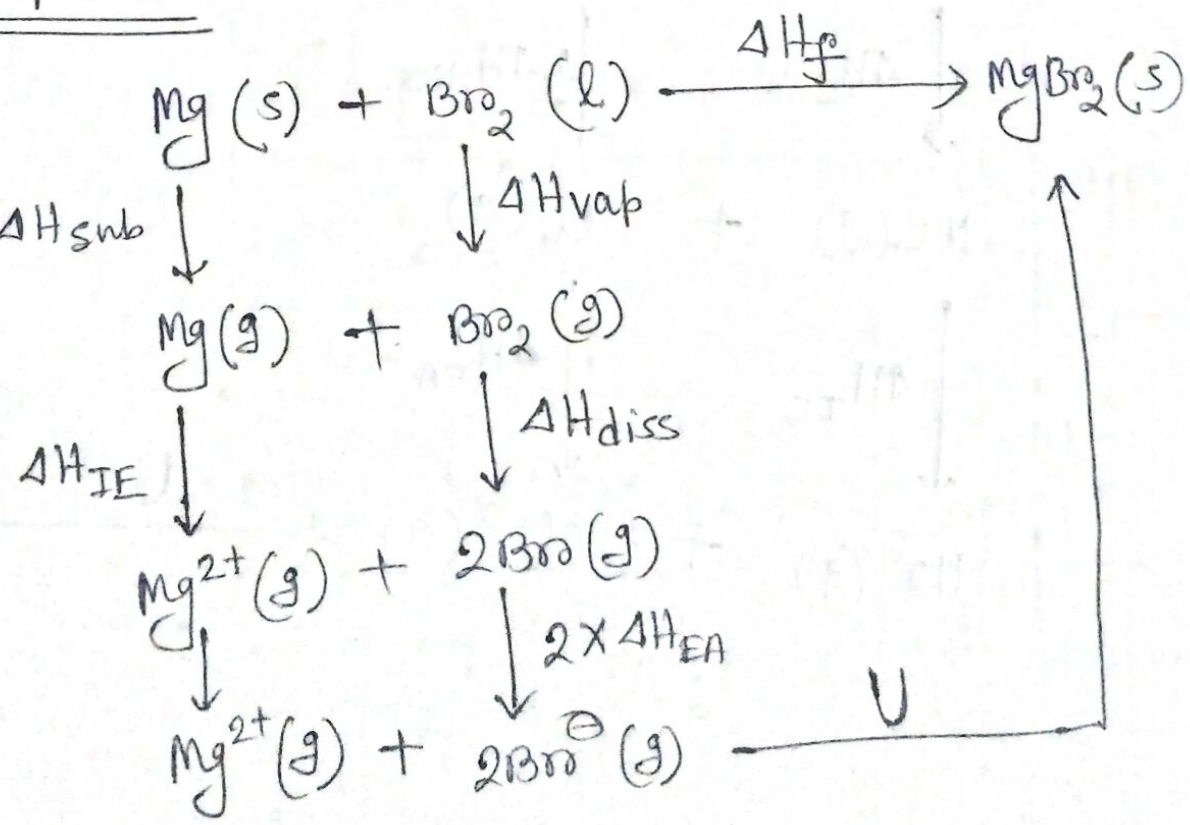
$$\Delta H_f = \Delta H_{sub} + \frac{1}{2}\Delta H_{diss} + \Delta H_{IE} + \Delta H_{EA} + U$$

$$\therefore -414 = +109 + 121 + 494 - 347 + U$$

$$\therefore U = (-414 - 377)\ \text{kJ/mol}$$

$$= -791\ \text{kJ/mol}$$

Example-2



$$\therefore \Delta H_f = \Delta H_{swb} + \Delta H_{vap} + \Delta H_{IE} + \Delta H_{diss} + 2 \times \Delta H_{EA} + U$$

$$\therefore U = (\Delta H_f - \Delta H_{swb} - \Delta H_{vap} - \Delta H_{IE} - \Delta H_{diss} - 2\Delta H_{EA})$$

বর্ন-হেবার চক্রের প্রয়োগ

i) বর্ন-হেবার চক্রের সাহায্যে ল্যাটিস শক্তির মান নির্ণয় করা যায়। যদি অন্যান্য শক্তি সমূহের মান জানা থাকে।

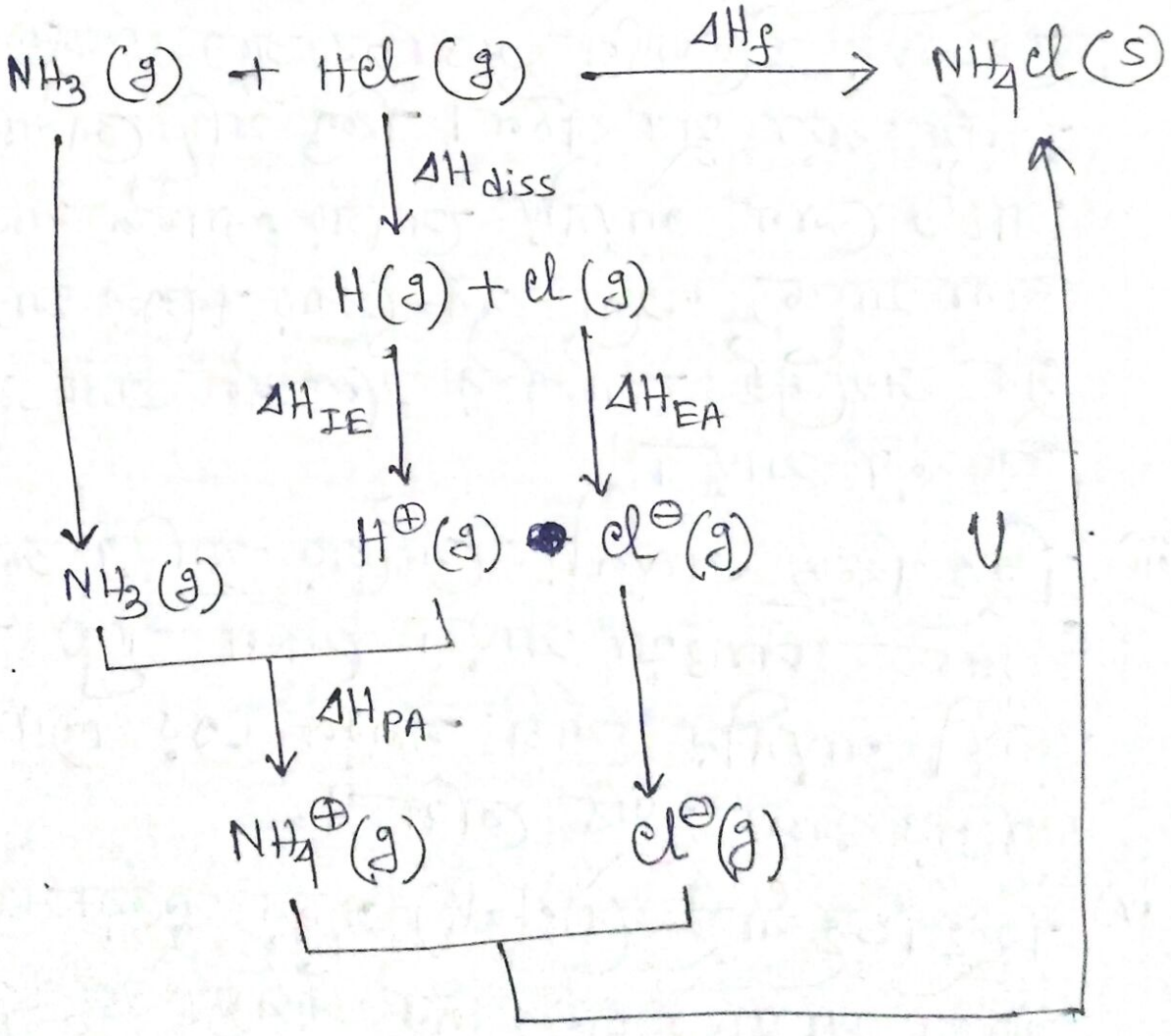
ii) কিছু কিছু ~~অণুজনুর ক্ষেত্রে~~ যৌগের ক্ষেত্রে, যৌগটির ইলেকট্রন আসক্তির মান প্রত্যক্ষভাবে নির্ণয় করা খুব কঠিন। কিন্তু যদি যৌগটি দ্বারা গঠিত কোন আয়নীয় যৌগের ল্যাটিস শক্তির মান জানা থাকে, তাহলে বর্ন-হেবার চক্রের সাহায্যে খুব সহজেই যৌগটির ইলেকট্রন আসক্তির মান বের করা যায়।

iii) কিছু কিছু আয়নীয় যৌগের স্থায়িত্ব অসম্ভব কমানো পাওয়া যায়। যেমন MgO খুবই স্থায়ী আয়নীয় যৌগ কারণ এর ল্যাটিস শক্তির মান খুব বেশি।

iv) কিছু কিছু ধাতু (Metal) আয়ন ফ্লুওরাইড যৌগে আয়ন স্বাভাবিক কারণ শক্তির অবস্থা উচ্চ জারণস্তর

দেখা যায়, অ্যামোনিয়া যৌগের নিম্ন তাপমাত্রা প্রদর্শন করে। ফ্লুওরাইড যৌগের স্থায়িত্ব শক্তি অ্যামোনিয়া যৌগের স্থায়িত্ব শক্তি অপেক্ষা বেশি বলে ইহা সম্ভব হয় (ফ্লুওরাইডের তাপমাত্রা অ্যামোনিয়ার চেয়ে কম)।

v) বর্ন-হেবার চক্রের সাহায্যে প্রোটন-তড়িৎগত্বের মান নির্ণয় করা যায়। কোন মৌলিক যৌগের সহিত মৌলিক অবস্থায় কোন প্রোটন যুক্ত হলে যে শক্তি নির্গত হয়, তাকে প্রোটন তড়িৎগত্ব বলে।



$\therefore \Delta H_f = \Delta H_{diss} + \Delta H_{IE} + \Delta H_{EA} + \Delta H_{PA} + U$

আয়নীয় যৌগের দ্রাবকায়ন এবং দ্রাবকায়ন শক্তি

আয়নীয় যৌগ ধ্রুবীয় দ্রাবকে দ্রবীভূত হয়। কোন আয়নীয় যৌগ কে ধ্রুবীয় দ্রাবকে যোগ করলে ধ্রুবীয় দ্রাবকের মেরুবিহীন প্রান্ত ক্যাটায়ন কে এবং মেরুবিহীন প্রান্ত অ্যানায়ন কে আকর্ষন করে। ধ্রুবীয় দ্রাবকের অণুগুলি এই আকর্ষন বলের মাধ্যমে আয়নীয় যৌগের স্ফটিক জালিকে অতিক্রম করলে আয়নীয় যৌগটি বিচ্ছিন্ন ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়নে ভেঙে যায়। এই আকৃষ্ট ক্যাটায়ন এবং অ্যানায়ন ~~চারদিকে~~ নির্দিষ্ট সংখ্যক দ্রাবক অণু দ্বারা পরিবেষ্টিত হয়ে স্থায়িত্ব লাভ করে। এই ঘটনা কে আয়নীয় যৌগটির দ্রাবকায়ন বলে। ~~এক~~ মোল পরিমাণ আয়নীয় যৌগের দ্রাবকায়নে যে শক্তি নির্গত হয়, তাকে আংশিক আয়নীয় যৌগের দ্রাবকায়ন শক্তি (Solvation energy) বলে।