GOVERNMENT GENERAL DEGREE COLLEGE

RANIBANDH, BANKURA, 722135

STUDY MATERIAL

ON

PHYSICAL CHEMISTRY

COURSE TITLE: STATES OF MATTER & CHEMICAL KINETICS

COURSE ID: UG/CHEM/203/GE-2

SEMESTER-II

UNIT: SOLIDS

By

Dr. Atanu Mahata

Assistant Professor (W.B.E.S.)

Department of Chemistry

Government General Degree College at Ranibandh

V/P.O: Rautara, Dist-Bankura, PIN: 722135

Scanned with CamScanner

* কঠিনের প্রকারভেদ:

গঠনকারী কণার বিন্যাসের শৃঙ্খলতা অনুযায়ী কঠিন দুই প্রকার —
i) কেলাসাকার কঠিন ii) অনিয়তাকার কঠিন

কেলাসাকার কঠিন: এদের আকার ও গলনাঙ্ক নির্দিষ্ট, গঠনকারী কণাগুলি সুশৃঙ্খলভাবে ও সুনির্দিষ্টভাবে বিন্যস্ত থাকে,
eg. NaCl, KCl, হীরক etc.
এদের নির্দিষ্ট জ্যামিতিক গঠন আছে, এগুলি অসমসারক প্রকৃতির হয়,

কেলাসাকার কঠিনের প্রকারভেদ —
a) আণবিক কেলাসাকার কঠিন (H_2, N_2, Cl_2)
b) আয়নীয় কেলাসাকার কঠিন (NaCl, KCl)
c) সমযোজী কেলাসাকার কঠিন (হীরক, গ্রাফাইট)
d) ধাতব কেলাসাকার কঠিন (কপার, সিলভার)

* Crystal Systems:

নির্দিষ্ট অধ্যক্ষ সমতলীয় পৃষ্ঠতলে সীমাবদ্ধ সমসত্ত্ব কঠিন পদার্থ যার সকল অংশে গঠনকারী কণাগুলি (অণু, পরমাণু বা আয়ন) সুষমভাবে এবং পর্যায়ক্রমে বিন্যস্ত থাকে তাকে কেলাস বলে,

বিভিন্ন প্রকার Crystal System হল —

Crystal System	অক্ষীয় দূরত্ব	অক্ষীয় কোণ	উদাহরণ
কিউবিক	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	NaCl, KCl
টেট্রাগোনাল	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	SnO_2, TiO_2
অর্থোরম্বিক	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	রম্বিক সালফার, KNO_3
রম্বোহেড্রাল	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$	কোয়ার্টজ, ক্যালসাইট
মনোক্লিনিক	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ, \beta\neq 90^\circ$	মনোক্লিনিক সালফার
হেক্সাগোনাল	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ, \gamma=120^\circ$	গ্রাফাইট, Zn, Cd
ট্রাইক্লিনিক	$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90^\circ$	ব্লু ভিট্রিয়ল, $K_2Cr_2O_7$

Scanned with CamScanner

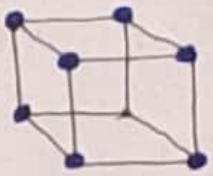
* একক কোষ:

একটি পূর্ণ কেলাসের space lattice এর মধ্যে যে ক্ষুদ্রতম মৌলিক প্যাটার্ন ত্রিমাত্রিকভাবে বিন্যস্ত [redacted] থেকে পর্যায়ক্রমে পুনরাবৃত্তির মাধ্যমে সমগ্র কেলাস জালক গঠন করে, তাকে একক কোষ বলে।

i) সরল ঘনকাকার একক কোষ:

৪ টি কর্ণার ৪ টি কৌণিক বিন্দুতে অবস্থান করে। কৌণিক বিন্দুস্থিত কণার অবদান = $\frac{1}{8}$ অংশ

কর্ণার সংখ্যা = $8 \times \frac{1}{8} = 1$



r → কণার ব্যাসার্ধ

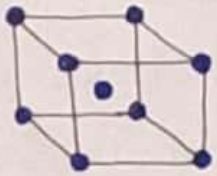
a → একক কোষের কিনারা দৈর্ঘ্য

$a = 2r$

ii) দেহকেন্দ্রিক ঘনকাকার একক কোষ:

1 টি কর্ণার দেহকেন্দ্রে এবং আটটি কৌণিক বিন্দুতে ৪ টি কর্ণার থাকে।

কর্ণার সংখ্যা = $1 + 8 \times \frac{1}{8} = 2$



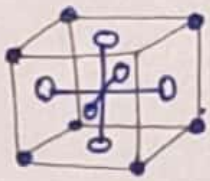
$4r = \sqrt{3}\, a$

iii) পৃষ্ঠকেন্দ্রিক ঘনকাকার একক কোষ:

পৃষ্ঠকেন্দ্রে অবস্থিত কণার অবদান = $\frac{1}{2}$ অংশ

একক কোষে কণার সংখ্যা = $\frac{1}{8} \times 8 + 6 \times \frac{1}{2}$

$= 1 + 3 = 4$



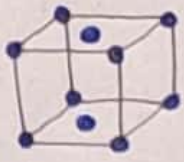
$a = 2\sqrt{2}r$

iv) প্রান্তকেন্দ্রিক ঘনকাকার একক কোষ:

৪ টি কর্ণার ৪ টি কৌণিক বিন্দুতে থাকে এবং দুটি বিপরীত তলে 1 টি করে কর্ণার থাকে।

একক কোষে কণার সংখ্যা = $8 \times \frac{1}{8} + 2 \times \frac{1}{2}$

$= 1 + 1 = 2$



Scanned with CamScanner

* ব্র্যাভেস ল্যাটিস:

7 টি বিভিন্ন শ্রেণির কেলাস এবং 4 টি ভিন্ন ধরনের একক কোষ দ্বারা 14 টি ব্র্যাভেস ল্যাটিস পাওয়া যায়। এগুলির মধ্যে —

সরল ঘনকাকার = 7
দেহকেন্দ্রিক = 3
পৃষ্ঠকেন্দ্রিক = 2
প্রান্তকেন্দ্রিক = 2

* Symmetry Elements (প্রতিসাম্য উপাদান)

একটি তল বা রেখা বা বিন্দুর সাপেক্ষে কেলাস প্রতিসাম্য হয়। একটি কেলাসে প্রতিসাম্য তল থাকবে যখন এটিকে একটি কাল্পনিক তল দ্বারা সমান দুভাগে বিভক্ত করা যায় এবং প্রত্যেক ভাগ পরস্পরের দর্পন প্রতিবিম্বযুক্ত হয়। কেলাসে প্রতিসাম্য রেখা থাকবে যখন এটির কেন্দ্র বরাবর একটি কাল্পনিক রেখা আঁকা যায় এবং কেলাসটিকে 360° কোনে রেখা বরাবর এমনভাবে ঘোরানো যায় যাতে কেলাসটি অপরিবর্তিত থাকে।

ঘনকের প্রতিসাম্য উপাদান = 23

প্রতিসাম্য অক্ষ = 13 ($3C_4 + 4C_3 + 6C_2$)
" তল = 9 (Planes of symmetry)
প্রতিসাম্য কেন্দ্র = 1 (Centre of symmetry)

* Laws of Crystallography (কেলাসবিদ্যা)

Law of constancy of interfacial angles:

একই পদার্থের বিভিন্ন কেলাসের ক্ষেত্রে, অন্তর্বর্তী পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী কোনগুলির মান ধ্রুবক হয়। অর্থাৎ কেলাসের আকৃতি বা গঠন ভিন্ন হলেও আন্তঃপৃষ্ঠীয় কোণ সমান হয়।

Scanned with CamScanner

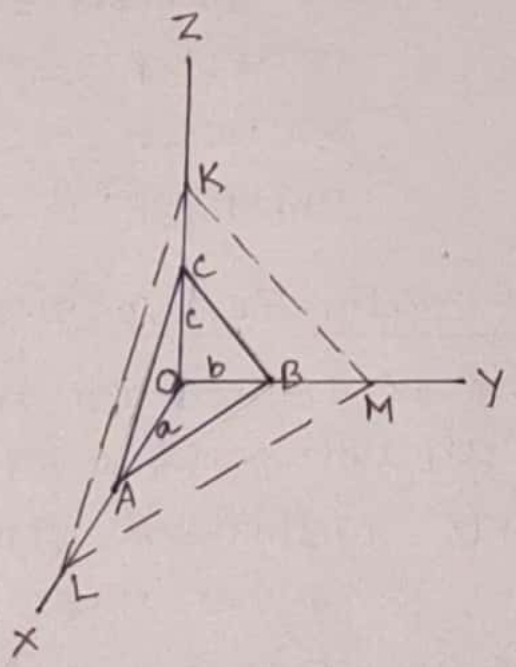
* Law of Rational Indices:

একটি কেলাসের অক্ষ বরাবর যেকোনো পৃষ্ঠের intercept গুলি একক intercept সমূহের (a, b, c) সঙ্গে সমান হয় অথবা তাদের সরলগুনিতকের সমান হয়।

OX, OY, OZ → কেলাসের অক্ষ

ABC → একক তল

একক intercept = a, b, c



* Miller Indices:

যেকোনো তলের Miller Indices কেলাস অক্ষ বরাবর ঐ তলের intercept গুলির (a, b, c) গুনাঙ্কের অন্যোন্যকের সঙ্গে অর্বনিম্ন আবারন গুনিতক দ্বারা গুন করে পাওয়া যায়। এটি Weiss indices এর অন্যোন্যক।

যেমন, একটি তলের (2a, b, 2c) ক্ষেত্রে —

Weiss indices = 2 : 1 : 2

Miller indices = $\frac{1}{2} : 1 : \frac{1}{2}$

= 1 : 2 : 1 i.e. (121) Plane

Scanned with CamScanner

* Bragg's Law:

যখন 'λ' তরঙ্গদৈর্ঘ্যের X-রশ্মি কেলাসাকার পদার্থের পৃষ্ঠে আপতিত হয় তখন সর্বোচ্চ তীব্রতার প্রতিফলিত রশ্মি পাওয়া যায়।

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

n হল পূর্ণসংখ্যা (প্রতিফলনের ক্রম)

$n = 1, 2, 3 \ldots$

$d \rightarrow$ দুটি তলের মধ্যবর্তী দূরত্ব

$\theta \rightarrow$ glancing angle

ন্যাটিস তলের মধ্যবর্তী দূরত্বের সর্বনিম্ন সীমা যা diffraction রেখাটি গঠন করে—

$\theta = 90°$, $\sin 90° = 1$, $n = 1$ (প্রথম ক্রম প্রতিফলন)

$$\therefore d = \frac{\lambda}{2}$$

* NaCl, KCl এবং CsCl এর গঠন:

i) NaCl এর কেলাসাকার গঠন হল পৃষ্ঠকেন্দ্রিক ঘনকাকার, প্রতিটি একক কোষে আয়ন সংখ্যা = 8 (4 টি Na^+ ও 4 টি Cl^- আয়ন), 8 টি Cl^- fcc একক কোষের 8 টি কৌণিক বিন্দুতে এবং 6 টি Cl^- আয়ন 6 টি পৃষ্ঠকেন্দ্রে থাকে,

Cl^- আয়নের মোট সংখ্যা $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$

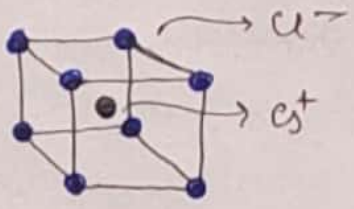
ii) KCl এর গঠন হলো NaCl এর অনুরূপ, এক্ষেত্রেও K^+ আয়নগুলি অপেক্ষাকৃত Cl^- আয়নের মধ্যবর্তী ফাঁকে অবস্থান করে, এর একক কোষের দৈর্ঘ্য NaCl অপেক্ষা [illegible] পৃথক।

Scanned with CamScanner

iii) CsCl এর কেলাসাকার গঠন দেহকেন্দ্রিক ঘনকাকার,

$\frac{r_+}{r_-} = 0.732$ to 1

সমন্বয়াঙ্ক সংখ্যা = 8



Cl^- আয়নগুলি ঘনকের বিন্দুতে এবং Cs^+ আয়ন কেন্দ্রে অবস্থান করে,

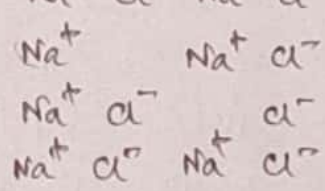
* কেলাসের ত্রুটি:

কেলাসে কেলাস গঠনকারী কণাসমূহের বিন্যাস সুশৃঙ্খল এবং পর্যায়ক্রমিক না হলে ঐ বিচ্যুতিকে ওই কেলাসের ত্রুটি বলে,

স্কটকি ত্রুটি: কোনো কেলাসাকার আয়নিয় যৌগের কেলাস জালকে সমসংখ্যক ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের অনুপস্থিতির জন্য যে ত্রুটির সৃষ্টি হয়, তাকে স্কটকি ত্রুটি বলে,

এটি শূন্যতাজনিত ত্রুটি, এর ফলে কেলাসের ঘনত্ব হ্রাস পায়,

eg. NaCl, KCl, AgBr ইত্যাদি কেলাসে এই ত্রুটি লক্ষ্য করা যায়,



ফ্রেনকেল ত্রুটি:

আয়নিয় যৌগের কেলাসে কোনো আয়ন যদি তাঁর স্বাভাবিক অবস্থান পরিত্যাগ করে কেলাস মধ্যস্থ অন্তঃস্থানিক স্থানে অবস্থান করে তাহলে এই ত্রুটি দেখা যায়,

এটি অন্তঃস্থানিক ত্রুটি, এই ত্রুটির ফলে কেলাসের ঘনত্ব অপরিবর্তিত থাকে,

eg: AgBr, AgCl, ZnS ইত্যাদি কেলাসে এই ত্রুটি দেখা যায়,

Scanned with CamScanner

* Liquid Crystals

বর্তমানে mesophase নামে পরিচিত যার অর্থ হল কঠিন ও সমসত্ত্বক তরলের অন্তবর্তী অবস্থা। কেলাসকার

eg. ইথাইল p-অ্যাজক্সি বেঞ্জোয়েট এই ধর্ম দেখায়, কোলেস্টেরাইল এস্টার এবং কিছু সাবান তরল কেলাস গঠন করে।

Scanned with CamScanner