Chapter
5
ठोस अवस्था

ठोस वह पदार्थ हैं जिनका आयतन तथा आकृति निश्चित होती है। गतिज आण्विक मॉडल के अनुसार ठोस का उनके संघटक कणों (परमाणुओं, अणुओं या आयनों) में नियमित क्रम होता है। ये कण प्रबल बलों द्वारा एक दूसरे से बन्धे रहते हैं, इसलिये वे स्थिर स्थिति में उपस्थित होते हैं। ठोसों के गुण ना केवल संगठकों की प्रकृति पर निर्भर करते हैं। बल्कि उनकी व्यवस्थाओं पर भी निर्भर करते हैं।

ठोसों के प्रकार एवं वर्गीकरण
(Types and Classification of solids)

(1) **ठोसों के प्रकार**

ठोस मुख्यतः दो प्रकारों में वर्गीकृत किये जा सकते हैं

(i) क्रिस्टलीय ठोस/सत्य ठोस,

(ii) अक्रिस्टलीय ठोस/छद्म ठोस

क्रिस्टलीय ठोस	अक्रिस्टलीय ठोस
दीर्घ परास कोटि के होते हैं।	*लघु परास कोटि के होते हैं।*
इनका गलनांक निश्चित होता है।	इनका गलनांक निश्चित नहीं होता है।
इनकी गलन की ऊष्मा निश्चित होती है।	इनकी गलन की ऊष्मा निश्चित नहीं होती है।
ये दृढ़ तथा असंपीड्य (incompressible) होते हैं।	ये भी सामान्यतः दृढ़ होते हैं तथा बहुत अधिक मात्रा तक संपीड्य (Compressible) नहीं किये जा सकते। ग्रेफाइट अपनी सामान्य संरचना के कारण कोमल होता है।
ये स्पष्ट विदलन (Cleavage) देते हैं अर्थात् ये समतल पृष्ठों वाले दो टुकड़ों में टूट जाते हैं।	ये स्पष्ट विदलन (Cleavage) नहीं देते हैं अर्थात ये अस्पष्ट आकृति के दो टुकड़ों में टूट जाते हैं।
ये एनआइसोट्रोपिक होते हैं अर्थात् इनके यांत्रिक तथा विद्युत गुण, मापन की दिशा पर निर्भर करते हैं।	*आइसोट्रोपिक अर्थात् इनके भौतिक गुण सभी दिशाओं में समान रहते हैं क्योंकि संघटक अव्यवस्थित होते हैं।*
जब इन्हें गर्म करते हैं तो आयतन में शीघ्रता से परिवर्तन होता है।	जब इन्हें गर्म करते हैं तो आयतन में कोई परिवर्तन नहीं होता है।
इनमें सममिति होती है।	इनमें सममिति नहीं होती है।
ये अन्तर फलक कोण उत्पन्न करते हैं।	ये अन्तर फलक कोण उत्पन्न नहीं करते हैं।

(2) **क्रिस्टलीय एवं अक्रिस्टलीय सिलिका** (SiO_2)

सिलिका क्रिस्टलीय के साथ–साथ अक्रिस्टलीय अवस्था में भी पायी जाती है। क्वार्ट्ज क्रिस्टलीय सिलिका का एक निर्दिष्ट उदाहरण है। क्वार्टज और अक्रिस्टलीय सिलिका उनके गुणों में भिन्नता दर्शाते हैं।

क्वार्टज	अक्रिस्टलीय सिलिका
यह प्रकृति में क्रिस्टलीय है।	यह हल्का (फ्लफी) सफेद पाउडर है।
SiO_4^{4-} चतुष्कफलक के सभी चारों कोने एक जालक ठोस देने के लिये दूसरों द्वारा साझित रहते हैं।	SiO_4^{4-} चतुष्कफलक अनियमितता से जुडा होता है और बहुलकीय श्रृंखला, सीट एवं त्रिविमीय इकाईयों को बढ़ावा देता है।
इसका गलनांक उच्च होता है ($1710°C$)	इसका गलनांक स्पष्ट नहीं होता है।

(3) **हीरा एवं ग्रेफाइट**

हीरा एवं ग्रेफाइट कार्बन के दो अपररुप है। हीरा और ग्रेफाइट दोनों ही सहसंयोजी क्रिस्टल है। किन्तु वे अपने गुणों में भिन्न होते हैं।

हीरा	ग्रेफाइट
यह प्रकृति में मुक्त अवस्था में पाया जाता है।	यह प्राकृतिक रुप में पाया जाता है एवं कृत्रिम रुप से भी निर्मित होता है।
यह अब तक ज्ञात सबसे कठोर पदार्थ है।	यह मृदु है एवं स्पर्श करने पर चिपचिपा होता है।
इसका आपेक्षिक घनत्व उच्च होता है। (लगभग 3.5)	इसका आपेक्षिक घनत्व 2.3 है।
यह पारदर्शी है एवं इसका अपवर्तनांक (2.45) उच्च होता है।	यह काला एवं अपारदर्शी होता है।
यह विद्युत एवं ऊष्मा का कुचालक है।	ग्रेफाइट विद्युत एवं ऊष्मा का सुचालक है
यह CO_2 देने के लिये वायु में $900°C$ ताप पर जलता है।	यह CO_2 देने के लिये वायु में $700°C$ ताप पर जलता है।
यह अष्टफलकीय क्रिस्टल है।	यह षट्कोणीय क्रिस्टल है।

(4) **क्रिस्टलीय ठोसों का वर्गीकरण**

सारणी : 5.1 विभिन्न प्रकार के क्रिस्टलीय ठोसो के कुछ अभिलक्षण

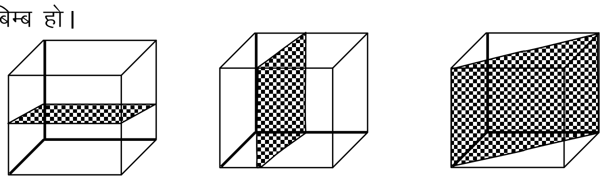
ठोसों के प्रकार	संघटक	बन्धुता	उदाहरण	भौतिक प्रकृति	गलनांक	क्वथनांक	विघुत चालकता
आयनिक	धनात्मक तथा ऋणात्मक आयनों का जाल सही क्रम में व्यवस्थित रहता है	कूलॉम्बिक	$NaCl$, KCl, CaO, MgO, LiF, ZnS, $BaSO_4$ तथा K_2SO_4 आदि	कठोर लेकिन भंगुर (brittle)	उच्च ($\simeq 1000K$)	उच्च ($\simeq 2000K$)	चालक (गलित अवस्था तथा विलयन में)
सहसंयोजक	परमाणु सहसंयोजक बन्धों द्वारा जुड़े रहते हैं	इलेक्ट्रॉन सहभाजिता	SiO_2 (क्वार्ट्ज), SiC, C (हीरा), C(ग्रेफाइट) आदि	कठोर कठोर कठोर	बहुत उच्च ($\simeq 4000K$)	बहुत उच्च ($\simeq 5000K$)	रोधी ,ग्रेफाइट को छोड़कर
आण्विक	ध्रुवीय या अध्रुवीय अणु	(i) आण्विक अन्तराकर्षण (ii) हाइड्रोजन बन्ध	I_2, S, P, CO, CH_4, CCl_4 आदि स्टार्च, सुक्रोज, जल शुष्क बर्फ (ठोस CO_2) आदि।	मुलायम मुलायम	निम्न ($\simeq 300K$ से 600K) निम्न ($\simeq 400K$)	निम्न ($\simeq$ 450 से 800 K) निम्न ($\simeq 373K$ से 500K)	रोधी (Insulator) रोधी (Insulator)
धात्विक	केटॉयन इलेक्ट्रॉनों के समुद्र में डूबे रहते हैं	धात्विक	सोडियम, Au, Cu, मैग्नीशियम तथा मिश्र धातुऐं	तन्य तथा आघातवर्ध्द-नीय	उच्च ($\simeq 800K$ से 1000 K)	उच्च ($\simeq 1500K$ से 2000K)	चालक
परमाण्विक	परमाणु	लण्डन-परिक्षेपण बल	अक्रिय गैसें	मुलायम	बहुत कम	बहुत कम	उष्मा तथा विद्युत के कुचालक

क्रिस्टलोग्राफी (Crystallography)

*"विज्ञान की वह शाखा जिसमें हम जालकों (lattices) तथा क्रिस्टलीय ठोसों की ज्यामिती, गुण तथा संरचनाओं का अध्ययन करते हैं, **क्रिस्टलोग्राफी** कहलाती है।"*

(1) **क्रिस्टल में निकाय** : एक क्रिस्टल निम्नलिखित तीन प्रकार की सममिति दर्शाता है

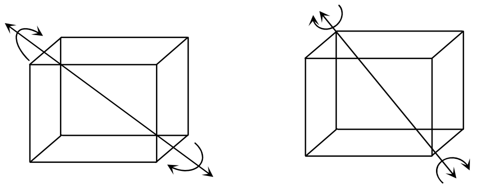
(i) ***सममिति तल*** *(Plane of symmetry)* : यह एक काल्पनिक तल है, जो क्रिस्टल के केन्द्र से होकर जाता है तथा उसे दो समान भागों में इस प्रकार से विभाजित कर देता है कि एक भाग दूसरे का पूर्ण रुप से दर्पण प्रतिबिम्ब हो।



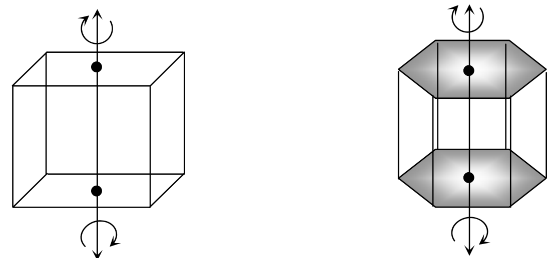
सममिति का तल | आयताकार सममिति का तल | विकर्ण सममिति का तल

Fig. 5.1

(ii) ***सममिति अक्ष*** *(Axis of symmetry)* : सममिति अक्ष वह रेखा होती है जिसके चारों ओर क्रिस्टल इस प्रकार से घूम सकता है कि वह पूरे एक परिक्रमण में अपना समान रुप एक से अधिक बार प्रदर्शित करें अर्थात् 360° घूर्णन में। माना कि क्रिस्टल की समान पुनरावृति इसे $360°/n$ के कोण पर घूर्णन करने पर होती है एक काल्पनिक अक्ष के चारों ओर इसे n वलित अक्ष कहते हैं। जहाँ n अक्ष की कोटि कहलाती है। कोटि का मतलब $2\pi/n$ में n का मान है इसलिये $2\pi/n$ द्वारा घूर्णन तुल्यांकी अभिविन्यास देता है।



दो फोल्ड सममिति का अक्ष | त्रि फोल्ड सममिति का अक्ष



चर्तु फोल्ड सममिति का अक्ष | षट् फोल्ड सममिति का अक्ष

Fig. 5.2

(iii) ***सममिति केन्द्र*** *(Centre of symmetry)* : सममिति केन्द्र वह काल्पनिक बिन्दु है जिससे गुजरने वाली प्रत्येक रेखा क्रिस्टल पृष्ठ को दोनों ओर तथा समान दूरियों पर काटती है।

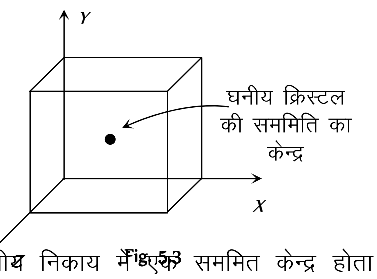


Fig. 5.3

केवल सरल घनीय निकाय में एक सममित केन्द्र होता है दूसरे निकायों में सममित केन्द्र नहीं होता है।

क्रिस्टल में उपस्थित सममितिओं के तलों, अक्षों तथा केन्द्रों की कुल संख्या को क्रिस्टल के सममिति तत्व कहते हैं।

एक घनीय निकाय में कुल 23 सममिति के तत्व होते हैं।

सममिति तल	(3 + 6)	= 9
सममिति अक्ष	(3 + 4 + 6)	= 13
सममिति केन्द्र	(1)	= 1
	कुल सममिति के तत्व	= 23

(2) **क्रिस्टलोग्राफी के नियम** (Laws of crystallography) : क्रिस्टलोग्राफी तीन आधारभूत नियमों पर आधारित है, जो निम्न प्रकार से हैं

(i) ***अन्तःपृष्ठीय कोणों की नियतता का नियम*** *(Law of constancy of interfacial angles)* : यह नियम बतलाता है कि *"क्रिस्टलीयता की शर्तों के साथ हालाँकि किसी पदार्थ के पृष्ठों के आकार या उसके क्रिस्टलों की आकृति काफी हद तक बदल सकती है लेकिन क्रिस्टलों के किन्हीं दो सतत् (Consecutive) पृष्ठों के बीच के कोण सदैव नियत रहते हैं।"* उदाहरण के लिये, सोडियम क्लोराइड के सभी क्रिस्टलों के अन्तःपृष्ठीय कोण 90° हैं चाहे पृष्ठ का आकार तथा आकृति कुछ भी हो। क्रिस्टलीय कोणों का मापन, क्रिस्टलीय अध्ययन में बहुत महत्वपूर्ण है इसे **स्टेनो** का (Steno's law) नियम भी कहते हैं।

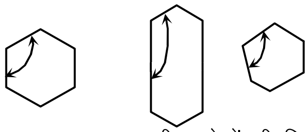


Fig. 5.4. अन्तरफलीय कोणों की स्थिरता

(ii) ***परिमेय सूचकांकों का नियम*** *(Law of rational indices)* ***या हाय का नियम*** *(Hauy's law)* : यह नियम बताता है कि *"एक क्रिस्टल के विभिन्न पृष्ठों के लिये अक्षों पर बने अन्तःखण्डों (Intercepts) के अनुपात को सदैव परिमेय संख्याओं के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।"*

(iii) ***सममिति की स्थिरता का नियम*** *(Law of constancy of symmetry)* : इस नियम के अनुसार एक पदार्थ के सभी क्रिस्टलों में सममिति के समान तत्व, सममिति तल, सममिति अक्ष एवं सममिति केन्द्र हैं।

मिलर घातांक (Miller indices) : क्रिस्टल में तल पूर्णांकों के समुच्चय द्वारा दर्शाते हैं जो मिलर घातांक कहलाते हैं। एक तल का मिलर घातांक विभिन्न क्रिस्टलीय अक्षों पर उस तल के भिन्नात्मक अन्तःखण्ड के व्युत्क्रमित होता है। मिलर घातांक की गणना के लिये एक निर्देशित तल जो प्राचल तत्व के नाम से भी जाना जाता है को चुना जाता है जिसमें x, y एवं z-अक्ष के सापेक्ष क्रमशः a, b एवं c अन्तःखण्ड होते हैं। तब, अज्ञात तल के अन्तःखण्ड प्राचल तल के a, b तथा c के सापेक्ष दिये जाते हैं।

इस प्रकार मिलर घातांक हैं :

$$h = \frac{a}{x\text{ - अक्ष के सापेक्ष तल का अन्तःखण्ड}}$$

$$k = \frac{b}{y\text{ - अक्ष के सापेक्ष तल का अन्तःखण्ड}}$$

$$l = \frac{c}{z\text{ - अक्ष के सापेक्ष तल का अन्तःखण्ड}}$$

क्रिस्टल में समान्तर तलों के बीच की दूरी d_{hkl} द्वारा प्रदर्शित की जाती है। विभिन्न घनीय जालकों के लिये ये अर्न्ततलीय स्थान सामान्य सूत्र द्वारा दिया जाता है

$$d_{(hkl)} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

जहाँ a घन के सिरे की लम्बाई है जबकि h, k एवं l तल के मिलर घातांक हैं।

जब एक तल अक्ष के समान्तर होता है तब उस अक्ष से इसका अन्तःखण्ड अनन्त लिया जाता है एवं मिलर शून्य होगा । मिलर घातांक में ऋणात्मक चिन्ह अर्न्तःखण्ड पर बार द्वारा प्रदर्शित होता है। सभी समान्तर तलों का मिलर घातांक शून्य होता है।

त्रिविम जालक एवं एकांक सेल (Space lattice and Unit cell)

क्रिस्टल क्रिस्टलीय पदार्थ का एक समांगी भाग है जो समतल पृष्ठ द्वारा संरचनीय इकाईयों की नियमितता से (आयनों परमाणुओं एवं अणुओं) एक दूसरे से निश्चित कोण बनाकर नियमित ज्यामिति रुप देते हैं।

त्रिविम में असंख्य बिन्दुओं की नियमित व्यवस्था को त्रिविम जालक या जालक कहते हैं।

जालक में प्रत्येक बिन्दु परमाणु या परमाणुओं का समूह प्रदर्शित करता है।

जालक में प्रत्येक बिन्दु सभी तरफ चारों ओर समरुपी होते हैं। वह सबसे छोटी इकाई जिससे जालक बना होता है एकांक सेल कहलाता है।

एकांक सेल उसके कोर की लम्बाई, a, b, c से एवं कोरों के बीच कोणों से α, β, γ से प्रदर्शित किया जाता है।

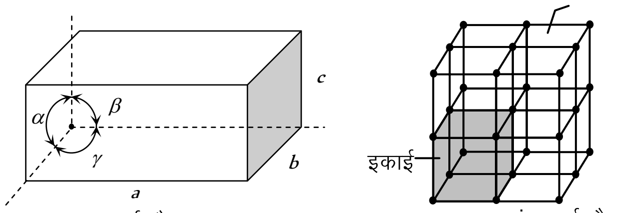


Fig. 5.5

एकांक सेलों के प्रकार

इकाई सेल जालक बिन्दुओं को मिलाकर प्राप्त होते हैं। इकाई सेल बनाने के लिये जालक बिन्दुओं का चुनना जालक की सममिति एवं क्रिस्टल की बाहरी ज्यामिति पर आधारित हैं। चार विभिन्न प्रकार के इकाई सेल होते हैं ये हैं,

(1) **साधारण घनीय** (Simple cubic or sc) : परमाणु केवल इकाई सेल के कोनों पर व्यवस्थित होते हैं।

(2) **पिण्ड केन्द्रित घनीय** (Body centred cubic or bcc) : परमाणु इकाई कोश के केन्द्र पर एवं कोनों पर व्यवस्थित होते हैं।

(3) **फलक केन्द्रित घनीय** (Face centred cubic or fcc) : परमाणु इकाई कोश के प्रत्येक फलक के केन्द्र पर एवं कोनों पर व्यवस्थित होते हैं।

(4) **सिरा केन्द्रित** (Side centered) : परमाणु इकाई कोश के केन्द्र पर परमाणुओं से योग में फलकों के केवल एक समुच्चय पर केन्द्र पर व्यवस्थित होते हैं।

क्रिस्टलों का निर्माण एवं क्रिस्टल निकाय (Formation of crystals and crystal systems)

किसी भी पदार्थ के क्रिस्टल प्राप्त करने के लिए उस पदार्थ के द्रव विलयन को ठण्डा करते हैं अतः क्रिस्टल का आकार ठण्डे होने की दर पर निर्भर करता है यदि ठण्डा होने की दर धीमी होती है तो बड़े आकार का क्रिस्टल प्राप्त होता है, क्योंकि कणों (आयनों, परमाणुओं या अणुओं) को एक निश्चित् स्थिति में व्यवस्थित होने का समय मिल जाता है

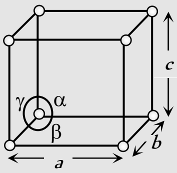
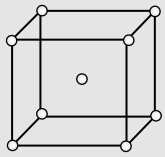
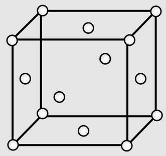
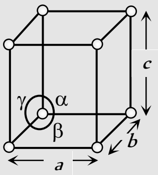
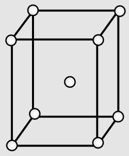
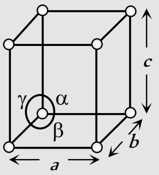
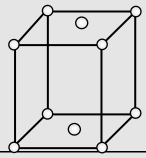
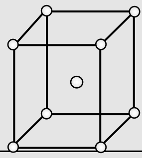
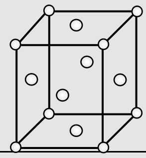
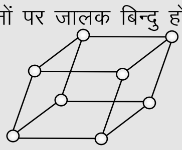
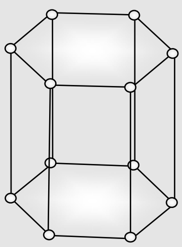
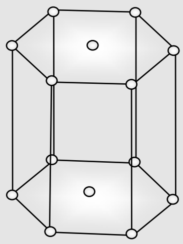
$$\text{अणुओं के परमाणु} \xrightarrow{\text{विलेय}} \text{क्लस्टर} \xrightarrow{\text{घुलता है}}$$

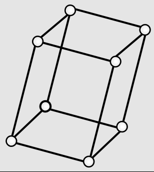
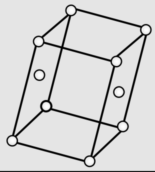
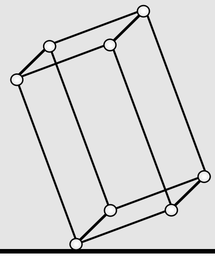
$$\text{घुला हुआ एम्ब्रियो} \rightarrow \underset{(\text{अस्थायी})}{\text{नाभिक}} \rightarrow \text{क्रिस्टल}$$

सन् 1848 में **ब्रैविस** (Bravais) ने यह प्रदर्शित किया कि मूल व्यवस्थाऐं केवल 14 प्रकार की होती हैं जो अंतराली जालक (Space lattice) कहलाती हैं इनमें से सात प्राचीन तन्त्र (Primitive systems) हैं तथा अन्य सात प्राचीन तन्त्रों की अंतः केंद्रित तथा फलक केन्द्रित विभिन्नताएँ

(Variations) हैं सात प्राचीन इकाई कोशिकाओं पर आधारित सात प्रकार के सरल जालक (Simple lattice) होते हैं अतः सात क्रिस्टल निकाय निम्न हैं

सारणी : 5.2 विभिन्न क्रिस्टल निकायों से सम्बन्धित ब्रैविस जालक

क्रिस्टल निकाय	अन्तरिक्ष जालक (Space lattice)				उदाहरण
घनीय $a = b = c$, यहाँ a, b तथा c पैरामीटर हैं (तीन अक्षों के सापेक्ष इकाई सेल की विमायें) क्रिस्टल का आकार इन पैरामीटरों पर निर्भर करता है। $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$ α,β तथा γ अक्षों के बीच के कोण हैं।	**सरल** (Simple) : इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं। 	**अन्तःकेन्द्रित** (Body centered) : जालक बिन्दु आठ कोनों पर तथा अन्तः केन्द्र में होते हैं। 	**फलक केन्द्रित** (Face centered) : जालक बिन्दु इकाई सेल के आठ कोनों तथा छः फलकों के केन्द्रों पर होते हैं। 		Pb, Hg, Ag, Au, Cu, ZnS , हीरा, KCl, $CsCl, NaCl$, Cu_2O, CaF_2 तथा एलम (फिटकरी) आदि।
टेट्रागोनल $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	**सरल** (Simple) : इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं। 	**अन्तःकेन्द्रित** (Body centered) : जालक बिन्दु आठ कोनों पर तथा अन्तः केन्द्र में होते हैं। 			SnO_2, TiO_2, $ZnO_2, NiSO_4$ $ZrSiO_4 . PbWO_4$, सफेद Sn आदि।
ऑर्थोरोम्बिक (रोम्बिक) $a \neq b \neq c$, $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$	**सरल** (Simple): इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं । 	**सिरा केन्द्रित** (End centered) : इसमें बिन्दु इकाई सेल के कोनों तथा दोनों सिरों के केन्द्रों पर स्थित होते हैं । 	**अन्तःकेन्द्रित** (Body centered) : जालक बिन्दु आठ कोनों पर तथा अन्तः केन्द्र में होते हैं । 	**फलक केन्द्रित** (Face centered) : जालक बिन्दु इकाई सेल के आठ कोनों तथा छः फलकों के केन्द्रों पर होते हैं । 	KNO_3, K_2SO_4 , $PbCO_3, BaSO_4$, रोम्बिक सल्फर $MgSO_4 . 7H_2O$, माचिस की डिब्बी आदि
रोम्बोहैड्रल या ट्राईगोनल $a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma \neq 90°$	**सरल** (Simple): इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं। 				$NaNO_3, CaSO_4$, केल्साइट, क्वार्ट्ज As, Sb, Bi आदि।
हैक्सागोनल $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^o$ $\gamma = 120^o$	**सरल** (Simple) : इसमें जालक बिन्दु इकाई सेल के बारह कोनों पर उपस्थित होते हैं । 	**या** इसमे बिन्दु हैक्सागोनल प्रिज्म के बारह कोनों तथा बारह हैक्सागोनल फलकों के केन्द्रों पर उपस्थित होते हैं । 			ZnO, PbS, CdS, HgS, ग्रेफाइट, बर्फ Mg, Zn, Cd आदि ।

मोनोक्लिनिक $a \neq b \neq c$, $\alpha = \gamma = 90^o, \beta \neq 90^o$	**सरल** (Simple): इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं । 	**सिरा केन्द्रित** (End centered) : इसमें बिन्दु इकाई सेल के कोनों तथा दोनों सिरों के केन्द्रों पर स्थित होते हैं । 	$Na_2SO_4.10H_2O$, $Na_2B_4O_7.10H_2O$, $CaSO_4.2H_2O$, मोनोक्लिनिक सल्फर आदि ।
ट्राईक्लिनिक $a \neq b \neq c$, $\alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90^o$	**सरल** (Simple): इकाई सेल के आठ कोनों पर जालक बिन्दु होते हैं । 		$CaSO_4.5H_2O$, $K_2Cr_2O_7, H_3BO_3$ आदि।

घनीय निकायों का विश्लेषण (Analysis of cubic systems)

(1) **प्रति सेल परमाणुओं की संख्या** (Number of atoms per unit cell/Unit cell contents) **:** विभिन्न इकाई सेलों में तीन प्रकार के जालक बिन्दु होते हैं

यह सरलतम सम्बन्ध द्वारा निर्धारित किया जा सकता है $= \frac{n_c}{8} + \frac{n_f}{2} + \frac{n_i}{1}$

जहाँ n_c = घन के कोनों पर परमाणुओं की संख्या =8

n_f = घन के 6 फलकों पर परमाणुओं की संख्या = 6

n_i = घन के अन्तर परमाणुओं की संख्या = 1

घनीय इकाई सैल	n_c	n_f	n_i	प्रति इकाई सैल में कुल परमाणु
साधारण घनीय (*sc*)	8	0	0	1
अन्तःकेन्द्रित घनीय (*bcc*)	8	0	1	2
फलक केन्द्रित घनीय (*fcc*)	8	6	0	4

(2) **समन्वय संख्या** (Co-ordination number or C.N.) **:** किसी एकल गोले (परमाणु, आयन या अणु) के सीधे सम्पर्क द्वारा चारों ओर से घेरने वाले गोलों की संख्या को उस क्रिस्टल की समन्वय संख्या कहते हैं।

सरल घनीय निकाय के लिये C.N. = 6.

अन्तः केन्द्रित घनीय निकाय के लिये C.N. = 8

फलक केन्द्रित घनीय निकाय के लिये C.N. = 12.

(3) **इकाई सेल का घनत्व** (ρ) **:** *प्रति इकाई सेल के द्रव्यमान तथा इकाई सेल के कुल आयतन के अनुपात को इकाई सेल का घनत्व कहते हैं।*

$$\rho = \frac{Z \times M}{a^3 \times N_0}$$

यहाँ Z = प्रति इकाई सेल में कणों की संख्या,

M = परमाण्विक द्रव्यमान या आण्विक द्रव्यमान,

N_0 = एवोगेड्रो संख्या $(6.023 \times 10^{23} mol^{-1})$

a = इकाई सेल की कोर की लम्बाई = $a\ pm = a \times 10^{-10} cm$

a^3 = इकाई सेल का आयतन

अर्थात् $\rho = \frac{Z \times M}{a^3 \times N_0 \times 10^{-30}} g/cm^3$

पदार्थ का घनत्व इकाई सेल के घनत्व के बराबर होता है

(4) **संकुलन गुणांक** (Packing fraction or P.F.) **:** संकुलन का घनत्व या जालक संरचना में घिरा हुआ आयतनः इसको, इकाई सेल में उपस्थित परमाणु द्वारा घेरे आयतन (v) तथा इकाई सेल के कुल आयतन (V) के अनुपात द्वारा परिभाषित किया जाता है ।

माना कि परमाणु के संकुलन की त्रिज्या = r

घन की कोर की लम्बाई = a

घन का आयतन $V = a^3$

परमाणु का आयतन (गोलीय) $v = \frac{4}{3}\pi r^3$

तब संकुलन घनत्व $= \frac{vZ}{V} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 Z}{a^3}$

संरचना	r का a से सम्बन्ध	परमाणु का आयतन (v)	संकुलन घनत्व	रिक्तियों का %
सरल घनीय	$r = \frac{a}{2}$	$\frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2}\right)^3$	$\frac{\pi}{6} = 0.52$	100–52 = 48%
फलक केन्द्रित घनीय	$r = \frac{a}{2\sqrt{2}}$	$\frac{4}{3}\pi\left(\frac{a}{2\sqrt{2}}\right)^3$	$\frac{\sqrt{2}\pi}{6} = 0.74$	100 – 74 = 26%
अन्तः केन्द्रित घनीय	$r = \frac{\sqrt{3}a}{4}$	$\frac{4}{3}\pi\left(\frac{\sqrt{3}a}{4}\right)^3$	$\frac{\sqrt{3}\pi}{8} = 0.68$	100 – 68 = 32%

क्रिस्टल निकाय का *X*-किरण अध्ययन
(*X*-ray study of crystal structure)

ब्रैग के अनुसार, एक क्रिस्टल (जिसमें समदूरस्थ परमाण्विक तलों की श्रेणी होती है) को न कि सिर्फ एक अनुगमन ग्रेटिंग (Transmission grating) की तरह बल्कि इसको एक परावर्तन ग्रेटिंग के रूप में भी प्रयोग किया जा सकता है। जब क्रिस्टल के पृष्ठ पर *X*-किरणें आपतित होती हैं और ये क्रिस्टल में प्रवेश कर जाती हैं, तथा क्रमागत तलों के परमाणुओं से टकराती हैं। इन प्रत्येक तलों से *X*- किरणें, बराबर मोटाई वाली काँच की

प्लेटों के समूह से परावर्तित होने वाले प्रकाश की किरणों की तरह परावर्तित हो जाती हैं।

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

यहाँ λ = X -किरण की तरंगदैर्ध्य, n = परावर्तन की कोटि

θ = परावर्तन कोण, d = दो क्रमागत तलों के बीच की दूरी

इस समीकरण को **ब्रैग का समीकरण या ब्रैग का नियम कहते हैं।** $n = 1$के संगत परावर्तन को प्रथम कोटि का परावर्तन और $n = 2$ के संगत परावर्तन को 'द्वितीय कोटि का परावर्तन' कहते हैं तथा इस प्रकार 'n' (X -किरणों के परावर्तन की कोटि), तथा आपतन कोण (θ) को मापकर, हम d/λ का मान निकाल सकते हैं।

$$\frac{d}{\lambda} = \frac{n}{2\sin\theta}$$

यदि λ ज्ञात हो तो d का मान ज्ञात किया जा सकता है। X- किरण परावर्तन में, 'n' को 1 के बराबर कर दिया जाता है। अतः विकल्पीय रूप में ब्रैग समीकरण को निम्न प्रकार लिखा जा सकता है,

$$\lambda = 2d\sin\theta = 2d_{hkl}\sin\theta$$

जहाँ d_{hkl} दो पास–पास वाले तलों (hkl) के बीच की लम्बवत दूरी है।

क्रिस्टलीय ठोसों में बन्द संकुलन
(Close packing in crystalline solids)

क्रिस्टल के निर्माण में, संघटक कण (परमाणु, आयन या अणु) एक दूसरे से संकुलित होते हैं। बन्द संकुलित व्यवस्था वह होती है जिसमें अधिकतम उपलब्ध स्थान घेरा जाता है। यह अधिकतम घनत्व अवस्था के संगत है। संकुलन जितना बन्द होगा, बन्द निकाय का स्थायित्व उतनी ही अधिक होगा।

(1) **द्विविमीय अवस्था में बन्द संकुलन** (Close packing in two dimensions) : द्विविमीय अवस्था में बन्द संकुलन की दो सम्भव व्यवस्थायें होती हैं।

(i) ***वर्ग बन्द संकुलन*** : जिसमें गोले एक दूसरे के ऊपर क्रमित कतार में होते हैं एवं क्षैतिज के साथ–साथ ऊर्ध्वाधर स्वरुप दर्शाते हैं एवं वर्ग निर्मित करते हैं। इस व्यवस्था में प्रत्येक गोला चार गोलों के सम्पर्क में होता है।

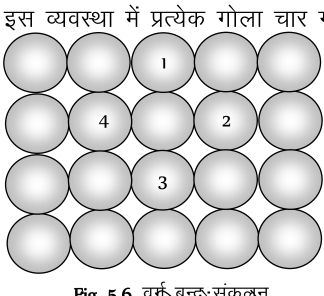


Fig. 5.6. वर्ग बन्द संकुलन

(ii) ***षट्कोणीय बन्द संकुलन*** : जिसमें प्रत्येक दूसरी कतार में गोले, प्रथम कतार के गोलों के बीच दवाब में होते हैं। तीसरी कतार में गोले प्रथम कतार में गोलों के साथ ऊर्ध्वाधर स्वरुपित होते हैं। संपूर्ण क्रिस्टलीय संरचना के दौरान समान प्रारुप देखा जाता है। इस व्यवस्था में प्रत्येक गोला छः दूसरे गोलों के सम्पर्क में रहता है।

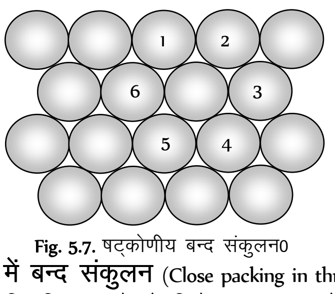


Fig. 5.7. षट्कोणीय बन्द संकुलन0

(2) **त्रिविमीय अवस्था में बन्द संकुलन** (Close packing in three dimensions) : त्रिविमीय बन्द संकुलन विकसित करने के लिये, प्रथम परत में षट्कोणीय बन्द संकुलन बनाना पडेगा। बन्द संकुलन के लिये, प्रत्येक गोला परत में तीन स्पर्शी गोले के केन्द्र पर विश्रामित होता है। जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। प्रथम परत में गोले ठोस रेखाओं द्वारा दर्शाये जाते हैं, जबकि द्वितीय परत में गोले टूटी हुई रेखाओं द्वारा दर्शाये जाते हैं। यह ध्यान देना चाहिए कि प्रथम परत में त्रिकोणीय रिक्तिओं का केवल आधा भाग द्वितीय परत के गोलों द्वारा घेरा जाता है। (अर्थात् या तो b या c)। प्रथम परत में ना घेरी जाने वाली रिक्तियाँ चित्र में (c) द्वारा दर्शाई गई हैं।

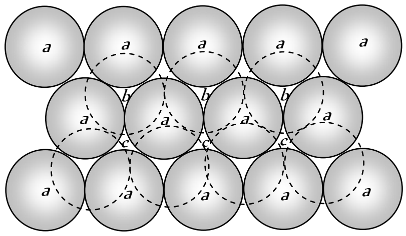


Fig. 5.8. त्रिविमिय बन्द संकुलन

दो पथ है जिनमें तृतीय परत में प्रजाति दूसरी परत के ऊपर व्यवस्थित की जा सकती है।

(i) ***षट्कोणीय बन्द संकुलन*** : इस व्यवस्था में परमाणु कोनों पर तथा दो षट्कोण, जो एक दूसरे के समान्तर होते हैं के बीच स्थित होते हैं, तीन और परमाणु एक समान्तर तल जो इन तलों के बीच होता है पर उपस्थित होते हैं। यह व्यवस्था ABAB .... प्रकार की होती है एवं 74% प्राप्त स्थान गोलों द्वारा घेरा जाता है। यह व्यवस्था *Be, Mg, Zn, Cd, Sc, Y, Ti, Zr, Tc, Ru* में पायी जाती है।

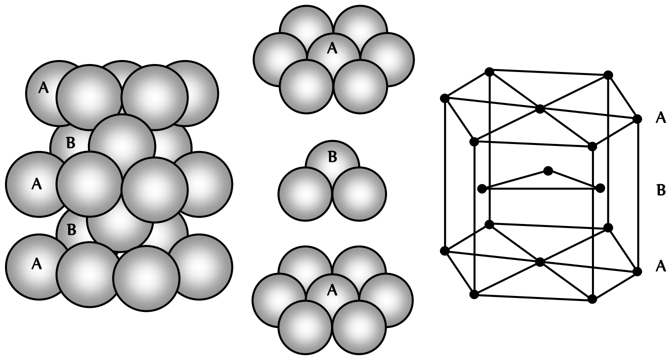


Fig. 5.9. त्रिविम षट्कोणीय बन्द संकुलन (*hcp*)

(ii) ***घनीय बन्द संकुलन*** : इस संरचना में परमाणु कोनों पर तथा घन के सभी 6 फलकों के केन्द्र पर व्यवस्थित होते हैं। यह व्यवस्था ABCABC..... प्रकार की होती है एवं 74% प्राप्त स्थान गोलों द्वारा घेरा जाता है। घनीय बन्द संकुलन में फलक केन्द्रित घनीय (*fcc*) इकाई सेल होते हैं। यह व्यवस्था *Cu, Ag, Au, Ni, Pt, Pd, Co, Rh, Ca, Sr* में पायी जाती है।

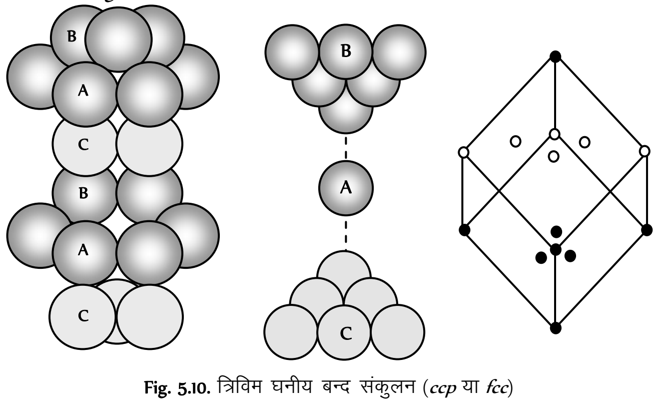


Fig. 5.10. त्रिविम घनीय बन्द संकुलन (*ccp* या *fcc*)

(iii) ***पिण्ड केन्द्रित घनीय*** : परमाणु की यह व्यवस्था पूरी तरह बन्द संकुलन नहीं है। यदि बन्द संकुलन की परत (A) के गोलों को मामूली सा खोला जाता है तो यह रचना प्राप्त होती है। परिणामस्वरुप इसमें कोई भी गोला एक दूसरे के सम्पर्क में नहीं होता है। गोले की दूसरी (B) परत पहली परत के ऊपर रखी जा सकती है जिससे दूसरे परत का प्रत्येक गोला, नीचे वाली परत के चारों घेरों के सम्पर्क में आ जाता है। तीसरी परत का निर्माण भी पहली परत की तरह ही होता है। इस विधि को यदि अनगिनित बार दोहराया जाता है तो हमें चित्र के समान संरचना प्राप्त होती है। यह व्यवस्था *Li, Na, K, Rb, Ba, Cs, V, Nb, Cr, Mo, Fe* इत्यादि में पायी जाती है।

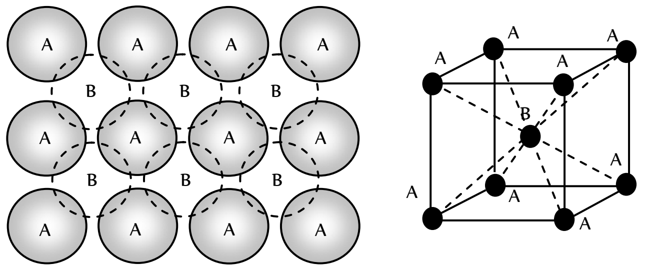


Fig. 5.11. त्रिविमीय में अन्तः केन्द्रित घनीय बन्द संकुलन (*bcc*)

सारणी : 5.3 *hcp, ccp* एवं *bcc* की तुलना

गुण	***hcp***	***ccp***	***bcc***
संकुलन की व्यवस्था	बन्द संकुलन	बन्द संकुलन	बन्द संकुलन नहीं होता है
संकुलन का प्रकार	AB AB A...	ABC ABC A...	AB AB A...
प्राप्त स्थान	74%	74%	68%
समन्वय संख्या	12	12	8
अघातवर्धनीयता एवं तन्यता	कम अघातवर्धनीयता कठोर, भंगुर	अघातवर्धनीयता एवं तन्यता युक्त	

बन्द संकुलन में अन्तरकाशी रिक्तियाँ
(Interstitial sites in close packing)

गोलों के बन्द संकुलन में भी गोलों के बीच कुछ रिक्त स्थान रह जाता है। क्रिस्टलीय जालक में यह रिक्त स्थान रिक्ति या छिद्र कहलाता है। रिक्तियाँ निम्न प्रकार की होती हैं।

(1) **त्रिकोणीय रिक्ति** (Trigonal void) **:** जब तीन गोले समबाहु त्रिभुज के शीर्ष पर होते हैं तब यह रिक्ति निर्मित होती है। त्रिकोणीय रिक्ति का आकार निम्नलिखित सम्बन्ध द्वारा दिया जाता है।

$r = 0.155\,R$

r = गोलीय त्रिकोणीय रिक्ति की त्रिज्या

R = बन्द संकुलित गोलों की त्रिज्या

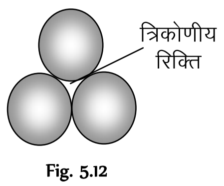


Fig. 5.12

(2) **चतुष्कोणीय रिक्ति** (Tetrahedral void) **:** जब त्रिकोणीय रिक्तियाँ (एक परत में तीन गोलों से बनी हुई एक दूसरे को स्पर्श करते हैं) एक गोले के साथ ऊपरी परत या निम्न परत के सम्पर्क में होती है तो चतुष्फलकीय रिक्तियाँ विकसित होती हैं।

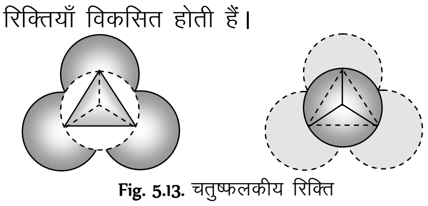


Fig. 5.13. चतुष्फलकीय रिक्ति

चतुष्फलकीय रिक्तियों की संख्या क्रिस्टलीय संरचना में गोलों की संख्या से दुगनी होती है

$$\frac{r}{R} = 0.225$$

जहाँ, r चतुष्फलकीय रिक्ति की त्रिज्या है या उस परमाणु की जो चतुष्फलकीय रिक्ति घेरता है।

R चतुष्फलकीय रिक्ति निर्मित करने वाले गोले की त्रिज्या है।

(3) **अष्टफलकीय रिक्तियाँ** (Octahedral void) **:** इस प्रकार की रिक्तियाँ छः बन्द संकुलित गोलों द्वारा घिरी रहती हैं अर्थात् यह छः गोलों द्वारा निर्मित होती हैं।

अष्टफलकीय रिक्तियों की संख्या गोलो की संख्या के समान होती है।

$$\frac{r}{R} = 0.414$$

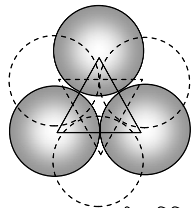


Fig. 5.14. अष्टफलकीय रिक्ति

(4) **घनीय रिक्तियाँ** (Cubic void) **:** इस प्रकार की रिक्तियाँ आठ बन्द संकुलित गोलों के बीच निर्मित होती हैं जो घन के सभी आठ कोने घेरते हैं।

$$\frac{r}{R} = 0.732$$

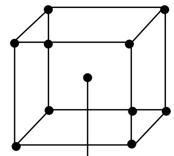


Fig. 5.15. घनीय रिक्ति

विभिन्न रिक्तियों के आकार का घटता हुआ क्रम है

घनीय > **अष्टफलकीय** > **चतुष्फलकीय** > **त्रिकोणीय**

आयनिक त्रिज्या या त्रिज्या अनुपात
(Ionic radii and Radius ratio)

(1) **आयनिक त्रिज्या** (Ionic radii) **:** *X*-किरण विवर्तन तथा इलेक्ट्रॉन विवर्तन तकनीकें इकाई सेल के विषय में जानकारी देती हैं माना कि एक घन जिसकी कोरों की लम्बाई '*a*' है, में धनायन तथा ऋणायन उपस्थित हैं।

$(NaCl$ के) $r_c + r_a = a/2$

यहाँ r_c तथा r_a क्रमशः केटायन तथा ऐनायन की त्रिज्याऐं है

Cl^- की त्रिज्या

$$= \sqrt{\frac{(a/2)^2 + (a/2)^2}{2}} = \frac{a}{4}$$

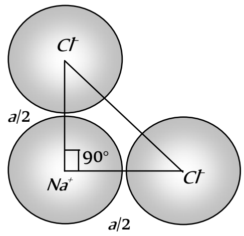


Fig. 5.16. क्लोराइड आयन की त्रिज्या

अन्तः केन्द्रित जालक के लिये $CsCl$. $r_c + r_a = \frac{\sqrt{3}a}{2}$

(2) **त्रिज्या अनुपात** (Radius ratio) **:** किसी आयनिक ठोस में स्थित धनायन को स्पर्श करते हुए अधिक से अधिक उतने ही ऋणायन हो सकते हैं जिससे स्थिरवैद्युत आकर्षण सर्वाधिक अथवा स्थिर वैद्युत प्रतिकर्षण न्यूनतम रहें। ये बल धनायन तथा ऋणायन के आकार पर निर्भर करते हैं क्रिस्टल में आयनों की व्यवस्था धनायन तथा ऋणायन की त्रिज्या के अनुपात द्वारा प्रभावित होती है त्रिज्या के अनुपात को निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है **त्रिज्या अनुपात किसी क्रिस्टल में उपस्थित धनायन तथा ऋणायन की त्रिज्याओं का अनुपात होता है**

$$\text{त्रिज्या अनुपात} = \frac{\text{धनायन की त्रिज्या } (r^+)}{\text{ऋणायन की त्रिज्या } (r^-)}$$

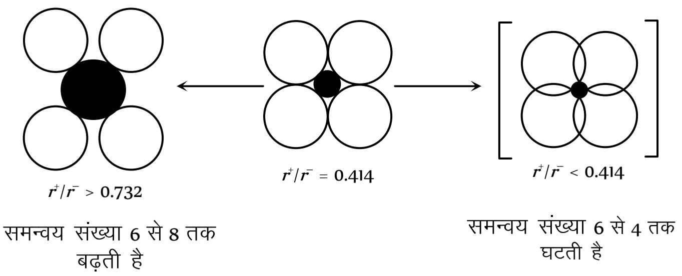


Fig. 5.17. समन्वय संख्या पर त्रिज्या अनुपात का प्रभाव

सारणी : 5.4 सीमान्तकारी त्रिज्या अनुपात तथा संरचनायें

सीमान्तकारी त्रिज्या अनुपात $(r)/(r)$	C.N.	आकृति
< 0.155	2	रेखीय
0.155 – 0.225	3	समतल त्रिकोणीय
0.225 – 0.414	4	चतुष्फलकीय
0.414 – 0.732	6	अष्टफलकीय
0.732 – 0.999 या 1	8	अन्तःकेन्द्रित घनीय

सहसंयोजी संख्या पर ताप एवं दाब का प्रभाव
(Effect of temperature and Pressure on C.N.)

6 : 6 उपसहसंयोजी संख्या वाली *NaCl* संरचना पर उच्च दाब लगाने पर यह 8 : 8 उपसहसंयोजी संख्या वाली *CsCl* संरचना में परिवर्तित हो जाती है। इस प्रकार दाब में वृद्धि उपसहसंयोजी संख्या बढ़ाती है।

इसी प्रकार, 760 *K* पर गर्म करने पर *CsCl* संरचना *NaCl* संरचना में परिवर्तित हो जाती है। दूसरे शब्दों में, ताप में वृद्धि उपसहसंयोजी संख्या घटाती है।

$$\underset{(6:6)}{NaCl} \underset{\text{ताप}}{\overset{\text{दाब}}{\rightleftharpoons}} \underset{(8:8)}{CsCl}$$

आयनिक क्रिस्टलों की संरचनाएँ
(Structure of ionic crystals)

सारणी : 5.5 आयनिक ठोसों के विभिन्न प्रकारों का विवरण

क्रिस्टल संरचना का प्रकार	विवरण	उदाहरण	समन्वय संख्या	इकाई सेल में फॉर्मूला इकाइयाँ
AB प्रकार *(NaCl)* रॉकसाल्ट संरचना	इसका *fcc* विन्यास होता है जिसमें Cl^- आयन घन के फलक के केन्द्र पर तथा कोनों पर उपस्थित होते हैं Na^+ आयन पिण्ड तथा कोर के केन्द्र पर होते हैं।	*Li, Na, K, Rb,* के हैलाइड, *AgF, AgBr,* NH_4Cl, NH_4Br, NH_4I etc.	$Na^+ = 6$ $Cl^- = 6$	4
जिंक ब्लेंडी *(ZnS)* प्रकार	इसका *ccp* विन्यास होता है इसमें S^{2-} आयन *fcc* बनाते हैं तथा प्रत्येक Zn^{2+} आयन 4 S^{2-} आयनों से घिरे रहते हैं।	$CuCl, CuBr, CuI, AgI, BeS$	$Zn^{2+} = 4$ $S^{2-} = 4$	4
AB_2 प्रकार फ्लोराइट संरचना (CaF_2) प्रकार	इस विन्यास मे Ca^{2+} आयन *fcc* बनाते हैं तथा प्रत्येक Ca^{2+} आयन $8F^-$ आयनों से घिरे रहते हैं तथा F^- आयन $4Ca$ आयनों से घिरा रहता है।	$BaF_2, BaCl_2, SrF_2$ $SrCl_2, CdF_2, PbF_2$	$Ca^{2+} = 8$ $F^- = 4$	4
एन्टीफ्लोराइट प्रकार	यहाँ ऋणआयन *ccp* व्यवस्था बनाते हैं अतः प्रत्येक धनात्मक आयन 4 ऋणात्मक आयनों से तथा प्रत्येक ऋणात्मक आयन 8 धनात्मक आयनों से घिरा रहता है	Na_2O	$Na^+ = 4$ $O^{2-} = 8$	4
सीजियम क्लोराइड *(CsCl)* प्रकार	इसका *bcc* विन्यास होता है जिसमें Cs^+ अन्तःकेन्द्रित होते हैं तथा Cl^- आयन घन के कोनों पर होते हैं	$CsCl, CsBr, CsI, CsCN$, $TlCl, TlBr, TlI$ एवं $TlCN$	$Cs^+ = 8$ $Cl^- = 8$	1

ठोसों में त्रुटि एवं अपूर्णतायें
(Defects or Imperfections in solids)

किसी आदर्श क्रमित व्यवस्था में कोई विचलन त्रुटि उत्पन्न करता है। ये त्रुटि कभी कभी ऊष्मागतिकीय त्रुटि भी कहलाती है क्योंकि इन त्रुटिओं की संख्या ताप पर निर्भर करती है।

(1) **इलेक्ट्रोनिक त्रुटि अपूर्णता** (Electronic imperfections): सामान्यतः इलेक्ट्रॉन पूर्ण प्राप्य निम्न ऊर्जा स्तर में उपस्थित होते हैं। किन्तु उच्च ताप पर, कुछ इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर घेरते हैं यह ताप पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिये शुद्ध *Si* या *Ge* के क्रिस्टल में कुछ इलेक्ट्रॉन 0 *K* से ऊपर ताप पर सहसंयोजी बन्धों से ऊष्मीय रुप से निकलते हैं। ये इलेक्ट्रॉन क्रिस्टल में घूमने के लिये मुक्त होते हैं एवं विद्युत चालकता के लिये उत्तरदायी होते हैं। इस प्रकार की चालकता अंतराली चालकता कहलाती है। इलेक्ट्रॉन के निकलने से निर्मित इलेक्ट्रॉन अपरिपूर्ण बन्ध होल (छिद्र) कहलाते हैं। विद्युत क्षेत्र की उपस्थिति में धनात्मक छिद्र इलेक्ट्रॉन की दिशा के विपरीत घूमते हैं एवं विद्युत उत्पन्न करते हैं। ठोसों में इलेक्ट्रॉन तथा छिद्र इलेक्ट्रॉनिक अपूर्णता बढ़ाते हैं।

(2) **परमाण्विक अपूर्णता / बिन्दु त्रुटि** (Atomic imperfections/point defects) : जब एक क्रिस्टलीय पदार्थ में परमाणुओं के समूह या एक परमाणु के चारों ओर नियमित या आवर्तीय व्यवस्था से विचलन होता है तब त्रुटि बिन्दु त्रुटि कहलाती है। एक क्रिस्टल में बिन्दु त्रुटि निम्नलिखित तीन प्रकार से वर्गीकृत की जा सकती हैं।

(i) ***रस–समीकरणमितीय त्रुटि*** *(Stoichiometric defects)* : रस–समीकरणमितीय (Stoichiometric compound) यौगिक वह यौगिक है जिनमें धन व ऋण आयनों की संख्या एकदम उसी अनुपात में होती हैं, जो उनके रासायनिक सूत्र द्वारा प्रकट होती हैं। इन यौगिकों में तीन प्रकार की त्रुटि पायी जाती हैं,

(a) *अन्तराकोशीय त्रुटि (Interstitial defects)* : इस प्रकार की त्रुटि आयनों की अन्तराकोशीय रिक्ति के उपस्थित होने के कारण होती है

(b) *शॉट्की त्रुटि (Schottky defects)* : इस प्रकार की त्रुटि ऋणायन के स्थान पर रिक्त स्थान उत्पन्न हो जाने के कारण होती है वैद्युत उदासीनता को बनाये रखने के लिये उतनें ही धनायन भी रिक्त हो जाते हैं। इस प्रकार का त्रुटि उन यौगिकों में पायी जाती है जो उच्च समन्वय संख्या वाले हों और जहाँ धनायन व ऋणायन एक ही आकार के हों। क्षार धातु हेलाइडों ($NaCl, CsCl$ आदि) की क्रिस्टल रचना इस प्रकार की त्रुटि प्रदर्शित करती है। चूँकि ऐसे क्रिस्टल जालकों में आयनों की संख्या कम हो जाती है इसलिये ठोस का घनत्व कम हो जाता है। उदाहरण, $NaCl$, KCl, $CsCl$ एवं KBr आदि।

(c) *फ्रेंकल त्रुटि (Frenkel defects)* : इस प्रकार की त्रुटि धनायन रिक्ति के कारण उत्पन्न होती है वास्तव में धनायन दो परतो के बीच दूसरे स्थान पर चला जाता है। यह स्थान चारों ओर से बहुत से ऋणायनों से घिरा रहता है। इस प्रकार की त्रुटि निम्न प्रकार के यौगिकों में पायी जाती है।

निम्न समन्वय संख्या वाले यौगिकों में आकर्षण बल कम होने के कारण इन्हें आसानी से नष्ट किया जा सकता है इसलिये धनायन सरलता से अन्तराकोशीय रिक्ति में चले जाते हैं।

जिन यौगिकों में आयन भिन्न आकार के होते हैं। (क्योंकि धनायन ऋणायन की अपेक्षा छोटे होते हैं, इसलिये अधिकतर ये ही अन्तराकोशीय स्थान में पाये जाते हैं)।

वे यौगिक जिनमें उच्च ध्रुवणता वाले धनायन और एक सरलता से ध्रुवित होने वाला ऋणायन होता है।

इस प्रकार की त्रुटि प्रदर्शित करने वाले यौगिक $ZnS, AgBr$ आदि हैं। इस प्रकार की त्रुटि डाईइलेक्ट्रिक स्थिरांक में वृद्धि दर्शाती है। सामान्यतयः यह दोनों ही त्रुटि उन ठोसों में पायी जाती हैं जिनमें धनायन एवं ऋणायन का आकार लगभग बराबर होता है। सामान्यतः, शॉट्की त्रुटि का फ्रेंकल की अपेक्षा उत्पन्न होना अधिक सरल है क्योंकि इसको उत्पन्न होने के लिये कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है। क्रिस्टल में इन त्रुटि की संख्या ताप बढाने के साथ बढ़ती है, इसलिये इनको थर्मोडायनेमिक त्रुटि भी कहते हैं। $AgBr$ **में फ्रेंकल तथा शॉट्की दोनों त्रुटि पायी जाती हैं।**

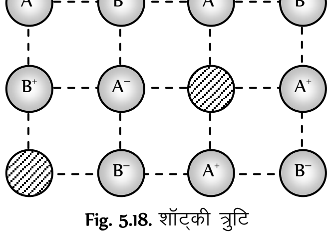


Fig. 5.18. शॉट्की त्रुटि

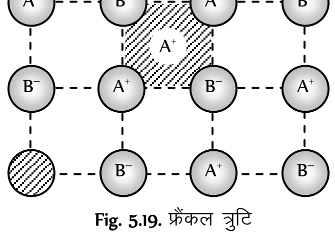


Fig. 5.19. फ्रेंकल त्रुटि

शॉटकी एवं फ्रैंकल त्रुटि के प्रभाव (Consequence of schottky and Frenkel defect)

शॉट्की त्रुटि की अधिक संख्या में उपस्थिति क्रिस्टल का घनत्व कम करती है। जब केवल फ्रेंकल त्रुटि उपस्थित होती है तो घनत्व नहीं घटता है। फ्रेंकल त्रुटि के पास आवेश की नजदीकी क्रिस्टल के परावैद्युतांक को बढ़ाती है। इस प्रकार की त्रुटि वाले यौगिक कम मात्रा में विद्युत उत्पन्न करते हैं। जब विद्युत क्षेत्र आरोपित किया जाता है, तो आयन छिद्र घेरने के लिये अपने स्थान से हट जाता है, यह एक नया छिद्र उत्पन्न करता है। इस तरह से एक छिद्र एक सिरे से दूसरे सिरे तक घूमता है। इस प्रकार यह विद्युत उत्पन्न करता है। छिद्रों की उपस्थिति के कारण क्रिस्टल की स्थायित्वता (या जालक ऊर्जा) घटती है।

(ii) ***अरस–समीकरणमितीय त्रुटि*** *(Non-stoichiometric defects)*: वह त्रुटि जो यौगिक की रससमीकरणमिती को परिवर्तित करती है अरस–समीकरणमितीय त्रुटि कहलाती है। ये अतिरिक्त त्रुटि धातु या अधातु के अधिक मात्रा में होने पर उत्पन्न होती है।

(a) *ऋणायन रिक्तियों के कारण अतिरिक्त धातु आयन त्रुटि* (*Metal excess defects due to anion vacancies*) : इस प्रकार की त्रुटि ऋणायन (अधातु) के हटने से उत्पन्न होती है जिनके कारण धनायन (धातु) की सान्द्रता में वृद्धि हो जाती है। और जालक में हटे ऋणायनों का स्थान इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर लेते हैं और इस प्रकार निकाय विद्युतीय उदासीन हो जाता है। अधातु के परमाणु गैस के रुप मे सतह को छोड़ सकते हैं। यह त्रुटि उन क्रिस्टलों में पायी जाती है जिनमें शॉट्की त्रुटि पायी जाती है। ऋणायन रिक्तियाँ (क्षारीय धातु हैलाइडों मे) क्षारीय धातु वाष्प के वातावरण में क्षारीय धातु हैलाइड क्रिस्टल को गर्म करने पर कम हो जाती है। इलेक्ट्रॉन द्वारा घेरे गये छिद्र *F*-केन्द्र कहलाते हैं (या रंगीन केन्द्र)।

(b) *अन्तरकाशी धनायन के कारण अतिरिक्त धातु त्रुटि* (*Metal excess defects due to interstitial cations*) : इस प्रकार की त्रुटि अन्तरकाशीय रिक्ति में अतिरिक्त धनात्मक आयन की उपस्थिति में होती है। वैद्युत उदासीनता उन इलेक्ट्रॉन द्वारा बनी रहती है जो अन्तरकाशी स्थान में होते हैं। यह त्रुटि भी फ्रेंकल त्रुटि की तरह है यह उन क्रिस्टलों में पायी जाती है जिनमें फ्रेंकल त्रुटि की संभावना होती है। उदाहरण के लिये जब ZnO को गर्म किया जाता है तब ऑक्सीजन निकलती है। अन्तरकाशी स्थानों में आधिक्यता आ जाती है। *अरससमीकृत ZnO की विद्युत चालकता एवं पीला रंग घेरे गये इलेक्ट्रॉनों के कारण होता है।*

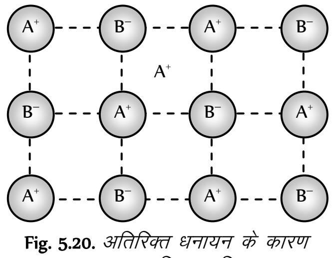


Fig. 5.20. *अतिरिक्त धनायन के कारण धातु आधिक्य त्रुटि*

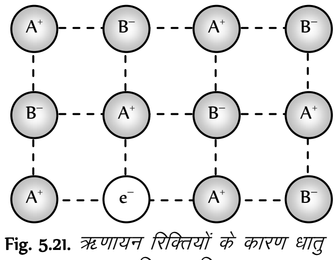


Fig. 5.21. *ऋणायन रिक्तियों के कारण धातु आधिक्य त्रुटि*

धातु आधिक्य त्रुटि के प्रभाव (Consequences of metal excess defects)

उन क्रिस्टलों में जिनमें कोई भी धातु आधिक्य त्रुटि होती है, स्वतंत्र इलेक्ट्रॉन पाये जाते हैं यदि वे विचलित होते हैं तो विद्युत धारा बहती है क्योंकि त्रुटि होने के कारण कुछ ही इलेक्ट्रॉन स्वतन्त्र होते हैं जो विद्युत धारा के सुचालक होते हैं इसलिये धारा भी बहुत कम होती है इन पदार्थों को अर्धचालक (Semi-conductor) कहते हैं।

स्वतंत्र इलेक्ट्रॉन को उच्च ऊर्जा स्तर तक उत्तेजित किया जा सकता है जिससे अवशोषक स्पेक्ट्रा बनता है जिसके फलस्वरूप इन धातुओं के यौगिक रंगीन होते हैं। इस प्रकार ZnO जब गर्म होता है तो पीला और जब ठंडा होता है तो सफेद रंग का होता है।

जब एक क्रिस्टल पर सफेद प्रकाश डाला जाता है तब घेरे गये इलेक्ट्रॉन सफेद प्रकाश के कुछ संघटक मूल अवस्था से उत्तेजित अवस्था में जाने के लिये अवशोषित करते हैं। यह रंग उत्पन्न करते हैं। ऐसे कुछ बिन्दु *F*-केन्द्र कहलाते हैं (जर्मन शब्द फार्बे जिसका अर्थ रंग है)। ऐसे आधिक्य आयन धनात्मक आयन रिक्तियों द्वारा बनते हैं। ये रिक्तियाँ ऋणायन रिक्तियों की तरह इलेक्ट्रॉन घेरती हैं। इस प्रकार उत्पन्न रंगीन केन्द्र *V*-केन्द्र कहलाते हैं।

(c) *धातु की कमी से उत्पन्न त्रुटि तथा धनायन रिक्तियाँ (Metal deficiency defect and Cation vacancies)* : धातु अधिकता त्रुटि की तरह यह भी दो तरह की होती है। इस प्रकार की त्रुटि में एक धनायन अपने जालक से लुप्त होता है और आवेश का संतुलत (वैंद्युत उदासीनता) किसी धनायन के उच्च संयोजकता ऑक्सीकरण से होता है; यह ऑक्सीकरण धनायन प्राप्त करने से नहीं होता है। इस प्रकार जालक में धातु परमाणु की कमी रहती है। उदाहरण *NiO, FeO* तथा *FeS*

(d) *अतिरिक्त ऋणायन जो अन्तराकोशीय स्थान घेरे रहते हैं (Extra anions occupying the interstitial sites)* : इस प्रकार की त्रुटि अन्तराकोशीय रिक्ति में अतिरिक्त ऋणायन की उपस्थिति के कारण होती है। वैद्युत उदासीनता धनायन के अतिरिक्त आवेश द्वारा बनी रहती है।

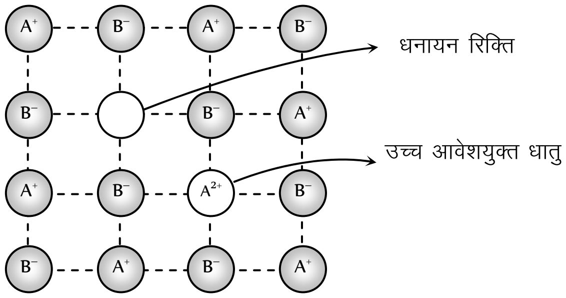


Fig. 5.22

धात्विक न्यूनता त्रुटि के परिणाम

इलेक्ट्रॉन के घूमने के कारण, एक आयन A, A^- आयन में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रकार A आयन से इलेक्ट्रॉन का चालन धनात्मक छिद्र का आभास देता है और पदार्थ *p*-प्रकार के अर्धचालक कहलाते हैं।

(iii) ***अशुद्धता त्रुटि*** *(Impurity defect)* : इस प्रकार की त्रुटि तब उत्पन्न होती है जब बाहरी परमाणु जालक स्थान पर या रिक्त अन्तरकाशी स्थान पर (मेजबान परमाणु के स्थान पर) उपस्थित होते हैं। पहली स्थिति में हमें प्रतिस्थापित ठोस विलयन प्राप्त होता है जबकि बाद की स्थिति में हमें अन्तरकाशी ठोस विलयन प्राप्त होता है। प्रथम निर्माण अशुद्धता के इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पर निर्भर करता है जबकि बाद का निर्माण अशुद्धता के आकार पर निर्भर करता है।

ठोसों के गुण (Properties of solids)

क्रिस्टलों में उत्पन्न अपूर्णता (त्रुटि), आयनिक यौगिकों के गुणों में कुछ विशिष्ट परिवर्तन करते हैं। ठोसों के ये गुण, उनके संघटन, उनकी जालक संरचना और बन्धों की प्रकृति से सीधे सम्बन्धित होते हैं। ठोसों के कुछ गुण निम्न हैं

(1) **विद्युतीय गुण** (Electrical properties) : ठोसों के विद्युतीय गुण इलेक्ट्रॉनों या धन छिद्रों की गति के द्वारा (इलेक्ट्रॉनिक चालकता) या आयनों की गति के (आयनिक चालकता) द्वारा होते हैं। आयनों या धनात्मक छिद्रों में चालकता इलेक्ट्रॉनिक त्रुटि के कारण होती है। इलेक्ट्रॉनों द्वारा चालन *n*-प्रकार का चालन (*n* ऋणात्मक के लिये) तथा धन छिद्रों द्वारा चालन *p*-प्रकार का चालन (*p* धनात्मक के लिये) कहलाता है। शुद्ध आयनिक ठोस जहाँ चालन केवल आयनों की गति द्वारा होता है, विद्युत उदासीन कहलाते हैं। आयनिक ठोसों में से गलित या विलयन अवस्था में विद्युत धारा प्रवाहित हो सकती है। इस प्रकार विद्युत चालकताओं के मान के आधार पर ठोसों को तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

(i) ***सुचालक*** *(Conductors)* : इनमें से प्रयुक्त विद्युत क्षेत्र का अधिकतम भाग प्रवाहित हो सकता है। सुचालकों की विद्युत चालकता $10^4 - 10^6\, ohm^{-1} cm^{-1}$ की कोटि की है। धातुएँ विद्युत के सुचालकों की अच्छी उदाहरण हैं। इसके उदाहरण $NaCl$ तथा KCl हैं

(ii) ***कुचालक*** *(Insulators)* : इनमें से प्रायोगिक रूप से विद्युत धारा का प्रवाह नहीं होता है, इनकी विद्युत चालकता $10^{-12} - 10^{-22}\, ohm^{-1} cm^{-1}$ कोटि की होती होती है। अधिकांश कार्बनिक तथा अकार्बनिक (ग्रेफाइट के अतिरिक्त) ठोस विद्युत के कुचालक होते हैं।

(iii) ***अर्द्धचालक*** *(Semiconductors)* : कमरे के ताप पर, अर्द्धचालकों में से विद्युत धारा का एक भाग प्रवाहित हो सकता है। वास्तव में, सामान्य ताप पर किसी अर्द्धचालक की विद्युत चालकता एक सुचालक तथा कुचालक के मध्य की होती है, यह 10^{-9} से 10^2 ओम$^{-1}$ सेमी.$^{-1}$ के बीच में होती है। वास्तव में, अर्द्धचालक वे ठोस हैं जो परम शून्य ताप पर पूर्ण कुचालक होते हैं, परन्तु कमरे के ताप पर विद्युत धारा प्रवाहित नहीं करते। सिलिकन तथा जर्मेनियम दो बहुत महत्वपूर्ण तत्व हैं जो अर्ध चालकों के रूप में प्रयुक्त होते हैं। इन तत्वों के शुद्ध नमूने ($\approx 99.999\%$, शुद्ध) क्षेत्र शोधन द्वारा प्राप्त किये जाते हैं तथा इसमें कुछ अशुद्धि एक प्रक्रम, द्वारा सावधानीपूर्वक मिश्रित की जाती है, जो **डॉपिंग** कहलाता है। ये दो प्रकार के होते हैं अन्तः तथा बाह्य।

अतिचालकता *(Superconductivity)* : धातुओं की विद्युत प्रतिरोधकता ताप पर निर्भर करती है। विद्युत प्रतिरोध ताप में कमी के साथ घटता है तथा परम ताप के निकट लगभग शून्य हो जाता है। इस अवस्था में पदार्थ अतिचालक कहे जाते हैं। इस प्रकार अतिचालकता को इस प्रक्रम के रूप में परिभाषित किया जा सकता है जिसमें धातुएँ, मिश्रधातुएँ तथा रासायनिक यौगिक परम शून्य ताप पर शून्य प्रतिरोधकता के साथ पूर्ण चालक हो जाते हैं। **अतिचालक प्रति चुम्बकीय** होते हैं। इस प्रक्रम की खोज **सर्वप्रथम 1913 में कैमरलिंग ओन्स ने की** उन्होंने पाया कि पारा 4 *K* पर अतिचालक हो जाता है। ताप जिस पर कोई पदार्थ अतिचालक की तरह व्यवहार करना प्रारम्भ करता है, **संक्रमण ताप** (Trasition temperatrue) कहलाता है जो इस प्रक्रम को स्थापित करने वाली अधिकांश धातुओं में 2 तथा 5 *K* के मध्य स्थित होता है।

यह पदार्थ कमरे के ताप पर अति चालक के रूप में व्यवहार करते हैं जैसे द्रव हीलियम पर ताप जिस पर अतिचालकता प्रेक्षित की जाती है, जैसे नाओबियम (Nb_3Ge) की मिश्रधातुओं के लिये अतिचालकता 23 K ताप पर होती है अधिकांश संकर धातु ऑक्साइड भी अतिचालकता से युक्त पाये जाते हैं,

उदाहरण : $YBa_2Cu_3O_7$ 90 *K* ; $Bi_2Ca_2Sr_2Cu_3O_{10}$ 105 *K* ; $Tl_2Ca_2Ba_2Cu_3O_{10}$ 125 *K*

उदाहरण, $Nb_3\,Ge$ मिश्रधातु (1986 से पहले)

$La_{1.25}Ba_{0.15}CuO_4$ (1986)

$YBa_2\ Cu_3O_7$ (1987)

अतिचालकों का इलेक्ट्रॉनिक्स, बिल्डिंग चुम्बकों, वायु वाहकों (रेलगाडियाँ जो बिना पटरी के गति करती हैं) तथा शक्ति प्रसारण में बहुत उपयोग होता है।

"ताप जिस पर पदार्थ अति चालकता अवस्था में प्रवेश करता है अतिचालकता संक्रमण ताप (T_c) कहलाता है" अतिचालकता लैड *(Pb)* एवं टिन *(Sn)* में भी क्रमशः *7.2* एवं *3.7 K* पर प्रेक्षित की गई थी। अन्य पदार्थ जैसे बहुलक एवं कार्बनिक क्रिस्टलों में भी अतिचालकता की घटना पायी गई। उदाहरण है

$(SN)_x$, पॉलीथाएजिल जहाँ *x* परिवर्ती आकार की बड़ी संख्या को दर्शाता है

$(TMTSF)_2PF_6$ जहाँ *TMTSF* टेट्रा मेथिल टेट्रासिलेन फुलवेलीन है।

(2) **चुम्बकीय गुण** (Magnetic properties) : ठोस पदार्थों को इनके चुम्बकीय क्षेत्र में व्यवहार की प्रकृति के आधार पर निम्नलिखित अलग–अलग प्रकारों में विभाजित किया गया है:

सारणी : 5.6 ठोसों के चुम्बकीय गुण

गुण	विवरण	चुम्बकीय द्विध्रुव का संरेखन	उदाहरण	अनुप्रयोग
प्रतिचुम्बकीय (Diamagnetic)	जो बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में दुर्बलतापूर्वक 'प्रतिकर्षित' होते हैं। यह इस तथ्य के कारण है कि आयनों, परमाणुओं या अणुओं में सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित होते हैं तथा प्रतिचुम्बकत्व प्रदर्शित करते हैं। युग्मित होने के कारण, एक इलेक्ट्रॉन का चुम्बकीय आघूर्ण दूसरे इलेक्ट्रॉन के बराबर व विपरीत चुम्बकीय आघूर्ण से निरस्त हो जाता है।	सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित ↑↓ ↑↓ ↑↓	TiO_2, V_2O_5, *NaCl*, C_6H_6 (benzene)	विद्युतरोधी या कुचालक
अनुचुम्बकीय (Paramagnetic)	जो बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र में रखने पर दुर्बलता से आकर्षित होते हैं, अनुचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। पदार्थ की अनुचुम्बकीय प्रकृति उसमें उपस्थित आयनों, परमाणुओं या अणुओं में अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों के कारण होती है। अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों में चुम्बकीय आघूर्ण (इलेक्ट्रॉन चक्रण) होता है लेकिन उनके असमान रूप में अभिविन्यास (Orientation)एक दूसरे के प्रभाव को नष्ट कर देता है।	↑↓ ↑ ↑ कम से कम एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन	$O_2, Cu^{2+}, Fe^{3+}, TiO,$ Ti_2O_3, VO, VO_2 , *CuO*	बिजली का सामान
लौहचुम्बकीय (Ferromagnetic)	वे पदार्थ जो बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा तेजी से आकर्षित होते हैं, लौहचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं। इस प्रकार के पदार्थ में, सभी अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों का सरेखन एक ही दिशा में होता है। ये पदार्थ स्थायी रूप से चुम्बकित हो जाते हैं अर्थात् ये पदार्थ बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति में भी चुम्बकत्व प्रदर्शित करते हैं।	द्विध्रुव एक दिशा में संरेखित होते हैं। ↑ ↑ ↑ ↑ ↑	*Fe, Ni, Co,* CrO_2	CrO_2 का उपयोग ऑडियो तथा वीडियो टेप बनाने में करते हैं।
प्रति-लौह चुम्बकीय (Antiferromagnetic)	जब बराबर संख्या के अयुग्मित इलेक्ट्रॉन विपरीत दिशा में संरेखित होते हैं, तो उनके चुम्बकीय आघूर्ण (इलेक्ट्रॉन चक्रण) एक दूसरे के चुम्बकीय आघूर्णों को निरस्त कर देते हैं।	↑ ↓ ↑ ↓ ↑ ↓	*MnO*, MnO_2, Mn_2O_3, *FeO*, Fe_2O_3; *NiO*, Cr_2O_3, *CoO*, Co_3O_4,	–
फैरी चुम्बकीय (Ferrimagnetic)	जब अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की असमान संख्या, विपरीत दिशा में संरेखित होते हैं, तो परिणामी चुम्बकीय आघूर्ण शून्य नहीं होता है।	↑ ↓ ↓ ↓ ↑ ↓	Fe_3O_4, फैराइट्स	–

(3) **परावैद्युत गुण** (Dielectric properties) : वह पदार्थ जिन्हें बाह्य विद्युत क्षेत्र में रखने पर उसमें कोई आवेश का प्रवाह नहीं होता है परावैद्युत पदार्थ कहलाते हैं। यह इस तथ्य के कारण है कि परावैद्युत पदार्थो में इलेक्ट्रॉन परमाणुओं या आयनों द्वारा बन्धे रहते हैं। हालाँकि प्रभावी क्षेत्र परावैद्युत पदार्थ को ध्रुवित कर देता है तथा द्विध्रुव उत्पन्न कर देता है जिससे समान व विपरीत आवेश के द्विध्रुव सहसंयोजी बन्धों में उत्पन्न होते हैं। ऐसे क्रिस्टल निम्नलिखित गुण दर्शाते हैं।

(i) ***पीजो वैद्युतता*** *(Piezoelectricity)* : ऐसे क्रिस्टल, जिनमें द्विध्रुव व्यवस्थित क्रम में लगे होते हैं, पर जब यांत्रिक दाब लगाया जाता है तो वे आयनों के विस्थापन के कारण विद्युत उत्पन्न करते हैं, उत्पन्न विद्युत पीजो वैद्युतता कहलाती है और क्रिस्टल पीजो वैद्युत क्रिस्टल कहलाते हैं। उदाहरण क्वार्टज, रोशेल लवण (सोडियम पोटेशियम टारटरेट)। पीजो वैद्युत क्रिस्टल यांत्रिक विद्युत परभाषी की तरह व्यवहार करते हैं।

(ii) ***पायरो वैद्युतता*** *(Pyroelectricity)* : कुछ ध्रुवित क्रिस्टलों को गर्म करने पर कुछ मात्रा में विद्युत आवेश उत्पन्न होता है। उत्पन्न विद्युत पायरोविद्युतता कहलाती है।

(iii) ***लौह वैद्युतता*** *(Ferroelectricity)* : कुछ पीजो वैद्युत क्रिस्टल, बाहय वैद्युत क्षेत्र की अनुपस्थिति में भी द्विध्रुवों की स्थायी व्यवस्था प्रदर्शित करते हैं। जब ऐसे क्रिस्टलों पर विद्युत क्षेत्र लगााया जाता है तो आयनों के ध्रुवण की दिशा बदल जाती है। ऐसे ठोसों को लौह वैद्युत पदार्थ कहते हैं तथा इस प्रक्रम को लौह वैद्युतता कहते हैं उदाहरण पोटेशियम हाइड्रोजन फॉस्फेट (KH_2PO_4), बेरियम टाइटेनेट ($BaTiO_3$)।

(iv) ***प्रति लौह वैद्युतता*** *(Antiferroelectricity)* : कुछ क्रिस्टलों में द्विध्रुव कुछ इस तरह से ऊपर नीचे होते हैं कि कुछ भी द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न नहीं होता है। ऐसे क्रिस्टल विपक्ष लौह वैद्युत पदार्थ कहलाते हैं। उदाहरण लेड जिरकोनेट ($PbZrO_3$) । लौह वैद्युत पदार्थ उच्च संधारितता के छोटे आकार के संधारित्रों के निर्माण में उपयोगी हैं। ये ट्रांजिस्टर, टेलीफोन, कम्प्यूटर इत्यादि में उपयोगी होते हैं।

Tips & Tricks

- क्रिस्टलीकरण का व्युत्क्रम ठोस का गलन होता है।
- क्रिस्टल के निर्माण की दर जितनी कम होगी, क्रिस्टल उतना ही बड़ा होगा।
- धातुओं की कठोरता धात्विक बन्धों के लिये उपलब्ध इलेक्ट्रॉनों की संख्या के साथ बढ़ती है। इसलिए *Mg* सोडियम से कठोर होता है।
- समआकृतिकता उन पदार्थो में पायी जाती है जो ना केवल अपने क्रिस्टलीय रुप में समान होते हैं बल्कि उनमें समान रुप से जुड़े हुए परमाणुओं की संख्या भी समान होती है। जब कोई पदार्थ एक या एक से अधिक क्रिस्टलीय रुपों में पाया जाता है तो उसे बहुरुपता कहते हैं।

Ordinary Thinking

Objective Questions

ठोस के प्रकार एवं उनके गुण

1. पदार्थ की तीन अवस्थायें ठोस, द्रव और गैस हैं। इस संदर्भ में कौनसा कथन सत्य है [AIIMS 1991]
   (a) गैस तथा द्रव दोनों में श्यानता का समान गुण होता है
   (b) सभी अवस्थाओं (ठोस, द्रव, गैस) में अनियमित गति होती है
   (c) गैस बिना द्रव अवस्था के ठोस अवस्था में परिवर्तित नहीं हो सकती है
   (d) ठोस तथा द्रव दोनों में वाष्पदाब का समान गुण होता है

2. एक शुद्ध क्रिस्टलीय पदार्थ, तेजी से गर्म करने पर, पहले गाढ़ा द्रव बनाता है और फिर यह गाढ़ापन पूर्ण रूप से लुप्त हो जाता है। यह व्यवहार उन पदार्थों की विशेषता है, जो बनाते हैं [BHU 2000]
   (a) समावयवी क्रिस्टल (b) द्रवीय क्रिस्टल
   (c) समरूप क्रिस्टल (d) अपररूप क्रिस्टल

3. निम्न में से कौनसा यौगिक फैरोविद्युत है [AFMC 1997]
   (a) $BaTiO_3$ (b) $K_4[Fe(CN)_6]$
   (c) Pb_2O_3 (d) $PbZrO_3$

4. ठोस कार्बन डाईऑक्साइड उदाहरण है
   (a) आण्विक क्रिस्टल (b) आयनिक क्रिस्टल
   (c) सह संयोजक क्रिस्टल (d) धात्विक क्रिस्टल

5. $NaCl$ की गलन ऊष्मा (Heat of fusion) का मान
   (a) बहुत कम होता है
   (b) बहुत अधिक होता है
   (c) न बहुत कम और न बहुत अधिक
   (d) इनमें से कोई नहीं

6. पीजोइलेक्ट्रिक क्रिस्टल का उपयोग होता है
   (a) टी. वी. में (b) रेडियो में
   (c) रिकार्ड प्लेयर में (d) फ्रिज में

7. हीरे के लिये निम्न में से क्या सही है [AFMC 1997]
   (a) हीरा विद्युत का सुचालक है
   (b) हीरा मृदु है
   (c) हीरा ताप का कुचालक है
   (d) हीरा *C*, *H* तथा *O* से मिलकर बना है

8. सोडियम क्लोराइड एक उदाहरण है
   (a) सह संयोजक ठोस का (b) आयनिक ठोस का
   (c) आण्विक ठोस का (d) धात्विक ठोस का

9. अक्रिस्टलीय पदार्थो में
   (A) कम तथा ज्यादा परिसर क्रम
   (B) कम परिसर क्रम
   (C) ज्यादा परिसर क्रम
   (D) कोई निर्धारित गलनांक नहीं
   (a) A और C सही हैं (b) B और C सही हैं
   (c) C और D सही हैं (d) B और D सही हैं

10. ठोस के अभिलक्षण हैं [AMU 1994]
   (a) निश्चित आकृति
   (b) निश्चित आकार
   (c) निश्चित आकृति एवं आकार
   (d) निश्चित आकृति, आकार एवं दृढ़ता

11. निम्नलिखित में से कौनसा विद्युत का सुचालक है [MP PMT 1994; AFMC 2002]
   (a) हीरा (b) ग्रेफाइट
   (c) सिलिकन (d) अक्रिस्टलीय कार्बन

12. एक क्रिस्टलीय ठोस [Kerala CET (Med.) 2003]
(a) ठोस से द्रव में तेजी से परिवर्तित होता है जब उसे गर्म किया जाता है
(b) कोई निश्चित गलनांक नहीं होता है
(c) ज्यामिती में सरलता से डिफोर्मेशन होता है
(d) अनियमित त्रिविमीय विन्यास होता है
(e) धीरे धीरे मुलायम होता है

13. हीरा उदाहरण है इसका [MP PET/PMT 1998; CET Pune 1998]
(a) ठोस जिसमें हाइड्रोजन बन्ध हैं
(b) आयनिक ठोस
(c) सह संयोजक ठोस
(d) काँच

14. ठोस $NaCl$ विद्युत का कुचालक है क्योंकि [AIIMS 1980]
(a) ठोस $NaCl$ में कोई आयन नहीं होता है
(b) ठोस $NaCl$ सहसंयोजक है
(c) ठोस $NaCl$ में आयनों की गति नहीं होती है
(d) ठोस $NaCl$ में कोई इलेक्ट्रॉन नहीं होता है

15. एक पदार्थ का एक से अधिक ठोस रूपांतरों में अस्तित्व रखना जाना जाता है **अथवा** कोई भी यौगिक जिसकी दो से अधिक क्रिस्टल संरचना होती हैं, कहलाता है [MP PMT 1993; MP PET 1999]
(a) बहुरूपता (b) समरूपता
(c) अपररूपता (d) प्रतिविम्बरूपता

16. निम्नलिखित में से कौनसा ठोस का गुण नहीं है [MP PET 1995]
(a) ठोस सदैव क्रिस्टलीय प्रकृति के होते हैं
(b) ठोस का घनत्व उच्च एवं संपीड्यता कम होती है
(c) ठोस का विसरण अत्यन्त धीमे होता है
(d) ठोस का आयतन निश्चित होता है

17. कौन से ठोस में सबसे दुर्बल अन्तराण्विक बल होता है
(a) बर्फ (b) फॉस्फोरस
(c) नेफ्थलीन (d) सोडियम फ्लुओराइड

18. ड्यूलोंग और पेटिट का नियम किसके लिये वैद्य है [KCET 2004]
(a) धातुओं (b) अधातुओं
(c) गैसीय तत्व (d) ठोस तत्व

19. धात्विक क्रिस्टलीय ठोस का उदाहरण है
(a) C (b) Si
(c) W (d) $AgCl$

20. आयोडीन क्रिस्टल को निम्न में से किस समूह में रखते हैं
(a) आयनिक क्रिस्टल (b) धात्विक क्रिस्टल
(c) आण्विक क्रिस्टल (d) सह संयोजक क्रिस्टल

21. निम्न ठोसों में से उच्चतम गलनांक प्रदर्शित करते हैं [Kerala CET (Med.) 2002]
(a) सहसंयोजी ठोस (b) आयनिक ठोस
(c) छद्म ठोस (d) आण्विक ठोस

22. n-प्रकार का अर्धचालक प्राप्त करने के लिए, सिलिकॉन में कितने संयोजी इलेक्ट्रॉनों की अशुद्धि मिलाई जाती है [KCET (Engg.) 2001]
(a) 1 (b) 2
(c) 3 (d) 5

23. निम्न में अक्रिस्टलीय ठोस कौनसा है
(a) $CsCl$ (b) $NaCl$
(c) CaF_2 (d) काँच

24. निम्न के कारण धातु में चमक (lustre) होती है [AFMC 1998]
(a) उच्च घनत्व (b) उच्च पालिश
(c) रासायनिक अक्रियाशीलता (d) मुक्त इलेक्ट्रॉन की उपस्थिति

25. एक क्रिस्टलीय ठोस में होती है [DCE 2001]
(a) दीर्घ परास कोटि (b) लघु परास कोटि
(c) अनिश्चित व्यवस्था (d) इनमें से कोई नहीं

26. क्रिस्टलीय ठोस है [Pb. PMT 1999]
(a) काँच (b) रबर
(c) प्लास्टिक (d) शक्कर

27. डेवी और फैराडे ने सिद्ध किया कि [Kerala CET (Med.) 2002]
(a) हीरा कार्बन परमाणु का एक रूप है
(b) कार्बनिक यौगिकों की बन्ध लम्बाई सदैव बराबर होती है
(c) प्लेटिनम की तुलना में ग्रेफाइट की सामर्थ्य कम होती है
(d) ग्रेफाइट बहुत कठोर है

28. निम्न में से कौनसा धात्विक ऑक्साइड प्रतिलौहचुम्बकीय प्रकृति का है [MP PET 2002]
(a) MnO_2 (b) TiO_2
(c) VO_2 (d) CrO_2

29. ग्रेफाइट में कार्बन परमाणु किस बन्ध द्वारा जुडे रहते हैं [AFMC 2002]
(a) आयनिक बन्ध (b) वाण्डर वॉल बल
(c) धात्विक बन्ध (d) सहसंयोजी बन्ध

30. आयनिक क्रिस्टल के लिए कौनसा सही नहीं है [Orissa JEE 2002]
(a) ये उच्च गलनांक व क्वथनांक वाले होते हैं
(b) सभी विद्युत अपघट्य होते हैं
(c) समरूपता का गुण प्रदर्शित करते हैं
(d) बन्ध के दिशात्मक गुण प्रदर्शित करते हैं

31. निम्नलिखित में आण्विक क्रिस्टल है
(a) SiC (b) $NaCl$
(c) ग्रेफाइट (d) बर्फ

32. क्वार्ट्ज क्रिस्टलीय रूप है [Pb. PMT 2000]
(a) सिलिका का (b) सोडियम सिलिकेट का
(c) सिलिकॉन कार्बाइड का (d) सिलिकॉन का

33. किस प्रकार के क्रिस्टलीय ठोस में ऊष्मा और विद्युत का चालन होगा [RPET 2000]
(a) आयनिक (b) सहसंयोजी
(c) धात्विक (d) आण्विक

34. सह संयोजक क्रिस्टलीय ठोस का उदाहरण है
(a) Si (b) NaF
(c) Al (d) Ar

35. एक आयनिक क्रिस्टलीय ठोस का उदाहरण है
(a) हीरा (b) LiF
(c) Li (d) सिलिकॉन

36. निम्न में अक्रिस्टलीय ठोस का उदाहरण है

(a) काँच (b) नमक

(c) सीजियम क्लोराइड (d) कैल्शियम फ्लुओराइड

37. सिलिकॉन है **[MHCET 2004]**

(a) अर्ध चालक (b) कुचालक

(c) चालक (d) इनमें से कोई नहीं

38. अक्रिस्टलीय ठोस के लिये निम्नलिखित में से कौनसा कथन असत्य है **[KCET 2004]**

(a) वे ताप की कोटि पर गलित हो जाते हैं

(b) वे एनआइसोट्रोपिक हैं। (असमदैशिक)

(c) इनमें कणों की क्रमिक व्यवस्था नहीं होती है

(d) वे कठोर और असंपीड्य हैं

39. दिये गये पदार्थ की दो या अधिक क्रिस्टलीय संरचना मानने की योग्यता कहलाती है **[DCE 2004]**

(a) अक्रिस्टलीयता (b) समरूपता

(c) बहुरूपता (d) समावयवता

40. काँच है

(a) अतिशीतन द्रव (b) क्रिस्टलीय ठोस

(c) अक्रिस्टलीय ठोस (d) द्रव क्रिस्टल

क्रिस्टलोग्राफी एवं जालक

1. निम्नांकित में सत्य कथन है **[MP PET 1997]**

(a) $AgBr$ के आयनिक क्रिस्टल में शॉट्की दोष होता है

(b) एकक कोशिका जिसमें क्रिस्टल पैरामीटर, $a = b \neq c$, $\alpha = \beta = 90^o$, $\gamma = 120^o$ हों, षट्कोणीय होगी

(c) फ्रेंकल दोष वाले आयनिक यौगिकों में $\frac{\gamma_+}{\gamma_-}$ अनुपात अधिक होता है

(d) सोडियम क्लोराइड में Na^+ की सवर्गीय संख्या 4 होती है

2. निम्न में से क्या सत्य है **[DPMT 1997]**

	क्रिस्टलीय तन्त्र	अक्षीय दूरी	अक्षीय कोण	उदाहरण
(a)	घनीय	$a \neq b = c$	$\alpha = \beta \neq \gamma = 90^\circ$	Cu, KCl
(b)	मोनोक्लीनिक	$a \neq b = c$	$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$	$PbCrO_2$, $PbCrO_4$
(c)	रोम्बोहेड्रल	$a = b = c$	$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$	$CaCO_3$, HgS
(d)	ट्राईक्लीनिक	$a = b = c$	$\alpha \neq \beta = \gamma \neq 90^\circ$	$K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4.5H_2O$

3. द्विसमलम्बाक्ष क्रिस्टल पद्धति निम्न इकाई कोष्ठिक विमाएँ रखती है **[MP PMT 1993]**

(a) $a = b = c$ तथा $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(b) $a = b \neq c$ तथा $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(c) $a \neq b \neq c$ तथा $\alpha = \beta = \gamma = 90^o$

(d) $a = b \neq c$ तथा $\alpha = \beta = 90^o$, $\gamma = 120^o$

4. विषमलम्बाक्ष सल्फर की संरचना है

(a) खुली श्रृंखला (b) चतुष्फलकीय

(c) पकर्ड 6-मेम्बर रिंग (d) पकर्ड 8-मेम्बर रिंग

5. CaF_2 का त्रिविमीय जालक है **[MP PMT 1993]**

(a) फलक केन्द्रित घन (b) अन्तःकेन्द्रित घन

(c) सरल घन (d) षट्कोणीय सुसंकुलित

6. घन समन्वयन के लिए त्रिज्यानुपात का मान होगा

(a) $0.732 - 1.000$ (b) $0.225 - 0.414$

(c) $0.000 - 0.225$ (d) $0.414 - 0.732$

7. विभिन्न क्रिस्टल तन्त्रों से कुल कितने त्रिविम जालक प्राप्त होते हैं **[MP PMT 1996; MP PET/PMT 1998]**

(a) 7 (b) 14

(c) 32 (d) 230

8. इकाई सेल का उदाहरण जिसमें क्रिस्टलोग्राफिक त्रिविम (crystallographic dimension) $a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90^o, \beta \neq 90^o$ हैं, होगा **[AFMC 1998]**

(a) कैलसाइट (Calcite) (b) ग्रेफाइट

(c) विषमलंबाक्ष सल्फर (d) एकनताक्ष सल्फर

9. फलक केन्द्रित घनीय जालक में, एक एकाकी सेल कितनी एकाकी सेल द्वारा समान रुप से साझित होती है **[CBSE PMT 2005]**

(a) 8 (b) 4

(c) 2 (d) 6

10. r त्रिज्या वाले गोलों के घनीय सुसंकुलित में अष्टफलकीय छिद्रों में भरे जाने वाले गोलों की अधिकतम त्रिज्या होगी

(a) 0.732 r (b) 0.414 r

(c) 0.225 r (d) 0.155 r

11. $NaCl$ जालक की एकक सेल

(a) अन्तःकेन्द्रित घनीय है (b) $3Na^+$ आयन रखती है

(c) $4NaCl$ इकाई रखती है (d) वैद्युत आवेशित है

12. चतुष्फलकीय समन्वय संख्या के लिए त्रिज्या अनुपात $\frac{r_{c^+}}{r_{a^-}}$ होता है **[KCET 2000]**

(a) $0.732 - 1.000$ (b) $0.414 - 0.732$

(c) $0.225 - 0.414$ (d) $0.155 - 0.225$

13. पोटेशियम क्लोराइड क्रिस्टल में किस प्रकार का जालक पाया जाता है **[MP PMT 1996]**

(a) फलक केन्द्रित घनाकृति (b) अन्तःकेन्द्रित घनाकृति

(c) साधारण घनाकृति (d) साधारण चतुष्कोणीय

14. जालक बिन्दु का त्रिविमीय ग्राफ जो सम्पूर्ण जालक का पैटर्न तय करता है, कहलाता है

(a) आकाशीय जालक (b) सामान्य जालक

(c) एकांक जालक (d) क्रिस्टल जालक

15. रवों (crystals) का वर्गीकरण .... मौलिक रवा स्वभाव (प्रकृति) से किया जाता है **[MP PMT 1994]**

(a) 3 (b) 7

(c) 14 (d) 4

16. सोडियम क्लोराइड के एकांक कोशिका में कितने अणु होते हैं **[MP PMT 1996; MP PET 1997]**

(a) 2 (b) 4
(c) 6 (d) 8

17. क्रिस्टल में अणु व्यवस्थित रहते हैं [AMU 1985]
(a) अधिकतम स्थितिज ऊर्जा की स्थिति पर
(b) न्यूनतम स्थितिज ऊर्जा की स्थिति पर
(c) शून्य स्थितिज ऊर्जा की स्थिति पर
(d) अनन्त स्थितिज ऊर्जा की स्थिति पर

18. विभिन्न क्रिस्टल तन्त्रों में जालक व्यवस्थाओं की कुल संख्या है [KCET (Engg.) 2001]
(a) 3 (b) 7
(c) 8 (d) 14

19. एकनताक्ष क्रिस्टल में विमाएँ हैं [DCE 2000]
(a) $a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$
(b) $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$
(c) $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$
(d) $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$

20. $BaSO_4$ की जल में कम विलेयता का कारण है [CBSE PMT 1991]
(a) उच्च जालक ऊर्जा (b) वियोजन ऊर्जा
(c) निम्न जालक ऊर्जा (d) आयनिक बन्ध

21. ब्रेविस (Bravais) जालक होते हैं [MP PMT 1997]
(a) 8 प्रकार के (b) 12 प्रकार के
(c) 14 प्रकार के (d) 9 प्रकार के

22. $TlCl$ की संरचना $CsCl$ के समान है तो $TlCl$ में त्रिज्या अनुपात होगा
(a) $0.155 - 0.225$ (b) $0.225 - 0.414$
(c) $0.414 - 0.732$ (d) $0.732 - 1.000$

23. जिक ब्लेण्ड जैसी संरचना पायी जाती है
(a) $AgCl$ में (b) $NaCl$ में
(c) $CuCl$ में (d) $TlCl$ में

24. Na_2O क्रिस्टल की संरचना है
(a) $CsCl$ प्रकार (b) $NaCl$ प्रकार
(c) ZnS प्रकार (d) प्रतिफ्लुओराइट

25. ZnS की संरचना है
(a) अन्तःकेन्द्रित घनीय (b) फलक केन्द्रित घनीय
(c) सरल घन (d) फ्लुओराइट संरचना

26. इकाई सेल विमाओं के साथ यौगिक $a = 0.387$, $b = 0.387$ एवं $c = 0.504\,nm$ और $\alpha = \beta = 90^o$ एवं $\gamma = 120^o$ का क्रिस्टलीय तन्त्र है [AIIMS 2004]
(a) घनीय (b) षटभुजक (षट्कोणीय)
(c) अष्टसमचर्तुभुजी (d) चतुष्कभुजीय

27. फलक केन्द्रित घनीय जालक की इकाई कोशिका में समान परमाणु की कितनी चतुष्कफलकीय रिक्तिकायें होती हैं [Kerla PMT 2004]
(a) 4 (b) 6
(c) 8 (d) 10

28. एल्यूमीनियम की एक fcc इकाई कोशिका में कितने परमाणुओं के समतुल्य होते हैं [DCE 2003]
(a) 1 (b) 2
(c) 3 (d) 4

क्रिस्टल सुसंकुलन

1. यदि 'Z इकाई सेल में परमाणुओं की संख्या है जो बन्द संकुलन क्रम $---A\ B\ C\ A\ B\ C---$, प्रदर्शित करता है, तो इकाई सेल में चतुष्फलकीय रिक्तिकाओं की संख्या किसके समतुल्य है [AIIMS 2005]
(a) Z (b) $2\,Z$
(c) Z/2 (d) Z/4

2. ABC ABC...... क्रम का बन्द संकुलन प्रदर्शित करता है
(a) अन्तःकेन्द्रित घन संकुलन को
(b) फलक केन्द्रित घन संकुलन को
(c) सरल घन संकुलन को
(d) षट्कोणीय घनीय संकुलन को

3. $ABC\ ABC\ ABC$ ..... व्यवस्था को कहते हैं [MP PET 2001]
(a) अष्टफलकीय बन्द संकुलन (b) षट्कोणीय बन्द संकुलन
(c) चतुष्कोणीय बन्द संकुलन (d) घनीय बन्द संकुलन

4. समान गोले के अन्तः केन्द्रित घनीय जालक में निकट पड़ोसियों की संख्या है [MP PET 2001]
(a) 8 (b) 6
(c) 4 (d) 2

5. सोडियम क्लोराइड क्रिस्टल में समान दूरी पर स्थित विपरीत आवेशित आयनों की संख्या है [MP PET 2001]
(a) 8 (b) 6
(c) 4 (d) 2

6. Na और Mg क्रमशः bcc और fcc प्रकार के क्रिस्टल में क्रिस्टलित होते हैं, तब उनके क्रिस्टल के इकाई सेल में उपस्थित Na और Mg परमाणुओं की संख्या है [AIEEE 2002]
(a) 4 एवं 2 (b) 9 एवं 14
(c) 14 एवं 9 (d) 2 एवं 4

7. AB_2 प्रकार की संरचना पायी जाती है [AIIMS 2002]
(a) $NaCl$ (b) Al_2O_3
(c) CaF_2 (d) N_2O

8. पोटेशियम क्रिस्टलित होता है [MP PET/PMT 1998]
(a) फलक केन्द्रित घनाकृति जालक में
(b) अन्तःकेन्द्रित घनाकृति जालक में
(c) साधारण घनाकृति जालक में
(d) समचतुर्भुजी जालक में

9. किसी क्रिस्टल में यदि प्रति इकाई परमाणुओं की संख्या 2 हो, तो क्रिस्टल की संरचना होगी
(a) अष्टफलकीय
(b) अन्तःकेन्द्रित घनीय
(c) फलक केन्द्रित घनीय
(d) सामान्य घनीय

10. घनीय जालक में अन्तःधात्विक यौगिक $LiAg$ का क्रिस्टलीकरण होता है, जिसमें लीथियम तथा सिल्वर की समन्वय संख्या आठ है, क्रिस्टल वर्ग है [CBSE PMT 1997]
(a) सरल घनीय (b) अन्तःकेन्द्रित घनीय
(c) फलक केन्द्रित घनीय (d) इनमें से कोई नहीं

11. fcc संरचना में प्रत्येक गोले में अष्टफलकीय छिद्रों की संख्या है [MP PMT 2000, 01]
(a) 8 (b) 4

(c) 2 (d) 1

12. षट्कोणीय बन्द संकुलित व्यवस्था में आयनों का वितरण दिखाया जाता है [MP PMT 1994]

(a) ABC ABA (b) ABC ABC
(c) ABABA (d) ABBAB

13. अन्तःघनीय (Body cube) का एक उदाहरण है [AIIMS 1996]

(a) Na (b) Mg
(c) Zn (d) Cu

14. फ्लोराइट संरचना का उदाहरण है

(a) NaF (b) SrF_2
(c) $AlCl_3$ (d) SiF_4

15. निम्न में से किस क्रिस्टल में एकान्तरित चतुष्फलकीय रिक्तिका घेरी जाती है [IIT 2005]

(a) $NaCl$ (b) ZnS
(c) CaF_2 (d) Na_2O

16. निम्न में से किसमें रॉक सॉल्ट संरचना पायी जाती है

(a) SrF_2 (b) MgO
(c) Al_2O_3 (d) इन सभी में

17. फ्लोराइट संरचना में Ca^{2+} आयनों की समन्वय संख्या होती है

(a) 4 (b) 6
(c) 8 (d) 3

18. घनीय सघन संकुलन में बन्द संकुलित परमाणु तथा चतुष्फलकीय छिद्र का अनुपात है [Pb. PMT 1998]

(a) 1 : 1 (b) 1 : 2
(c) 1 : 3 (d) 2 : 1

19. एक ठोस दो तत्वों X और Z से मिलकर बना है। परमाणु Z, CCP व्यवस्था में है जबकि परमाणु X सभी चतुष्फलकीय जगह घेरे हुए है। यौगिक का सूत्र है [UPSEAT 2004]

(a) XZ (b) XZ_2
(c) X_2Z (d) X_2Z_3

20. एक आयनिक यौगिक की इकाई सेल में A आयन घन के कोनों पर है और B आयन घन के फलको के केन्द्र पर है। इस यौगिक के लिये मूलानुपाती सूत्र होगा [CBSE PMT 2004; AIEEE 2005]

(a) AB (b) A_2B
(c) AB_3 (d) A_3B

21. bcc इकाई सेल में रिक्त स्थान है

(a) 32% (b) 23%
(c) 26% (d) इनमें से कोई नहीं

22. एक घनीय सुसंकलित संरचना की इकाई सेल में अष्टफलकीय रिक्तियों की संख्या है

(a) 1 (b) 2
(c) 4 (d) 8

23. एक धात्विक जालक की बन्द संकुलित संरचना में, निकटतम धात्विक परमाणुओं की संख्या है [JIPMER 2002]

(a) 12 (b) 4
(c) 8 (d) 6

24. रॉक सॉल्ट संरचना में प्रति इकाई सेल में उपस्थित फार्मूला यूनिट की संख्या होती है

(a) 1 (b) 2
(c) 3 (d) 4

25. षट्कोणीय बन्द संकुलित संरचना किस क्रिस्टल जालक में पायी जाती है [MH CET 2002]

(a) Na (b) Mg
(c) Al (d) इनमें से कोई नहीं

26. निम्न आयनों में से अधिकतम आयनिक त्रिज्या वाला आयन है

(a) Na^+ (b) Mg^{2+}
(c) Al^{3+} (d) Si^{4+}

घनीय तंत्र का गणितीय विश्लेषण एवं ब्रेग समीकरण

1. एकक सेल (unit cell) का घनत्व निकालने का सूत्र है

(a) $\frac{a^3 \times N_o}{N \times M}$ ग्राम सेमी$^{-3}$ (b) $\frac{N \times M}{a^3 \times N_o}$ ग्राम सेमी$^{-3}$
(c) $\frac{a^3 \times M}{N \times N_o}$ ग्राम सेमी$^{-3}$ (d) $\frac{M \times N_o}{a^3 \times N}$ ग्राम सेमी$^{-3}$

2. पोटेशियम फ्लोराइड की संरचना $NaCl$ प्रकार की होती है। सेल किनारे a सेमी हो, तो K^+ तथा F^- आयनों के मध्य दूरी होगी

(a) $2a$ सेमी (b) $a/2$ सेमी
(c) $4a$ सेमी (d) $a/4$ सेमी

3. एक तत्व की bcc (अन्तःकेन्द्रित घन) संरचना है। उसमें 12.08×10^{23} एकक सेल हैं इन सेलों में उस तत्व के कुल परमाणुओं की संख्या होगी [MP PET 1994]

(a) 24.16×10^{23} (b) 36.18×10^{23}
(c) 6.04×10^{23} (d) 12.08×10^{23}

4. किसी घन के केन्द्र पर एक परमाणु होने पर उस परमाणु की प्रति एकक सेल भागीदारी होगी

(a) $\frac{1}{4}$ (b) 1
(c) $\frac{1}{2}$ (d) $\frac{1}{8}$

5. एक सामान्य सूत्र AX और 6 समन्वय संख्या वाले आयनी क्रिस्टल के लिए त्रिज्या अनुपात का मान होगा [MP PMT 1993]

(a) 0.73 से अधिक
(b) 0.73 और 0.41 के मध्य में
(c) 0.41 और 0.22 के मध्य में
(d) 0.22 से कम

6. (i) एक अन्तः केन्द्रित घन इकाई सेल में और (ii) एक फलक केन्द्रित घन इकाई सेल में, अन्तर्विष्ट गोलकों की संख्या है

(a) (i) में 2 और (ii) में 4 (b) (i) में 3 और (ii) में 2
(c) (i) में 4 और (ii) में 2 (d) (i) में 2 और (ii) में 3

7. $CsBr$ क्रिस्टल की bcc संरचना होती है। इसके कोर की लम्बाई 4.3 $Å$. Cs^+ और Br^- के बीच न्यूनतम अन्तराण्विक दूरी है [IIT 1995]

(a) 1.86 $Å$ (b) 3.72 $Å$

(c) 4.3 Å (d) 7.44 Å

8. अष्टफलकीय छिद्र (रिक्तिका) में

(a) एक साधारण त्रिकोणीय रिक्तिका चार गोलों द्वारा घिरी होती है

(b) एक द्वि त्रिकोणीय रिक्तिका चार गोलों द्वारा घिरी होती है

(c) एक द्वि त्रिकोणीय रिक्तिका छः गोलों द्वारा घिरी होती है

(d) एक द्वि त्रिकोणीय रिक्तिका आठ गोलों द्वारा घिरी होती है

9. ब्रैग के नियम को प्रकट किया जाता है [MP PMT 1995, 2002]

(a) $n\lambda = 2\theta \sin\theta$ से (b) $n\lambda = 2d\sin\theta$ से

(c) $2n\lambda = d\sin\theta$ से (d) $n\frac{\theta}{2} = \frac{d}{2}\sin\theta$ से

10. 100 g fcc क्रिस्टल जिसका घनत्व $d = 10\ g/cm^3$ है तथा कोर 100 pm के बराबर है, में परमाणुओं की संख्या होगी [CBSE PMT 1994; KCET 2002]

(a) 4×10^{25} (b) 3×10^{25}

(c) 2×10^{25} (d) 1×10^{25}

11. नीचे दिए गए आयनिक यौगिकों के क्रिस्टलों में जिसमें धनायन तथा ऋणायन के केन्द्र में अधिकतम दूरी होगी [CBSE PMT 1998]

(a) LiF (b) CsF

(c) CsI (d) LiI

12. 58.5 ग्राम $NaCl$ में इकाई सेलों की संख्या है [MP PMT 2000, 01]

(a) 6×10^{20} (b) 3×10^{22}

(c) 1.5×10^{23} (d) 0.5×10^{24}

13. 1.00 g द्रव्यमान के $NaCl$ के घनीय आदर्श क्रिस्टल में कितने इकाई सेल उपस्थित हैं [$Na = 23, Cl = 35.5$] [AIEEE 2003]

(a) 2.57×10^{21} इकाई सेल (b) 5.14×10^{21} इकाई सेल

(c) 1.28×10^{21} इकाई सेल (d) 1.71×10^{21} इकाई सेल

14. ब्रैग समीकरण, X-किरण, विवर्तन को प्रदर्शित करती है जिसमें n है [MP PMT 2000]

(a) क्वाण्टम संख्या (b) एक पूर्णांक

(c) एवोगेड्रो संख्या (d) मोल

15. फलक केन्द्रित घनीय सेल में, फलक पर उपस्थित एक परमाणु की इकाई सेल में भागीदारी होगी [Karnataka (Engg./Med.) 2000; AFMC 2001]

(a) 1/4 भाग (b) 1/8 भाग

(c) 1 भाग (d) 1/2 भाग

16. सीजियम क्लोराइड क्रिस्टल के लिए अन्तर आयनिक दूरी होगी [MP PET 2002]

(a) a (b) $\frac{a}{2}$

(c) $\frac{\sqrt{3}a}{2}$ (d) $\frac{2a}{\sqrt{3}}$

17. सोडियम धातु सेल कोर 4.29 Å के साथ अन्तः केन्द्रित घनीय जालक संरचना में क्रिस्टलित होती है। सोडियम परमाणु की त्रिज्या क्या है [AIIMS 1999]

(a) $1.857\times10^{-8}\,cm$ (b) $2.371\times10^{-7}\,cm$

(c) $3.817\times10^{-8}\,cm$ (d) $9.312\times10^{-7}\,cm$

18. AB, प्रकार के एक आयनिक क्रिस्टल के लिये (सीमांत) त्रिज्या अनुपात 0.40 है। इस मूल्य से सुझाव मिलता है कि क्रिस्टल की संरचना होनी चाहिए

(a) अष्टफलकीय (b) चतुष्फलकीय

(c) वर्ग समतली (d) समतल त्रिभुज

19. पोटेशियम की (अन्तः केन्द्रित घनीय) bcc संरचना होती है तथा आपसी दूरी (nearest neighbour distance) 4.52 Å. है। उसका परमाणु भार 39 है। उसका घनत्व ($kg\ m^{-3}$ में) होगा [AIIMS 1991]

(a) 454 (b) 804

(c) 852 (d) 908

20. किसी आयनिक यौगिक में आयनिक त्रिज्या अनुपात $\left(\frac{r_c}{r_a}\right)$ का मान 0.52 हो, तो क्रिस्टल में आयनों की ज्यामितीय व्यवस्था होगी

(a) चतुष्फलकीय (b) समतलीय

(c) अष्टफलकीय (d) पिरामिडीय

21. एक परमाण्विक पदार्थ के फलक केन्द्रित घनीय इकाई सेल में उपस्थित परमाणुओं/अणुओं की संख्या है [CPMT 1989, 94; CBSE PMT 1989, 96; NCERT 1990; MP PET 1993; KCET 1999]

(a) 1 (b) 2

(c) 4 (d) 6

22. एक अन्तःकेन्द्रित घनीय एकक सेल में उपस्थित परमाणुओं/अणुओं की संख्या है

(a) 1 (b) 2

(c) 4 (d) 6

23. यदि सोडियम क्लोराइड क्रिस्टल में Na^+ और Cl^- आयनों के बीच दूरी X pm है तो इकाई सेल के कोर की लम्बाई होगी [KCET 2004]

(a) 4X pm (b) X/4 pm

(c) X/2 pm (d) 2X pm

24. Xe क्रिस्टल में fcc के इकाई सेल का कोर 620 pm है, तो Xe परमाणु की त्रिज्या है [MP PET 2004]

(a) 219.25 Pm (b) 235.16 Pm

(c) 189.37 Pm (d) 209.87 Pm

25. अष्टसमचतुर्भुजी में a, b और c मान क्रमश 4.2Å, 8.6Å एवं 8.3Å है। विलेय का आण्विक द्रव्यमान 155 $gm\,mol^{-1}$ है एवं घनत्व 3.3 gm/cc है। तो इकाई सेल पर सूत्र इकाईयों की संख्या होगी [Orrisa JEE 2005]

(a) 2 (b) 3

(c) 4 (d) 6

26. एक धातु की bcc संरचना है और इसके इकाई सेल की कोर लम्बाई 3.04 Å है, तो cm^3 में इकाई सेल का आयतन होगा [Orrisa JEE 2005]

(a) $1.6\times10^{21}cm^3$ (b) $2.81\times10^{-23}cm^3$

(c) $6.02\times10^{-23}cm^3$ (d) $6.6\times10^{-24}cm^3$

27. फलक केन्द्रित घनीय इकाई सेल की कोर लम्बाई है

[DPMT 2005]

(a) $\frac{4}{\sqrt{3}}r$ (b) $\frac{4}{\sqrt{2}}r$

(c) $2r$ (d) $\frac{\sqrt{3}}{2}r$

क्रिस्टलीय संरचना एवं समन्वय संख्या

1. एक ठोस जिसकी संरचना में 'W' परमाणु घनीय जालक के कोनों पर स्थित हैं 'O' परमाणु कोर में केन्द्र पर स्थित है तथा 'Na' परमाणु घन के केन्द्र में स्थित है। यौगिक का सूत्र होगा [KCET 1996]

(a) $NaWO_2$ (b) $NaWO_3$

(c) Na_2WO_3 (d) $NaWO_4$

2. पोटेशियम bcc जालक में क्रिस्टलीकृत होता है। अतः पोटेशियम धातु में पोटेशियम की समन्वयन संख्या होगी [KCEE 1993]

(a) 0 (b) 4

(c) 6 (d) 8

3. अन्तःकेन्द्रित घनीय जालक (*bcc* lattice) की समन्वय संख्या होगी [AIIMS 1996; MP PMT 2002]

(a) 4 (b) 8

(c) 12 (d) 6

4. एक यौगिक A तथा B. तत्वों से मिलकर बना है। जब A परमाणु कोने पर तथा B परमाणु केन्द्र पर हों, तो यह यौगिक घनाकार जालक में क्रिस्टल बनाता है। यौगिक का साधारण सूत्र होगा [KCET 1993; CBSE PMT 2000; Kerala PMT 2002]

(a) AB (b) AB_2

(c) A_2B (d) AB_4

5. Cu की समन्वय संख्या है [AMU 1982]

(a) 1 (b) 6

(c) 8 (d) 12

6. $CsCl$, के क्रिस्टल में प्रत्येक Cs आयन के निकटतम पड़ोसी हैं [MP PET 1993]

(a) 6 क्लोराइड आयन (b) 8 क्लोराइड आयन

(c) 6 Cs आयन (d) 8 Cs आयन

7. एक यौगिक की घनीय संरचना में, जो X और Y से मिलकर बनी है, X परमाणु घन के कोनों पर और Y घन के फलक केन्द्र पर स्थित हैं। यौगिक का अणुसूत्र है [AIIMS 2000]

(a) X_2Y (b) X_3Y

(c) XY_2 (d) XY_3

8. फैरस ऑक्साइड की घनीय संरचना में इकाई सेल के प्रत्येक कोर की लम्बाई 5.0 Å है। ऑक्साइड का घनत्व $4.0 g - cm^{-3}$ हो तो प्रत्येक इकाई सेल में उपस्थित Fe^{2+} व O^{2-} आयनों की संख्या होगी [MP PET 2000]

(a) चार Fe^{2+} और चार O^{2-}

(b) दो Fe^{2+} और चार O^{2-}

(c) चार Fe^{2+} और दो O^{2-}

(d) तीन Fe^{2+} और तीन O^{2-}

9. $NaCl$ की संरचना के बारे में निम्न में से कौनसा कथन सही नहीं है [DCE 2001]

(a) Cl^- आयन *fcc* व्यवस्था में होते हैं

(b) Na^+ आयन की समन्वय संख्या 4 होती है

(c) Cl^- आयन की समन्वय संख्या 6 होती है

(d) प्रत्येक इकाई सेल में 4 $NaCl$ अणु है

10. $CsCl$ की संरचना में, Cs^+ की समन्वय संख्या है [MP PMT 2001]

(a) 6 जोकि Cl^- के बराबर है

(b) 8 जोकि Cl^- के बराबर है

(c) 6 जोकि Cl^- के बराबर नहीं है

(d) 8 जोकि Cl^- के बराबर नहीं है

11. $NaCl$ संरचना वाले एक '*AB*' ठोस में, '*A*' परमाणु घनीय इकाई समीकरण सेल के कोनों को भरते हैं यदि सभी फलक-केन्द्रित परमाणुओं को जो एक ही अक्ष पर है हटा दें तो ठोस की परिणामी स्टॉइकियोमिती है [IIT Screening 2001]

(a) AB_2 (b) A_2B

(c) A_4B_3 (d) A_3B_4

12. ठोस $CsCl$ में प्रत्येक Cl कितने Cs से बन्द संकुलित है [MP PET 2003]

(a) 8 (b) 6

(c) 10 (d) 2

13. A^+B^- आयनिक यौगिक में A^+ तथा B^- आयनों की त्रिज्याएँ क्रमशः 180 pm तथा 187 pm हैं। इस यौगिक की क्रिस्टल संरचना होगी

(a) $NaCl$ प्रकार की (b) $CsCl$ प्रकार की

(c) ZnS प्रकार की (d) हीरे के प्रकार की

14. निम्न में से किस पदार्थ में कार्बन परमाणु समचतुष्फलकीय संरचना में होते हैं [NCERT 1978]

(a) डायमण्ड (हीरा) (b) बेंजीन

(c) ग्रेफाइट (d) कार्बन ब्लैक

15. षट्कोणीय निबिड संकुलन संरचना में समन्वय संख्या का मान है [NCERT 1978; IIT 1999]

(a) 4 (b) 12

(c) 8 (d) 6

16. MgO की संरचना $NaCl$. के समान है तो मैग्नीशियम की समन्वय संख्या होगी

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

17. सोडियम क्लोराइड के क्रिस्टल में सोडियम आयन के चारों ओर कितने क्लोराइड आयन होते हैं [NCERT 1979, 80; CPMT 1988; BHU 1982, 87; MP PET 1995, 99]

(a) 3 (b) 8

(c) 4 (d) 6

18. ज्यादातर क्रिस्टल विखण्डन गुण दिखाते हैं, क्योंकि उनके अणु परमाणु एवं आयन होते हैं [CBSE PMT 1991]

(a) एक दूसरे से दुर्बल आबन्ध के द्वारा बन्धें रहते हैं

(b) एक दूसरे से प्रबल आबन्ध के द्वारा बन्धें रहते हैं

(c) गोलीय सममिति के होते हैं

(d) तलों में व्यवस्थित होते हैं

19. नॉन स्टोइकियोमीट्रिक यौगिक का उदाहरण है [NCERT 1983]

(a) Al_2O_3 (b) Fe_3O_4

(c) NiO_2 (d) PbO

20. यदि त्रिज्या अनुपात की परास $0.731-1$, है तो समन्वय संख्या होगी

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

21. यदि त्रिज्या अनुपात की परास $0.414-0.732$, है तो समन्वय संख्या होगी

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

22. Na_2O में सोडियम की समन्वय संख्या क्या है [AIIMS 2003]

(a) 6 (b) 4

(c) 8 (d) 2

23. एक आयनिक क्रिस्टल में धनायनिक तथा ऋणायनिक त्रिज्या का अनुपात 0.732 से अधिक है, तो इसकी समन्वय संख्या है [KCET 2003]

(a) 6 (b) 8

(c) 1 (d) 4

24. $CsCl$ जालक में Cs^+ आयन की समन्वय संख्या है

(a) 2 (b) 4

(c) 8 (d) 12

25. $NaCl$ क्रिस्टल की संरचना है [NCERT 1982; BHU 1995]

(a) फलक केन्द्रित घनीय (fcc) (b) अन्तःकेन्द्रित घनीय (bcc)

(c) (a) तथा (b) दोनों (d) इनमें से कोई नहीं

26. $NaCl$ जालक में Cl^- आयन की समन्वय संख्या है

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

27. जिंक ब्लैण्ड संरचना में जिंक आयन की समन्वय संख्या है

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

28. चट्टानी लवण में Na^+ आयन की कोर्डिनेशन (समन्वय) संख्या है [BVP 2004]

(a) 12 (b) 4

(c) 8 (d) 6

29. $NaCl$ क्रिस्टलीय जालक में एक Na^+ आयन के चारों ओर Cl^- आयनों की संख्या है [MP PET 1996; BVP 2004]

(a) 12 (b) 4

(c) 8 (d) 6

30. सरल घनीय जालक की एकल परमाण्विक संरचना के इकाई सेल में उपस्थित परमाणुओं की संख्या है [Pb. PMT 2004]

(a) 6 (b) 3

(c) 2 (d) 1

31. षट्फलकीय संरचना में क्रिस्टलीय धातु की समन्वय संख्या है [MP PMT 2004]

(a) 12 (b) 8

(c) 4 (d) 6

32. निम्न में से कौनसा कथन सही है [IIT 1998]

(a) $CsCl$ के क्रिस्टल में प्रत्येक प्रकार के आयन की समन्वय सख्या 8 होती है

(b) एक धातु जो bcc संरचना में जिसका क्रिस्टलीकरण होता है, की समन्वय संख्या 12 होती है

(c) एक आयनिक क्रिस्टल की इकाई सेल दूसरे इकाई सेल के आयन के साथ साझा करती है

(d) $NaCl$ में इकाई सेल की लम्बाई 552 pm होती है ($r_{Na^+}=95\ pm;\ r_{Cl^-}=181\ pm$)

33. $NaCl$ में Na^+ आयन की समन्वय संख्या है [Orrisa JEE 2005]

(a) 6 (b) 8

(c) 4 (d) 1

34. कैल्शियम फ्लोराइड संरचना में धनायन एवं ऋणायन की समन्वय संख्या क्रमशः है [J & K 2005]

(a) 6, 6 (b) 8, 4

(c) 4, 4 (d) 4, 8

क्रिस्टल में त्रुटियाँ

1. कुछ क्रिस्टल दाब के अनुप्रयोग पर विद्युत संकेत उत्पन्न करते हैं इस घटना को कहते हैं [BHU 2005]

(a) पायरोविद्युत (b) फेरोविद्युत

(c) पीजोविद्युत (d) फेरीविद्युत

2. निम्न में से किस त्रुटि के कारण क्रिस्टल का घनत्व कम हो जाता है [KCET 2000, 05]

(a) फ्रेंकल (b) शॉटकी

(c) अन्तराकाशी (d) $F-$ केन्द्र

3. $F-$ केन्द्र के सम्बन्ध में सही कथन है

(a) क्रिस्टल की रिक्तियों में इलेक्ट्रॉन जुड़े रहते हैं

(b) $F-$केन्द्र क्रिस्टल को रंगीन आभा प्रदान करते हैं

(c) $F-$केन्द्र के कारण क्रिस्टल की विद्युत चालकता बढ़ जाती है

(d) ये सभी

4. सिलिकॉन (Si) की बोरॉन (B) के साथ डोपिंग किससे सम्बन्धित है [UPSEAT 2004]

(a) n-प्रकार का अर्धचालक (b) p-प्रकार का अर्धचालक

(c) धातु (d) कुचालक

5. यदि $NaCl$ को 10^{-3} मोल % $SrCl_2$ से मादित (doped) किया जाता है तो धनात्मक रिक्तियों की सान्द्रता होगी

(a) 1×10^{-3} मोल % (b) 2×10^{-3} मोल %

(c) 3×10^{-3} मोल % (d) 4×10^{-3} मोल %

6. प्रयोगशाला में क्लोरीन वायुमण्डल में सोडियम को जलाकर सोडियम क्लोराइड बनाया गया जिसका रंग पीला था। इस पीले रंग का कारण है

(a) क्रिस्टल जालक में Na^+ आयनों का होना

(b) क्रिस्टल जालक में Cl^- आयनों का होना

(c) क्रिस्टल जालक में इलेक्ट्रॉनों का होना

(d) क्रिस्टल जालक का फलक केन्द्रित घनीय होना

7. फ्रेंकल त्रुटि का कारण है [MP PET 1994]
(a) एक आयन सामान्य जालक स्थल में अनुपस्थित हो, जिसके कारण एक खाली जगह उत्पन्न हो गयी हो
(b) एक बाह्य धनात्मक आयन ने जालक की एक अंतराकाशी जगह घेर ली हो
(c) एक बाह्य ऋणात्मक आयन ने जालक की एक अंतराकाशी जगह घेर ली हो
(d) जालक स्थल में एक धनात्मक आयन अपने सामान्य जालक स्थल से अंतराकाशी स्थल पर विस्थापित हो गया हो

8. निम्न में से किसमें फ्रेंकल त्रुटि है [MP PMT 2000]
(a) सोडियम क्लोराइड (b) ग्रेफाइट
(c) सिल्वर ब्रोमाइड (d) हीरा

9. शॉट्की त्रुटि सामान्यतः दिखती है [DCE 2004]
(a) $NaCl$ में (b) KCl में
(c) $CsCl$ में (d) इन सभी में

10. क्रिस्टलों में शॉट्की दोष पाया गया जब [CBSE PMT 1998; KCET 2002]
(a) क्रिस्टल का घनत्व बढ़ता है
(b) जालक से धनायन तथा ऋणायन की अलग–अलग संख्यायें लुप्त होती हैं
(c) एक आयन अपनी सामान्य अवस्था को छोड़कर अन्तराली स्थान घेरता है
(d) जालक से समान संख्या में धनायन तथा ऋणायन लुप्त होते हैं

11. आयनिक ठोस जिनमें शॉटकी दोष होता है, की संरचना में पाया जाता है [CBSE PMT 1994]
(a) धनायन एवं ऋणायन रिक्तियों की बराबर संख्या
(b) ऋणायन रिक्तियाँ एवं अन्तराली ऋणायन
(c) केवल धनायन रिक्तियाँ
(d) धनायन रिक्तियाँ एवं अन्तराली धनायन

12. क्रिस्टल में विद्यमान अशुद्धि का कार्य नहीं हैं [MP PET 1995]
(a) तापीय साम्य स्थापित करना
(b) विसरित होने की प्रवृत्ति रखना
(c) प्रकीर्णन में सहायता करना
(d) नये इलेक्ट्रॉनिक ऊर्जा स्तरों को उत्पन्न करना

13. फ्रेंकेल दोष के कारण आयनिक ठोसों का घनत्व [MP PET 1996; MP PMT 2002]
(a) बढ़ता है (b) घटता है
(c) परिवर्तित नहीं होता है (d) परिवर्तित हो जाता है

14. बिन्दु त्रुटि उपस्थित होती है [MP PMT 1997]
(a) आयनिक ठोसों में (b) आण्विक ठोसों में
(c) अक्रिस्टलीय ठोसों में (d) द्रवों में

15. यदि एक अधातु को धातु के अन्तरालीय छिद्र में मिला दें तो धातु हो जायेगी [DCE 2001]
(a) मुलायम (b) कम तन्य
(c) कम आघातवर्ध्य (d) अधिक तन्य

16. $AgBr$ क्रिस्टल में आयनों की साइज का क्रम $Ag^+ << Br^-$. है। $AgBr$ क्रिस्टल में निम्नांकित अभिलक्षण उपस्थित होना चाहिए
(a) दोषरहित (पूर्ण) क्रिस्टल
(b) केवल शॉट्की दोष
(c) केवल फ्रेन्केल दोष
(d) शॉट्की तथा फ्रेन्कल दोनों दोष

17. फ्रेंकल और शॉट्की दोष हैं [BHU 2003]
(a) नाभिकीय दोष (b) अक्रिस्टलीय दोष
(c) क्रिस्टलीय दोष (d) इनमें से कोई नहीं

18. निम्नलिखित में से सबसे सही प्रक्कथन कौनसा है
(a) पीतल एक अन्तराली मिश्रधातु है, जबकि इस्पात एक प्रतिस्थापनी मिश्रधातु है
(b) पीतल एक प्रतिस्थापनी मिश्रधातु है, जबकि इस्पात एक अन्तराली मिश्रधातु है
(c) पीतल और इस्पात दोनों ही प्रतिस्थापनी मिश्रधातु हैं
(d) पीतल और इस्पात दोनों ही अन्तराली मिश्रधातु हैं

19. धात्विक आयन का ज्वाला रंग किसके कारण होता है [KCET 2003]
(a) फ्रेंकल दोष (b) शॉट्की दोष
(c) धात्विक न्यून दोष (d) धात्विक अधिकता दोष

20. निम्न में से कौनसा क्रिस्टल फ्रेंकल दोष प्रदर्शित नहीं करता है [MP PET 2002]
(a) $AgBr$ (b) $AgCl$
(c) KBr (d) ZnS

21. एक ठोस जालक में, धनायन अपनी जालक स्थल तथा स्थान छोड़ता है तो यह त्रुटि कहलाती है [AIIMS 1982, 1991; DCE 2002; J & K 2005]
(a) अन्तराकाशी त्रुटि (b) बन्ध त्रुटि
(c) फ्रेंकल त्रुटि (d) शॉट्की त्रुटि

22. जब क्रिस्टल में इलेक्ट्रॉन ऋणायन रिक्तियों में पकड़े जाते हैं, तो इस त्रुटि को कहते हैं [BHU 2005]
(a) शॉट्की त्रुटि (b) फ्रेंकेल त्रुटि
(c) स्टॉइकियोमेट्रिक त्रुटि (d) F-केन्द्र

23. शॉट्की त्रुटि किसकी जालक संरचना में अपूर्णता परिभाषित करती है [AIIMS 2002]
(a) ठोस (b) द्रव
(c) गैस (d) प्लाज्मा

Critical Thinking
Objective Questions

1. अक्रिस्टलीय ठोस होते हैं
(a) सही अर्थों में ठोस पदार्थ
(b) सही अर्थों में द्रव
(c) अतिशीतित द्रव
(d) निश्चित गलनांक वाले पदार्थ

2. प्रकृति में सिलिकॉन किस अवस्था में पाया जाता है

[MH CET 2002]

(a) अन्तःकेन्द्रित घनीय संरचना में

(b) षट्कोणीय बन्द संकुल संरचना में

(c) जालिकावत् ठोस

(d) फलक केन्द्रित घनीय संरचना में

3. माचिस की डिब्बी दर्शाती है [MP PET 1993, 95]

(a) घनीय ज्यामिति (b) एकनताक्ष ज्यामिति

(c) विषमलम्बाक्ष ज्यामिति (d) द्विसमलम्बाक्ष ज्यामिति

4. किसमें सममित परिक्रमण नहीं होता है [Orrisa JEE 2004]

(a) षट्कोणीय (b) अष्टसमचतुर्भुजी

(c) घनीय (d) त्रिनताक्ष

5. निम्न में से किन अणुओं में सममिति का त्रिवलित अक्ष होता है [UPSEAT 2004]

(a) NH_3 (b) C_2H_4

(c) CO_2 (d) SO_2

6. किसमें प्रतिफ्लोराइट संरचना पायी जाती है

(a) Na_2O (b) MgO

(c) Fe_2O_3 (d) Al_2O_3

7. निम्नलिखित में सबसे बड़ा आयन कौनसा है [MP PET 1993]

(a) Al^{3+} (b) Ba^{2+}

(c) Mg^{2+} (d) Na^+

8. अन्तःकेन्द्रित इकाई घनीय सेल की कोर लम्बाई $508\ pm$. है। यदि धनायन की त्रिज्या $110\ pm$, हो तो ऋणायन की त्रिज्या होगी [CBSE PMT 1998]

(a) $285\ pm$ (b) $398\ pm$

(c) $144\ pm$ (d) $618\ pm$

9. एक तत्व (परमाणु भार 100 ग्राम/मोल) जिसकी संरचना bcc है तथा इकाई सेल कोर $400\ pm$ है, तत्व का घनत्व होगा [CBSE PMT 1996; AIIMS 2002]

(a) 10.376 ग्राम/सेमी^{3} (b) 5.188 ग्राम/सेमी^{3}

(c) 7.289 ग्राम/सेमी^{3} (d) 2.144 ग्राम/सेमी^{3}

10. यदि $NaCl$ की संरचना पर दाब बढ़ाए, तब उसकी समन्वय संख्या [AFMC 2000]

(a) बढ़ेगी (b) घटेगी

(c) वही रहेगी (d) या तो (b) या (c)

11. सोडियम क्लोराइड क्रिस्टल का पिकनोमिट्रिक घनत्व 2.165×10^3 कि.ग्रा./मीटर^3 है, जबकि इसका X-किरण घनत्व 2.178×10^3 कि.ग्रा./मीटर^3 है। सोडियम क्लोराइड के क्रिस्टल में अपूरित भाग का प्रभाज है [CBSE PMT 2003]

(a) 5.96×10^{-3} (b) 5.96

(c) 5.96×10^{-2} (d) 5.96×10^{-1}

12. $CsBr_3$ के लिए कौनसा कथन सत्य है [IIT 1996]

(a) यह सहसंयोजक यौगिक है

(b) इसमें Cs^{3+} एवं Br^- आयन होते हैं

(c) इसमें Cs^+ एवं Br_3^- आयन होते हैं

(d) इसमें Cs^+, Br^- एवं लेटिस Br_2 अणु होते हैं

13. किस यौगिक में 8 : 8 समन्वय संख्या पायी जाती है [EAMCET 1984]

(a) $CsCl$ (b) MgO

(c) Al_2O_3 (d) इन सभी में

14. यदि CaF_2 में Ca^{2+} की समन्वय संख्या 8 है तो F^- आयन की समन्वय संख्या का मान होगा

(a) 3 (b) 4

(c) 6 (d) 8

15. किसी क्रिस्टल के धनायन और ऋणायन का त्रिज्यानुपात 0.525 है। उसकी समन्वय संख्या होगी

(a) 2 (b) 4

(c) 6 (d) 8

16. सभी सिलीकेट्स की आधारीय संरचनात्मक इकाई है [UPSEAT 2002]

(a) SiO_4 वर्ग समतलीय (b) $[SiO_4]^{4-}$ चतुष्फलकीय

(c) SiO_4 अष्टफलकीय (d) SiO_4 रेखीय

17. नीचे दिये हुए चित्र में किस प्रकार की क्रिस्टलीय त्रुटि दर्शाई गई है। [AIEEE 2004]

$Na^+\ Cl^-\ Na^+\ Cl^-\ Na^+\ Cl^-$

$Cl^-\ \square\ Cl^-\ Na^+\ \square\ Na^+$

$Na^+\ Cl^-\ \square\ Cl^-\ Na^+\ Cl^-$

$Cl^-\ Na^+\ Cl^-\ Na^+\ \square\ Na^+$

(a) अन्तराली त्रुटि

(b) शॉट्की त्रुटि

(c) फ्रेंकल त्रुटि

(d) फ्रेंकल एवं शॉट्की त्रुटियाँ

18. निम्न में से कौन त्रिविमीय सिलीकेट रखते हैं [MHCET 2003]

(a) अभ्रक (b) स्पोड्यूमीन

(c) जियोलाइट (d) इनमें से कोई नहीं

Assertion & Reason

For AIIMS Aspirants

निम्नलिखित प्रश्नों में प्रक्कथन (Assertion) के वक्तव्य के पश्चात कारण (Reason) का वक्तव्य है।

(a) प्रक्कथन और कारण दोनों सही है और कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण देता है

(b) प्रक्कथन और कारण दोनों सही हैं किन्तु कारण प्रक्कथन का सही स्पष्टीकरण नहीं देता है

(c) प्रक्कथन सही है किन्तु कारण गलत है

(d) प्रक्कथन और कारण दोनों गलत है

(e) प्रक्कथन गलत है किन्तु कारण सही है

1. प्रक्कथन : हीरा एक कीमती पत्थर है।
कारण : हीरे में कार्बन परमाणु चतुष्फलकीय रुप में व्यवस्थित होते हैं। [AIIMS 1994]

2. प्रक्कथन : क्रिस्टल जालक में धनायन का आकार अष्टफलकीय छिद्र की तुलना में चतुष्फलकीय छिद्र में बड़ा होता है।
कारण : क्रिस्टल संकुलन (crystal packing) में धनायन, ऋणायन की अपेक्षा अधिक जगह घेरता है। [AIIMS 1996]

3. प्रक्कथन : क्रिस्टलीय ठोसों की लघु परास कोटि होती है।
कारण : अक्रिस्टलीय ठोसों की दीर्घ परास कोटि होती है। [AIIMS 1999]

4. प्रक्कथन : शॉट्की त्रुटि वाले किसी आयनिक ठोस (MX) में धनात्मक एवं ऋणात्मक आयनों की संख्या समान है।
कारण : धनात्मक एवं ऋणात्मक रिक्तियाँ समान रुप से उपस्थित होती हैं। [IIT Screening 2001]

5. प्रक्कथन : जालक या क्रिस्टलीय जालक, बिन्दुओं की व्यवस्था की सममिति में भिन्न होते हैं।
कारण : $n\lambda = 2d\sin\theta$, ब्रेग समीकरण कहलाता है।

6. प्रक्कथन : गोलों के बन्द सुसंकुलन में एक चतुष्फलकीय रिक्ति चार गोलों द्वारा घेरी जाती है जबकि एक अष्टफलकीय रिक्ति छः गोलों द्वारा घेरी जाती है।
कारण : चतुष्फलकीय रिक्ति की आकृति चतुष्फलकीय होती है जबकि अष्टफलकीय रिक्ति की आकृति अष्टफलकीय होती है।

7. प्रक्कथन : चक्रीय सिलिकेट एवं श्रृंखला सिलिकेट का सामान्य आण्विक सूत्र समान होता है।
कारण : चक्रीय सिलिकेट में प्रत्येक SiO_4 चतुष्कोणीय के तीन कोने साझित होते हैं जबकि श्रृंखला सिलिकेट में केवल दो दूसरे चतुष्कफलकों के साथ साझित होते हैं।

8. प्रक्कथन : $NaCl$ में शॉट्की त्रुटि की अधिक उपस्थिति से इसका घनत्व कम होता है।
कारण : $NaCl$ में कमरे के ताप पर लगभग 10^6 शॉट्की युग्म प्रति cm^3 होते हैं।

9. प्रक्कथन : क्षारीय हैलाइडों में ऋणात्मक रिक्तियाँ क्षारीय हैलाइड क्रिस्टलों के साथ क्षारीय धातु वाष्प को गर्म करके उत्पन्न होती हैं।
कारण : ऋणायन रिक्तिओं में फंसे इलेक्ट्रॉन F-केन्द्रों के रुप में माने जाते हैं।

10. प्रक्कथन : अर्धचालकों की विद्युत चालकता ताप बढ़ने के साथ बढ़ती है।
कारण : ताप बढ़नें के साथ अधिक संख्या में इलेक्ट्रॉन संयोजी बैण्ड से चालक बैण्ड में कूद सकते हैं।

11. प्रक्कथन : फैरोचुम्बकीय या फैरीचुम्बकीय पदार्थो को गर्म करने पर वे अनुचुम्बकीय हो जाते हैं।
कारण : इलेक्ट्रॉन गर्म होने पर अपने चक्रण को परिवर्तित कर देते हैं।

12. प्रक्कथन : लेड जिर्कोनेट पीजोइलेक्ट्रिक क्रिस्टल है।
कारण : लेड जिर्कोनेट क्रिस्टल में द्विधुव आघूर्ण नहीं होता।

Answers

ठोस के प्रकार एवं उनके गुण

1	a	2	b	3	a	4	a	5	b
6	c	7	c	8	b	9	d	10	d
11	b	12	a	13	c	14	c	15	a
16	a	17	a	18	d	19	c	20	c
21	b	22	d	23	d	24	d	25	a
26	d	27	a	28	a	29	d	30	d
31	d	32	a	33	c	34	a	35	b
36	a	37	a	38	b	39	c	40	ac

क्रिस्टलोग्राफी एवं जालक

1	b	2	c	3	b	4	d	5	a
6	a	7	b	8	d	9	d	10	b
11	c	12	c	13	a	14	c	15	b
16	b	17	b	18	b	19	a	20	a
21	c	22	d	23	c	24	d	25	b
26	b	27	c	28	d				

क्रिस्टल सुसंकुलन

1	b	2	b	3	d	4	a	5	b
6	d	7	c	8	b	9	b	10	b
11	d	12	c	13	a	14	b	15	b
16	b	17	c	18	b	19	c	20	c
21	a	22	c	23	a	24	d	25	b
26	a								

घनीय तंत्र का गणितीय विश्लेषण एवं ब्रेग समीकरण

1	b	2	b	3	a	4	b	5	b
6	a	7	b	8	c	9	b	10	a
11	c	12	c	13	a	14	b	15	d
16	c	17	a	18	b	19	d	20	c
21	c	22	b	23	d	24	a	25	c
26	b	27	b						

क्रिस्टल संरचना एवं समन्वयी संख्या

1	b	2	d	3	b	4	a	5	d
6	b	7	d	8	a	9	b	10	b
11	d	12	a	13	b	14	a	15	b
16	c	17	d	18	d	19	b	20	d
21	c	22	b	23	b	24	c	25	a
26	c	27	b	28	d	29	d	30	d
31	a	32	acd	33	a	34	b		

क्रिस्टल में त्रुटियाँ

1	c	2	b	3	d	4	d	5	a
6	c	7	d	8	c	9	d	10	d
11	a	12	a	13	c	14	a	15	b
16	c	17	c	18	c	19	d	20	c
21	c	22	d	23	a				

Critical Thinking Questions

1	c	2	c	3	c	4	d	5	a
6	a	7	b	8	c	9	b	10	a
11	a	12	c	13	a	14	b	15	c
16	b	17	b	18	c				

Assertion & Reason

1	b	2	d	3	d	4	a	5	b
6	c	7	c	8	b	9	b	10	a
11	a	12	c						

Answers and Solutions

ठोस के गुण एवं उनके प्रकार

1. (a) गैसों तथा द्रवों दोनों में बहाव होता है और इसलिये ठोस अवस्था में श्यान अणुओं में संक्रमणिय गति नहीं होती है।
2. (b) यह द्रव क्रिस्टल का लाक्षणिक गुण है।
3. (a) $BaTiO_3$ एक लौहवैद्युत यौगिक है।
5. (b) $NaCl$ की गलन ऊष्मा का मान इसकी आयनों की *fcc* व्यवस्था के कारण बहुत अधिक होता है।
6. (c) पीजोवैद्युत क्रिस्टल रिकॉर्ड प्लेअर में उपयोग होता है।
8. (b) $NaCl$ एक आयनिक ठोस है जिसमें संघटक कण धनात्मक (Na^+) और ऋणात्मक (Cl^-) आयन होते हैं।
9. (d) अक्रिस्टलीय ठोस कम कोटि क्रम के होते हैं किन्तु इनका स्पष्ट गलनांक नहीं होता है।
10. (d) ठोस का निश्चित आकार, आकृति एवं कठोरता होती है।
12. (a) क्रिस्टलीय ठोस में केवल $0\ K$ पर संघटक कणों की सही व्यवस्था होती है। जैसे ही ताप बढ़ता है तो आयन द्वारा जालक स्थान ना घेरने की स्थिति बढ़ती है। ताप के साथ त्रुटियों की संख्या जैसे ही बढ़ती है ठोस द्रव में परिवर्तित हो जाता है।
13. (c) हीरा एक संयोजी ठोस है जिसमें संघटक कण परमाणु होते हैं।
14. (c) ठोस $NaCl$ विद्युत का कुचालक है क्योंकि आयन घूमने के लिये मुक्त नहीं होते हैं।
15. (a) किसी पदार्थ का एक या एक से अधिक क्रिस्टलीय रुप में अस्तित्व बहुरुपता कहलाता है।
16. (a) ठोस भी प्रकृति में अक्रिस्टलीय होते हैं।
17. (a) बर्फ का गलनांक दिये गये ठोसों में बहुत कम होता है इसलिये इसमें दुर्बल अन्तर आण्विक बल पाया जाता है।
19. (c) सभी धातुऐं और कुछ मिश्रधातुऐं धात्विक क्रिस्टल होती हैं।
20. (c) आयोडीन क्रिस्टल आण्विक क्रिस्टल होते हैं जिनमें संघटक कण अणु हैं जिनमें अन्तर अणु बल या वाण्डर वाल बल होता है।
21. (b) आयनिक ठोसों का गलनांक प्रबल स्थिर वैद्युत आकर्षण बल के कारण उच्च होता है।
22. (d) *n*-प्रकार के लिये सिलिकॉन में मिलाई गई अशुद्धि 4 संयोजी इलेक्ट्रॉन से अधिक की होनी चाहिए।
23. (d) काँच अक्रिस्टलीय ठोस है।
25. (a) क्रिस्टलीय ठोसों में संघटक कणों की सामान्य व्यवस्था होती है जो स्पष्ट गलनांक रखते हैं एवं विषमदैशिक होते हैं।
26. (d) शर्करा क्रिस्टलीय ठोस है जबकि काँच, रबर एवं प्लास्टिक अक्रिस्टलीय ठोस हैं।
28. (a) MnO_2 प्रतिलौहचुम्बकीय है।
29. (d) ग्रेफाइट sp^2 संकरित एवं सहसंयोजी क्रिस्टल है।
30. (d) आयनिक क्रिस्टल बन्ध के अदिशात्मक गुण दर्शाते हैं।

31. (d) बर्फ एक आण्विक क्रिस्टल है जिसमें संघटक इकाईयाँ अणु होती है एवं अन्तरअणुक बल हाइड्रोजन बन्ध है।

32. (a) क्वार्टज समन्वय क्रिस्टल है जिसमें सिलीकेट या सिलिका का कार्य हुआ होता है अर्थात् एक त्रिविमीय जाल बनता है जब SiO_4 चतुष्कफलक के सभी चार ऑक्सीजन परमाणु साझित होते हैं।

33. (c) धात्विक क्रिस्टल उनमें मुक्त इलेक्ट्रॉनों के कारण ऊष्मा एवं धारा के सुचालक होते हैं।

34. (a) सिलिकॉन समन्वय क्रिस्टल है जिसमें संघटक कण परमाणु होते हैं।

35. (b) LiF आयनिक क्रिस्टल ठोस का उदाहरण है जिसमें संघटक कण धनात्मक (Li^+) और ऋणात्मक (F^-) आयन होते हैं।

36. (a) अक्रिस्टलीय ठोसों में न तो क्रमिक व्यवस्था होती है (अर्थात् कोई निश्चित आकृति नहीं होती है) और न क्रिस्टलों की तरह स्पष्ट गलनांक होता है किन्तु जब इन्हें गर्म किया जाता है तो यह ढीले हो जाते हैं जब तक कि यह द्रवों का गुण प्राप्त नहीं करते। इस कारण से यह अतिशीतित द्रव भी कहलाते हैं।

37. (a) सिलिकॉन अर्धचालक है क्योंकि यह ऊष्मीय सक्रिय है और इसकी चालकता ताप बढ़ने के साथ बढ़ती है।

38. (b) अक्रिस्टलीय ठोस समदैशिक होते हैं क्योंकि ये पदार्थ सभी दिशाओं में समान गुण दर्शाते हैं।

39. (c) पदार्थ जब दो या अधिक क्रिस्टलीय संरचना दर्शाते हैं तो यह गुण बहुरुपता कहलाता है।

40. (ac) अक्रिस्टलीय ठोसों में न तो क्रमिक व्यवस्था होती है (अर्थात् कोई निश्चित आकृति नहीं होती है) और न क्रिस्टलों की तरह स्पष्ट गलनांक होता है किन्तु जब इन्हें गर्म किया जाता है तो यह ढीले हो जाते हैं जब तक कि यह द्रवों का गुण प्राप्त नहीं करते। इस कारण से यह अतिशीतित द्रव भी कहलाते हैं।

क्रिस्टलोग्राफी एवं जालक

1. (b) एक क्रिस्टलीय तन्त्र षट्कोणीय है यदि इसकी इकाई कोशिका $a = b \neq c$ अक्षीय अनुपात एवं $\alpha = \beta = 90°$, $\gamma = 120°$ अक्षीय कोण रखती है।

2. (c) चतुष्कभुजीय क्रिस्टलीय तन्त्र

$a = b = c$, $\alpha = \beta = \gamma \neq 90^o$

उदाहरण – $NaNO_3$, $CaSO_4$, केल्साइट $CaCO_3$, HgS

3. (b) चतुष्कोणीय तन्त्र की इकाई कोशिका विमा है $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$.

5. (a) CaF_2 का स्थान जालक फलक केन्द्रित घनीय है।

6. (a) अंतःकेन्द्रित घनीय व्यवस्था के लिये समन्वय संख्या 8 एवं त्रिज्या अनुपात (r_+ / r_-) $0.732 - 1.000$ है।

7. (b) 14 ब्रेविस जालक (स्थान जालक है)।

8. (d) एकनताक्ष सल्फर, एकनताक्ष क्रिस्टलीय तंत्र का उदाहरण है।

10. (b) $r = 0.414\, r$.

11. (c) $NaCl$ की प्रत्येक इकाई सेल में $4\, NaCl$ इकाई होती हैं।

12. (c) चतुष्कफलकीय व्यवस्था के लिये समन्वय संख्या 4 एवं त्रिज्या अनुपात (r_+ / r_-) $0.225 - 0.414$ है।

13. (a) फलक केन्द्रित घनीय जालक KCl एवं $NaCl$ में पाया जाता है।

14. (c) इकाई सेल की परिभाषा

16. (b) $NaCl$ में (चट्टानी लवण) : Na^+ आयनों की संख्या $= 12$ (कोर केन्द्रों पर) $\times \frac{1}{4} + 1$ (अन्तः केन्द्र पर)$\times 1 = 4$

Cl^- आयनों की संख्या $= 8$ (कोनों पर)$\times \frac{1}{8} + 6$ (फलक केन्द्र पर) $\times \frac{1}{2} = 4$ इस प्रकार 4 फॉर्मूला इकाई प्रति इकाई सेल पर होती है।

17. (b) निम्नतम स्थितिज ऊर्जा स्तर स्थायी व्यवस्था प्रदान करता है।

18. (b) सात आधारीय क्रिस्टल जालक व्यवस्थायें हैं :- घनीय, चतुष्कोणीय, अष्टसमचतुर्भुजी, एकनताक्षी, षटकोणीय, चतुष्कभुजीय एवं त्रिनताक्षी

19. (a) स्थिति एकनताक्षी क्रिस्टलीय तंत्र के लिये है।

20. (a) $BaSO_4$ की उच्च जालक ऊर्जा के कारण जल में $BaSO_4$ की कम विलेयता होती है।

21. (c) एक क्रिस्टल में 14 प्रकार के ब्रेविस जालक (अन्तराली जालक) सम्भव होते हैं।

22. (d) $TlCl$ में त्रिज्या अनुपात 0.732 – 1.000 है एवं समन्वय संख्या 8 है और व्यवस्था अन्तःकेन्द्रित घनीय है।

23. (c) जिंक ब्लेंडी (ZnS) की fcc संरचना होती है और यह एक आयनिक क्रिस्टल है जिसकी समन्वय संख्या 4 : 4 है।

24. (d) Na_2O में एंटी फ्लोराइट (A_2B) प्रकार की संरचना होती है।

25. (b) जिंक ब्लेंडी (ZnS) की fcc संरचना होती है और यह एक आयनिक क्रिस्टल है जिसकी समन्वय संख्या 4 : 4 है।

28. (d) $\frac{1}{8} \times 8$ (कोनों पर) $= 1$

$\frac{1}{2} \times 6$ (फलक केन्द्र पर) $= 3$

$Z = 1 + 3 = 4$ (परमाणुओं की कुल संख्या)

क्रिस्टल सुसंकुलन

1. (b) इकाई सेल में चतुष्फलकीय रिक्तिओं की संख्या
$= 2 \times$ परमाणुओं की संख्या $= 2Z$

2. (b) तंत्र $ABC\, ABC$......फलक केन्द्रित घनीय या fcc के रुप में भी जाना जाता है।

3. (d) यह ccp व्यवस्था प्रदर्शित करता है।

4. (a) bcc की समन्वय संख्या 8 है।

5. (b) चट्टानी लवण संरचना में $Na^+ : Cl^-$ की समन्वय संख्या $6:6$ है।

6. (d) bcc सेल में 8 परमाणु कोनों पर व एक परमाणु केन्द्र पर होता है।

$\therefore\ n = \left(8 \times \frac{1}{8}\right) + 1 = 2$.

fcc सेल में 8 परमाणु कोनों पर 6 फलकों में से प्रत्येक पर एक परमाणु होता है। फलक पर यह परमाणु दो इकाई सेलों द्वारा साझित होता है।

$\therefore\ n = 8 \times \frac{1}{8} + \left(6 \times \frac{1}{2}\right) = 4$.

7. (c) CaF_2 में AB_2 प्रकार की संरचना उपस्थित होती है।

$\therefore\ AB_2 \rightleftharpoons A^{2+} + 2B^{-}$; $CaF_2 \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^{-}$

8. (b) पोटेशियम (K) में bcc जालक होता है।

9. (b) bcc तंत्र में प्रति इकाई सेल में परमाणुओं की संख्या = 2

10. (b) अन्तःकेन्द्रित घन में प्रत्येक परमाणु/आयन की समन्वय संख्या 8 होती है।

11. (d) अष्टफलकीय स्थानों की संख्या = पेकिंग में गोलों की संख्या प्रति गोला अष्टफलकीय स्थानों की संख्या $= 1$.

12. (c) $ABAB$ ...... षट्कोणीय बन्द पेकिंग है।

13. (a) सोडियम अन्तः घन है।

14. (b) SrF_2 की फ्लोराइट (CaF_2) प्रकार की संरचना होती है।

15. (b) ZnS संरचना में सल्फाइड आयन सभी fcc जालक बिन्दु घेर लेते हैं जबकि Zn आयन एकान्तर चतुष्फलकीय रिक्तिओं में उपस्थित होते हैं।

16. (b) MgO में चट्टानी लवण $(NaCl)$ संरचना होती है।

17. (c) CaF_2 (फ्लोराइट) की 8 : 4 समन्वय संख्या के साथ fcc संरचना होती है।

18. (b) प्रत्येक संघटक में दो चतुष्फलकीय रिक्तियाँ होती हैं। ccp जालक में परमाणु $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$

$\therefore$ चतुष्फलकीय रिक्तियाँ $= 4 \times 2 = 8$,

इस प्रकार अनुपात $= 4 : 8 :: 1 : 2$ ।

19. (c) चतुष्फलकीय स्थान, अष्टफलकीय स्थान की तुलना में दुगना होता है तब X और Z का अनुपात क्रमशः 2 : 1 है, इसलिये यौगिक का सूत्र X_2Z है।

20. (c) परमाणु घन के आठ कोनों पर होते हैं। इसलिये इकाई सेल में A परमाणुओं की संख्या $= \frac{8}{8} = 1$ । B परमाणु 6 फलकों के फलक केन्द्रो पर होते हैं इसलिये ये इकाई सेल में साझित होते हैं $= \frac{6}{2} = 3$ अर्थात् सूत्र AB_3 है।

21. (a) bcc संरचना में 68% उपलब्ध आयतन गोलों द्वारा घेरा जाता है, इस प्रकार रिक्त स्थान 32% है।

22. (c) घनीय बन्द संकुलित संरचना में परमाणुओं की संख्या = 8.

अष्टफलकीय रिक्तिओं की संख्या $= \frac{1}{2} \times 8 = 4$ ।

23. (a) hcp और ccp व्यवस्था में समन्वय संख्या 12 है जबकि bcc व्यवस्था में 8 है।

24. (d) $NaCl$ (चट्टानी लवण) : में Na^{+} आयनों की संख्या $= 12$ (कोर केन्द्रों पर)$\times \frac{1}{4} + 1$ (अन्तः केन्द्र पर)$\times 1 = 4$ ।

Cl^{-} आयनों की संख्या $= 8$ (कोनों पर) $\times \frac{1}{8} + 6$ (फलक केन्द्र पर) $\times \frac{1}{2} = 4$ इस प्रकार 4 फार्मूला इकाई प्रति इकाई सेल पर होती है।

25. (b) hcp में समन्वय संख्या =12

Mg में भी समन्वय संख्या = 12

26. (a) सभी समइलेक्ट्रॉनिक प्रजाति हैं किन्तु Na^{+} का कम धनात्मक आवेश होने के कारण बड़ी त्रिज्या होती है।

घनीय तंत्र का गणितीय विश्लेषण एवं ब्रेग समीकरण

1. (b) इकाई सेल का घनत्व $= \frac{N \times \text{आण्विक भार } (M)}{V(=a^3) \times \text{एवोगेड्रो संख्या} (N_o)} g\,cm^{-3}$

2. (b) K^{+} और F^{-} के बीच दूरी $= \frac{1}{2} \times$ कोर की लम्बाई

3. (a) bcc इकाई सेल में 2 परमाणु होते हैं,

इसलिये 12.08×10^{23} इकाई सेलों में परमाणुओं की संख्या $= 2 \times 12.08 \times 10^{23} = 24.16 \times 10^{23}$ परमाणु

4. (b) bcc संरचना में 1 परमाणु 1 इकाई सेल द्वारा साझित होता है।

5. (b) समन्वय संख्या '6' की संरचनीय व्यवस्था अष्टफलकीय है एवं इसका त्रिज्या अनुपात $0.414 - 0.732$ है। अष्टफलकों का उदाहरण KCl एवं $NaCl$ है।

6. (a) एक अन्तः केन्द्रित घन और एक फलक केन्द्रित घनीय इकाई सेल में गोलों की संख्या क्रमशः 2 और 4 है।

7. (b) bcc जालक में पास की दूरी

अन्तः विकर्ण का $\frac{1}{2} = \frac{1}{2} \times \sqrt{3}a = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 4.3 = 3.72 Å$ ।

10. (a) $M = \frac{\rho \times a^3 \times N_0 \times 10^{-30}}{z}$

$= \frac{10 \times (100)^3 \times (6.02 \times 10^{23}) \times 10^{-30}}{4} = 15.05$

100 g में परमाणुओं की संख्या $= \frac{6.02 \times 10^{23}}{15.05} \times 100$

$= 4 \times 10^{25}$ ।

11. (c) Cs^{+} एवं I^{-} का बड़ा आकार होता है।

12. (c) $58.5\, g\ NaCl = 1$ मोल $= 6.02 \times 10^{23}\ Na^{+}Cl^{-}$ इकाईयाँ

एक इकाई सेल में $4\,Na^{+}Cl^{-}$ इकाईयाँ होती हैं इसलियें उपस्थित इकाई सेलों की संख्या

$= \frac{6.02 \times 10^{23}}{4} = 1.5 \times 10^{23}$.

13. (a) $\frac{1}{58.5} \times 6.023 \times 10^{23} = 1.029 \times 10^{22}$

एक इकाई सेल में $4\,Na^{+}$ आयन और $4\,Cl^{-}$ आयन होते हैं।

$\therefore$ इकाई सेल $= \frac{1.029 \times 10^{22}}{4} = 2.57 \times 10^{21}$ इकाई सेल।

14. (b) ब्रेग समीकरण है $n\lambda = 2d \sin\theta$

जहाँ n एक पूर्ण संख्या है अर्थात् 1, 2, 3, 4 इत्यादि।

15. (d) फलक केन्द्रित घनीय संरचना में कोनों पर उपस्थित प्रत्येक परमाणु से 1/8 एवं फलक पर उपस्थित प्रत्येक परमाणु से 1/2 अंशित होती है।

16. (c) $CsCl$ अन्तः केन्द्रित है, $d = \sqrt{3}a/2$ ।

17. (a) (bcc जालक में) Na की त्रिज्या $= \frac{\sqrt{3}a}{4} = \frac{\sqrt{3} \times 4.29}{4}$

$= 1.8574\ Å = 1.8574 \times 10^{-8}\ cm$ ।

18. (b) क्रिस्टल जिसमें त्रिज्या अनुपात मान $0.225 - 0.414$ के बीच पाया जाता है चतुष्फलकीय क्रिस्टलीय संरचना दर्शाता है।

19. (d) bcc के लिये $d = \frac{\sqrt{3}}{2}a$

या $a = \frac{2d}{\sqrt{3}} = \frac{2 \times 4.52}{1.732} = 5.219\text{Å} = 522\ pm$

$P = \frac{Z \times M}{a^3 \times N_0 \times 10^{-30}} = \frac{2 \times 39}{(522)^3 \times (6.023 \times 10^{23}) \times 10^{-30}}$

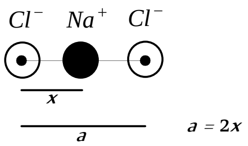
$= 0.91\ g/cm^3 = 910\ kg\ m^{-3}$

20. (c) आयनिक त्रिज्या अनुपात का मान 0.52 है जो $0.414 - 0.732$, के बीच है तब क्रिस्टल में आयन की ज्यामिति व्यवस्था अष्टफलकीय होती है।

21. (c) *sc, fcc* और *bcc* इकाई सेल में उपस्थित परमाणुओं की संख्या क्रमशः 1, 4, 2 है।

22. (b) *sc, fcc* एवं *bcc* इकाई सेल में उपस्थित परमाणुओं की संख्या क्रमशः 1, 4, 2 है।

23. (d) $c + a = X$ (दिया गया है)



$\therefore \quad c + a = a/2$

$X = a/2$, $a = 2X$

24. (a) $r = \frac{a}{2\sqrt{2}}$; $r = \frac{620}{2\sqrt{2}} = 219.25\ Pm$

25. (c) $Z = \frac{V \times N_0 \times d}{M}$

$= \frac{4.2 \times 8.6 \times 8.3 \times 10^{-24} \times 6.023 \times 10^{23} \times 3.3}{155} = 3.84 = 4$

26. (b) इकाई सेल का आयतन $= a^3$

$= (3.04 \times 10^{-8}$ सेमी.$)^3 = 2.81 \times 10^{-23}$ सेमी.^{3}

27. (b) फलक केन्द्रित घनीय संरचना *(fcc)* में

$4r = \sqrt{2}a$

$a = \frac{4r}{\sqrt{2}}$

क्रिस्टलीय संरचना एवं समन्वय संख्या

1. (b) इकाई सेल में, कोनों पर W परमाणु $= \frac{1}{8} \times 8 = 1$

कोर के केन्द्र पर O परमाणु $= \frac{1}{4} \times 12 = 3$

घन के केन्द्र पर Na परमाणु = 1

$W : O : Na = 1 : 3 : 1$, इसलिये सूत्र $= NaWO_3$

2. (d) bcc जालक के लिये समन्वय संख्या 8 है।

3. (b) अन्तः केन्द्रित घनीय जालक की समन्वय संख्या 8 है।

4. (a) A परमाणु घन के आठ कोनों पर हैं इसलिये इकाई सेल में A परमाणुओं की संख्या $= \frac{8}{8} = 1$ है, परमाणु B प्रति इकाई सेल = 1, इसलिये सूत्र AB

5. (d) Cu के लिये समन्वय संख्या 12 है।

6. (b) $CsCl$ में प्रत्येक Cs^+ आयन 8 Cl^- आयनों से घिरा रहता है एवं $CsCl$ में प्रत्येक Cl^- आयन 8 Cs^+ आयनों से घिरा रहता है।

7. (d) X परमाणु घन के आठ कोनों पर हैं। इसलिये इकाई सेल में X परमाणुओं की संख्या $= \frac{8}{8} = 1$

Y परमाणु 6 फलकों के फलक केन्द्र पर हैं इसलिये ये इकाई सेल में साझित होते हैं $= \frac{6}{2} = 3$ सूत्र XY_3 है।

8. (a) माना की इकाई सेल में फैरस ऑक्साइड की इकाईयाँ $= n$, फैरस ऑक्साइड का आण्विक भार $(FeO) = 56 + 16 = 72$ ग्राम मोल$^{-1}$

n इकाईयों का भार $= \frac{72 \times n}{6.023 \times 10^{23}}$

एक इकाई का आयतन = (कोनों की लम्बाई)

$= (5Å)^3 = 125 \times 10^{-24}\ cm^3$

घनत्व $= \frac{\text{सेल का भार}}{\text{आयतन}}$,

$4.09 = \frac{72 \times n}{6.023 \times 10^{23} \times 125 \times 10^{-24}}$

$n = \frac{3079.2 \times 10^{-1}}{72} = 42.7 \times 10^{-1} = 4.27 \approx 4$

9. (b) $NaCl$ क्रिस्टल में Na^+ आयनों की समन्वय संख्या 6 है।

10. (b) $CsCl$ में Cl^- आयन bcc प्रकार का संकुलन अपनाते हैं।

11. (d) फलक केन्द्र पर 6A परमाणु थे। एक अक्ष के साथ फलक केन्द्रित परमाणु के निष्कासन का अर्थ है दो Au परमाणुओं का निष्कासन।

अब, प्रति इकाई सेल पर A परमाणुओं की संख्या

$= 8 \times \underset{\text{(कोने)}}{\frac{1}{8}} + 4 \times \underset{\text{(फलक केन्द्र)}}{\frac{1}{2}} = 3$

प्रति इकाई सेल B परमाणुओं की संख्या

$= 12 \times \underset{\text{(कोर केन्द्रक)}}{\frac{1}{4}} + \underset{\text{(अन्तःकेन्द्रीय)}}{1} = 4$

अतः परिणामी रससमीकरणमिति है A_3B_4

12. (a) Cs^+Cl^- क्रिस्टल में प्रत्येक आयन की समन्वय संख्या 8 है।

13. (b) $r_+/r_- = \frac{180}{187} = 0.962$ जो $0.732 - 1.000$ की कोटि में आता है अतः समन्वय संख्या = 8 अर्थात् संरचना $CsCl$ प्रकार की है।

14. (a) हीरे में C-परमाणु नियमित चतुष्फलकीय संरचना में व्यवस्थित होते हैं।

15. (b) *hcp*, में समन्वय संख्या 12 है।

16. (c) Mg में समन्वय संख्या (*fcc* संरचना) 6 है।

17. (d) $NaCl$ क्रिस्टल में प्रत्येक Na^+ आयन $6\,Cl^-$ आयनों द्वारा घेरा जाता है और प्रत्येक *Cl* आयन $6\,Na^+$ आयनों द्वारा घेरा जाता है।

18. (d) क्रिस्टल अच्छा विदलन दर्शाते हैं क्योंकि उनके संघटक कण तलों में व्यवस्थित होते हैं।

19. (b) Fe_3O_4 अरससमीकणमितीय यौगिक है इसमें धनायन से ऋणायन का अनुपात दर्शाये गये रासायनिक सूत्र से भिन्न हो जाता है।

20. (d) समन्वय संख्या 4, 6 और 8 के लिये त्रिज्या अनुपात क्रमशः $[0.225-0.414]$, $[0.414-0.732]$ तथा $[0.732-1]$ कोटिओं के बीच में आता है।

21. (c) समन्वय संख्या 4, 6 और 8 के लिये त्रिज्या अनुपात क्रमशः $[0.225-0.414]$, $[0.414-0.732]$ तथा $[0.732-1]$ कोटिओं के बीच में आता है।

22. (b) Na_2O में प्रत्येक ऑक्साइड आयन (O^{2-}) $8\,Na^+$ आयनों से उपसहसंयोजित होता है और प्रत्येक Na^+ आयन चार ऑक्साइड आयनों से होता है इसलिये इसमें 4 : 8 समन्वय संख्या होती है।

23. (b) जब त्रिज्या अनुपात $0.732-1$, के बीच में होता है तब समन्वय संख्या 8 होती है और संरचनीय व्यवस्था अन्तः फलकीय घनीय होती है।

24. (c) $CsCl$ क्रिस्टलीय जालक में प्रत्येक Cs^+ आयन $8\,Cl^-$ आयनों से घिरा रहता है क्योंकि इसकी समन्वय संख्या 8 : 8 है।

25. (a) $NaCl$ में आयनों की *fcc* व्यवस्था होती है।

26. (c) $NaCl$ क्रिस्टलीय जालक में प्रत्येक Na^+ आयन 6 Cl^- आयनों द्वारा घिरा रहता है क्योंकि इसकी समन्वय संख्या 6 : 6 है।

27. (b) जिंक ब्लेंडी (ZnS) की *fcc* संरचना होती है और इस आयनिक क्रिस्टल में समन्वयी संख्या 4 : 4 है।

30. (d) एक सरल घनीय संरचना में

$$z=\frac{1}{8}\times 8 \text{ (कोनों पर एक परमाणु)}$$

$$z=1$$

31. (a) hcp संरचना में समन्वय संख्या 12 है।

32. (acd) एक धातु जो *bcc* संरचना में क्रिस्टलीय होती है उसकी समन्वय संख्या 8 होती है।

33. (a) सोडियम क्लोराइड में, प्रत्येक Na^+ आयन $6\,Cl^-$ आयनों से घिरा होता है और प्रत्येक Cl^- आयन $6\,Na^+$ आयनों द्वारा घिरा होता है, इस प्रकार दोनों आयनों की समन्वय संख्या 6 होती है।

34. (b) Ca^{2+} आयन *ccp* व्यवस्था में व्यवस्थित होते हैं अर्थात् Ca^{2+} आयन सभी कोनों पर उपस्थित होते हैं और घन के प्रत्येक फलक के कोनों पर होते हैं। फ्लोराइड आयन सभी चतुष्फलकीय स्थान घेरते हैं। यह 8 : 4 व्यवस्था है अर्थात् प्रत्येक Ca^{2+} आयन $8F^-$ आयनों द्वारा घेरा जाता है और प्रत्येक F^- आयन 4 Ca^{2+} आयनों द्वारा घेरा जाता है।

क्रिस्टल में त्रुटियाँ

1. (c) जब ध्रुवीय क्रिस्टल पर यांत्रिक दाब लगता है तो विद्युत उत्पन्न होती है यह पीजोविद्युतता की स्थिति है। इसके विपरीत यदि विद्युत क्षेत्र प्रयुक्त होता है तो यांत्रिक दाब विकसित होती है। पीजोइलेक्ट्रिक क्रिस्टल यांत्रिक विद्युत ट्रांसडक्टर की तरह व्यवहार करते हैं।

2. (b) क्रिस्टल में जितनी अधिक शॉट्की त्रुटि होगी उतना ही कम घनत्व होगा।

3. (d) *F*-केन्द्रों के बारे मे दिये गये सारे कथन सत्य हैं।

5. (a) प्रत्येक Sr^{2+} आयन एक धनात्मक संयोजकता प्रस्तावित करती है इसलिये धनात्मक रिक्तिओं की सान्द्रता = मिलाये गये $SrCl_2$ का मोल% ।

6. (c) Na की उपस्थिति में $NaCl$ को गर्म करने पर प्राप्त पीला रंग ऋणायन रिक्तिओं (*F*-केन्द्रों) में इलेक्ट्रॉनों की उपस्थिति के कारण होता है।

7. (d) फ्रेंकल त्रुटि साधारण जालक स्थान से एक आयन के विस्थापन के कारण होती है और यह आयन अन्तरकाशी स्थान घेरता है।

8. (c) $AgBr$, Ag^+ और Br^- आयनों के आकार में अधिक भिन्नता के कारण फ्रेंकल त्रुटि दर्शाता है।

9. (d) शॉट्की त्रुटि उच्च आयनिक यौगिकों में होती है जिनमें उच्च समन्वय संख्या होती है, उदाहरण $NaCl, KCl, CsCl$ ।

10. (d) शॉट्की त्रुटि बराबर संख्या के धनायन और ऋणायन के खोने के कारण होती है।

11. (a) शॉट्की त्रुटि बराबर संख्या के धनायन और ऋणायन के खोने के कारण होती है।

12. (a) क्रिस्टल में उपस्थित अशुद्धता ऊष्मीय साम्यता नहीं दर्शाती है।

13. (c) चूँकि यहाँ कोई भी आयन पूर्ण जैसे क्रिस्टल से खोया नहीं है इसलिये घनत्व पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

15. (b) धातु में अधातु मिलाने पर धातु की तन्यता कम हो जाती है।

16. (c) $AgBr$, Ag^+ और Br^- आयनों के आकार में अधिक अन्तर के कारण फ्रेंकल त्रुटि दर्शाता है।

17. (c) दोनों अरससमीकरणमितीय त्रुटियाँ हैं।

18. (c) पीतल, $Cu=80\%, Zn=20\%$ प्रतिस्थापी मिश्रधातु है।

इस्पात अन्तराकाशी मिश्रधातु है क्योंकि यह *Fe* के साथ *C* की मिश्रधातु है। *C* परमाणु *Fe* क्रिस्टल की अन्तरकोशी रिक्तियाँ घेर लेते हैं।

19. (d) धातुओं में ऋणायन के खोने से हुए छिद्र जब इलेक्ट्रॉन द्वारा घेरे जाते हैं तो अधिकता में त्रुटियाँ होती हैं। ये स्थान *F*-केन्द्र कहलाते हैं और क्रिस्टल में रंग के लिये उत्तरदायी हैं।

20. (c) KBr शॉट्की त्रुटि दर्शाता है ना कि फ्रेंकल त्रुटि।

21. (c) जब धनायन जालक से अंतरकाशी स्थान पर जाता है, तब त्रुटि फ्रेंकल त्रुटि कहलाती है।

22. (d) *F*-केन्द्र वो स्थान है जहाँ से ऋणायन खोते हैं और उनकी जगह इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं ये रंगों के लिये उत्तरदायी हैं।

Critical Thinking Questions

1. (c) अक्रिस्टलीय ठोसों में ना तो क्रमिक व्यवस्था होती है (अर्थात् कोई निश्चित आकृति नहीं होती है) और ना क्रिस्टलों की तरह स्पष्ट गलनांक होता है किन्तु जब गर्म किया जाता है तो यह ढ़ीले हो जाते हैं जब तक कि यह द्रवों का गुण प्राप्त नहीं करते। इस कारण यह अतिशीतित द्रव भी कहलाता है।

2. (c) सिलिकॉन इसके श्रृंखलन गुण के कारण जालक ठोस निर्मित करता है।

3. (c) अष्टसमचतुर्भुजी ज्यामिति में $a \neq b \neq c$ एवं $\alpha = \beta = \gamma = 90°$ होता है। माचिस की डिब्बी की आकृति इस ज्यामिति का पालन करती है।

4. (d) त्रिनताक्ष क्रिस्टल में सममिति का घूर्णन नहीं होता है।

5. (a) NH_3 अणु में 120^o के घूर्णन के परिणामस्वरुप मूल रुप पुनः उत्पन्न होता है। इस तरह की अक्ष को त्रिमोड़ीय सममिती अथवा त्रिकअक्ष कहते हैं।

6. (a) Na_2O में एंटी फ्लोराइट (A_2B) प्रकार की संरचना होती है।

7. (b) धनात्मक त्रिज्या समूह में नीचे जाने पर बढ़ती है और आवर्त में घटती है।

8. (c) धनायन और ऋणायन के केन्द्रों के बीच दूरी $= \frac{d}{2} = \frac{508}{2} = 254\ pm$

$r_c + r_a = 254\ pm$ या $110 + r_a = 254$ या $r_a = 144\ pm$

9. (b) $\rho = \frac{n \times M}{a^3 \times N_0 \times 10^{-30}}$

$= \frac{2 \times 100}{(400)^3 \times (6.02 \times 10^{23}) \times 10^{-30}} = 5.188\ g/cm^3$

10. (a) $NaCl$ संरचना (6:6 co.–ord.) $\xrightleftharpoons[760\ K]{\text{उच्च दाब}}$ $CsCl$ संरचना (8:8 co.–ord.)

11. (a) भिन्नता $= 2.178 \times 10^3 - 2.165 \times 10^3 = 0.013 \times 10^3$

अपूरित भाग $= \frac{0.013 \times 10^3}{2.178 \times 10^3} = 5.96 \times 10^{-3}$

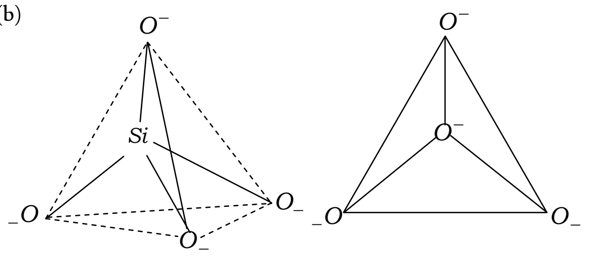
12. (c) $CsBr_3$ में Cs^+ और Br_3^- आयन होते हैं।

13. (a) $CsCl$ में प्रत्येक Cs^+ आठ Cl^- आयनों द्वारा घिरा रहता है क्योंकि इसकी समन्वय संख्या 8 : 8 है।

14. (b) CaF_2 में प्रत्येक कैल्शियम धनायन आठ फ्लोराइड ऋणायनों द्वारा अंतः केन्द्रित घनीय व्यवस्था में घिरे होते हैं। प्रत्येक फ्लोराइड आयन चार कैल्शियम आयनों के सम्पर्क में रहता है। इसलिये CaF_2 की समन्वय संख्या 8 : 4 है।

15. (c) समन्वय संख्या 4, 6 और 8 के लिये त्रिज्या अनुपात क्रमशः $[0.225 - 0.414]$, $[0.414 - 0.732]$ एवं $[0.732 - 1]$ कोटि के बीच होता है।

16. (b)



17. (b) इस चित्र में बराबर संख्या के धनायन (Na^+) और ऋणायन (Cl^-) खो रहे हैं, इसलिये ये शॉट्की त्रुटि दर्शाता है।

18. (c) जियोलाइट एक त्रिविमीय सिलीकेट है क्योंकि इस सिलिकेट में $(SiO_4)^{-4}$ चतुष्फलक पर सभी चार ऑक्सीजन परमाणु दूसरे चतुष्फलक से साझित होता है जो एक त्रिविमीय जाल निर्मित करते हैं।

Assertion & Reason

1. (b) यह सत्य है कि हीरे की संरचना में कार्बन परमाणु चतुष्फलक में (sp^3 संकरित) व्यवस्थित होते हैं किन्तु यह प्रक्कथन की सही व्याख्या नहीं है।

2. (d) चतुष्फलकीय छिद्र अष्टफलकीय छिद्रों से आकृति में छोटे होते हैं। धनायन सामान्यतः ऋणायनों से कम जगह घेरते हैं।

3. (d) क्रिस्टलीय ठोस संघटक कणों की नियमित व्यवस्था रखते हैं और विषमदैशिक होते हैं जबकि अक्रिस्टलीय ठोसों में कोई नियमित व्यवस्था नहीं है और समदैशिक होते हैं।

4. (a) शॉट्की त्रुटि बराबर संख्या में धनायन और ऋणायन खोने के कारण होती है।

5. (b) स्थान या क्रिस्टलीय जालक स्थान में बिन्दुओं की नियमित पुनरावृत्ति व्यवस्था है और सभी संरचनाओं के वर्गीकरण पर आधारित होती है।

6. (c) चतुष्फलकीय रिक्ति इसलिये कहलाती है क्योंकि यह चार गोलों द्वारा चतुष्फलक रुप से घेरी जाती है जबकि अष्टफलकीय रिक्ति में यह छः गोलों द्वारा घेरी जाती है।

7. (c) दो कोनें प्रति चतुष्कोणीय होते हैं और एक दोनों स्थितियों में साझित होता है।

8. (b) जब एक परमाणु या एक आयन इसकी साधारण जालक स्थान से खो जाता है तब एक जालक रिक्ति या त्रुटि उत्पन्न होती है, जो शॉट्की त्रुटि कहलाती है। खोने के कारण क्रिस्टल का घनत्व कम हो जायेगा ।

9. (b) गर्म होने पर धातु परमाणु पृष्ठ पर एकत्रित हो जाते हैं और अन्ततः वे क्रिस्टल में विसरित हो जाते हैं एवं आयनीकरण के पश्चात् क्षारीय धातु आयन धनात्मक संयोजकता घेर लेती है जबकि इलेक्ट्रॉन ऋणात्मक संयोजकता घेरता है।

10. (a) अर्धचालकों की स्थिति में संयोजी बैण्ड और चालक बैण्ड के बीच दूरी कम होती है और इसलिये कुछ इलेक्ट्रॉन संयोजी बैण्ड से चालक बैण्ड में कूद जाते हैं और इस प्रकार ताप बढ़ाने पर चालकता भी बढ़ जाती है।

11. (a) सभी चुम्बकीय ठोस (लौहचुम्बकीय एवं प्रतिलौहचुम्बकीय ठोस) उच्च ताप पर चक्रणों के यादृच्छिकता के कारण अनुचुम्बकीय अवस्था में परिवर्तित हो जाते हैं।

12. (c) पीजो इलेक्ट्रिक क्रिस्टलों में द्विध्रुव अपने आप को क्रमिक रुप में पंक्तिबद्ध कर लेते हैं इस प्रकार के क्रिस्टल में कुल द्विध्रुव आघूर्ण होता है।

ठोस अवस्था

SET Self Evaluation Test -5

1. क्वार्ट्ज के कण बँधे होते हैं
   (a) विद्युतीय आकर्षण बल से
   (b) वाण्डर वाल बल से
   (c) सह संयोजक बन्ध के बल से
   (d) प्रबल स्थिर विद्युत आकर्षण बल से

2. सह संयोजक यौगिक के क्रिस्टल हमेशा [BHU 1984]
   (a) परमाणु संरचनात्मक इकाई होते हैं
   (b) अणु संरचनात्मक इकाई होते हैं
   (c) आयन स्थैतिक विद्युत बल से जुड़े होते हैं
   (d) उच्च गलनांकी होते हैं

3. मोम (wax) किस प्रकार के क्रिस्टल का उदाहरण है
   (a) आयनिक (b) सह संयोजक
   (c) धात्विक (d) आण्विक

4. निम्न में से किस प्रकार के क्रिस्टल में नरम तथा कम गलनांक गुण होते हैं
   (a) सह संयोजक (b) आयनिक
   (c) धात्विक (d) आण्विक

5. जिंक ब्लेण्डी की संरचना में जिंक परमाणु घेरे रहते हैं
   (a) समस्त अष्टफलकीय छिद्र
   (b) समस्त चतुष्फलकीय छिद्र
   (c) अष्टफलकीय छिद्रों की आधी संख्या को
   (d) चतुष्फलकीय छिद्रों की आधी संख्या को

6. निम्न आयनों में से किसकी आयनिक त्रिज्या न्यूनतम है [Kurukshetra CEE 1998]
   (a) Na^+ (b) Mg^{2+}
   (c) Al^{3+} (d) Si^{4+}

7. ब्रेग विवर्तन के X – किरण के द्वितीय कोटि $(\lambda = 1\ Å)$ समान्तर समतल का समूह किसी धातु में 60^o के कोण पर स्थित है। क्रिस्टल में प्रकीर्णित समतल के बीच की दूरी होगी [CBSE PMT 1998; AFMC 2001]
   (a) $0.575\ Å$ (b) $1.00\ Å$
   (c) $2.00\ Å$ (d) $1.15\ Å$

8. $NaCl$ क्रिस्टल जालक की कोर लम्बाई $552\ pm$. है, यदि Na^+ की आयनिक त्रिज्या $95\ pm$, है, तब Cl^- की आयनिक त्रिज्या होगी [KCET 1998]
   (a) $190\ pm$ (b) $368\ pm$
   (c) $181\ pm$ (d) $276\ pm$

9. Rb^+ और I^- की आयनिक त्रिज्या 1.46 Å एवं 2.16Å है, तो इसकें द्वारा बनाई गई अति प्राययिक प्रकार की संरचना है [UPSEAT 2004]
   (a) $CsCl$ प्रकार (b) ZnS प्रकार
   (c) $NaCl$ प्रकार (d) CaF_2 प्रकार

10. चतुष्फलकीय छिद्र को घेरने वाले धनायन की समन्वय संख्या है
   (a) 6 (b) 8
   (c) 12 (d) 4

11. एक ऋणायन के स्थान पर यदि क्रिस्टल जालक में एक इलेक्ट्रॉन विद्यमान हो, तो उसे कहते हैं
   (a) फ्रेंकल त्रुटि
   (b) शॉटकी त्रुटि
   (c) अन्तराकाशी त्रुटि
   (d) F – केन्द्र

AS Answers and Solutions

(SET -5)

1. (c) क्वार्टज सहसंयोजी ठोस है जिसमें संघटक कण परमाणु होते हैं जो सहसंयोजी बन्ध बलों द्वारा जुड़े रहते हैं।

2. (a) सहसंयोजी यौगिकों के संघटक कण परमाणु होते हैं।

3. (d) आयोडीन क्रिस्टल आण्विक क्रिस्टल है जिसमें संघटक कण अणु होते हैं जिनमें अन्तरकणीय बल होता है जो वाण्डर वाल बल होते हैं।

4. (d) आण्विक क्रिस्टल मृदु और कम गलनांक वाले होते हैं।

5. (d) जिक ब्लेन्डी (ZnS) में चतुष्फलकीय छिद्रों की आधी संख्या Zn परमाणुओं द्वारा भरी जाती है।

6. (d) सभी सम इलेक्ट्रॉनिक प्रजाति है किन्तु Si^{4+} का उच्च धनात्मक आवेश होता है इसलिये इसकी त्रिज्या कम होती है।

7. (d) $2d\sin\theta = n\lambda$ या $2 \times d \times \sin 60° = 2 \times 1 Å$

या $2 \times d \times 0.8660 = 2$

या $d = 1.15 Å$ $(\sin\ 60° = \sqrt{3}/2$ या $0.8660)$.

8. (c) Na^{+} और Cl^{-} केन्द्रों के बीच दूरी

$r_{Na^{+}} + r_{Cl^{-}} = 276\ pm$ या $95 + r_{Cl^{-}} = 276\ pm$

या $r_{Cl^{-}} = 276 - 95 = 181\ pm$

9. (c) $\frac{r_{c^{+}}}{r_{a^{-}}} = \frac{1.46}{2.16} = 0.676$

यह समन्वय संख्या 6 एवं $NaCl$ प्रकार की अष्टफलकीय संरचना दर्शाता है।

10. (d) एक चतुष्फलकीय छिद्र घेरने वाले धनायन की समन्वय संख्या 4 है।

11. (d) जब इलेक्ट्रॉन ऋणायन रिक्तिओं में फँस जाते हैं, ये F-केन्द्र कहलाते हैं।

***