Ch-1

पदार्थ की ठोस अवस्था
Solid state of matter

Q. पदार्थ की ठोस अवस्था के गुणों को लिखें।

Ans⇒ इसका निम्नलिखित गुण है:-

(i) ये निश्चित द्रव्यमान, आयतन एवं आकार के होते है।
(ii) इसके कणों के बीच अंतराण्विक स्थान कम होता है।
(iii) इसके कणों के बीच अंतराण्विक आकर्षण बल प्रबल होता है।
(iv) ये असंपीड्य होते है।
(v) इसमें बहाव का गुण नहीं पाया जाता है।

Q. ठोस कितने प्रकार के होते है? वर्णन करें:-

Ans⇒ ठोस दो प्रकार के होते है:-
(i) क्रिस्टल तथा (ii) अक्रिस्टल

(i) क्रिस्टल ⇒ निश्चित और नियमित ज्यामितीय आकृतिवाले वैसे ठोस पदार्थ जिन्हे बराबर-बराबर भागों में बाँटा जा सकता है, उसे क्रिस्टल कहते है।
जैसे ⇒ NaCl, हिरा, ग्रेफाइट, ठोस CO_2, क्वार्टज इत्यादि।

इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ होती है:-
(i) इसकी निश्चित और नियमित ज्यामितीय आकृति होती है।
(ii) ये निश्चित ताप पर पिघलते है।
(iii) ये असंपीड्य होते है।
(iv) ये द्वीधपरासी होते है।
(v) ये असमदैशिक होते है।

(ii) अक्रिस्टल ⇒ अनिश्चित और अनियमित आकार वाले वैसे ठोस पदार्थ जिसको बराबर भागों

Scanned with CamScanner

में नहीं बाँटा जा सकता।
जैसे ⇒ क्वार्टज कॉच, रबर, उच्च अणुभार वाले बहुलक इत्यादि।

इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ होती है:-

(i) इसकी अनिश्चित और अनियमित आकृति होती है।
(ii) ताप के एक परास में यह धीरे-धीरे नरम पड़ने लगता है।
(iii) ये लघु परासी होते है।
(iv) ये समदैशिक होते है।
(v) इनमें धीरे-धीरे बहने का गुण पाया जाता है।

= समदैशिकता ⇒ अक्रिस्टलीय पदार्थों के कुछ भौतिक गुण जैसे अपवर्तनांक, विद्युत चालकता, ऊष्मीय प्रसार इत्यादि सभी दिशाओं में एकसमान होते है, तो पदार्थ के इस गुण को समदैशिकता कहते है।

= असमदैशिकता ⇒ क्रिस्टलीय पदार्थों के कुछ भौतिक गुण जैसे विद्युत चालकता, अपवर्तनांक, ऊष्मीय प्रसार इत्यादि विभिन्न दिशाओं में भिन्न-भिन्न होते है, तो पदार्थ के इस गुण को असमदैशिकता या विषमदैशिकता कहते है।

Q. कणों के बीच लगने वाले बल के आधार पर क्रिस्टल को कितने वर्गों में बाँटा गया है?

Ans ⇒ क्रिस्टल के अवयवी कणों के बीच लगने वाले बल के आधार पर इसे मुख्यतः चार भागों में बाँटा गया है:-

Scanned with CamScanner

(i) आयनिक क्रिस्टल
(ii) सहसंयोजक क्रिस्टल
(iii) आणविक क्रिस्टल
(iv) धातु क्रिस्टल

(i) आयनिक क्रिस्टल (Ionic crystals) ⇒ वैसे क्रिस्टल जिनके अणु के परमाणुओं के बीच आयनिक बंधन बल या स्थिर वैद्युत आकर्षण बल लगता हो, उसे आयनिक क्रिस्टल कहते हैं।
जैसे ⇒ NaCl, MgO, ZnS, LiF इत्यादि।
इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ हैं:-
(i) ये कठोर एवं भंगुर होते हैं।
(ii) इनका द्रवणांक और क्वथनांक उच्च होता है।
(iii) ये जल में विलेय होते हैं।
(iv) ये ठोस अवस्था में विद्युत के कुचालक होते हैं। जबकि द्रवित अवस्था में यह विद्युत के सुचालक होते हैं।

Q. आयनिक क्रिस्टल ठोस अवस्था में विद्युत के कुचालक होते हैं? क्यों?
Ans⇒ क्योंकि ठोस अवस्था में इसमें आयन गमन करने के लिए स्वतंत्र नहीं होते हैं यानि अपने स्थानों पर स्थिर रहते हैं इसलिए ठोस अवस्था में यह विद्युत के कुचालक होते हैं।

Q. आयनिक क्रिस्टल के द्रवणांक और क्वथनांक काफी उच्च होते हैं क्यों?
Ans⇒ क्योंकि आयनिक क्रिस्टल के अवयवी कणों के बीच प्रबल आकर्षण बल कार्य करता है।

Scanned with CamScanner

अतः इसको उच्च ताप की आवश्यकता होती है।

(ii) सहसंयोजक क्रिस्टल (Covalent crystals) ⇒ वैसा क्रिस्टल जिसके अणु के परमाणुओं के बीच सहसंयोजक बंधन बल लगता है, उसे सहसंयोजक क्रिस्टल कहते हैं।
Ex:- हिरा, ग्रेफाइट, कोरंडम इत्यादि।
इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ हैं:-
(i) ये प्रायः बहुत कठोर होते हैं।
(ii) इनके द्रवणांक और क्वथनांक काफी उच्च होता है।
(iii) ग्रेफाइट को छोड़कर ये विद्युत के कुचालक होता है।
(iv) अलग-अलग अपूर्तियों वाले प्रकाश के अवशोषण का गुण इनमें पाया जाता है।
(v) इसके अपवर्तनांक काफी उच्च होते हैं।

(iii) आणविक क्रिस्टल (Molecular Crystals) ⇒ वैसे क्रिस्टल जिनके परमाणुओं के बीच वांडरवाल्स बल लगता है, ऐसे आणविक क्रिस्टल कहते हैं।
जैसे - बर्फ, आयोडिन, ठोस CO_2 इत्यादि।
इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ हैं:-
(i) ये वाष्पशील होते हैं।
(ii) इनके द्रवणांक और क्वथनांक निम्न होते हैं।
(iii) ठोस अवस्था में ये अर्द्धपारदर्शी होते हैं।
(iv) द्रव अवस्था में ये पारदर्शी होते हैं।
(v) इसके वाष्पन की ऊष्मा बहुत कम होती है,

(iv) धातुई क्रिस्टल (Metallic Crystals) ⇒ वैसा क्रिस्टल जिसमें परमाणुओं के बीच

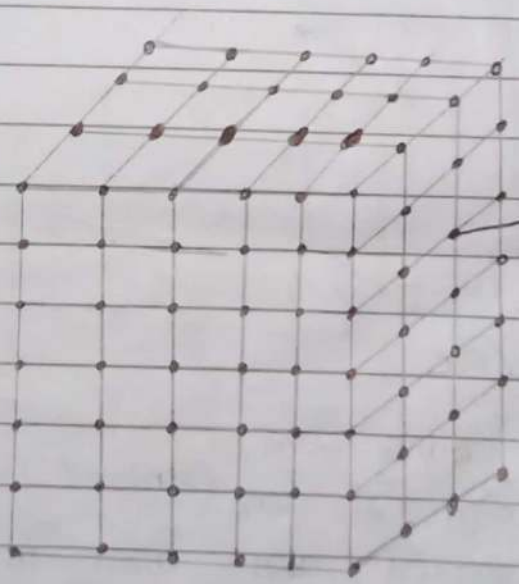
धातु बंधन बल लगता हो यानि की इसप्रकार के क्रिस्टल के परमाणु धातु बंधन द्वारा जुड़े होते है, ऐसे क्रिस्टल को धातु क्रिस्टल कहते है।

जैसे => तांबा, लोहा, निकेल, कोबाल्ट इत्यादि।

इसकी निम्नलिखित विशेषताएँ है:-

(i) ये ऊष्मा तथा विद्युत के सुचालक होते है।
(ii) इनके द्रवणांक और क्वथनांक काफी उच्च होते है।
(iii) ये आघातवर्धनीय एवं तन्य होते है।
(iv) इसमें विशेष प्रकार की चमक पायी जाती है।

आकाशीय जालक (Space lattice) => बिंदुओं का वह प्रतिरूप जो क्रिस्टल में कणों की व्यवस्था प्रदर्शित करता है, उसे आकाशीय जालक कहते है।



आकाशीय जालक का निरूपण उसके अवयवी कणों के स्थानों को निर्देशित करके किया जाता है, इन बिंदुओं को जालक बिंदु कहते है।

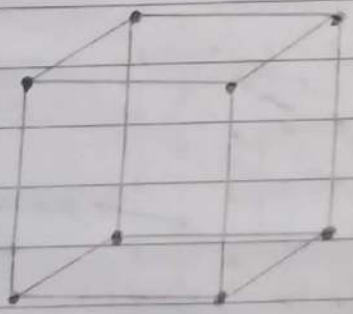
Scanned with CamScanner

इकाई सेल (Unit cell) ⇒ आकाशीय जालक का वह सबसे छोटा भाग जिसको त्रिविम में सजाने पर सम्पूर्ण क्रिस्टल प्राप्त हो, उसे इकाई सेल कहते है। इसे एकक कोष्ठिका भी कहते है।

जब हम बहुत सारे इकाई सेल को त्रिविम में पुनरावृत्ति करते है, तो सम्पूर्ण क्रिस्टल प्राप्त होता है।

इकाई सेल मुख्यतः दो प्रकार का होता है:-

(i) आद्य इकाई सेल (Primitive unit cell) ⇒ जब अवयवी कण इकाई सेल के केवल कोनों पर स्थित हो, तो उसे आद्य इकाई सेल कहते है, इसे मूल इकाई सेल या सरल इकाई सेल भी कहते है।



S.C/P.C

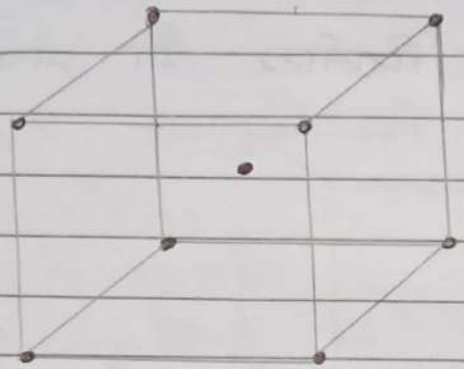
(ii) केन्द्रित इकाई सेल (centred unit cell) ⇒ जब इकाई सेल में एक अथवा अधिक अवयवी कण कोना के अतिरिक्त अन्य जगहों पर स्थित हो, उसे केन्द्रित इकाई सेल कहते है।

यह तीन प्रकार का होता है:-

(a) पिंड-केन्द्रित इकाई सेल या अंतः केन्द्रित इकाई सेल (Body-centred unit cell)

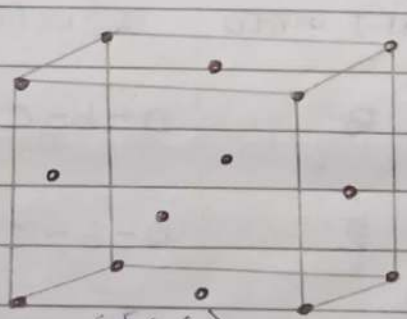
Scanned with CamScanner

:- जब इकाई सेल में एक अवयवी कण कोनों के अलावा इसके अंतः केन्द्र में उपस्थित हो, तो उसे पिंड- केन्द्रित इकाई सेल कहते हैं। इसे अंतः केन्द्रित इकाई सेल भी कहते हैं।



(B.C.C)

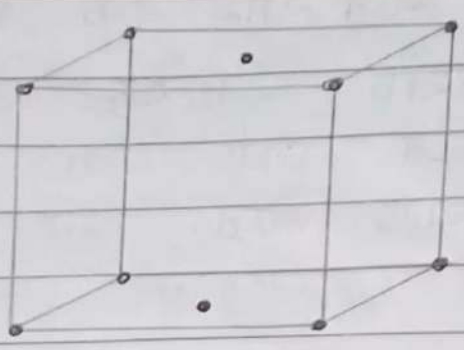
(b) फलक- केन्द्रित इकाई सेल (Face-centred unit cell)
⇒ वह सेल जिसमें कोना के अलावा सभी फलकों पर एक-एक कण उपस्थित हो, तो उसे फलक केन्द्रित इकाई सेल कहते हैं।



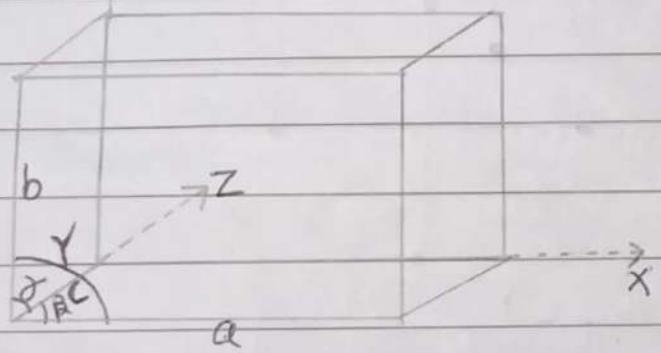
(F.C.C)

(c) अंत्य केन्द्रित इकाई सेल (End centred unit cell)
⇒ वह सेल जिसमें कोनों के अतिरिक्त आमने-सामने के किन्हीं दो फलकों के केन्द्र में भी एक-एक अवयवी कण रहता है तो उसे अंत्य केन्द्रित इकाई सेल कहते हैं।

Scanned with CamScanner



* इकाई सेल का पैरामीटर या प्राचल:-



b तथा c के बीच का कोण – α
a तथा c के बीच का कोण – β
a तथा b के बीच का कोण – γ

क्रिस्टल तंत्रो की संख्या 7 होती है।

* क्रिस्टल तंत्र	ब्रेवेस जालक	अक्षीय लम्बाई	अक्षीय कोण
(i) घनाकार (Cubical)	3	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90°$
(ii) चतुष्कोणीय (Tetragonal)	2	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90°$
(iii) Orthorhombic	4	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90°$
(iv) समांतर षट्फलक (Rhombohedral)	1	$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90°$
(v) षट्कोणीय (Hexagonal)	1	$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=90°, \gamma=120°$
(vi) एकनताक्ष (Monoclinic)	2	$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90°, \beta\neq 90°$
(vii) त्रिनताक्ष (Triclinic)	1	$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90°$

Scanned with CamScanner

Date
Page

ब्रेवेस जालकों की संख्या 14 होती है।

* घनाकार क्रिस्टल में ब्रेवेस जालकों की संख्या
* 3 होती है।

इकाई सेल में परमाणुओं की संख्या ज्ञात करें:-

(i) S.C में

कुल परमाणुओं की संख्या $= 8 \times \frac{1}{8}$
$= 1$

(ii) b.c.c में

कुल परमाणुओं की संख्या $= 8 \times \frac{1}{8} + 1$
$= 1 + 1 = 2$

(iii) f.c.c में

कुल परमाणुओं की संख्या $= 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2}$
$= 1 + 3 = 4$

* इकाई सेल के आयामों की गणना करें (Calculation of Dimension of unit cell):-

Ans=> इकाई सेल के किनारे की लम्बाई, क्रिस्टल का घनत्व, ठोस पदार्थ का परमाणु द्रव्यमान, इकाई सेल में परमाणुओं की संख्या और एवोगाड्रो स्थिरांक ये सब इकाई सेल के आयाम है।

क्रिस्टल का घनत्व $= d$
इकाई सेल की किनारे की लंबाई $= a$
ठोस पदार्थों के परमाणु द्रव्यमन $= A$

Scanned with CamScanner

U.C (इकाई सेल) में परमाणुओं की संख्या = Z
एवोगाड्रो स्थिरांक = N

मानाकि एक परमाणु का द्रव्यमान = m
∵ N परमाणु का द्रव्यमान = A
∴ 1 परमाणु का द्रव्यमान = $\frac{A}{N}$

$m = \frac{A}{N}$

क्रिस्टल का घनत्व = $\frac{\text{क्रिस्टल का द्रव्यमान}}{\text{क्रिस्टल का आयतन}}$

$$d = \frac{Z \times m}{a^3}$$

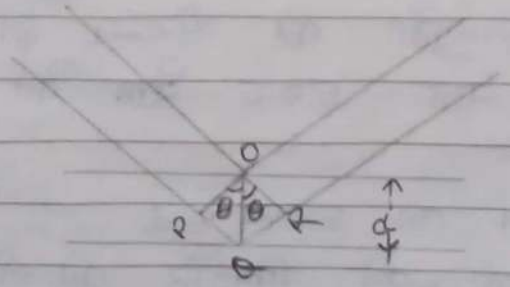
$$d = \frac{Z \times A}{Na^3}$$

ब्रेग का समीकरण ज्ञात करें:-

Ans => डब्लू० एल० ब्रेग एवं डब्लू० वी० ब्रेग ने दो क्रिस्टल तलों की बीच की दूरी ज्ञात करने के लिए एक समीकरण निकाला जिसे ब्रेग का समीकरण कहते है।

मानाकि दो क्रमागत तलों के बीच की दूरी d है। X किरणों का एक पुंज θ कोण बनाते हुए क्रिस्टल पर आपतित होता है। आपतित X किरण का तरंगदैर्ध्य λ है

PQ + QR



Date ______
Page ______

ΔOPQ में,

$$\sin\theta = \frac{PQ}{OQ}$$

$$\sin\theta = \frac{PQ}{d}$$

$$PQ = d\sin\theta \longrightarrow (i)$$

ΔOQR में,

$$\sin\theta = \frac{QR}{OQ}$$

$$\sin\theta = \frac{QR}{d}$$

$$QR = d\sin\theta \longrightarrow (ii)$$

(i) + (ii)

$$PQ + QR = d\sin\theta + d\sin\theta$$

$$\boxed{n\lambda = 2d\sin\theta}$$ — ब्रैग का समीकरण

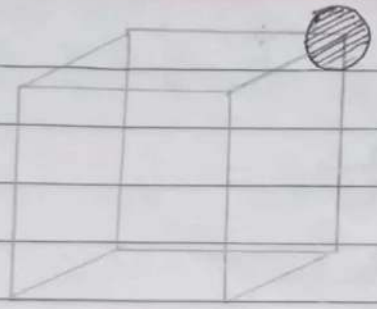
$n =$ कोटि

note:— समांग X– किरणों के लिए λ का मान स्थिरांक होता है। इसीप्रकार, तलों के एक निश्चित सेट के लिए d का मान भी स्थिर होता है। अतः परावर्तित किरणों के लिए एक ही कला में होना θ के मान पर निर्भर करता है। अधिकतम परावर्तन के n के मान 1, 2, 3 आदि होने चाहिए।

* परमाणु का इकाई सेल में साझेदारी:-

⇒ जब परमाणु कोना पर हो–

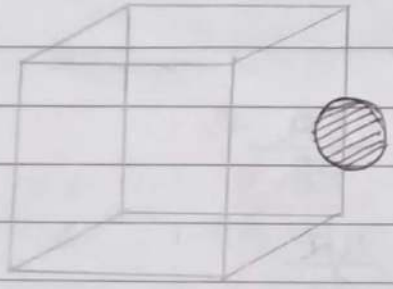
Scanned with CamScanner



$\frac{1}{8}$

12.5 %

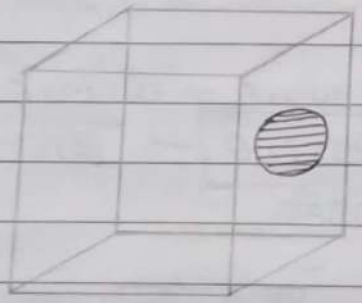
⇒ जब परमाणु किनारा पर हो –



$\frac{1}{4}$

25 %

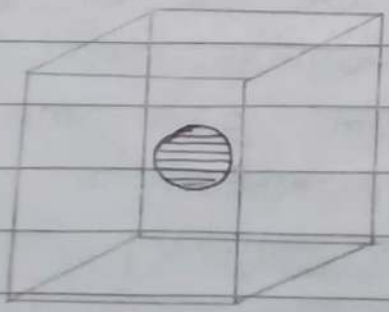
⇒ जब परमाणु फलक पर हो –



$\frac{1}{2}$

50 %

⇒ जब परमाणु केन्द्र पर हो –



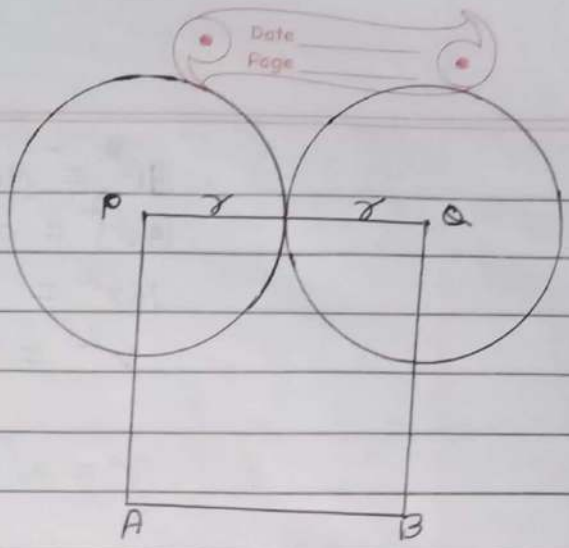
1

100 %

* गोले की त्रिज्या एवं इकाई सेल के किनारे के बीच संबंध ज्ञात करें :–

Scanned with CamScanner

(i) S.C के लिए



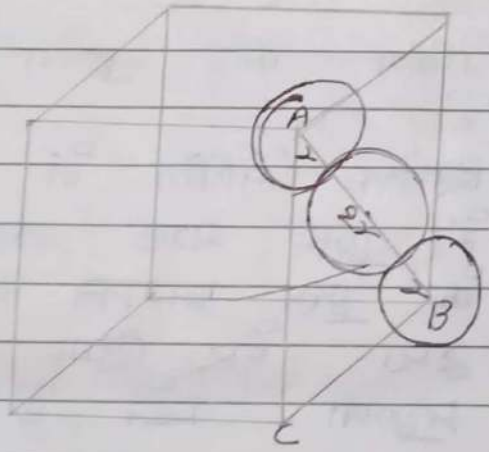
$\because PQ = AB$

$r + r = a$

$2r = a$

$$\boxed{r = \frac{a}{2}}$$

(ii) f.c.c के लिए



ΔABC में,

$AB^2 = AC^2 + BC^2$

$(4r)^2 = a^2 + a^2$

$8r^2 = 2a^2$

$r^2 = \frac{a^2}{8}$

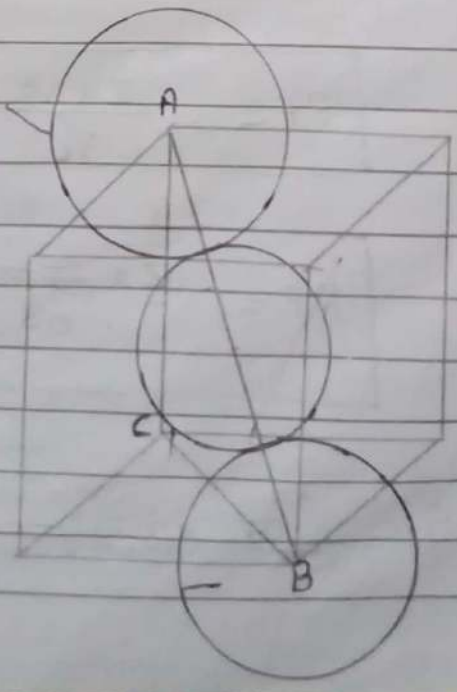
$r = \sqrt{\frac{a^2}{8}}$

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

or,

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

(iii) b.c.c के लिए



ΔABC में

$AB^2 = AC^2 + BC^2$ — (i)

ΔBCD में

$BC^2 = CD^2 + BD^2$

BC^2 का मान समी. (i) में रखने पर

Scanned with CamScanner

$$AB^2 = AC^2 + CD^2 + BD^2$$
$$(4r)^2 = a^2 + a^2 + a^2$$
$$16r^2 = 3a^2$$
$$r^2 = \frac{3a^2}{16}$$
$$r = \sqrt{\frac{3}{16}a^2}$$

$$\boxed{r = \frac{\sqrt{3}}{4}a}$$

Q. पैकिंग की प्रभुणता से आप क्या समझते है?

Ans⇒ सिमित पैकिंग में गोलों के बीच क्रिस्टल में कुछ जगह खाली रहता है, क्रई सेल के कुल आयतन का जितना भाग परमाणुओं द्वारा घेर लिया जाता है, उसे पैकिंग की प्रभुणता कहते है।

$$\boxed{P.F = \frac{z \times \text{गोले का आयतन}}{\text{क्रई सेल का आयतन}}}$$

$$\boxed{PF = \frac{z \times V_S}{V_U}}$$

$$\boxed{P.F = \frac{z \times \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3}}$$

S.C के लिए:-

Scanned with CamScanner

$$P.F = \frac{1 \times \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3}$$

$$P.F = \frac{1 \times \frac{4}{3}\pi \left(\frac{a}{2}\right)^3}{a^3}$$

$$P.F = \frac{1 \times 4 \times \pi a^3}{3 \times a^3 \times 8_2} = \frac{\pi}{6} = \frac{3.14}{6} = 0.52$$

$$P.E = P.F \times 100 = 0.52 \times 100 = 52\%$$

Void (रिक्ति) = 100 − 52 = 48%

b.c.c के लिए :—

$$P.F = \frac{2 \times \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3}$$

$$P.F = \frac{2 \times \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{\sqrt{3}a}{4}\right)^3}{a^3}$$

$$P.F = \frac{2 \times 4 \times \pi \times 3\sqrt{3} \times a^3}{3 \times a^3 \times 64_{16}}$$

$$P.F = \frac{\sqrt{3}\pi}{8} = \frac{1.73 \times 3.14}{8} = \frac{5.43}{8} = 0.68$$

$$P.E = P.F \times 100 = 0.68 \times 100 = 68\%$$

Void (रिक्ती) = 100 − 68 = 32%

f.c.c के लिए :—

$$P.F. = \frac{4 \times \frac{4}{3}\pi R^3}{a^3}$$

$$P.F = \frac{4 \times \frac{4}{3} \times \pi \times \left(\frac{\sqrt{2}a}{4}\right)^3}{a^3}$$

Scanned with CamScanner

$$P.F. = \frac{4 \times 4 \times \pi \times 2\sqrt{2} \times a^3}{3 \times a^3 \times 64}$$

$$P.F = \frac{\sqrt{2}\pi}{6} = \frac{1.414 \times 3.14}{6} = \frac{4.44}{6} = 0.74$$

$$P.E. = P.F \times 100 = 0.74 \times 100 = 74\%$$

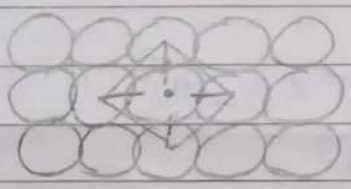
Vaid (रिक्ती) = 100 − 74 = 26 %

Q. समन्वयन संख्या (coordination number) क्या है?

Ans ⇒ किसी क्रिस्टल में बीच का कोई एक कण अन्य जितने कणों के सम्पर्क में रहता है, उस सम्पर्कीय कणों की संख्या को समन्वयन संख्या कहते हैं।

C.N = 4

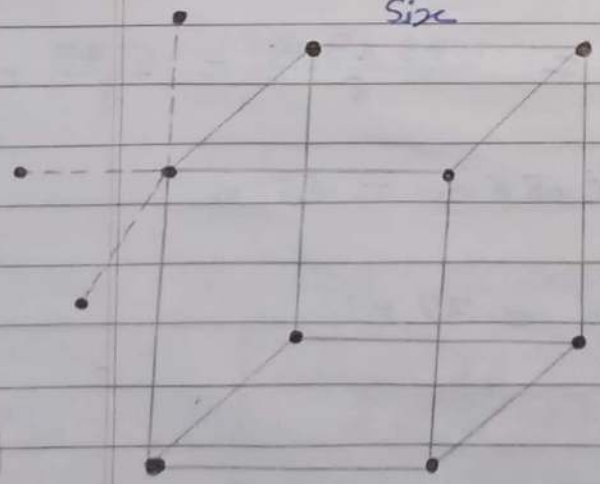
s.c में



C.N = 6

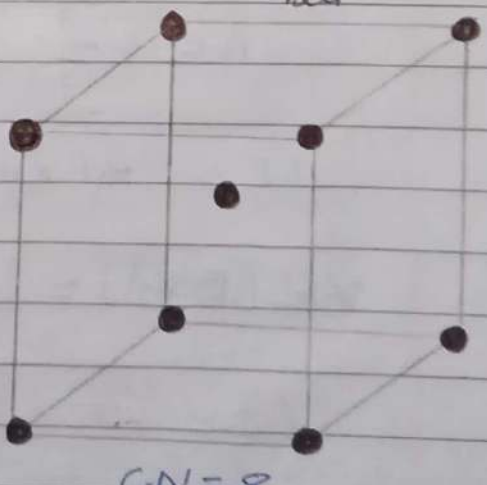
b.c.c में

Six



bat

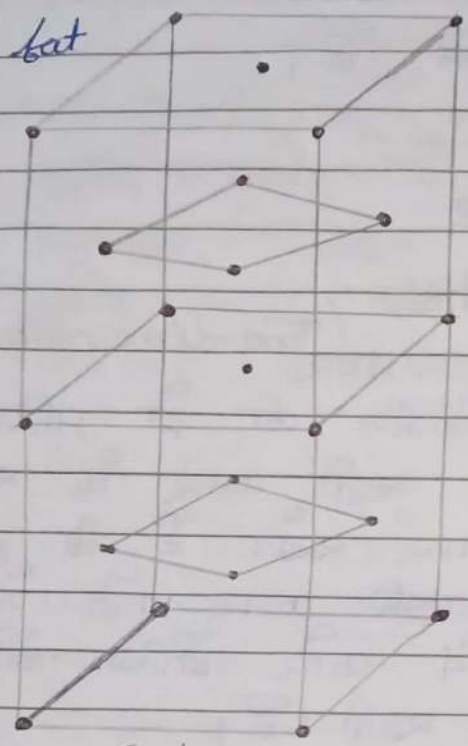
C.N = 8



C.N = 6

समन्वयन संख्या को उपसहसंयोजन संख्या भी कहते हैं।

Date
Page



f.c.c. में

fat

C.N = 12

Q. A, B तथा C तत्वों से बना एक यौगिक घनाकार जालक के रूप में क्रिस्टल बनाता है A के परमाणु क्रिस्टल जालक के कोनों पर, B के परमाणु केन्द्र में और C के परमाणु फलकों पर है, यौगिक का सूत्र ज्ञात करें:-

Ans ⇒
A कोना पर - $8 \times \frac{1}{8} = 1$
B केन्द्र में - 1
C फलक पर - $6 \times \frac{1}{2} = 3$

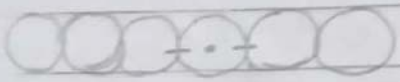
यौगिक का सूत्र = ABC_3

Q. एक - आयामी निमित पैकिंग (One-dimensional close packing) क्या है?

Ans ⇒ गोले को एक पंक्ति में एक-दूसरे को स्पर्श करते हुए सजाया जाता है। सजाने

Scanned with CamScanner

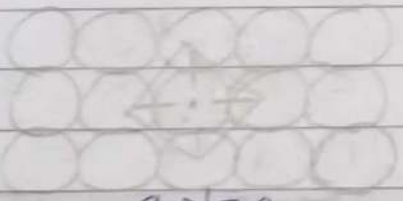
की इसप्रकार की व्यवस्था को एक आयामी सिमित पैकिंग कहते है।



C.N = 2

* द्विआयामी सिमित पैकिंग (Two-dimensional की close packing) => इसप्रकार पैकिंग की दो प्रक्रिया है:-

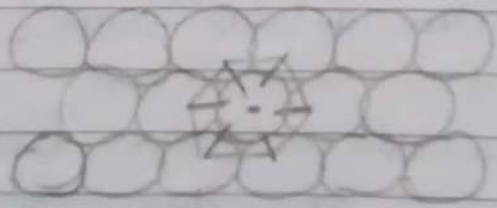
(i) दूसरी कतार को पहली कतार के सम्पर्क में इसप्रकार सटाकर रखते है कि दूसरी कतार वाले गोले पहली कतार वाले गोले के ठिक सामने रहे। ये कतारे क्षैतिज और उदग्र दोनों ओर फैली रहती है।



C.N = 4

इसप्रकार के पैकिंग की व्यवस्था को AAA.—— टाइप की व्यवस्था कहते है।

(ii) दूसरी कतार को पहली कतार के सम्पर्क में इसप्रकार रखते है कि इसके गोले पहली कतार में बने गर्तों के ठीक सामने रहे।



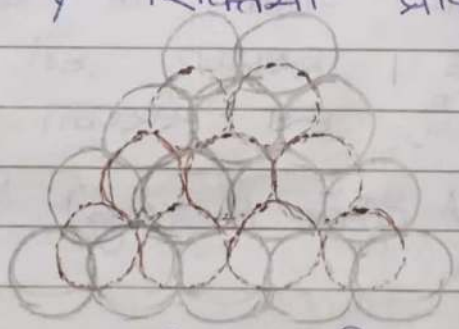
C.N = 6

पैकिंग की इस व्यवस्था को ABAB.... टाइप व्यवस्था कहते है।

* त्रिआयामी सिमित पैकिंग (Three-dimensional close packing) ⇒

इसमें दूसरे स्तर को पहले के ऊपर इसप्रकार रखते है कि प्रत्येक स्तर वाले दूसरे स्तर की रिक्तियों को ढ़ँक लें। इस रिक्ती को 'x' रिक्ती कहते है।

एक स्तर के परस्पर सम्पर्क वाले तीन गोलों को दूसरे स्तर के ऐसे ही तीन गोले के ऊपर इसप्रकार रखने पर एक स्तर के गोले के केन्द्र दूसरे स्तर के गोले के केन्द्र के ऊपर न पड़े, हमें y रिक्तियाँ प्राप्त होती है।



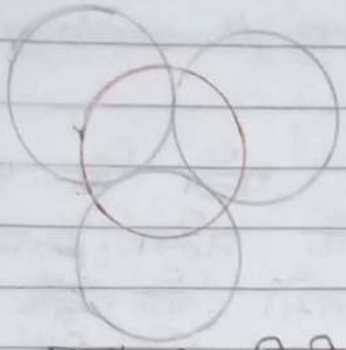
* रिक्तियाँ (Voids) ⇒ क्रिस्टल के परमाणुओं के पैकिंग करने में क्रिस्टल के अंदर परमाणुओं के बीच रिक्त स्थान रह जाते है, जिसे रिक्तियाँ कहते है।

यह दो प्रकार की होती है:-

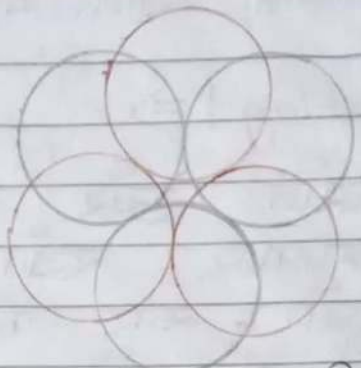
(i) अष्टफलक रिक्तियाँ (octahedral voids) ⇒ छः गोलों से मिलकर बनी रिक्ती को अष्टफलक रिक्ती कहते है।

(ii) चतुष्फलक रिक्तियाँ (tetrahedral voids) ⇒ चार गोलों से मिलकर बनी रिक्ती को चतुष्फलक रिक्ती कहते है।

Scanned with CamScanner



चतुष्फलक रिक्ति

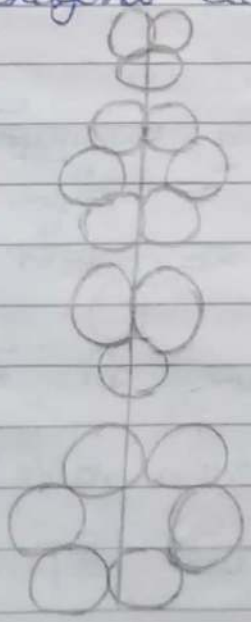


अष्टफलक रिक्ति

Q. षड्भुज सिमित पैकिंग क्या है?

Ans⇒ दूसरे परत के चतुष्फलक रिक्तियों को तीसरे परत के गोले द्वारा ढ़ँक लिया जाता है। तीसरा परत का गोला प्रथम परत के गोलों के साथ पूर्णतः संरेखित होता है। इसप्रकार हमें ABAB.... पैटर्न मिलता है, इस संरचना को हम hcp कहते है।

(hexagonal close packing)

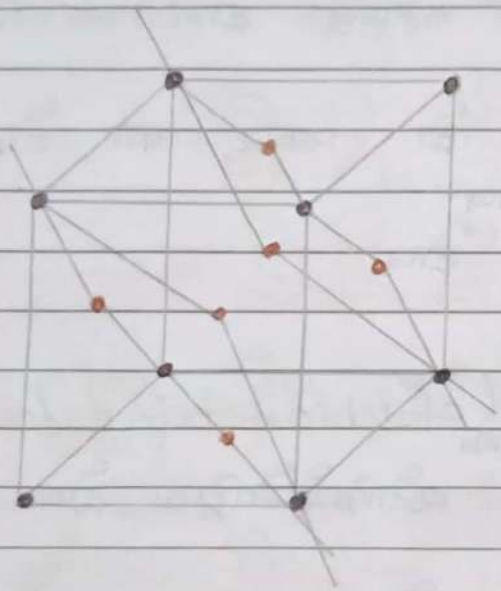


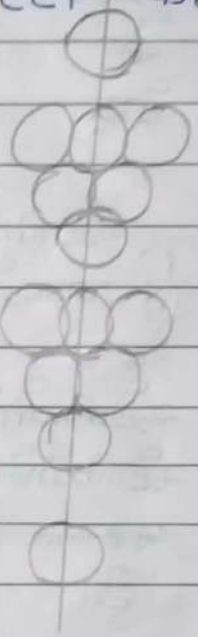
* घनाकार सिमित पैकिंग (cubical close packing)

:— तीसरे स्तर के गोले जब दूसरे स्तर की अष्टफलक रिक्तियों को ढ़ँक लेते है

Scanned with CamScanner

तो चौथे स्तर के गोले पहले स्तर के गोलों के ठीक ऊपर हो जाते है इसप्रकार हमें ABCABC ---- पैटर्न मिलता है। इस संरचना को हम CCP कहते है।





* **त्रिज्या अनुपात या अर्द्धव्यास अनुपात (Radius-Ratio)** ⇒ किसी आयनिक क्रिस्टल के धनायन की त्रिज्या और ऋणायन की त्रिज्या के अनुपात को त्रिज्या अनुपात कहते है। इसे अर्द्धव्यास अनुपात भी कहते है।

$$\text{त्रिज्या अनुपात} = \frac{r^+}{r^-}$$

त्रिज्या अनुपात	C.N	आकृति
0.000 – 0.151	2	स्फैरिक (Linear)
0.151 – 0.225	3	त्रिकोणीय (Triangular)
0.225 – 0.414	4	चतुष्फलकीय (Tetrahedral)
0.414 – 0.732	6	अष्टफलकीय (Octahedral)
0.732 – 1	8	पिंड केन्द्रित (bcc)

क्रिस्टल दोष क्या है?

Ans⇒ क्रिस्टल जालक (Crystal defects) में से किसी कण के गायब हो जाने या इसके क्रिस्टल के अंतरालीय स्थान में चले जाने से क्रिस्टल में उत्पन्न दोष को क्रिस्टल दोष कहते हैं।

यह दो प्रकार का होता है:-

(i) स्टोकियोमेट्रिक दोष
(ii) नानस्टोकियोमेट्रिक दोष

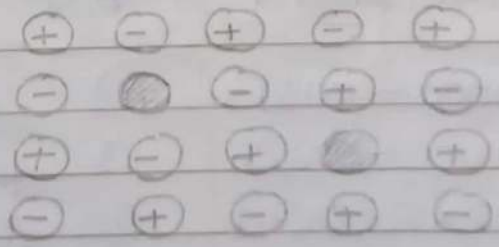
(1) स्टोकियोमेट्रिक दोष (Stoichiometric defects) ⇒ स्टोकियोमेट्रिक यौगिक में उत्पन्न दोष को स्टोकियोमेट्रिक दोष कहते हैं।

यह दोष दो प्रकार का होता है:-

(a) शॉट्की या स्कॉट्की दोष (Schottky defect) ⇒ इसप्रकार के दोष में एक धनायन और एक ऋणायन क्रिस्टल से गायब हो जाते हैं। क्रिस्टल में इनका स्थान खाली रह जाता है।

जैसे ⇒ NaCl, CsCl

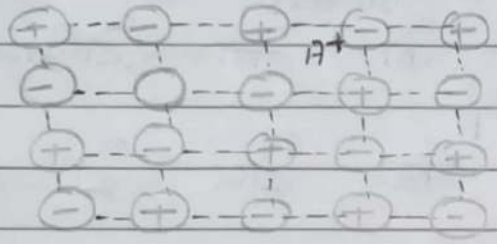
इस दोष के कारण क्रिस्टल का घनत्व कम हो जाता है।



(b) फ्रेंकेल दोष (Frenkel defect) ⇒ जब क्रिस्टल जालक में से एक आयन निकलकर क्रिस्टल जालक के अंदर

Scanned with CamScanner

ही फँस जाए तो उत्पन्न दोष को फ्रेंकेल दोष कहते हैं।
जैसे ⇒ ZnS, AgBr इत्यादि।
इसप्रकार के दोष में घनत्व अप्रभावित रहता है।



Q. शॉटकी दोष एवं फ्रेंकेल दोष में अंतर लिखें।

Ans⇒ शॉटकी दोष एवं फ्रेंकेल दोष में निम्नलिखित अंतर हैं:-

	शॉटकी दोष	फ्रेंकेल दोष
1.	इसप्रकार के दोष में एक धनायन और एक ऋणायन क्रिस्टल से गायब हो जाते हैं।	1. जबकि इसमें क्रिस्टल जालक में से एक आयन निकलकर क्रिस्टल जालक के अंदर ही फँस जाता है।
2.	शॉटकी दोष के कारण क्रिस्टल का घनत्व कम हो जाता है।	2. जबकि फ्रेंकेल दोष में क्रिस्टल का घनत्व अप्रभावित रहता है।
3.	इसमें धनायन तथा ऋणायन के आकार में कोई खास अंतर नहीं होती है।	3. जबकि इसमें धनायन, ऋणायन की तुलना में ज्यादा छोटा होता है

2. नन - स्टोकियोमेट्रिक दोष (Nonstaichiometric

Scanned with CamScanner

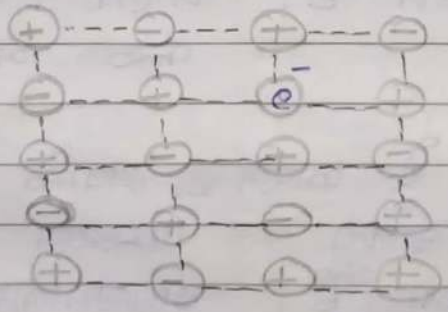
defects) ⇒ नन-स्टोकियोमेट्रिक यौगिकों में धनायन की या ऋणायन की अधिकता होती है। इसप्रकार इनकी विद्युत उदासीनता को कायम रखने के लिए इसमें अतिरिक्त आवेश प्रवेश करते है। अतः क्रिस्टल में उत्पन्न इसप्रकार के दोष को नन-स्टोकियोमेट्रिक दोष कहते है।

यह दोष दो प्रकार का होता है:-

(i) धातु अधिकता दोष (Metal excess defect) ⇒

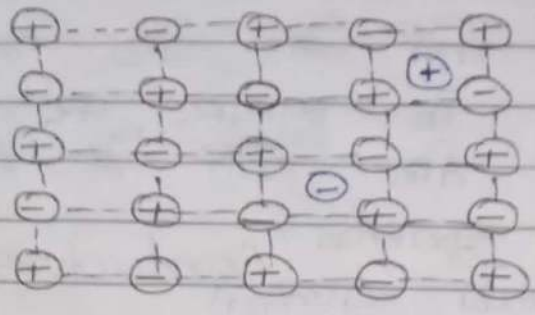
यह दोष दो प्रकार से उत्पन्न होता है:-

(क) क्रिस्टल जालक से एक ऋणायन गायब हो जाता है। क्रिस्टल की विद्युत उदासीनता को कायम रखने के लिए एक अन्य इलेक्ट्रॉन क्रिस्टल में प्रवेश कर जाता है।



(ख) क्रिस्टल जालक के अंतरालीय स्थान में एक अतिरिक्त धनायन आ जाता है। क्रिस्टल की विद्युत उदासीनता को कायम रखने के लिए एक अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन भी अंतरालीय स्थान में प्रवेश कर जाता है।

Scanned with CamScanner

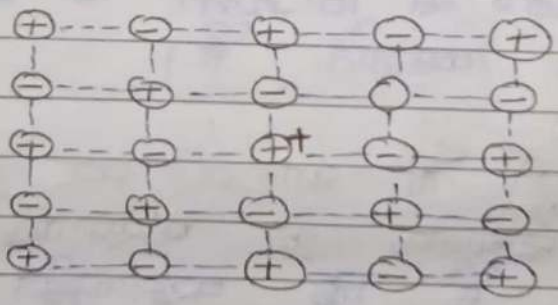


M.E.D
(a) -ve गायब; e प्रवेश
(b) +ve प्रवेश; -ve प्रवेश।

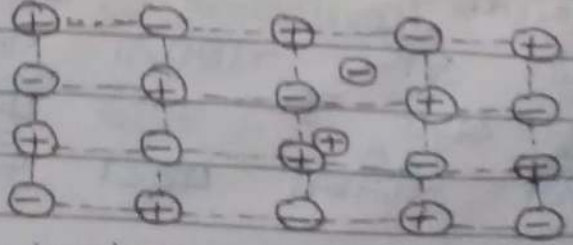
(ii) धातु अल्पता दोष (Metal deficiency defect) ⇒

यह दोष भी दो प्रकार से उत्पन्न होता है:-

(क) क्रिस्टल के जालक बिंदु से एक धनायन गायब हो जाता है। क्रिस्टल की विद्युत उदासीनता को कायम रखने के लिए धातु परमाणु पर दो धनावेश उत्पन्न हो जाते है।



(ख) क्रिस्टल जालक के अंतराली स्थान में एक अतिरिक्त ऋणायन प्रवेश कर जाता है। क्रिस्टल की विद्युत उदासीनता को कायम रखने के लिए एक धातु परमाणु पर एक अतिरिक्त धनावेश उत्पन्न हो जाता है।



M.D.D
(a) +ve गायब, extra (+ve) उत्पन्न
(b) -ve गायब, extra (+ve) उत्पन्न

Q. विद्युतचालकता के आधार पर ठोस पदार्थ को कितने वर्गों में बाँटा गया है?

Ans ⇒ विद्युतचालकता के आधार पर ठोस पदार्थ को तीन वर्गों में बाँटा गया है:-

(i) चालक या सुचालक (Conductors) ⇒ वे ठोस पदार्थ जिनकी चालकता का परास 10^4 से 10^7 ohm^{-1} m^{-1} के बीच हो वे चालक कहलाते है। धातु की चालकता की कोटी $10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$ होती है और ये उत्तम चालक होते है।

(ii) कुचालक (Insulators) ⇒ वे ठोस पदार्थ जिनकी चालकता बहुत कम यानि 10^{-20} से $10^{-10} \Omega^{-1} m^{-1}$ के बीच हो, वे कुचालक कहलाते है।

(iii) अर्द्धचालक (Semiconductors) ⇒ वे ठोस पदार्थ जिनकी चालकता का परास 10^{-6} से $10^4 \Omega^{-1} m^{-1}$ के बीच हो वे अर्द्धचालक कहलाते है।

Q. ऊर्जा पट्टी के आधार पर सुचालक, कुचालक तथा अर्द्धचालक को परिभाषित करें।

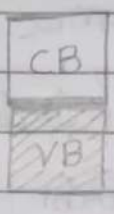
Ans ⇒ हमजानते है कि परमाणुओं के आर्बिटल के अतिव्यापन से आणविक आर्बिटल बनता है। इनकी ऊर्जा में बहुत कम अंतर होने के कारण ये दो पट्टी बना लेते है संयोजी पट्टी (VB) तथा चालन पट्टी (CB)।

VB- Valence Band
CB- Conduction Band

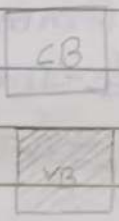
(i) सुचालक (Conductors) ⇒ इन पदार्थों में संयोजी पट्टी और चालकता पट्टी के बीच अतिव्यापन पाया जाता है यानि ऐसे ठोस पदार्थ जिनमें संयोजी पट्टी और चालकता पट्टी

Scanned with CamScanner

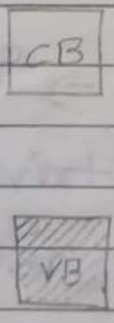
अतिव्यापित होते है।



(ii) अर्द्धचालक (Semiconductors) ⇒ वैसे ठोस पदार्थ जिनमें संयोजी पट्टी और चालक पट्टी के बीच बहुत कम अंतराल होता है। इलेक्ट्रॉन संयोजी पट्टी से चालक पट्टी में जाते है लेकिन बहुत कम संख्या में। ताप बढ़ने के साथ ज्यादा संख्या में इलेक्ट्रॉन संयोजी पट्टी से चालक पट्टी में प्रवेश करते है।



(iii) कुचालक पट्टी (Conductors) ⇒ वैसे पदार्थ जिनमें संयोजी और चालक पट्टी के बीच बहुत अधिक अंतराल होता है, उसे कुचालक कहते है।



* परम शून्य ताप पर अर्द्धचालक विद्युतरोधी हो जाते है।
* परम शून्य ताप -273.15 K को कहते है।

Scanned with CamScanner

Q. अर्द्धचालक कितने प्रकार के होते है?

Ans ⇒ अर्द्धचालक दो प्रकार के होते है:-

(i) अनिर्मित अर्द्धचालक (Intrinsic Semiconductor) ⇒

वैसा अर्द्धचालक जिनकी विद्युत चालकता में वृद्धि छिद्रो एवं इलेक्ट्रॉनों दोनों के विपरीत दिशा में गमन के कारण होती हो, तो इसप्रकार के अर्द्धचालक को अनिर्मित अर्द्धचालक कहते है।

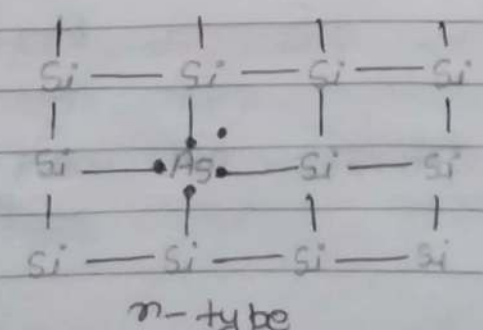
(ii) बाह्य अर्द्धचालक (Extrinsic Semiconductor) ⇒

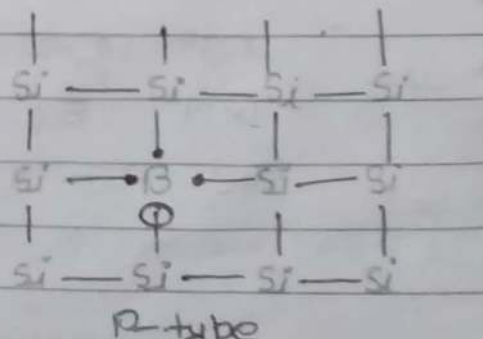
वैसे अर्द्धचालक जिनकी चालकता में वृद्धि कुछ बाहरी पदार्थों को मिलाने के कारण होती है, तो इसे बाह्य अर्द्धचालक कहते है।

यह अर्द्धचालक दो प्रकार का होता है:-

(a) n-टाइप अर्द्धचालक ⇒ वैसे अर्द्धचालक जिनकी चालकता पेंचसंयोजी (Pentavalent) धातु परमाणु को मिलाकर बढ़ाई जाएँ तो इसे n-टाइप अर्द्धचालक कहते है।

(b) P-टाइप अर्द्धचालक ⇒ वैसा अर्द्धचालक जिनकी चालकता त्रिसंयोजी (trivalent) धातु परमाणु को मिलाकर बढ़ाई जाएँ, तो इसे P-टाइप अर्द्धचालक कहते है।





Scanned with CamScanner

Q. चुम्बकीय गुण के आधार पर ठोस पदार्थ को कितने वर्गों में बांटा गया है?

Ans⇒ चुम्बकीय गुण (Magnetic Properties) के आधार पर ठोस पदार्थों को निम्नलिखित वर्गों में बांटा गया है:-

(i) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ (Diamagnetic substances) ⇒ ऐसे पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र से दुर्बल रूप से प्रतिकर्षित होते है, ऐसे पदार्थों में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन नहीं होते है।
जैसे ⇒ H_2O, NaCl, C_6H_6 आदि।

(ii) अनुचुंबकीय पदार्थ (Paramagnetic substances) ⇒ ऐसे पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र की ओर दुर्बल रूप से आकर्षित होते है, इन पदार्थों में एक अथवा अधिक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन पायें जाते है।
जैसे — O_2, Cu^{2+}, Fe

(iii) लौहचुंबकीय या फेरोचुम्बकीय पदार्थ (Ferromagnetic substances) ⇒ ऐसे पदार्थ जो बहुत प्रबलता से चुंबकीय क्षेत्र की ओर आकर्षित होते है, ये लौहचुंबकीय या फेरोचुंबकीय पदार्थ कहलाते है।
जैसे ⇒ लोहा, निकेल, कोबाल्ट इत्यादि।

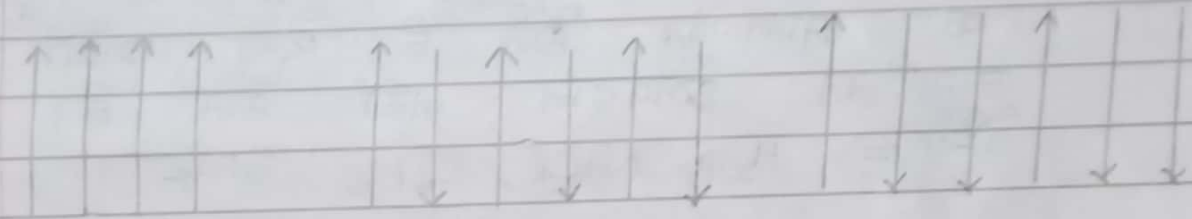
(iv) एंटीफेरोचुंबकीय पदार्थ ⇒ वैसे पदार्थ जिनमें चुंबकीय आघूर्णन की दिशा एक-दूसरे के विपरीत हो, उसे एंटीफेरो चुम्बकीय पदार्थ कहते है।
जैसे ⇒ MnO

Scanned with CamScanner

(v) फेरीचुंबकीय पदार्थ (Ferrimagnetic substances) ⇒

वैसे पदार्थ जिनमें चुम्बकीय आघुर्णन की दिशा असमान्य संख्या में एक-दूसरे के विपरीत हो, उसे फेरीचुम्बकीय पदार्थ कहते है।

जैसे ⇒ Fe_3O_4, $MgFe_2O_4$, $ZnFe_2O_4$



फेरोचुंबकीय पदार्थ | एंटीफिरोचुंबकीय पदार्थ | फेरीचुंबकीय पदार्थ

* डोपिंग (Doping) ⇒ अर्द्धचालक की चालकता को बढ़ाने के लिए बाह्य तत्वों को मिलाते है जो अशुद्ध होते है, उसे डोपिंग कहते है।

जैसे ⇒ आर्सेनिक द्वारा सिलिकन को डोपित करना, बोरन द्वारा सिलिकन को डोपित करना।

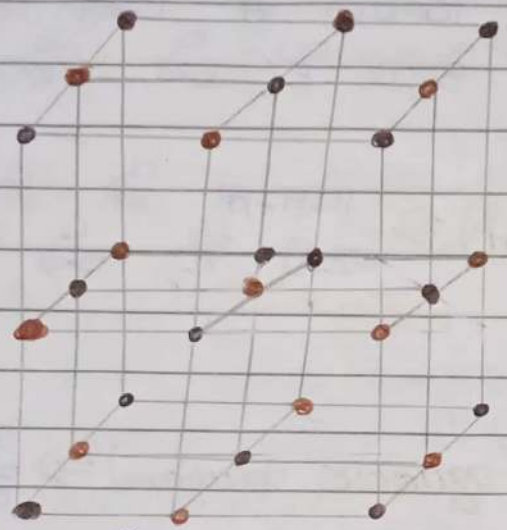
* पीजोविद्युत प्रभाव ⇒ जब किसी क्रिस्टल में विकृति यांत्रिक प्रतिबल के कारण होती है तो उसके आयन विस्थापित होने लगते है इसप्रकार उत्पन्न विद्युत प्रभाव को पीजोविद्युत प्रभाव कहते है।

Q: NaCl संरचना क्या है?

Ans ⇒ इस क्रिस्टल जालक में Na^+ तथा Cl^- रहते है। इसकी संरचना f.c.c होती है। इसमें

Scanned with CamScanner

प्रत्येक Cl^- के चारों तरफ छः सोडियम आयन रहते है तथा प्रत्येक Na^+ आयन के चारों तरफ छः Cl^- आयन रहता है।



इसके लिए त्रिज्या अनुपात का मान 0.55 है।

$$r_{Na}^{+} = 1.02\,A^\circ$$
$$r_{Cl}^{-} = 1.84\,A^\circ$$

$$\frac{r_{Na}^{+}}{r_{Cl}^{-}} = \frac{1.02}{1.84} = 0.55$$

इस संरचना को रॉक साल्ट संरचना भी कहते है।

Q. $CsCl$ संरचना क्या है?

Ans⇒ इस संरचना में Cs^+ तथा Cl^- आयन होते है। इसकी संरचना b.c.c होती है। इसमें प्रत्येक Cl^- के चारों तरफ आठ Cs^+ आयन होते है।

$$r_{Cs}^{+} = 1.67\,A^\circ$$
$$r_{Cl}^{-} = 1.84\,A^\circ$$

$$\frac{r_{Cs}^{+}}{r_{Cl}^{-}} = \frac{1.67}{1.84} = 0.90$$

Scanned with CamScanner