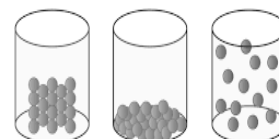


1. ठोस अवस्था [SOLID STATE]

❖ पदार्थ की मूल अवस्थाएं : 1. ठोस 2. द्रव 3. गैस

❖ अवस्था निर्धारक बल जो परस्पर विपरित दिशा में कार्य करते हैं—

- 1) अंतराण्विक आकर्षण बल : वह बल जो अवयवी कणों को बांधे रखता है।
- 2) उष्मीय उर्जा बल : वह बल जो अवयवी कणों में परस्पर दूरी बनाये रखता है।



ठोस द्रव गैस

❖ ठोस अवस्था : पदार्थ का गलनांक वायु0 दाब पर कमरे के ताप(सामान्य ताप) से उच्च हो, ठोस अवस्था कहलाती है।

❖ ठोस अवस्था के सामान्य अभिलक्षण –

- 1) ठोसों में दृढता, आकार व आयतन निश्चित, कणों के मध्य रिक्त स्थान नगण्य, प्रबल अंतराण्विक बल होते हैं।
- 2) ठोसों का घनत्व गैस व द्रव से उच्च एवं असंपीड्य, कठोर, विसरण की प्रवृत्ति न्यून होती है।
- 3) अवयवी कणों की स्थिति निश्चित तथा माध्य स्थिति के चारों ओर कम्पन करते रहते हैं।

❖ ठोसों का वर्गीकरण :

क्रिस्टलीय ठोस	क्वार्ट्ज में दीर्घ परासी व्यवस्था
<ul style="list-style-type: none"> निश्चित त्रिविम ज्यामितिय आकार तथा अवयवी कणों का सुव्यवस्थित क्रम दीर्घ परासी व्यवस्था : अवयवी कणों का नियमित पैटर्न जिसकी नियत अन्तराल के बाद संपूर्ण क्रिस्टल में पुनरावृत्ति होती है। गलनांक : तीक्ष्ण व निश्चित तथा विदलन : नियमित सतह द्वारा प्रकृति : विषमदैशिक एवं वास्तविक ठोस उदा० : धातुएं व लवण ZnS, NaCl, अधातु : S, P, I, नैफथलीन, शर्करा, हीरा, ग्रेफाइट, क्वार्ट्ज इत्यादि। 	<p>(अवयवी कणों की नियमित व्यवस्था) (क्रिस्टलीय ठोस)</p>
अक्रिस्टलीय/अमोर्फस ठोस	क्वार्ट्ज कांच में लघुपरासी व्यवस्था
<ul style="list-style-type: none"> असमाकृति, अनिश्चित/अनियमित आकार, अवयवी कणों का अव्यवस्थित क्रम लघु परासी व्यवस्था : अवयवी कणों में नियमित पैटर्न तथा क्रमिक पुनरावृत्ति व्यवस्था अल्प या सीमित क्षेत्र में ही संभव गलनांक : अनिश्चित एवं तापक्रम परास, विदलन : नियमित सतह द्वारा प्रकृति : समदैशिक व आभासी ठोस(अतिशीतित द्रव) उदाहरण : प्लास्टिक, कांच, रबर, क्वार्ट्ज कांच, स्टार्च, प्रोटीन, सेलोफेन, टेप्लोन पॉलियूरिथेन, PVC 	<p>(अवयवी कणों की अनियमित व्यवस्था) (अक्रिस्टलीय ठोस)</p>

अतिशीतित द्रव या आभासी ठोस : अक्रिस्टलीय ठोसों की संरचना अत्यधिक श्यानता वाले द्रवों की भांति होती है अतः किसी ताप पर ऐसे ठोस क्रिस्टलित होकर द्रवों के समान अत्यंत मंद प्रवाह से बहने लगते हैं, अतिशीतित द्रव कहलाते हैं।

उदाहरण : क्रिस्टलीकरण के कारण ही प्राचीन सभ्यता की कांच की वस्तुओं में दूधियापन उत्पन्न होता है तथा खिडकी दरवाजों में लगे वर्षों पुराने काँच के नीचले छोर अपेक्षाकृत मोटे होते जाते हैं

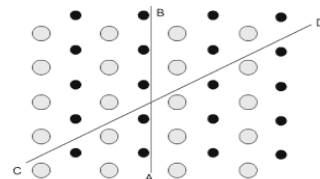
अक्रिस्टलीय ठोसों में समदैशिकता : अक्रिस्टलीय ठोसों के भौतिक गुण जैसे अपवर्तनांक, प्रतिरोधकता, तापीय चालकता, तनन आदि सभी दिशाओं में एक समान प्राप्त होते हैं इसे समदैशिकता कहते हैं।

कारण : अक्रिस्टलीय ठोसों में लघुपरासी व्यवस्था के कारण ठोस की सभी अक्षों पर कणों की व्यवस्था अनिश्चित परंतु समग्र व्यवस्था एक समान होने से सभी अक्षों पर भौतिक गुणों के मानों में समानता/समदैशिकता पायी जाती है।

क्रिस्टलीय ठोसों में विषमदैशिकता : क्रिस्टलीय ठोसों के भौतिक गुण जैसे अपवर्तनांक, प्रतिरोधकता, तापीय चालकता, तनन आदि का मान क्रिस्टल में भिन्न अक्षों पर भिन्न-भिन्न प्राप्त होते हैं

इसे क्रिस्टलीय ठोसों की विषमदैशिकता कहते हैं।

कारण : क्रिस्टलीय ठोसों में दीर्घपरासी व्यवस्था के कारण ठोस की सभी अक्षों पर कणों की व्यवस्था निश्चित एवं भिन्न-भिन्न होने से सभी अक्षों पर भौतिक गुणों के मानों में विषमता/विषमदैशिकता पायी जाती है।



बहुक्रिस्टलीय ठोस : ऐसे ठोस भौतिक रूप से अक्रिस्टलीय परंतु इनकी संरचना या संघटन क्रिस्टलीय ठोस जैसा होता है

नोट : अक्रिस्टलीय सिलिकन सूर्य के प्रकाश का विद्युत में रूपान्तरण करने वाला श्रेष्ठतम प्रकाश वोल्टीय पदार्थ है।

क्रिस्टलीय ठोसों का वर्गीकरण : अंतराण्विक बलों की प्रकृति या बंधन बलों के आधार पर क्रिस्टलीय ठोस

(1) आण्विक ठोस

1) अध्रुवीय आण्विक ठोस –

- अवयवी/संघटक कण : अणु
- आबंधन : लंडन या परिक्षेपण जो दुर्बल वांडरवाल बल
- प्रकृति : अतिवाष्पशील, मुलायम, विद्युतरोधी/अचालक निम्न ताप पर ठोस परंतु सामान्य ताप, दाब पर द्रव या गैस, (I_2 कमरे के ताप पर क्रिस्टलीय ठोस) **MP & BP** : न्यून, ध्रुवीय विलायकों में अविलेय होते हैं।
- उदाहरण : निम्न ताप पर ठोस Ar, He, H_2 , CO_2 , CCl_4 , Cl_2 , I_2 , etc

2) ध्रुवीय आण्विक ठोस –

- अवयवी/संघटक कण : अणु
- आबंधन : प्रबल वांडरवाल आकर्षण एवं द्विध्रुव-द्विध्रुव अन्योन्य क्रिया
- प्रकृति : अणु ध्रुवीय, जल में विलेय, निम्न ताप पर ठोस व कमरे के ताप पर द्रव/गैसीय , उच्च हाइड्रोकार्बन कमरे के ताप पर मृदु ठोस , मौम जैसे मुलायम, **MP & BP** : न्यून, विद्युतरोधी परन्तु जलीय विलयन में सुचालक होते हैं।
- उदाहरण : ठोस HCl, SO_2 , NH_3 , इत्यादि।

3) हाइड्रोजन आबंधित आण्विक ठोस –

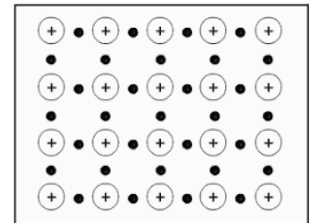
- अवयवी/संघटक कण : अणु
- आबंधन : हाइड्रोजन तथा F, O, N परमाणुओं के मध्य ध्रुवीय सहसंयोजी बंध या H आबंधन
- प्रकृति : कमरे के ताप पर वाष्पशील द्रव, निम्न ताप पर , मुलायम ठोस , **MP & BP** : न्यून, विद्युतरोधी या अचालक
- उदाहरण : बर्फ $H_2O(s)$

(2) आयनिक ठोस –

- अवयवी/संघटक कण : आयन (+ive & -ive)
- आबंधन : कुल्लोमी बल/प्रबल स्थिर वैद्युत बल/आयनिक बंधन
- प्रकृति : कठोर, भंगूर, ध्रुवीय विलायक में विलेय, क्रिस्टलीय जालक ठोस, **MP & BP** : उच्च, ठोस अवस्था में आयन स्वतंत्र नहीं, ठोस अवस्था में विद्युतरोधी परन्तु गलित एवं जलीय अवस्था में सुचालक होते हैं।
- उदाहरण : NaCl, ZnS, CaF_2 , $CaSO_4$, MgO, KCl, KNO_3

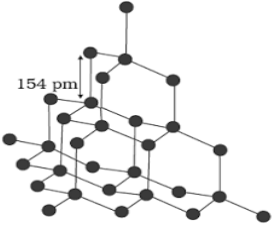
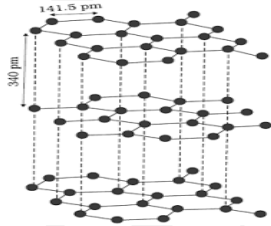
(3) धात्विक ठोस –

- अवयवी/संघटक कण : मुक्त e^- के समुन्द्र में वितरित धातु धनायन जिन्हें कर्नेल भी कहते हैं।
- आबंधन : प्रबल धात्विक आबंधन
- प्रकृति : आघातवर्धनीय, तन्य, कठोर एवं उच्च उष्मीय व वैद्युत चालकता, मुक्त गतिशील e^- की उपस्थिति के कारण विशिष्ट रंग व चमक, **MP & BP** : उच्च
- उदाहरण : सभी धातुएं जैसे— तांबा, जिंक, लोहा, सिल्वर इत्यादि।



(4) नेटवर्क या सहसंयोजक ठोस –

- अवयवी/संघटक कण : अधात्विक परमाणुओं का विशाल आण्विक क्रिस्टल
- आबंधन : प्रबल व दिशात्मक सहसंयोजक बंधन
- प्रकृति : दृढ़, अति कठोर, भंगूर, **MP & BP** : अत्यंत उच्च, ज्यामितीय, दिशात्मक, क्रिस्टलीय ठोस, परन्तु ग्रेफाइट मुलायम
- वैद्युत चालकता : हीरा सहित सभी नेटवर्क ठोस विद्युतरोधी परंतु ग्रेफाइट सुचालक (मुक्त इलेक्ट्रॉन की उपस्थिति)
- उदाहरण : हीरा, ग्रेफाइट, सिलिका या क्वार्टज (SiO_2), SiC, AlN

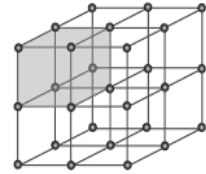
हीरा	ग्रेफाइट
<ul style="list-style-type: none"> संरचना : प्रबल सहसंयोजक बंधन युक्त त्रिविम चतुष्फलकीय जालकनुमा प्रकृति : अत्यंत कठोर व किस्टलीय, पारदर्शी प्रत्येक कार्बन अन्य चार कार्बन से संयोजित कार्बन का संकरण : SP^3, C-C बंध लं० : 154pm अचालक : मुक्त e^- की अनुपस्थिति के कारण 	<ul style="list-style-type: none"> संरचना : षट्कोणीय वलयनुमा परतदार, वभिन्न परतों के मध्य दुर्बल वांडरवाल बंधन प्रकृति : मुलायम, किस्टलीय, अपारदर्शी, चमकिला प्रत्येक कार्बन अन्य तीन कार्बन से संयोजित कार्बन का संकरण : SP^2, C-C बंध लं० : 141.5pm चालक : कार्बन पर एक मुक्त e^- उपस्थित
<p>हीरे की संरचना</p> 	<p>ग्रेफाइट की संरचना</p> 

किस्टल/त्रिविम जालक

किस्टलीय ठोस के अवयवी कणों (अणु, परमाणु) की त्रिविम में एक नियमित ज्यामितीय व्यवस्था को किस्टल जालक कहते हैं।

किस्टल जालक के अभिलक्षण –

1. किस्टल जालक का प्रत्येक अवयवी कण जालक बिन्दु या जालक स्थल कहलाता है।
2. जालक बिन्दु अवयवी कणों को निरूपित करता है जो अणु, परमाणु, आयन होते हैं।
3. जालक बिंदुओं की त्रिविम व्यवस्था से किस्टल ज्यामिति निर्धारित होती है।
4. जालक बिन्दुओं को सीधी रेखा/डेश से जोड़ने पर ज्यामितीय व्यवस्था बनती है।

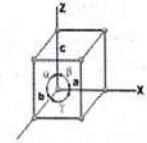


एकक कोष्ठिका (unit cell)–

किसी किस्टल जालक की वह लघुतम ज्यामितीय ईकाई जिसकी त्रिविम में पुनरावृत्ति से किस्टल जालक का निर्माण होता है

एकक कोष्ठिका के 6 पैरामीटर्स : तीन अक्षीय दुरियां या विमाएँ (a, b, c)



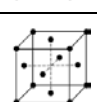

तीन अक्षीय कोण (α, β, γ)



एकक कोष्ठिका का वीमीय प्रदर्शन

एकक कोष्ठिका के प्रकार : कणों की उपस्थिति के आधार पर एकक दो प्रकार के होते हैं।

1. सरल या आद्य एकक
2. केन्द्रित एकक : (अ) अंतः केन्द्रित (ब) फलक केन्द्रित (स) अंत्य केन्द्रित

एकक प्रकार	एकक में कणों की उपस्थिति	चित्र	कुल कणों की संख्या
आद्य या सरल घनीय (SCC)	केवल कोनों पर कण (8 कोनों पर 8 कण)		कोनों पर = $8 \times 1/8 = 1$ कण
अन्तः या काय केन्द्रित (BCC)	एकक के 8 कोनों पर 8 कण तथा एकक के केन्द्र में एक कण उपस्थित		कोनों पर = $8 \times 1/8$ + केन्द्र में = $1 \times 1 = 1+1 = 2$ कण
फलक केन्द्रित (FCC)	एकक के 8 कोनों पर 8 कण तथा एकक के सभी 6 फलकों के केन्द्र में कण		कोनों पर = $8 \times 1/8$ + फलक के केन्द्र में = $6 \times 1/2 = 1+3 = 4$ कण
अंत्य केन्द्रित (ECC)	एकक के 8 कोनों पर 8 कण तथा एकक के कोई 2 विपरित फलकों के केन्द्र में कण		कोनों पर = $8 \times 1/8$ + दो विपरित फलकों के केन्द्र में = $2 \times 1/2 = 1+1 = 2$ कण

एकक कोष्ठिका के लिए कुल कणों की गणना

- कोनों पर – ऐसा कण 8 मात्रक कोष्ठिका का हिस्सा होता है अतः एक एकक का भाग = $1/8$ वॉ
- किनारों पर – ऐसा कण 4 मात्रक कोष्ठिका का हिस्सा होता है अतः एक एकक का भाग = $1/4$ वॉ
- फलक के केन्द्र में – ऐसा कण 2 मात्रक कोष्ठिका का हिस्सा होता है अतः एक एकक का भाग = $1/2$ वॉ
- एकक के केन्द्र में – ऐसा कण 1 मात्रक कोष्ठिका का हिस्सा होता है अतः एक एकक का भाग = 1 वॉ

ब्रेवे जालक : फ्रेंच गणितज्ञ ब्रेवे ने 7 प्रकार के आद्य क्रिस्टल समुदायों से 14 प्रकार के संभावित जालक प्राप्त किये जिन्हें ब्रेवे जालक कहते हैं।

आद्य एकक कोष्ठिका के 7 क्रिस्टल तंत्र एवं 14 संभावित ब्रेवे जालक

क्रिस्टल तंत्र	प्रादर्श चित्र	अक्षीय दूरीयां या विमाएँ	अक्षीय कोण	संभावित जालक (14 ब्रेवे जालक)	उदाहरण
घनीय (cubic)		$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	SCC, BCC, FCC	NaCl, Cu, यशद ब्लेंड
द्विसमलंबाक्ष / चतुष्फलकीय (tetragonal)		$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	SCC, BCC	श्वेत टिन, TiO_2 , SnO_2 , $CaSO_4$
विषमलंबाक्ष (orthorhombic)		$a\neq b\neq c$	$\alpha=\beta=\gamma=90^\circ$	SCC, BCC, FCC, ECC	विषमलंबाक्ष गंधक, KNO_3 , $BaSO_4$
षट्कोणिय (hexagonal)		$a=b\neq c$	$\alpha=\beta=90^\circ$ & $\gamma=120^\circ$	SCC	ग्रेफाइट, ZnO, CdS
त्रिसमनताक्ष या त्रिकोणी (rhombohedral)		$a=b=c$	$\alpha=\beta=\gamma\neq 90^\circ$	SCC	कैलसाइट [$CaCO_3$] सिनाबार [HgS]
एकनताक्ष (monoclinic)		$a\neq b\neq c$	$\alpha=\gamma=90^\circ$ & $\beta\neq 90^\circ$	SCC, ECC	एकनताक्ष गंधक $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$
त्रिनताक्ष (triclinic)		$a\neq b\neq c$	$\alpha\neq\beta\neq\gamma\neq 90^\circ$	SCC	$K_2Cr_2O_7$, H_3BO_3 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$,

निबिड संकुलन (close packing)

न्यूनतम रिक्त स्थान युक्त कणों की व्यवस्था जिसमें क्रिस्टल का अधिकतम भाग अवयवी कणों द्वारा धारित हो, इसे निबिड संकुलन कहते हैं।

निबिड संकुलन प्रकार –

- 1) **एक विमिय निबिड संकुलन :** जब क्रिस्टल में अवयवी कण परस्पर एक ही अक्ष पर इस प्रकार संकुलित हो कि एक कण अन्य दो कणों से स्पर्श करें तो इसे एक विमिय निबिड संकुलन कहते हैं।

उपसहसंयोजन या समन्वय संख्या (CN) : 2

व्यवस्था चित्र :

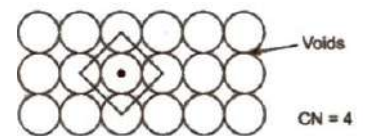


- 2) **द्विविमीय निबिड संकुलन :** विभिन्न विमिय परतों के परस्पर संयोजित होने से निर्मित व्यवस्था
(क) **वर्गीय द्विविमीय निबिड संकुलन :** जब एक एकविमिय परत पर अन्य एकविमिय परत इस प्रकार संयोजित हो कि प्रथम परत के कण के ठीक उपर दुसरी परत का कण आ जावे , अर्थात् प्रथम परत के कण अन्य परतों के कणों के संरेखण में हो । इस व्यवस्था में किसी कण के चारों तरफ उपस्थित 4 अवयवी कणों के केन्द्रों को मिलाया जाय तो वर्गाकार ज्यामिती बनती है। अतः इसे वर्गीय निबिड संकुलन कहते हैं।

■ उपसहसंयोजन या समन्वय संख्या (CN) = 4

■ परतीय व्यवस्था पेटर्न : A-A-A type

■ व्यवस्था चित्र :



(ख) षट्कोणीय द्विविमीय निबिड संकुलन : जब एक एकविमीय परत पर दुसरी अन्य एकविमीय परत इस प्रकार संयोजित हो कि प्रथम परत के सन्निकट दो कणों के मध्य बनी खांच/अवनमन पर दुसरी परत का कण आ जावे , यदि एक कण के चारों तरफ उपस्थित 6 अवयवी कणों के केन्द्रों को मिलाया जाय तो षट्कोणीय ज्यामिती बनती है। अतः इसे षट्कोणीय निबिड संकुलन कहते हैं।

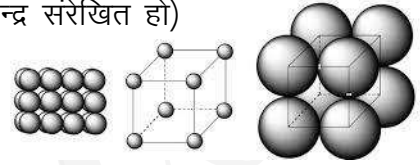
- उपसहसंयोजन या समन्वय संख्या (CN) = 6
- परतीय व्यवस्था पेटर्न : A-B-A-B type
- व्यवस्था चित्र :



3) त्रिविमीय निबिड संकुलन : दो या अधिक द्विविमीय परतों के परस्पर संयोजित होने से निर्मित निबिड संकुलन (क) वर्गीय द्विविमीय निबिड संकुलित परतों द्वारा : इस प्रकार के त्रिविमीय संकुलन से दो प्रकार के क्रिस्टलों का निर्माण होता है।

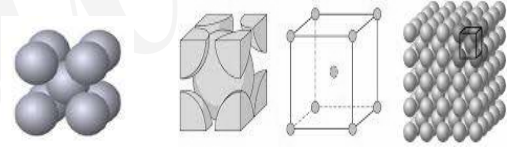
1) सरल घनीय जालक युक्त(scc)

- परतीय व्यवस्था : A-A-A (जब सभी परतों के कणों के केन्द्र संरेखित हो)
- उपसहसंयोजन या समन्वयन संख्या : 6
- ज्यामिति : वर्गीय
- संकुलन दक्षता : 52.4 %



2) काय केन्द्रित घनीय जालक युक्त(bcc)

- परतीय व्यवस्था : A-B-A-B
- उपसहसंयोजन या समन्वयन संख्या : 8
- ज्यामिति : काय केन्द्रित
- संकुलन दक्षता : 68 %

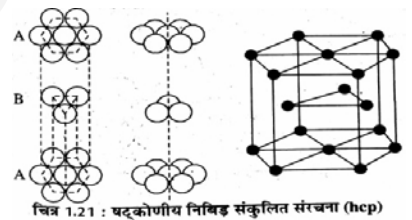


(ख) षट्कोणीय द्विविमीय निबिड संकुलित परतों द्वारा :

षट्कोणीय परतों के परस्पर संयोजित होने से दो प्रकार की रिक्तियों या छिद्र बनते हैं जिन्हें आवरित करने से दो प्रकार के त्रिविमीय जालकों का निर्माण होता है। 1. चतुष्फलकीय 2. अष्टफलकीय

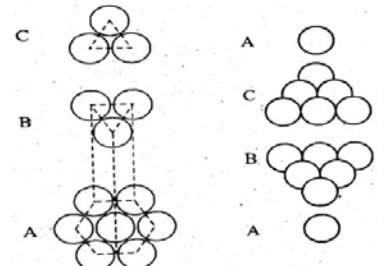
1) चतुष्फलकीय (T) छिद्रों को ढकने से hcp जालक का बनना –

- द्वितीय परत की चतुष्फलकीय रिक्तियों को तीसरी परत के गोलों द्वारा ढकने पर तीसरी परत व प्रथम परत के गोलों सीधी रेखा में आ जाते हैं एवं इसी पैटर्न में परतों की पुनरावृत्ति एकान्तर क्रम में होती रहती है।
- परतीय व्यवस्था : AB – AB – AB
- उपसहसंयोजन या समन्वयन संख्या : 12
- ज्यामिति : षट्कोणीय एवं फलक केन्द्रित
- संकुलन दक्षता : 74 % , उदाहरण : Mg , Zn

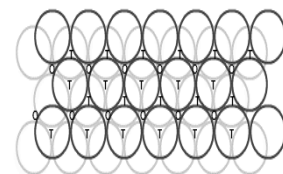


2) अष्टफलकीय (O) छिद्रों को ढकने से fcc / ccp घनीय जालक का बनना–

- जब तीसरी परत को दूसरी परत के उपर इस प्रकार रखा जाये कि उसके गोलों अष्टफलकीय रिक्तियों को आवरित करे तो इस स्थिति में तीसरी परत के गोलों, प्रथम या द्वितीय परत के गोलों के साथ संरेखण में नहीं होते हैं।
- परतीय व्यवस्था : ABC – ABC – ABC
- उपसहसंयोजन या समन्वयन संख्या : 12
- ज्यामिति : षट्कोणीय एवं फलक केन्द्रित
- संकुलन दक्षता : 74 %



क्रिस्टल तंत्रों में रिक्तियां या अंतराकाशी छिद्र (void)



त्रिविमीय निबिड संकुलन के दौरान विभिन्न षट्कोणीय परतों के परस्पर संयोजित होने से कुछ विशिष्ट रिक्तियां या छिद्र बन जाते हैं जिन्हें अन्तराकाशी छिद्र कहते हैं।

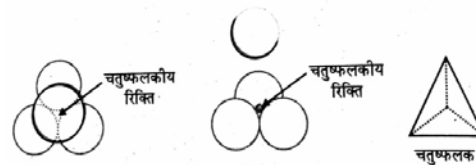
1. चतुष्फलकीय रिक्तियां :

षट्कोणीय द्वितीय परत का कण जब प्रथम परत में कणों के संयोजन से बने त्रिकोणीय छिद्रों को आवरित करता है तो उत्पन्न रिक्तियां, चतुष्फलकीय रिक्तियां कहलाती हैं। चारों गोलों के केन्द्र संरेखित करने पर चतुष्फलक बनता है

चतुष्फलकीय रिक्तियों की संख्या :

अष्टफलकीय रिक्तियों से दुगुनी (चतुष्फलकीय छिद्र = 2N)

समन्वयन/उपसहसंयोजन सं० : 4



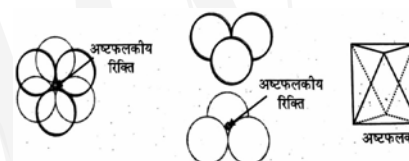
2. अष्टफलकीय रिक्तियां :

षट्कोणीय द्वितीय परत के त्रिकोणीय छिद्र वाले तीन गोलों, प्रथम परत के त्रिकोणीय छिद्र वाले तीन गोलों/अवयवी कणों से विपरित क्रम में समन्वयन से उत्पन्न रिक्तियां, अष्टफलकीय छिद्र या रिक्तियां कहलाती हैं। सभी 6 गोलों के केन्द्रों को संरेखित करने पर अष्टफलकीय ज्यामिती बनती है।

अष्टफलकीय रिक्तियों की संख्या :

निबिड संकुलित गोलों की संख्या के बराबर (अष्टफलकीय छिद्र = N)

समन्वयन/उपसहसंयोजन सं० : 6



रिक्तियों की संख्या – hcp / ccp क्रिस्टल तंत्रों में यदि अवयवी कणों की संख्या N हो तो –

Location of Octahedral Voids = Body centre + Edge centre

$$\text{No of Octahedral Voids} = 1 \times 1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4 ; \quad \text{No of constituent particles} = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$$

No of Octahedral Voids = No of atom in unit cell

Location of Tetrahedral Voids = 2 V_T at each body diagonal of fcc

$$\text{No of constituent particles} = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 ; \quad \text{No of Tetrahedral Voids} = 8 \times 1 = 8$$

No of Tetrahedral Voids = 2 x No of atom per unit cell [V_T = 2 x O_V]

अतः अष्टफलकीय रिक्तियों की संख्या = N , चतुष्फलकीय रिक्तियों की संख्या = 2N , कुल रिक्तियों की संख्या = 3N

आंकिक प्रश्न : एक आयनिक यौगिक दो तत्व X व Y से बना है तत्व Y के परमाणु (ऋणायन) ccp जालक बनाते हैं तथा तत्व X (धनायन) जो सभी अष्टफलकीय रिक्तियों को ढकता है तो यौगिक का सूत्र ज्ञात कीजिए।

Y (anion) ccp that present = corner + face centred $Y = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ X (cation) at O _V = body centred + edge centred $X = 1 \times 1 + 12 \times \frac{1}{4} = 4$ $X : Y = 4 : 4 = 1 : 1$ hence formula = XY	Let No of Y atom = n No of octahedral void = n No of X atom = n $X : Y = n : n = 1 : 1$ hence formula = XY
---	---

आंकिक प्रश्न : एक यौगिक दो तत्वों से बना है जिसमें तत्व B के परमाणु ccp जालक बनाते हैं तथा तत्व A जो चतुष्फलकीय रिक्तियों के 2/3 भाग को घेरता है तो यौगिक का सूत्र ज्ञात कीजिए।

B atom in ccp, that present = corner + face centred $B = 8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4$ A atom at 2/3 of tetrahedral void ; V _T = 8 in ccp $A = 8 \times \frac{2}{3} = \frac{16}{3}$ $A : B = \frac{16}{3} : 4 = 4 : 3$ hence formula = A ₄ B ₃	Let No of B atom = n No of tetrahedral void = 2 x n No of A atom = 2/3 x 2n = 4n/3 $A : B = \frac{4n}{3} : n = 4 : 3$ hence formula = A ₄ B ₃
--	--

आंकिक प्रश्न : एक यौगिक दो तत्वों से बना है जिसमें तत्व Y के परमाणु ccp जालक बनाते हैं तथा तत्व X जो चतुष्फलकीय रिक्तियों के 1/3 भाग को घेरता है तो यौगिक का सूत्र ज्ञात कीजिए।

Let No of Y atom = n

No of tetrahedral void = 2 x n = 2n

No of X atom = 1/3 x 2n = 2n/3

$X : Y = \frac{2n}{3} : 2n = 1 : 3$ hence formula = XY₃

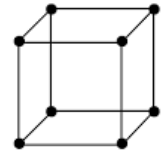
संकुलन क्षमता (PE) –

क्रिस्टल में कुल उपलब्ध स्थान का वह प्रतिशत भाग जो अवयवी कणों द्वारा संपूरित या धारित होता है।
(संकुलन क्षमता का सूत्र = एकक कोष्ठिका के कणों द्वारा संपूरित कुल आयतन $\times 100$ / एकक कोष्ठिका का कुल आयतन)

1. (scc) सरल घनीय जालक संरचनाओं में संकुलन दक्षता –

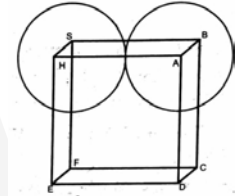
- सरल घनीय एकक scc में कुल कणों की संख्या : $8 \times \frac{1}{8} = 1$ कण
- एक कण/गोले का आयतन = $\frac{4}{3} \pi r^3$
- कणों का कुल आयतन = $1 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi r^3$
- एकक का आयतन = a^3

यदि एकक की एक भूजा = a
कण या गोले की त्रिज्या = r



$$\begin{aligned} \text{संकुलन क्षमता} &= \frac{\text{total volume of particles}}{\text{volume of Unit cell}} \times 100 \\ &= \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{a^3} \times 100 \\ &= \frac{\frac{4}{3} \pi r^3}{(2r)^3} \times 100 \end{aligned}$$

एकक की भूजा a तथा त्रिज्या r में संबंध
चित्रानुसार फलक ABCD से
 $a = r + r = 2r$



चित्र (28) सरल घनीय संरचना में संकुलन दक्षता का परिकल्पन

$$\text{संकुलन दक्षता} = \pi \times 100/6 = \frac{1100}{21} = 52.4 \%$$

2. (bcc) काय केन्द्रित/अन्तः केन्द्रित घनीय संरचनाओं में संकुलन दक्षता –

- काय केन्द्रित एकक bcc में कणों की संख्या = $8 \times \frac{1}{8} +$ एकक के केन्द्र में $1 \times 1 = 2$ कण
- एक कण/गोले का आयतन = $\frac{4}{3} \pi r^3$
- कणों का कुल आयतन = $2 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{8}{3} \pi r^3$
- एकक का आयतन = a^3

$$\text{संकुलन क्षमता} = \frac{\text{दो गोलों का कुल आयतन}}{\text{सम्पूर्ण एकक कोष्ठिका का आयतन}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{संकुलन दक्षता} &= \frac{\frac{8}{3} \pi r^3}{a^3} \times 100 \\ &= \frac{\frac{8}{3} \pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3} \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{संकुलन दक्षता} = \pi \sqrt{3} \times 100/8 = \frac{1100 \times \sqrt{3}}{28} = 68\%$$

एकक की भूजा a तथा त्रिज्या r में संबंध

चित्रानुसार ΔDEF से

$$DF^2 = DE^2 + EF^2$$

$$b^2 = a^2 + a^2$$

$$b^2 = 2a^2$$

चित्रानुसार ΔADF

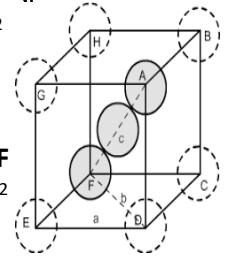
$$AF^2 = AD^2 + DF^2$$

$$c^2 = a^2 + 2a^2$$

$$c^2 = 3a^2$$

$$c = \sqrt{3}a \quad (\text{if } c = 4r)$$

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



3. hcp & ccp संरचनाओं में संकुलन दक्षता –

- फलक केन्द्रित घनीय एकक fcc में कणों की संख्या : कोनों पर $8 \times \frac{1}{8} +$ फलक के केन्द्र में $6 \times \frac{1}{2} = 1+3 = 4$ कण
- एक कण/गोले का आयतन = $\frac{4}{3} \pi r^3$
- कणों का कुल आयतन = $4 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{16}{3} \pi r^3$
- यदि एकक कोष्ठिका का कुल आयतन = a^3

$$\text{संकुलन दक्षता} = \frac{\text{एकक कोष्ठिका के चारों गोलों का आयतन}}{\text{एकक कोष्ठिका का कुल आयतन}} \times 100$$

$$\begin{aligned} \text{संकुलन दक्षता} &= \frac{\frac{16}{3} \pi r^3}{a^3} \times 100 \\ &= \frac{\frac{16}{3} \pi r^3}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3} \times 100 \end{aligned}$$

$$\text{संकुलन दक्षता} = \pi \sqrt{2} \times 100/6 = \frac{1100 \times \sqrt{2}}{21} = 74 \%$$

एकक की भूजा a तथा त्रिज्या r में संबंध

चित्रानुसार ΔADC से

$$AC^2 = DC^2 + AD^2$$

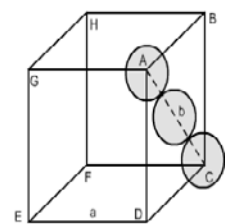
$$b^2 = a^2 + a^2$$

$$b^2 = 2a^2$$

$$b = \sqrt{2}a \quad (\text{if } b = 4r)$$

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

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



एकक कोष्ठिका का घनत्व –

- ❖ एकक कोष्ठिका का द्रव्यमान = कुल कणों की सं० \times एक कण का द्रव्यमान (zm)
- ❖ एक कण का द्रव्यमान = ग्राम अणुभार या परमाणु भार / आवोगाद्रो सं० (N_A) [$m=M/N_A$]
- ❖ एकक कोष्ठिका का आयतन = भूजा³ [a^3]
- ❖ एकक कोष्ठिका का घनत्व = एकक कोष्ठिका का द्रव्यमान / एकक कोष्ठिका का आयतन [$d = zM/a^3 N_A$]

ठोसों में अपूर्णताएं या दोष (Defects in solids)

परम शून्य ताप से उपर किसी भी ताप पर क्रिस्टल के अवयवी कणों की व्यवस्था में अनियमितताएँ होना।

क्रिस्टल दोष के प्रकार :

1. **बिन्दु दोष** : जालक में अवयवी कण(बिंदु/परमाणु) के चारों ओर की आदर्श व्यवस्था में अनियमितताएँ या विचलन होना।
2. **रेखीय दोष** : जालक बिन्दुओं की पूर्ण पंक्तियों की आदर्श व्यवस्था में अनियमितताएँ या विचलन होना।

बिन्दु दोषों का वर्गीकरण

(अ) **स्टॉइकियोमि्ट्री दोष** : 1. रिक्तिका दोष 2. अंतराकाशी दोष 3. शॉटकी दोष 4. फ्रेंकल दोष

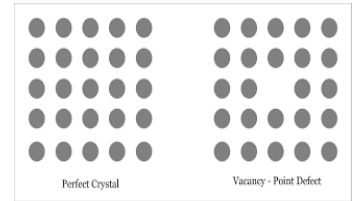
(ब) **अशुद्धता दोष**

(स) **नॉन स्टॉइकियोमि्ट्री दोष** : 1. धातु आधिक्य दोष : (क) ऋणायन रिक्तिका द्वारा (ख) अतिरिक्त धनायन द्वारा
2. धातु न्यूनता दोष : (क) धनायन रिक्तिका द्वारा (ख) अतिरिक्त ऋणायन द्वारा

(अ) **स्टॉइकियोमि्ट्री दोष** : ऐसे बिन्दु दोष जो क्रिस्टल की रससमीकरणमिति को परिवर्तित नहीं करते हैं इन्हें उष्मागतिकी आंतर दोष भी कहा जाता है।

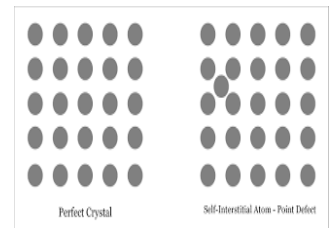
1. रिक्तिका दोष

- यह अनआयनिक क्रिस्टलों का स्टॉइकियोमि्ट्री, उष्मागतिकी आंतर दोष है।
- उष्मा या ताप के प्रभाव से कुछ जालक बिन्दु क्रिस्टल जालक से हट जाते जिससे क्रिस्टल में रिक्तिकाएँ बन जाती है अतः इसे रिक्तिका दोष कहते हैं।
- **क्रिस्टल पर प्रभाव** – क्रिस्टल के घनत्व में कमी



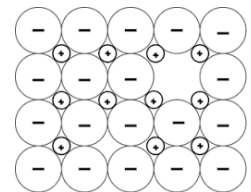
2. अंतराकाशी दोष

- यह अनआयनिक क्रिस्टलों का स्टॉइकियोमि्ट्री, उष्मागतिकी आंतर दोष है।
- उष्मा या ताप के प्रभाव से कुछ जालक बिन्दु क्रिस्टल जालक के अंतराकाशी स्थलों में विस्थापित हो जाते हैं, इसे अंतराकाशी/विस्थापन दोष भी कहते हैं।
- **क्रिस्टल पर प्रभाव** : घनत्व में वृद्धि



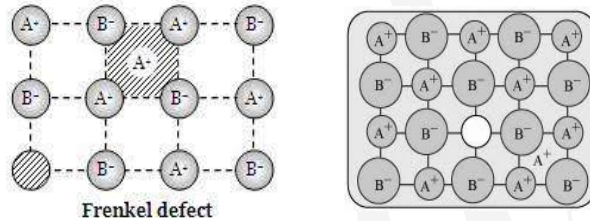
3. शॉटकी दोष

- यह आयनिक क्रिस्टलों का स्टॉइकियोमि्ट्री, उष्मागतिकी आंतर दोष है।
- यह प्रबल आयनिक ठोसों का रिक्तिका दोष है।
- जब धनायन व ऋणायन समान अनुपात में जालक स्थल को छोड़कर क्रिस्टल से बाहर निकल जाते हैं।
- **क्रिस्टल पर प्रभाव** : रिक्त स्थान बनने से घनत्व व स्थायित्व में कमी, जालक उर्जा में कमी, छिद्र युग्म की उपस्थिति के कारण क्रिस्टल की चालकता बढ़ती है
- **उदाहरण** : उच्च समन्वय संख्या तथा धनायन व ऋणायन के आकार में
- लगभग समानता रखने वाले आयनिक ठोस जैसे NaCl, KCl, CsCl, KBr, AgBr
- Note - NaCl में प्रति 10^6 आयनों में एक शॉटकी दोष



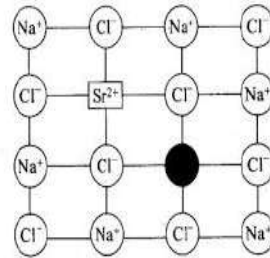
4. फ्रेंकल/विस्थापन दोष

- यह आयनिक क्रिस्टलों का स्टॉइकियोमिट्री, उष्मागतिकी आंतर दोष है।
- यह प्रबल आयनिक ठोसों में अंतराकाशी/विस्थापन दोष है।
- जब आयनिक क्रिस्टल में धनायन(जो आकार में छोटे) अपना मूल स्थान छोड़कर/विस्थापित होकर क्रिस्टल के अंतराकाशी स्थलों में विस्थापित हो जाते हैं
- क्रिस्टल पर प्रभाव :** घनत्व अप्रभावित , चालकता में वृद्धि एवं परावैद्युतांक सामान्यतया बढ़ता है।
- उदाहरण :** निम्न समन्वय संख्या तथा धनायन की अपेक्षा ऋणायन का आकार अधिक बड़ा हो जैसे AgCl, AgI, ZnS, CsCl, KBr, AgBr



(ब) अशुद्धता दोष :

- मूल क्रिस्टल की गलित अवस्था में समान ऋणायन वाली अशुद्धि मिलाकर क्रिस्टलीकरण करने पर क्रिस्टल के मूल धनायन के स्थान पर बाहरी धनायन आ जाता है इसे अशुद्धता दोष कहते हैं।
- जैसे NaCl क्रिस्टल में दो Na⁺ के स्थान पर एक Sr²⁺ आ जाता है अतः एक मूल धनायन के स्थान पर रिक्तिका बन जाती है।
- क्रिस्टल पर प्रभाव :** रिक्तियों के कारण चालकता में वृद्धि परंतु घनत्व में कमी।
- उदाहरण :** 1 गलित NaCl + गलित SrCl₂
2. CdCl₂ + AgCl

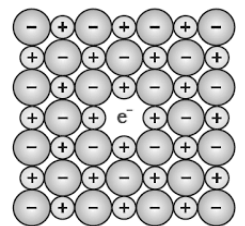


(स) नॉन स्टॉइकियोमिट्री दोष : ऐसे बिन्दु दोष जो क्रिस्टल की रससमीकरणमिति को परिवर्तित करते हैं अर्थात् अवयवी तत्व नॉन स्टॉइकियोमिट्री अनुपात में पाये जाते हैं।

- धातु आधिक्य दोष : क्रिस्टल में उपस्थित धातु धनायन में वृद्धि होना।

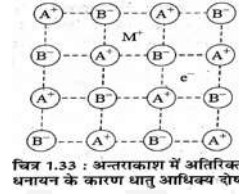
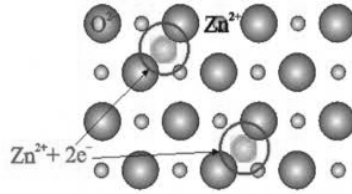
(क) ऋणायनिक रिक्तिकाओं द्वारा धातु आधिक्य दोष :

- यह नॉनस्टॉइकियोमिट्री दोष है, इसे F- केन्द्र दोष भी कहते हैं **F = Forbengter [colour]**
- कारण :** आयनिक क्रिस्टल को स्वयं के धातु परमाणु युक्त वाष्प में गर्म करने पर मूल क्रिस्टल में से ऋणायन लुप्त होने लगते हैं एवं इन ऋणायनिक रिक्तियों में धातु परमाणु से मुक्त हुआ e⁻ आ जाता है ऐसे मुक्त इलेक्ट्रॉन वाले स्थल F- केन्द्र कहलाते हैं **F- केन्द्र दोष**
- प्रभाव :** शॉटकी दोषयुक्त क्रिस्टलों में, मुक्त e⁻ के कारण प्रकृति अनुचुम्बकीय, विद्युतीय उदासीन, क्रिस्टल में धनायन का आधिक्य, मुक्त इलेक्ट्रॉन क्रिस्टल को रंग प्रदान करते हैं।
- उदाहरण :** NaCl, KCl, LiCl (NaCl का पीलापन, KCl का बैंगनी या लाइलैक, LiCl का गुलाबीपन/पीला)



(ख) अंतराकाशी स्थलों में अतिरिक्त धनायन द्वारा धातु आधिक्य दोष :

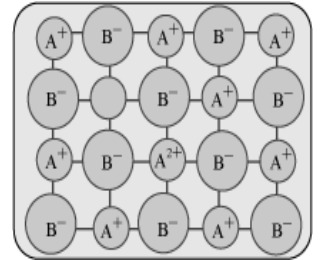
- यह एक नॉनस्टॉकियोमिटी दोष है।
- **कारण** : जब अतिरिक्त धातु धनायन, क्रिस्टल के अंतराकाशी स्थल में आ जाते साथ ही क्रिस्टल की वैद्युत उदासीनता बनाये रखने हेतु अंतराकाशी स्थलों में मुक्त इलेक्ट्रॉन भी आ जाता है।
- **प्रभाव** : सामान्यतया अधातुओं द्वारा अपने इलेक्ट्रॉन को अन्तराकाशी स्थलों में छोड़कर चले जाने से भी यह दोष उत्पन्न हो जाते है। क्रिस्टलों में अर्धचालक व्यवहार, विद्युतीय उदासीनता, मुक्त e^- की उप० से अनुचुम्बकीय
- **उदाहरण** : कमरे के ताप पर ZnO के श्वेत क्रिस्टल उच्च ताप पर ऑक्सीजन के त्यागने से पीला हो जाते है।



चित्र 1.33 : अन्तराकाशी में अतिरिक्त धनायन के कारण धातु आधिक्य दोष

2. धातु न्यूनता दोष : (क) धनायन रिक्तिका द्वारा

- # यह एक नॉनस्टॉकियोमिटी दोष है।
- # **कारण** : परिवर्तनशील संयोजकता दर्शाने वाली धातुओं में क्रिस्टल से धनायनों का लुप्त होना एवं आवेश संतुलन या विद्युतीय उदासीनता बनाये रखने हेतु क्रिस्टल के अन्य धनायन अपनी ऑक्सीकरण अवस्था बदलते है।
- # **उदाहरण** : FeS क्रिस्टल में Fe⁺² धनायन क्रिस्टल जालक से बाहर चले जाते है, साथ ही दो Fe⁺² धनायन ऑक्सीकरण अवस्था बदलकर Fe⁺³ में बदल जाते है अतः इनमें e⁻ संक्रमण के कारण सोने जैसी धात्विक चमक प्रतीत होने के कारण इसे मुखौं का सोना भी कहते है।
- # **उदाहरण** : FeO, FeS, NiO etc इनमें e⁻ अर्न्तपरिवर्तन के कारण विद्युत चालकता एवं विशिष्ट धात्विक चमक होती है।



ठोसों में विद्युतीय गुण

ठोसों की वैद्युत चालकता परास : $10^{-20} \leftrightarrow 10^7 \text{ ohm}^{-1}\text{m}^{-1}$

1. **चालक** : सामान्य ताप पर विद्युत का चालन होता है चालकता परास : $10^4 \leftrightarrow 10^7 \text{ ohm}^{-1}\text{m}^{-1}$ उदाहरण : धातुएं
2. **विद्युतरधी/अचालक** : सामान्य ताप पर विद्युत का चालन नहीं होता है, चालकता परास : $10^{-20} \leftrightarrow 10^{-10} \text{ ohm}^{-1}\text{m}^{-1}$
3. **अर्धचालक** : सामान्य ताप पर अचालक परंतु ताप बढ़ाने पर चालक का व्यवहार करते है। चालकता परास : $10^{-6} \leftrightarrow 10^4 \text{ ohm}^{-1}\text{m}^{-1}$

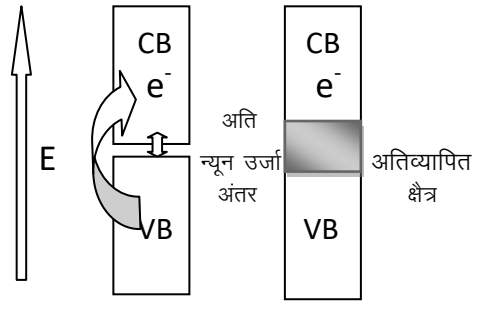
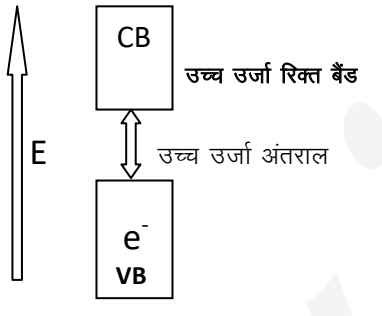
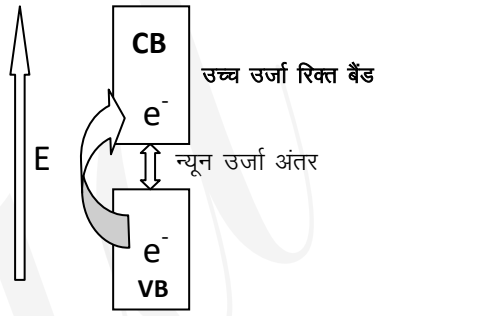
वैद्युत चालकता का बैंड सिद्धान्त

ठोस पदार्थों में वैद्युत चालन, वैद्युत क्षेत्र में e⁻ के प्रवाह से होता है अतः चालकता इनके संयोजी कोश में उपलब्ध e⁻ की संख्या पर निर्भर करती है। बैंड सिद्धान्त अणु कक्षक सिद्धान्त पर आधारित है इसके अनुसार दो प्रकार के बैंड पाये जाते है।

1. **संयोजकता बैंड** : धातु परमाणुओं के संयोजी कोश की परमाणवीय कक्षके परस्पर मिलकर न्यून उर्जा अंतर वाली आण्विक कक्षके बनाती है जो संयोजी बैंड का निर्माण करती है।
2. **चालकता बैंड** : संयोजकता बैंड से भिन्न रिक्त बैंड जिसमें इलेक्ट्रॉन सरलता गति कर सकते है अर्थात अपूर्ण संयोजी बैंड उच्च उर्जा वाले रिक्त बैंड के साथ अतिव्यापन कर ऐसे अतिव्यापित बैंड बनाते है जिसमें इलेक्ट्रॉन सरलता से प्रवाहित हो सकते है, चालकता बैंड कहलाते है।

संयोजी बैंड व चालकता बैंड के मध्य उर्जा अन्तर वर्जित क्षेत्र या निषिद्ध क्षेत्र कहलाता है।

अणु कक्षक बैंड सिद्धांत के आधार पर चालक, अचालक व अर्धचालको की व्याख्या एवं उनके उर्जा बैंड आरेख –

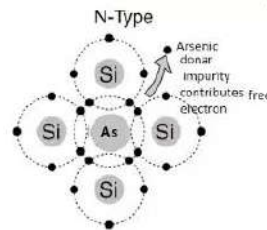
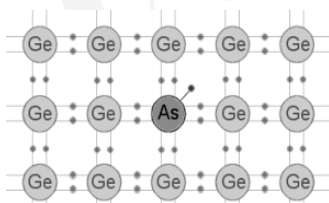
चालक	अचालक	अर्धचालक
धातु परमाणुओं जिनके संयोजी बैंड अपूर्ण होते हैं एवं उच्च उर्जा वाले रिक्त चालकता बैंड के मध्य न्यून उर्जा अंतराल होता है। वे आसानी से अतिव्यापन कर लेते हैं फलतः वि०क्ष० में इलेक्ट्रॉन इन चालकता बैंड में सरलता से प्रवाहित होने लगते हैं। धातुएं	ऐसे पदार्थों में संयोजी बैंड पूर्ण पूरित होने एवं चालकता व संयोजी बैंड में उर्जा अंतराल अधिक होने से चालकता बैंड में कोई मुक्त इलेक्ट्रॉन नहीं पाया जाता अतः ये पदार्थ अचालक होते हैं। लकड़ी	ऐसे पदार्थों के संयोजी एवं चालकता बैंड में न्यून उर्जा अंतराल होने से ताप बढ़ाने पर संयोजी बैंड से कुछ इलेक्ट्रॉन चालकता बैंड में आ जाने से अल्प चालकता दर्शाते हैं 0 K पर कुचालक व सामान्य व उच्च ताप पर चालकता दर्शाते हैं उदा० Si, Ge
 <p>अपूर्ण संयोजी बैंड अतिव्यापित बैंड</p>	 <p>पूर्ण संयोजी बैंड</p>	 <p>पूर्ण संयोजी बैंड</p>

अर्धचालकों में वैद्युत चालकता

- ❖ **अर्धचालक** : परम शून्य ताप पर अचालक तथा सामान्य व उच्च ताप पर चालक का व्यवहार दर्शाने वाले ठोस, अर्धचालक Si, Ge व्यापारिक अर्धचालक, संरचना हीरे के समान, संकरण sp^3 , चतुःसंयोजी, शुद्ध अवस्था में दुर्बल चालक होते हैं।
- 1. **आंतर/नैज/शुद्ध अर्धचालक** : सिलिकन एवं जर्मेनियम नैज अर्धचालक कहलाते हैं।
- 2. **बाह्य/अपद्रव्यी/अशुद्ध /डॉपिंग अर्धचालक** : नैज अर्धचालकों की चालकता में वृद्धि हेतु इनमें वांछित बाह्य अशुद्धियां अपमिश्रित की जाती हैं यह प्रक्रिया डॉपिंग तथा निर्मित अर्धचालक को अपमिश्रित/डॉपिंग अर्धचालक कहते हैं।
- डॉपिंग/अपमिश्रण** : नैज अर्धचालकों के व्यावहारिक उपयोग व चालकता में अभिवृद्धि हेतु वांछित बाह्य अशुद्धियां मिलाना।
- डॉपिंग अर्धचालक दो प्रकार के होते हैं** : 1. **n - प्रकार** 2. **p - प्रकार**

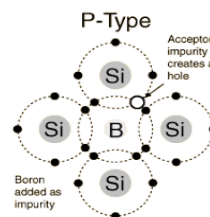
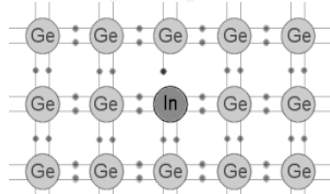
1. इलेक्ट्रॉन धनी या इले० दाता अशुद्धियां युक्त अर्धचालक (n - प्रकार)

नैज अर्धचालक + उच्च संयोजकता वाली इले० दाता/इले० धनी अशुद्धि का अपमिश्रण = **n - प्रकार**
 Ge/Si + वर्ग 15 की अशुद्धियां (P/As/Sb) = e^- मुक्त (e^- negative particles = n-type)
 Ex: $Si^{+4} + As^{+5} = e^-$ मुक्त (ऋणात्मक आवेश)



2. इलेक्ट्रॉन न्यून या इले० ग्राही अशुद्धियां युक्त अर्धचालक (p - प्रकार)

नैज अर्धचालक + निम्न संयोजकता वाली इले० न्यून/इले० ग्राही अशुद्धि का अपमिश्रण = **p - प्रकार**
 Ge/Si + वर्ग 13 की अशुद्धियां (B/In/Al/Ga) = e^- न्यूनता (positive hole = p-type)
 Ex: $Si^{+4} + In^{+3} = e^-$ न्यून (इले० रिक्त/धनावेशित छिद्र)



अर्धचालको के अनुप्रयोग –

- ✓ ac को dc बदलने हेतु n-p संगम डायोड का निर्माण
- ✓ रेडियो आवृत्ति संकेतों तथा श्रुत्य संकेतों की पहचान व प्रवर्धन करने में ट्रॉजिस्टर [nnp & pnp] का निर्माण
- ✓ प्रकाश उर्जा से विद्युत उर्जा में परिवर्तन हेतु सौर सेल (फोटो डायोड) बनाने में
- ✓ संकेतों को तुरंत पहचानने में समक्ष **Ga-As** अर्धचालक उपयोगी है।
- ✓ संक्रमण धातुओं के कुछ ऑक्साइड दृश्य व पराबैंगनी प्रकाश के प्रति अत्यंत संवेदनशील होने से कार्बनिक प्रकाश रसायन में उपयोगी होते हैं जैसे : ZnO, ZnS, CdS, TiO, FeO etc

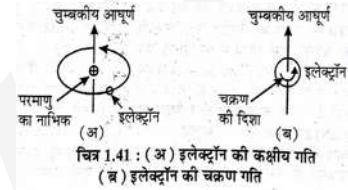
ठोसों में चुम्बकीय गुण

प्रत्येक इलेक्ट्रॉन एक सूक्ष्म चुम्बक की भांति व्यवहार करता है, चुम्बकीय गुणों की उत्पत्ति इलेक्ट्रॉन के प्रचरण पर आधारित है।

1. कक्षीय चक्रण गति
2. अक्षीय चक्रण गति

चुम्बकीय आघूर्ण का मात्रक : बोर मेग्नेटॉन [M_B / μ_B]

$$1 \mu_B = 9.27 \times 10^{-24} \text{ Am}^2 \quad (\text{Am} = \text{ऐम्पीयर मीटर})$$



चुम्बकीय गुणों के आधार पर ठोस : –

1. अनुचुम्बकीय ठोस (Paramagnetic) –

चुम्बकीय क्षेत्र की ओर दुर्बलता से आकर्षित, स्थायी द्विध्रुव युक्त, इनमें एक या अधिक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं। इनका चुम्बकीय गुण अस्थायी होता है अर्थात् चुम्बकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति में चुम्बकत्व खो देते हैं।

उदा० $O_2, Cu^{+2}, Fe^{+3}, Cr^{+3}, VO_2, Ni, TiO, Ti_2O_3, CuO$

2. प्रतिचुम्बकीय ठोस (Diamagnetic)–

चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा दुर्बलता से प्रतिकर्षित, इनमें सभी इलेक्ट्रॉन युग्मित होते हैं अतः इनका कुल चु० आघूर्ण शून्य रहता है उदा० $H_2O, NaCl, C_6H_6, TiO_2, V_2O_5$

3. लौहचुम्बकीय ठोस (ferromagnetic)–

चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा प्रबलता से आकर्षित, इनमें चुम्बकीय गुण स्थायी होता है अतः लौह चुम्बकीय ठोस स्थायी चुम्बक बनाने में प्रयुक्त होते हैं।

उदा० गैडोलिनियम, Fe, Co, Ni, Gd, CrO



डोमेन – ठोस अवस्था में लौहचुम्बकीय पदार्थों के धातु आयन सूक्ष्म खण्डों में एक साथ समूह बनाते हैं यही डोमेन है

4. प्रतिलौहचुम्बकीय ठोस (Anti ferromagnetic) –

लौहचुम्बकीय ठोसों की भांति, परन्तु डोमेन का विन्यास विपरित जो इनके चुम्बकीय आघूर्ण को निरस्त(शून्य) करता है।

उदा० $MnO, FeO, MnO_2, NiO, Mn_2O_3, Cr_2O_3$



5. फ़ैरी चुम्बकीय ठोस (ferrimagnetic)–

लौहचुम्बकीय ठोसों की तरह परन्तु डोमेन का चु० आघूर्ण एक दुसरे के विपरित व असमान होता है अतः लौहचुम्बकीय की अपेक्षा चु०क्षै० में दुर्बल आकर्षित।

उदा० $MgFe_2O_4, CuFe_2O_4, ZnFe_2O_4$



स्टाईकियोमिटी यौगिक – जब आयनिक क्रिस्टल में +ve & -ve ions का अनुपात पूर्णतः उसके मुलानुपाती सूत्रानुसार हो।

नॉन स्टाईकियोमिटी यौगिक – जब आयनिक क्रिस्टल में +ve & -ve का अनुपात पूर्णतः उसके मुलानुपाती सूत्र से भिन्न हो

आदर्श या परम शुद्ध क्रिस्टल –

किसी आयनिक क्रिस्टल में सभी एकक सम्पूर्ण क्रिस्टल में समान जालक बिंदु युक्त हो, आदर्श क्रिस्टल कहलाते हैं।

आदर्श क्रिस्टल केवल परम शून्य ताप(0 K) पर ही संभव है (क्योंकि कणों की एंट्रॉपी शून्य होने से कण गतिहीन)