Lesson - 01 ठोस अवस्था [Solid State]

ठोस अवस्था :→ "पदार्थ की वह अवस्था जिसमे अवयवी कण जैसे→ परमाणु, अणु या आयन प्रबल अन्तराण्विक आकर्षण बलो द्वारा निकटस्थ संकुलित होते है। ठोस अवस्था कहलाती है"

ठोसो के गुण [Properties of Solids] :→

* ठोस दृढ़ होते है।
* इनकी आकृति तथा आयतन निश्चित होते है
* ये संपीडय होते है।
* पदार्थ ठोस अवस्था मे क्रिस्टल बना सकते है।
* गर्म करने पर ठोस द्रव मे बदल जाते है

गलनांक [Melting point] :→

जिस ताप तथा वायुमण्डलीय दाब पर कोई पदार्थ पिघलकर ठोस अवस्था से द्रव अवस्था मे परिवर्तित हो जाते है। उस ताप को ठोस पदार्थ का गलनांक कहते है पदार्थो का ठोस अवस्था मे घनत्व उनकी द्रव तथा गैस अवस्था से अधिक होता है पदार्थ की ठोस अवस्था मे उनके अवयवी कण के मध्य दूरियाँ कम होती है। जिसके कारण अन्तराण्विक बल प्रबल हो जाते है।

ठोसो के प्रकार [Types of Solids] :→ There are two types

1. क्रिस्टलीय ठोस [Crystalline Solid]
2. अक्रिस्टलीय ठोस [Amorphous Solid]



Scanned by CamScanner

Note :→ ठोसो को उनके अवयवी कणो की व्यवस्था मे उपस्थित क्रम के आधार पर क्रिस्टलीय तथा अक्रिस्टलीय ठोसो मे वर्गीकृत किया गया है

1. क्रिस्टलीय ठोस :→ वे ठोस पदार्थ जिनके अवयवी कण त्रिविम मे एक निश्चित ज्यामिति मे व्यवस्थित होते है अर्थात् जिनमे अवयवी कणो की दीर्घ परास व्यवस्था [Long range Order] पाई जाती है क्रिस्टलीय ठोस कहलाते है। क्रिस्टलीय ठोस ही वास्तविक ठोस होता है

Example :→ NaCl, $Na_2SO_4$ तथा शक्कर आदि।

इनके गलनांक निश्चित होते है इनकी त्रिविम संरचना बाह्य बलो के प्रभाव मे विकृत नही होती है ये विषमदैशिक प्रकृति के होते है अर्थात् इनके भौतिक गुण जैसे – उष्मीय चालकता, वैद्युत चालकता, कठोरता तथा अपवर्तनांक etc. के मान माप की विभिन्न दशाओ मे भिन्न-भिन्न होते है

** विषमदैशिकता :→ जिन पदार्थो के भौतिक गुण जैसे – उष्मीय चालकता, वैद्युत चालकता, कठोरता तथा अपवर्तनांक etc के मान, माप की विभिन्न दशाओ मे भिन्न-भिन्न होते है। विषमदैशिक कहलाते है तथा इस गुण को विषमदैशिकता कहते है

2. अक्रिस्टलीय ठोस :→ वे ठोस पदार्थ जिनके अवयवी कण त्रिविम मे एक अनिश्चित ज्यामिति मे व्यवस्थित होते है अर्थात् जिनमे अवयवी कणो की लघु परास व्यवस्था (Short range order) पाई जाती है अक्रिस्टलीय ठोस कहलाते है।

Example :→ कांच, प्लास्टिक, रबड, रेयिन आदि इनके

कणो की अव्यवस्था द्रव के कणो की समान होती है।

* अतिशीतित द्रव [Supercooled liquid] :→

जिन पदार्थो के कणो की अव्यवस्था द्रव के कणो के समान होती है उन्हे अतिशीतित द्रव कहते है।

Or

कांच मे द्रवो की सदर्श प्रवाह की प्रवृत्ति होती है यद्यपि यह बहुत मन्द होती है इसीकारण इसे अतिशीतित द्रव कहते है

पुराने मकानो की खिडकियो पर लगे कांच नीचे से मोटे तथा दुधिया होते है पाते है इसका कारण यह है कि गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव मे कांच बहुत ही मन्द गति से नीचे की ओर बहने लगता है इससे कांच या शीशे नीचे की ओर मोटे हो जाते है

Note:→ * अक्रिस्टलीय ठोस समदैशिक प्रकृति के होते है अर्थात् इनके भौतिक गुणो जैसे :→ उष्मीय चालकता, वैद्युत चालकता, कठोरता तथा अपवर्तनांक etc के मान भाप की विभिन्न दशाओ मे भिन्न नही होते है अर्थात् एकसमान रहते है

* समदैशिकता :→ जिन पदार्थो के भौतिक गुण जैसे – उष्मीय चालकता, कठोरता तथा वैद्युत चालकता व अपवर्तनांक के मान भाप की विभिन्न दशाओ मे एकसमान रहते है समदैशिक कहलाते है तथा इस गुण को समदैशिकता कहते है

Example :→ कांच (Glass) का प्रवाह एवं अपवर्तनांक के मान वही रहते है भले ही किसी भी दिशा मे मापन किया जाए अत: कांच को समदैशिक कहा जाता है

समदैशिकता का कारण :→ अक्रिस्टलीय ठोस मे अवयवी कणो मे कोई निश्चित व्यवस्था

Page No.

Scanned by CamScanner

नही होती है बल्कि ये अव्यवस्थित होते है, इसलिए अपवर्तनांक ज्ञात करने मे प्रकाश की किरणे प्रत्येक दिशा मे दोनो ही प्रकार के कणो से प्रभावित होती है इसलिए इनके भौतिक गुण समान रहते है।

अक्रिस्टलीय ठोसो के प्रमुख गुण :→

* इनके अवयवी कणो की आन्तरिक व्यवस्था मे कोई नियमितता नही होती है।
* अक्रिस्टलीय ठोसो के बाह्य रूप मे भी कोई नियमितता नही होती है।
* अक्रिस्टलीय ठोसो के गलनांक निश्चित नही होते है।
* इनको तोडने पर ये अनियमित रूप से टूटते है।
* जब अक्रिस्टलीय ठोसो को गर्म करके धीरे-धीरे ठण्डा किया जाता है तो वे क्रिस्टलीय ठोस मे परिवर्तित हो जाते है।
  इस कारण प्राचीन काल की वस्तुए धुंधिया दिखाई देती है।

अक्रिस्टलीय ठोसो के उपयोग :→

* प्लास्टिक का उपयोग घरेलू उपकरण बनाने मे किया जाता है
* रबर भी अक्रिस्टलीय ठोस है। जिसका उपयोग टायर, ट्यूब आदि बनाने मे किया जाता है।
* अक्रिस्टलीय ठोस, अकार्बनिक कांच होते है इसका उपयोग घरेलू एवं प्रयोगशाला के उपकरण बनाने मे किया जाता है।
* अक्रिस्टलीय ठोस सूर्य के प्रकाश का वैद्युत मे रूपान्तरण करने के लिए उपलब्ध श्रेष्ठतम् प्रकाश वोल्टीय पदार्थ है।

| क्र०स० | गुण | क्रिस्टलीय | अक्रिस्टलीय |
|---|---|---|---|
| 1. | ज्यामिति | निश्चित ज्यामिति तथा असमपीड़ीय | अनिश्चित ज्यामिति तथा समपीड़ीय |
| 2. | अन्तराण्विक व्यवस्था | निश्चित एवं नियमित | अनिश्चित एवं अनियमित |
| 3. | गलनांक | निश्चित | अनिश्चित |
| 4. | गलन ऊष्मा | निश्चित | अनिश्चित |
| 5. | प्रकृति | वास्तविक ठोस | अतिशीतित द्रव (आभासी ठोस) |
| 6. | दैशिकता | विषमदैशिकता | समदैशिकता |
| 7. | अवयवी कणों की व्यवस्था | दीर्घ परास व्यवस्था | लघु परास व्यवस्था |
| | उदाहरण | सल्फर फास्फोरस NaCl, KCl, $Na_2SO_4$ तथा धातुएं | काँच (glass), रबर, प्लास्टिक, रेजिन तथा Si |

क्रिस्टलीय ठोसों का वर्गीकरण :→

अन्तराण्विक बलों की प्रकृति के आधार पर इन्हे चार भागो मे बाटा गया है

1. सहसंयोजक या नेटवर्क ठोस
2. आयनिक ठोस
3. आण्विक ठोस
4. धात्विक ठोस

सहसंयोजक या नेटवर्क ठोस या जालक ठोस :→

इनके अवयवी कण परमाणु होते है ये परमाणु एक-दूसरे से प्रबल सहसंयोजक बन्धों द्वारा जुड़े होते है तथा इस प्रकार एक विशाल जाल बनाते है इन जालो की इकाईयां एक ही तत्व के परमाणु होते है



Scanned by CamScanner

चूंकि ये प्रबल तथा दिशात्मक होते हैं इसलिए ये अत्यधिक कठोर एवं भंगुर होते हैं। इनके गलनांक तथा गलन एन्थैल्पी का मान उच्च होता है। ये गलनांक से पूर्व अपघटित हो जाते हैं तथा सामान्यतः विद्युत के कुचालक होते हैं।

हीरा, ग्रेफाइट, सिलिकॉन, सिलिकॉन कार्बाइड, कांच फास्फोरस आदि इसके उदाहरण हैं।

अपवाद :→ ग्रेफाइट मुलायम तथा वैद्युत के सुचालक होते हैं ग्रेफाइट का यह गुण उसकी परतीय संरचना के कारण होता है

Ques:→ कारण बताइए कि हीरा वैद्युत का कुचालक तथा ग्रेफाइट वैद्युत वैद्युत के सुचालक होते हैं। तथा हीरा कठोर व ग्रेफाइट मुलायम होते हैं?

Ans:→ हीरे में प्रत्येक कार्बन परमाणु $sp^3$ संकरित अवस्था में चार अन्य निकटवर्ती कार्बन परमाणु से चतुष्फलकीय ज्यामिति से जुड़ा रहता है जबकि ग्रेफाइट का प्रत्येक कार्बन परमाणु $sp^2$ संकरित अवस्था में अन्य तीन निकटवर्ती कार्बन परमाणु से जुड़ा रहता है तथा इसका चौथा इलेक्ट्रॉन दो भिन्न-भिन्न परतों के बीच उपस्थित होता है तथा यह इलेक्ट्रॉन गतिशील अवस्था में रहता है जो वैद्युतधारा संचरण के लिए उत्तरदायी होता है चूंकि ग्रेफाइट की षटकोणीय परतें एक-दूसरे पर खिसक सकती हैं अतः यह ठोस स्नेहक के रूप में कार्य करता है

आयनिक ठोस :→ इन ठोसों की संरचनात्मक ईकाईयां धनात्मक एवं ऋणात्मक आयन होती हैं ये आपस में 3D प्रबल कुलाम्बी आकर्षण बलों के कारण ऐसे ठोसों का निर्माण होता है इनमें प्रत्येक आयन विपरीत आवेशित आयनों की



Scanned by CamScanner

Date __/__/____

एक निश्चित संख्या द्वारा घिरा रहता है यह संख्या $\frac{+}{-}$ अनुपात से ज्ञात की जाती है इनके गलनांक व क्वथनांक उच्च होते है ये कठोर एवं भंगुर प्रकृति के होते है ठोस अवस्था मे इनमे आयन गमन नही करते है जिसके कारण ये विद्युत के कुचालक होते है परन्तु गलित अवस्था या जलीय विलयनो मे इनके आयन गमन करते है जिसके कारण ये विद्युत के सुचालक होते है ये जल तथा अन्य ध्रुवीय विलायको मे विलेय व अध्रुवीय विलायको मे अविलेय होते है।

Example:→ NaCl मे $Na^+$ से $Cl^-$ आयन से घिरा होता है व $Cl^-$ से $Na^+$ से घिरा होता है।

| क्र०स० | क्रिस्टल प्रकार | संरचनात्मक इकाई | सहसंजक बल | गुण | उदाहरण |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | आण्विक क्रिस्टल | अणु 3D जालक मे व्यवस्थित | दुर्बल वान्डरवाल्स बल | मृदु, कम गलनांक, वाष्पशील, ऊष्मा तथा विद्युत के कुचालक, कम गलन ऊष्मा | शुष्क बर्फ (ठोस $CO_2$), बर्फ, आयोडीन, ठोस मेथेन, आर्गन |
| 2. | आयनिक क्रिस्टल | धनायन व ऋणायन एक त्रिआयामी जालक मे व्यवस्थित | प्रबल विद्युत स्थैतिक बल | कठोर, भंगुर, उच्च गलनांक, उच्च गलन ऊष्मा, विद्युत तथा ऊष्मा के दुर्बल चालक | NaCl, KCl, ZnS, AgI, LiF, $BaSO_4$ आदि लवण |
| 3. | सहसंयोजी क्रिस्टल | एक या अधिक प्रकार के परमाणु एक त्रिआयामी जालक मे परस्पर सहसंयोजी बन्धो द्वारा जुडे होते है। | अत्यन्त प्रबल संयोजकता बल्य बल | अत्यन्त कठोर, उच्च गलनांक, उच्च गलन ऊष्मा विद्युत तथा ऊष्मा के दुर्बल चालक | हायमण्ड, सिलिकॉन डॉई ऑक्साइड, क्वार्ट्ज |

Page No.

Scanned by CamScanner

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4. | धात्विक क्रिस्टल | गतिशील इलेक्ट्रॉन के सागर में स्थित धनात्मक आयन | विद्युत आकर्षण | अत्यन्त मृदु से अत्यन्त कठोर, मध्यम गलन ऊष्मा, विद्युत तथा ऊष्मा के सुचालक, अघातवर्धनीय धात्विकचमक युक्त | सभी धातुएँ जैसे- Mg, Al, Fe व सभी मिश्रधातुएँ |

Ques:→ उपस्थित अन्तराण्विक बलों की प्रकृति के आधार पर निम्नलिखित ठोसों को विभिन्न समवर्गों में वर्गीकृत कीजिए?

पोटैशियम सल्फेट ($K_2SO_4$) :→ आयनिक ठोस
टिन (Sn) :→ धात्विक ठोस
आर्गन (Ar) :→ आण्विक ठोस
ग्रेफाइट :→ सहसंयोजी ठोस
जिंक सल्फाइट (ZnS) :→ आयनिक ठोस
सिलिकॉन :→ सहसंयोजी ठोस
रूबिडियम (Rb) :→ धात्विक ठोस
बेन्जीन ($C_6H_6$) :→ आण्विक ठोस
यूरिया ($NH_2CONH_2$) :→ आण्विक ठोस
जल ($H_2O$) :→ आण्विक ठोस
अमोनिया :→ आण्विक ठोस

Scanned by CamScanner

एकक कोष्ठिका की विमा सम्बन्धी गणनाएँ →

$$\rho = \frac{Z.M}{a^3.N_A}$$

जहाँ : ρ = एकक कोष्ठिका का घनत्व
Z = एकक कोष्ठिकाओ मे परमाणुओ की संख्या
M = अणुभार
$N_A$ = आवोग्राद्रो संख्या = $6.022 \times 10^{23}$

आयनिक क्रिस्टलो का त्रिज्या अनुपात →

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

कुछ उपसहसंयोजन संख्याओ के लिए सीमान्त त्रिज्या अनुपात →

| उपसहसंयोजन संख्या | आकृति | सीमान्त त्रिज्या अनुपात $(r^+/r^-)$ | उदाहरण |
|---|---|---|---|
| 3. | समतलीय त्रिकोणीय | 0.155 – 0.225 | $B_2O_3$, BN |
| 4. | चतुष्फलकीय | 0.225 – 0.414 | ZnS, ZnO |
| 6. | अष्टफलकीय | 0.414 – 0.732 | NaCl, KBr |
| 8. | अन्तः केन्द्रित घनीय | 0.732 – 1.000 | CsCl, CsBr |

बिन्दु दोष →

ठोसो मे अपूर्णता या दोष :→ ये दोष मूलतः अवयवी कणो की व्यवस्था मे अनियमितताएँ है

ये दोष दो प्रकार के होते है →

1. बिन्दु दोष
2. रेखीय दोष

1. बिन्दु दोष → एक क्रिस्टलीय पदार्थ मे एक बिन्दु अथवा एक परमाणु के चारो ओर की आदर्श व्यवस्था मे अनियमितताएँ ही बिन्दु दोष होते है।

2. रेखीय दोष → जालक बिन्दुओ की पूर्ण पंक्तियो की आदर्श व्यवस्था मे अनियमितताएँ ही रेखीय दोष होते है। इन अनियमितताओ को क्रिस्टलीय दोष कहते है जो निम्न प्रकार है →

(i) इलेक्ट्रानिक दोष → 0 K पर पूर्ण आयनिक या सहसयोजी यौगिको मे इलेक्ट्रोन न्यूनतम अवस्थाओ मे होते है जबकि 0 K से ऊपर ये उच्चतम स्तर मे चले जाते है। जिससे ये अपने स्थान पर hole छोड देते है ये hole positive होते है तथा उत्तेजित electron ही इनकी वैद्युत चालकता के लिए उत्तरदायी होते है।

बिन्दु दोष → ये तीन प्रकार के होते है।

1. रससमीकरणमितिय दोष
2. अरससमीकरणमितिय दोष
3. अशुद्धि दोष

1. रससमीकरणमितीय दोष → इनमे उपस्थित धनायनो या ऋणायनो का अनुपात यौगिको के अणुसूत्र के समान ही रहता है। ये दोष दो प्रकार के होते है-

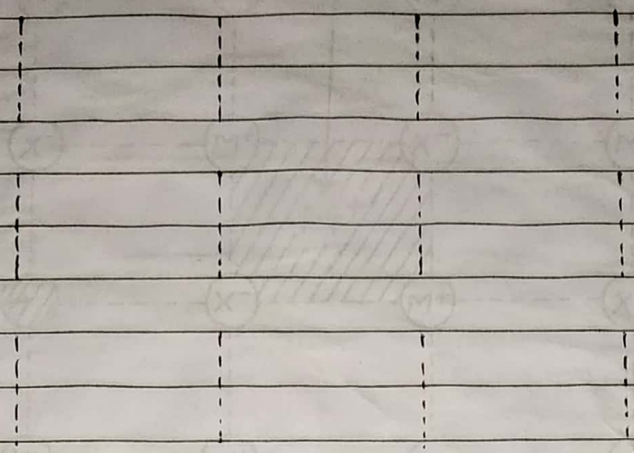
1. रिक्तियाँ दोष
2. अन्तराकाशी दोष



Scanned by CamScanner

Date ___/___/___

शाट्की दोष :→





1. ये दोष उन यौगिको मे होता है जो बहुत अधिक आयनिक है।

2. समन्वय संख्या उच्च होती है।

3. इनमे धनायनो व ऋणायनो का आकार लगभग समान होता है।

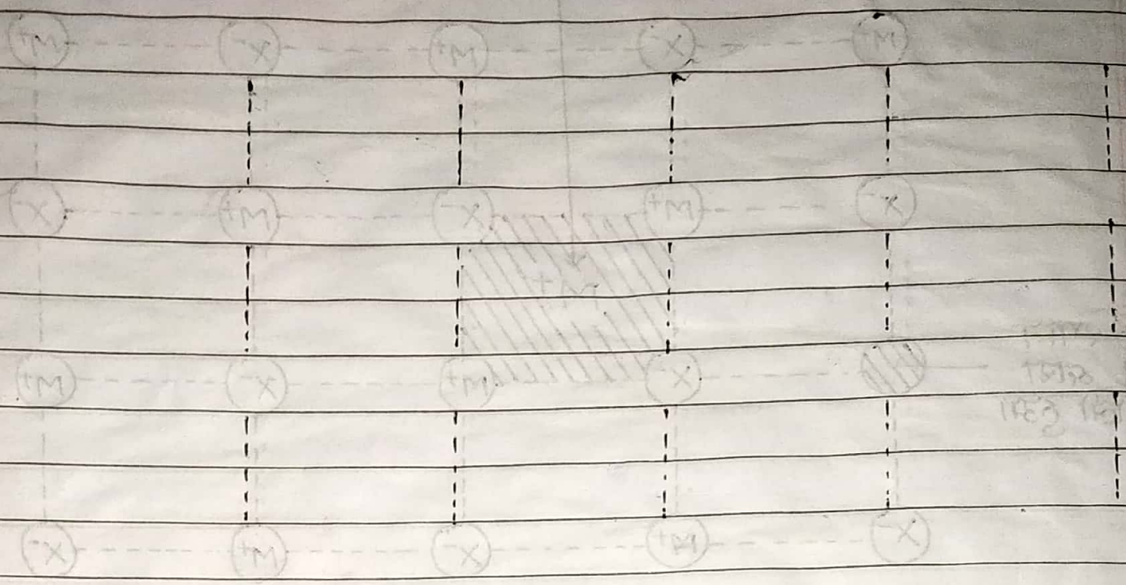
4. ये दोष भी पदार्थ के घनत्व को घटाते है।

उदाहरण → NaCl, KCl, AgBr, KBr etc.

" शाट्की की दोष मे चालकता धनायन अथवा दोनो आयनो के विपरीत दिशा मे अभिगमन (चलने) के कारण होती है "

Scanned by CamScanner

फ्रेंकल दोष →



1. ये दोष उन यौगिको मे होता है जो आयानिक यौगिक मे होता है

2. समन्वय संख्या निम्न होती है

3. दोनो मे आधिक अन्तर होता है

4. धनायन का आकार ऋणायन से छोटा होता है

5. धनायन जालक मे अपने निश्चित स्थान को छोड़कर पास के अन्तराकाश मे चला जाता है

6. फेंक्रेल दोष आसानी से होता है

उदाहरण → AgCl, ZnS, AgBr, AgI etc.

Scanned by CamScanner

Date ___/___/_____

अर्द्धचालको मे वैद्युत चालन :→

अर्द्धचालको मे संयोजी बैण्ड एवं चालकता बैण्ड के मध्य ऊर्जा का अन्तर कम होता है ताप बढ़ने से अर्द्धचालको मे चालकता बढ़ती है क्योंकि ताप वृद्धि से अधिक इलैक्ट्रॉन चालकता बैण्ड मे चले जाते है। Si और Ge जैसे पदार्थ इसी तरह व्यवहार प्रकट करते है इसीलिए इन्हे नैज अर्द्धचालक कहते है।

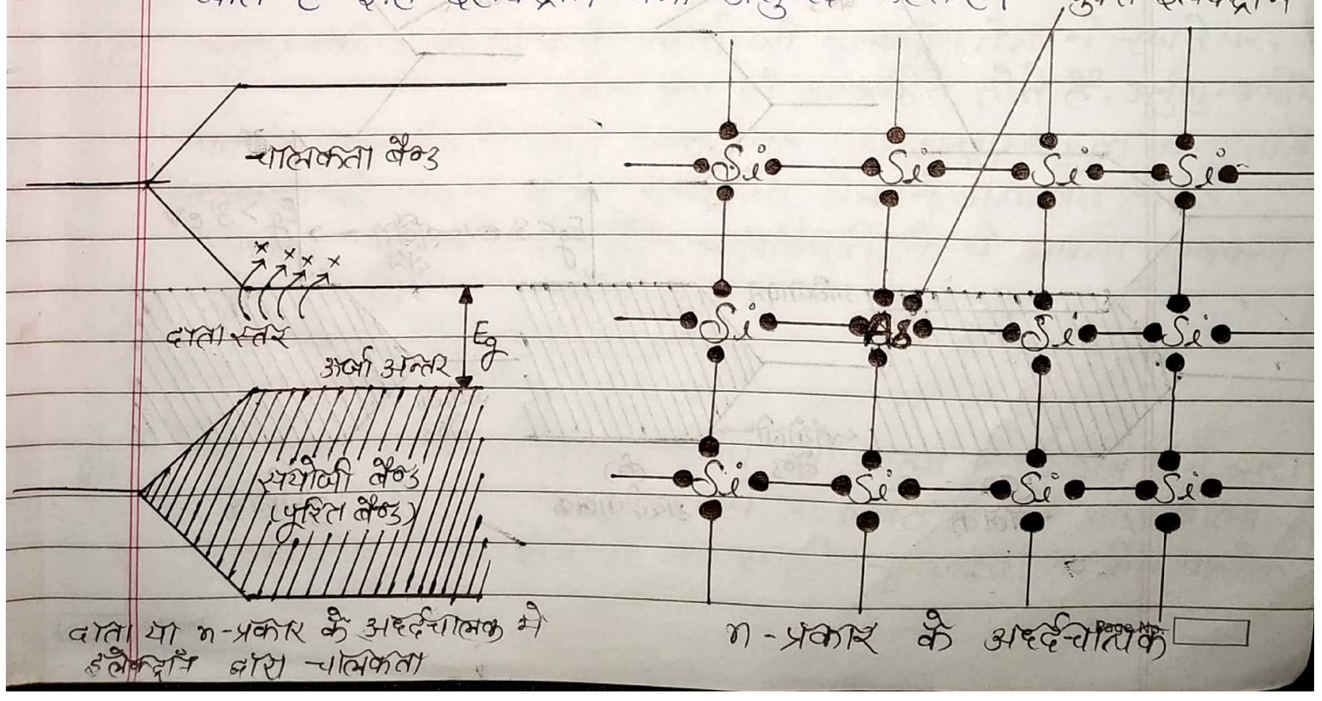
Ques अपमिश्रण या डोपिंग से आप क्या समझते है?

Ans→ Si और Ge जैसे अर्द्धचालको की चालकता उचित मात्रा मे अशुद्धि मिलाने पर बढ़ायी जा सकती है चालकता बढ़ाने की यह प्रक्रिया ही अपमिश्रण या डोपिंग कहलाती है तथा यह बाहरी पदार्थ (अशुद्धियां) बाह्य अर्द्धचालक कहलाते है।

(a) इलेक्ट्रॉन धनी अशुद्धियाँ → वैद्युतधनी या कुचालको मे मूल परमाणु से अधिक संयोजी इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु की अशुद्धि डालकर n-प्रकार के अर्द्धचालक बनाये जाते है इन्हे इलेक्ट्रॉन धनी अशुद्धि कहते है।



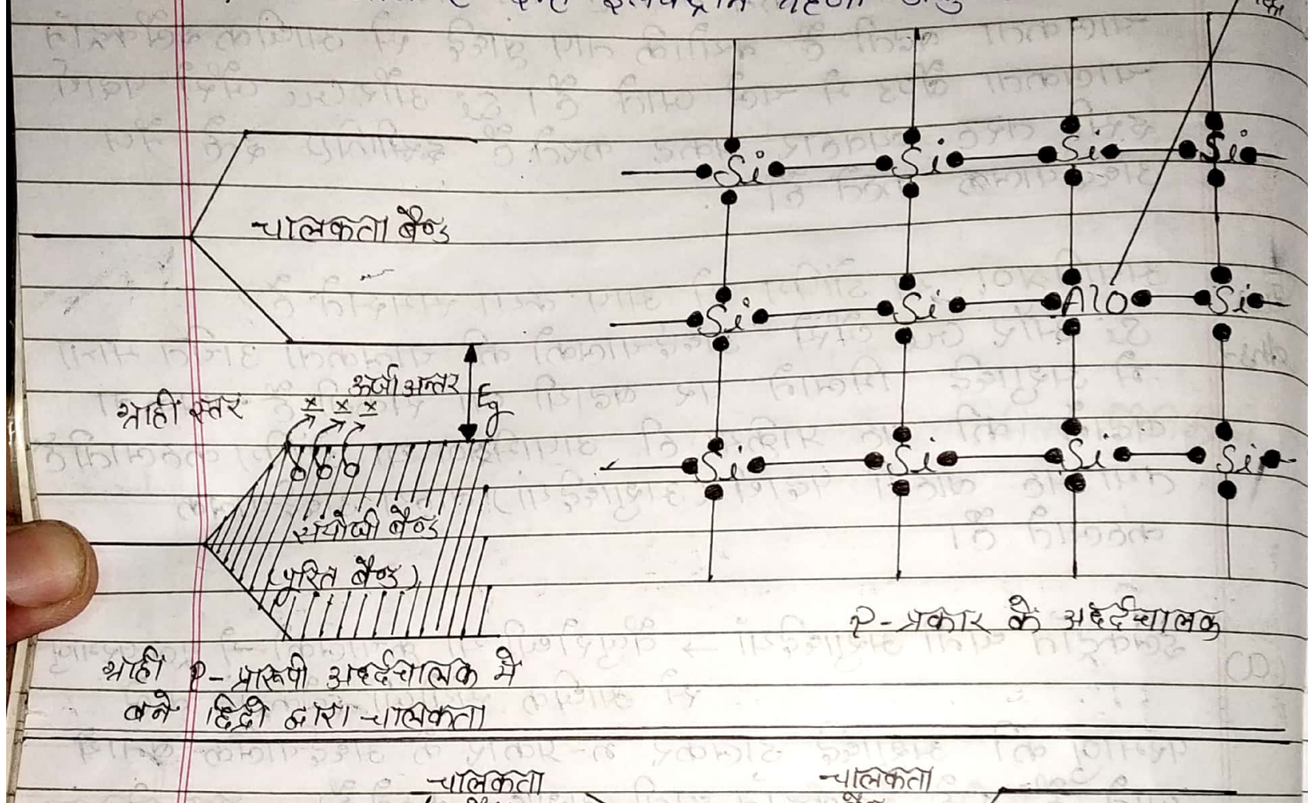

दाता या n-प्रकार के अर्द्धचालक मे इलेक्ट्रॉन द्वारा चालकता





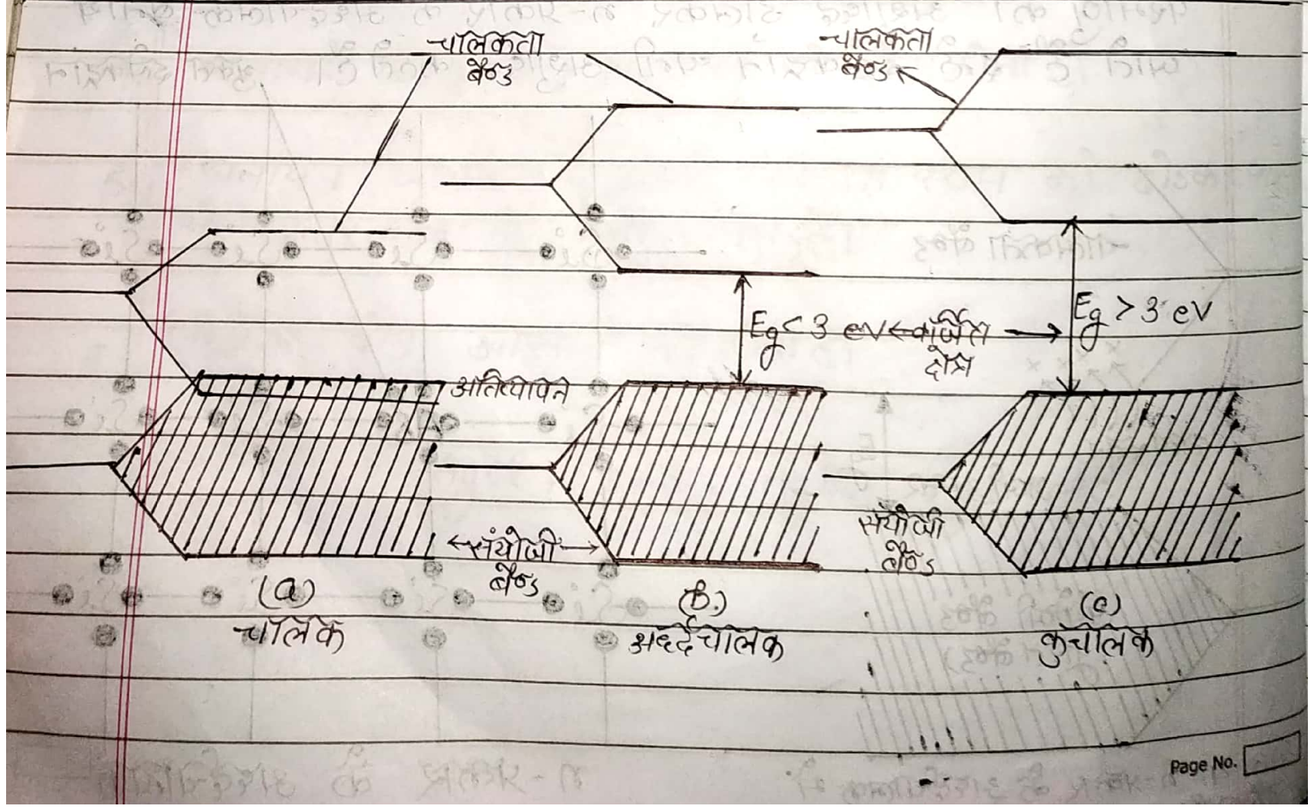

n-प्रकार के अर्द्धचालक

(B) इलेक्ट्रॉन ग्रहणी अशुद्धियाँ → वैद्युतरोधी या कुचालकों में मूल परमाणु में कम संयोजी इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु की अशुद्धियाँ डालकर p-प्रकार के अर्द्धचालक बनाये जाते है इन्हे इलेक्ट्रॉन ग्रहणी अशुद्धियां कहते है।





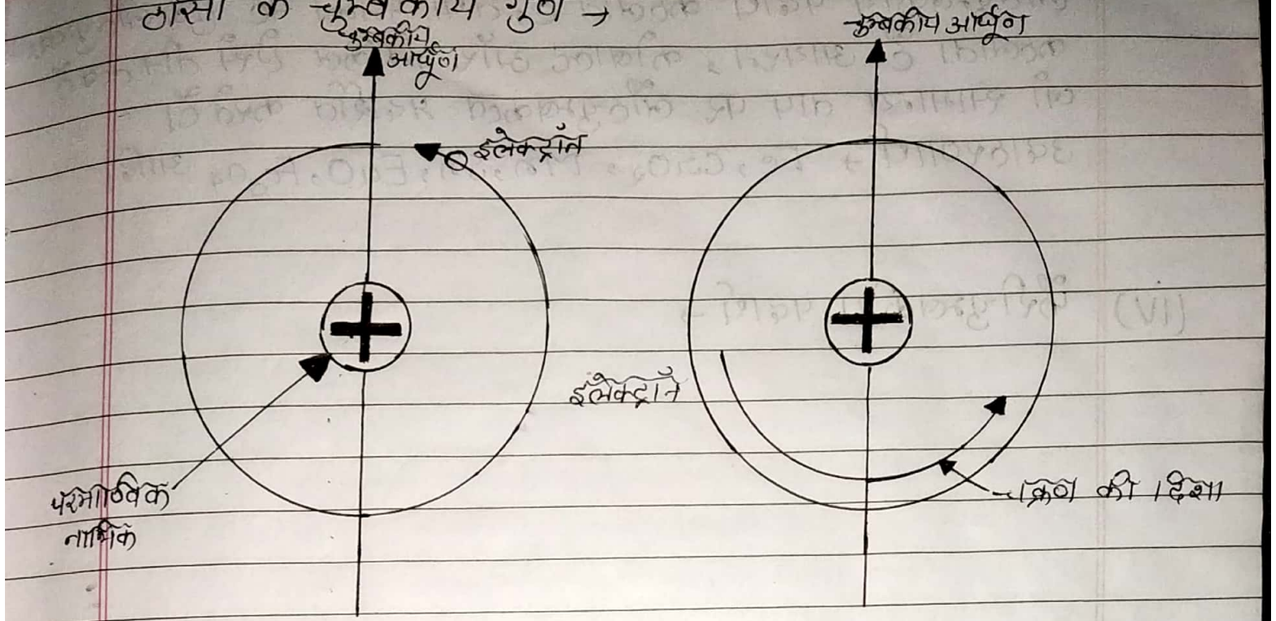

ग्राही p-प्रकारी अर्द्धचालक में बने छिद्रों द्वारा चालकता






p-प्रकार के अर्द्धचालक

## ठोसो के चुम्बकीय गुण →






(i) प्रतिचुम्बकीय पदार्थ → वे पदार्थ जो बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा दुर्बल रूप मे प्रतिकर्षित होते है प्रतिचुम्बकीय पदार्थ कहलाते है तथा उनका यह गुण प्रतिचुम्बकत्व कहलाता है।
उदाहरण → NaCl, $Cu_2O$, $V_2O_3$, $TiO_2$, $Zn^{2+}$ यौगिक आदि।

(ii) अनुचुम्बकीय पदार्थ → वे पदार्थ जो चुम्बकीय क्षेत्र मे रखने पर, दुर्बल रूप से आकर्षित होते है, अनुचुम्बकीय पदार्थ कहलाते है तथा उनका यह गुण अनुचुम्बकत्व कहलाता है। ~~उदाहरण~~ ये पदार्थ बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र मे आकर्षित होते है, परन्तु चुम्बकीय क्षेत्र की अनुपस्थिति मे ये अपना चुम्बकत्व खो देते है।
उदाहरण → $TiO_2$

(iii) लौहचुम्बकीय पदार्थ → वे पदार्थ जो बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र द्वारा प्रबलता से आकर्षित होते है और बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र हटा लेने पर भी स्थायी चुम्बकत्व प्रदर्शित करते है।



Scanned by CamScanner

Date ___ / ___ / _____

Saathi

लौहचुम्बकीय पदार्थ कहलाते हैं, तथा उनका यह गुण लौहचुम्बकत्व कहलाता है। आयरन, कोबाल्ट और निकिल ऐसे तीन तत्व हैं जो सामान्य ताप पर लौहचुम्बकत्व प्रदर्शित करते हैं।
उदाहरणार्थ → $Fe$, $CrO_2$, $Mn$, $Sn$, $EuO$, $Fe_3O_4$ आदि।

Scanned by CamScanner