परीक्षा प्रश्न-पत्र 2016
(जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर)

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. कृष्णिका विकिरण की विकिरण ऊर्जा के लिए वीन का सूत्र लिखिए।

उत्तर : $E = k\lambda^{-5}e^{-a/\lambda T} \cdot d\lambda$

यहाँ k तथा a = स्थिरांक, T = परमताप, λ = तरंगदैर्ध्य, E = उत्सर्जित ऊर्जा।

प्रश्न 2. कॉम्पटन द्वारा दिए गए कॉम्पटन विस्थापन समीकरण (तरंगदैर्ध्य वृद्धि) का सूत्र लिखिए।

उत्तर : $\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{2h}{mc}\sin^2\frac{\theta}{2} = \frac{h}{mc}(1-\cos\theta)$

$[\because 2\sin^2 x = 1 - \cos 2x]$

जहाँ h = प्लांक स्थिरांक, m = इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान, c = प्रकाश का वेग, θ = विवर्तन कोण, $\Delta\lambda$ = कॉम्पटन विस्थापन।

प्रश्न 3. विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के विभिन्न क्षेत्रों को बढ़ती ऊर्जा क्रम में लिखिए।

उत्तर : Cosmic rays > Gamma Rays > U.V. region > IR region > Microwave region > Radio-wave region

प्रश्न 4. दृढ़ घूर्णक को परिभाषित कीजिए।

उत्तर : एक घूर्णित द्विपरमाण्विक अणु जिसके नाभिक, एक निश्चित दूरी से पृथक् रहते है, को मुक्त घूर्णन अक्ष सहित **दृढ़ घूर्णक** कहा जाता है।

प्रश्न 5. अवरक्त तथा रमन स्पेक्ट्रम के वरण नियम लिखिए।

उत्तर : (i) अवरक्त स्पेक्ट्रम के लिए वरण नियम :

(a) सरल आवर्ती दोलक → $\Delta V = \pm 1$

(b) अनावर्त दोलक → $\Delta V = \pm 1, \pm 2, \pm 3$

(ii) रमन स्पेक्ट्रम के लिए वरण नियम :

(a) घूर्णन रमन स्पेक्ट्रम → $\Delta J = 0, \pm 2$

(b) कम्पन रमन स्पेक्ट्रम → $\Delta V = \pm 1, \pm 2, \pm 3$

प्रश्न 6. अवरक्त स्पेक्ट्रम की क्या शर्तें हैं ?

उत्तर : (1) अणु में स्थाई द्विध्रुव आघूर्ण होना आवश्यक नहीं है।

(2) विषय-नाभिकीय अणु होना आवश्यक है।

प्रश्न 7. प्रकाश रसायन का प्रथम नियम लिखिए।

उत्तर : ग्रोथस-ड्रेपर नियम को **"प्रकाश रसायन का प्रथम नियम"** भी कहते है। इस नियम के अनुसार, "रासायनिक अभिक्रिया, प्रकाश के केवल उन्हीं विकिरणों द्वारा सम्पन्न होती है जिनका अवशोषण होता है।"

प्रश्न 8. क्वाण्टम लब्धि को सूत्र द्वारा परिभाषित कीजिए।

उत्तर : क्वान्टम दक्षता (ϕ), अवशोषित फोटॉनों की संख्या व क्रियाकारी अणुओं की संख्या में सम्बन्ध दर्शाती हैं। क्वान्टम दक्षता को ϕ द्वारा दर्शाया जाता है।

क्वान्टम दक्षता (ϕ)

$$= \frac{\text{निश्चित समय में अभिकृत क्रियाकारी अणुओं की संख्या}}{\text{निश्चित समय में अवशोषित फोटॉनों की संख्या}}$$

प्रश्न 9. क्रिस्टलों के सममिति तत्वों के नाम लिखिए।

उत्तर : एक क्रिस्टल में सममिति तत्व तीन प्रकार के होते हैं :

(i) सममिति तल, *(ii)* सममिति अक्ष, *(iii)* सममिति केन्द्र।

प्रश्न 10. काय केन्द्रित क्रिस्टल के लिए जालक तलों में दूरियों का अनुपात लिखिए।

उत्तर : BCC में दूरियों का अनुपात : $1 : \sqrt{2} : \frac{1}{\sqrt{3}}$

भाग-ब (Part-B)

नोट : भाग-ब : प्रत्येक इकाई से एक प्रश्न (अ) अथवा (ब) का चयन करते हुए कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर लगभग 250 शब्दों का हो। प्रत्येक प्रश्न 3½ अंक का है।

इकाई–I (Unit–I)

प्रश्न 1. (A) अधिशोषण समतापी वक्र क्या है ? ये कितने प्रकार के होते हैं ? फ्रेंडलिच अधिशोषण समताप का आनुभाविक समीकरण लिखते हुए इसे सत्यापित कीजिए। इसकी दो सीमाएँ लिखिए।

@naresh_smd

परीक्षा प्रश्न-पत्र 2017
(जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर)

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. ψ की दो सार्थकता लिखिए।

उत्तर : *(i)* इलेक्ट्रॉन के पाए जाने की प्रायिकता की उपयोगिता बताता है।

(ii) यह क्वाण्टम यांत्रिकी का आधार स्तम्भ है।

प्रश्न 2. अधिशोषण समदाबी वक्र क्या होता है ?

उत्तर : ऐसा अधिशोषण फलन जो किसी तापमान पर और स्थिर दाब (at constant pressure) पर किसी पदार्थ की मात्रा, द्रव्यमान या आयतन को अधिशोषित करता है तो उसे अधिशोषण समदाबी (adsorption isobar) कहते है।

प्रश्न 3. एक द्विपरमाणु के लिए क्वाण्टीकृत घूर्णन ऊर्जा का मान cm^{-1} और घूर्णन स्थिरांक का समीकरण लिखिए।

उत्तर : **क्वाण्टीकृत घूर्णन ऊर्जा :** $\bar{E}_J = BJ(J+1)\ cm^{-1}$

घूर्णन स्थिरांक : $B = \frac{h}{8\pi^2 I_c}\ cm^{-1}$

प्रश्न 4. समानीत द्रव्यमान क्या होता है ?

उत्तर : समानीत द्रव्यमान (μ), द्रव्यमान तथा बन्ध दूरी के पद में जड़त्व आघूर्ण को दर्शाता है।

$$\mu = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$$

प्रश्न 5. एक अनहार्मोनिक दोलित्र के लिए मोर्स द्वारा दिया गया ऊर्जा का समीकरण लिखिए।

उत्तर : अनावर्त दोलक के लिए मोर्स का समीकरण

$$E = D_{eq}[1 + e^{a}(r_{eq} - r)]^2$$

यहाँ E = अनावर्त दोलक की ऊर्जा, D_{eq} = विघटन ऊर्जा, a = अणु का एक नियतांक, r_{eq} = अन्तरनाभिकीय दूरी।

प्रश्न 6. यदि अणु का समानीत द्रव्यमान μ है और कम्पन्न आवृत्ति $\bar{\upsilon}\ cm^{-1}$ है तब बल नियतांक ज्ञात करने का समीकरण लिखिए।

उत्तर : बल नियतांक ज्ञात करने का समीकरण :

$$K = 4\pi^2 \bar{\upsilon}^2 c^2 \mu$$

यहाँ K = बल नियतांक, $\bar{\upsilon}$ = कम्पन्न आवृत्ति, c = प्रकाश का वेग, μ = समानीत द्रव्यमान।

प्रश्न 7. फ्रेंक-कॉण्डन सिद्धान्त लिखिए।

उत्तर : इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम की कम्पन्न संरचना तथा विभिन्न तीव्रता वितरणों के स्थितिज ऊर्जा को फ्रेंक-कॉण्डन ने समझाया। इसे **फ्रेंक-कॉण्डन सिद्धान्त** कहते हैं। इनके अनुसार "अणु में इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण कम्पन्न गतियों की तुलना में अधिक तीव्र होते हैं, जिसे कम्पनीय अणु की अन्तःनाभिकीय दूरी में विशेष परिवर्तन नहीं होता हैं।"

प्रश्न 8. एक आइन्सटीन को परिभाषित कीजिए।

उत्तर : एक मोल (6.023×10^{23}) फोटॉन की ऊर्जा को **एक आइन्सटीन** कहते हैं। प्रकाश संश्लेषण में एक मोल फोटॉन को **एक आइन्सटीन** कहते है।

प्रश्न 9. घनीय क्रिस्टल समुदाय की एकक कोष्ठिका के पैरामीटर, अन्तःखण्ड एवं क्रिस्टल कोण लिखिए।

उत्तर : एकघनीय क्रिस्टल में :

(i) ब्रोवेज जालक = सरल (SC), काय केन्द्रित (BCC) तथा फलक केन्द्रित (FCC)

(ii) अन्तःखण्ड = $a = b = c$

(iii) अक्षीय कोण = $\alpha = \beta = \gamma = 90°$

उदाहरण : KCl, NaCl, ZnS.

परीक्षा प्रश्न-पत्र 2018
(जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर)

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. प्लांक विकिरण नियम दीजिए।

उत्तर : वैज्ञानिक मैक्स प्लांक के अनुसार, विकिरण ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण असतत तथा ऊर्जा के छोटे बण्डलों या पैकेटों के रूप में होता है, जिसे **क्वांटा** या **फोटोन** (Quanta or Photons) कहते हैं।

$$dE = \frac{8\pi hc\lambda^{-5}d\lambda}{e^{hc/k\lambda T}-1}$$

यह **प्लांक विकिरण नियम** कहलाता है।

प्रश्न 2. उत्क्रमणीय एवं अनुत्क्रमणीय अधिशोषण क्या है?

उत्तर : (i) उत्क्रमणीय अधिशोषण : यदि अधिशोषक व अधिशोषित पदार्थों के बीच कमजोर बल (वाण्डर वाल्स बल) उपस्थित हो तो इन बलों को ताप व दाब परिवर्तन द्वारा अलग किया जा सकता है अर्थात् यह उत्क्रमणीय हो जाता है। इसे **उत्क्रमणीय अधिशोषण** कहते है। इसमें अधिशोषक व अधिशोषित पदार्थों के बीच उत्क्रमणीय साम्य होता है जो ताप व दाब बदलने पर शीघ्र स्थापित हो जाता है। यह अधिशोषण उत्क्रमणीय होता है। **उदाहरण :** H_2 या O_2 का चारकोल द्वारा अधिशोषण।

(ii) अनुत्क्रमणीय अधिशोषण : यदि अधिशोषक व अधिशोषित पदार्थों के बीच रासायनिक बन्ध उपस्थित (प्रबल बल) हो, जो ताप व दाब परिवर्तन द्वारा अलग नहीं किया जा सकता है। इसे **अनुत्क्रमणीय अधिशोषण** कहते हैं। इसमें अधिशोषक व अधिशोषित पदार्थों के बीच उत्क्रमणीय साम्य स्थापित नहीं होता है। **उदाहरण :** Ni की सतह पर H_2 का अधिशोषण।

प्रश्न 3. मैक्सवेल-बोल्ट्जमान वितरण नियम दीजिए।

उत्तर : इसे **समष्टि-वितरण अनुप्रयुक्त वितरण** भी कहते है। इनके अनुसार स्पेक्ट्रम रेखाओं की तीव्रता

$$\text{तीव्रता} \propto \frac{N_J}{N_0} = \exp^{(-E_J/kT)}$$

जहाँ N_J = उच्चतर ऊर्जा स्तर, N_0 = निम्नतर ऊर्जा स्तर, E_J = स्पेक्ट्रल रेखाओं का ऊर्जा अन्तर, T = तापमान (केल्विन पैमाने में), k = सार्वत्रिक स्थिरांक।

प्रश्न 4. घूर्णन स्पेक्ट्रम के वरण नियम दीजिए।

उत्तर : घूर्णन स्पेक्ट्रम का वरण नियम :

$$\boxed{\Delta J = \pm 1}$$

जहाँ J = घूर्णन क्वाण्टम संख्या है।

प्रश्न 5. ध्रुवणता से आप क्या समझते हैं?

उत्तर : ध्रुवणता सिद्धान्त को रमन प्रभाव के चिरसम्मत सिद्धान्त द्वारा समझाया जा सकता है। अर्थात् जब कोई अणु विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में रहता है तो इलेक्ट्रॉन धनात्मक ध्रुव की ओर तथा नाभिक ऋणात्मक ध्रुव की ओर आकर्षित होते हैं। आवेश केन्द्रों के विस्थापन के कारण अणु में प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न हो जाता है तथा अणु में ध्रुवणता आ जाती है और इस प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण (υ) का परिमाण प्रयुक्त विद्युत क्षेत्र (E) पर तथा अणु की ध्रुवणता पर निर्भर करता है।

प्रश्न 6. सरल आवर्त दोलक के ऊर्जा स्तरों के लिए पद दीजिए।

उत्तर : सरल आवर्त दोलक के ऊर्जा स्तरों का सामान्य सूत्र :

$$E_v = \left(v + \frac{1}{2}\right)h\upsilon$$

(i) निम्न कम्पन स्तर, $E_0 = \frac{1}{2}h\upsilon$ .....(1)

इसे शून्य बिन्दु ऊर्जा कहते है यहाँ $v = 0$ होगा।

(ii) प्रथम कम्पन स्तर, $E_1 = \frac{3}{2}h\upsilon$ यहाँ $v = 1$ होगा। .....(2)

(iii) द्वितीय कम्पन स्तर, $E_2 = \frac{3}{2}h\upsilon$ यहाँ $v = 2$ होगा। .....(3)

प्रश्न 7. $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$ और $n \rightarrow \pi^*$ संक्रमण स्पेक्ट्रा के क्रमशः ..... क्षेत्र में होगे।

उत्तर : *(i)* $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण, *(ii)* $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण, *(iii)* $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण, *(iv)* $n \rightarrow \pi^*$ संक्रमण।

@naresh_smd

प्रश्न 8. प्रकाश संवेदित क्रियाओं के दो उदाहरण लिखिए।

उत्तर : प्रकाश संवेदित क्रियाएँ :

(i) H_2 का वियोजन $\Rightarrow H_2 \xrightarrow{h\upsilon} 2H$

(ii) O_3 का अपघटन होना $\Rightarrow O_3 \xrightarrow{h\upsilon} O_2 + O$

प्रश्न 9. सोडियम क्लोराइड के एकक कोष्ठिका में कितने NaCl अणु होते है।

उत्तर : सोडियम क्लोराइड के एकक कोष्ठिका में NaCl के "चार" अणु होते हैं।

प्रश्न 10. सल्फर डाई ऑक्साइड अणु की सममिति तत्वों को बताइए।

उत्तर : SO_2 में बिन्दु ग्रुप "C_2V" होता है।

परीक्षा प्रश्न-पत्र 2019
(जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर)

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. कृष्णिका एवं स्टीफेन-बोल्ट्जमान नियम को क्रमशः परिभाषित करिए एवं लिखिए।

उत्तर : कृष्णिका (Blackbody)—वह पिण्ड जो अपने पृष्ठ पर आपतित होने वाली सभी विकिरणों को अवशोषित कर लेता है, ऐसे आदर्श पिण्ड को **कृष्णिका** कहते है।

स्टीफेन नियम (Stefan's Law)—किसी दिए गए परमताप (T) पर वक्र तथा X-अक्ष के मध्य घिरा क्षेत्रफल उस पर दर्शित दैर्ध्य परिसर में कृष्णिका द्वारा उत्सर्जित सम्पूर्ण ऊर्जा (E) को प्रदर्शित करता है तथा ताप बढ़ने पर उत्सर्जित सम्पूर्ण ऊर्जा (E) का मान तेजी से बढ़ता है। यह **स्टीफेन नियम** कहलाता है।

$$E = KT^4$$

जहाँ E = उत्सर्जित सम्पूर्ण ऊर्जा, K = स्टीफेन स्थिरांक, T = तापमान।

प्रश्न 2. अधिशोषण समतापी वक्र को परिभाषित करिए। फ्रान्डेंलिक का अधिशोषण समतापी वक्र का समीकरण लिखिए।

उत्तर : अधिशोषण समतापी वक्र—हम जानते है कि अधिशोषित गैस की मात्रा, दाब तथा ताप का फलन होती है–

$$a = \int (P, T)$$

यहाँ a = अधिशोषित गैस की मात्रा, P = गैस का दाब, T = ताप।

यदि ताप स्थिर रखा जाए तथा दाब परिवर्तित हो रहा हो तो a तथा P के बीच खींचा गया वक्र **अधिशोषण समतापी वक्र** कहलाता है।

फ्रान्डेंलिक अधिशोषण समतापी वक्र का समीकरण–

$$\frac{x}{m} = Kp^{1/n}$$

यहाँ X = अधिशोषित पदार्थ की मात्रा, m = अधिशोषक, K = स्थिरांक, P = अधिशोषित गैस का दाब।

प्रश्न 3. दृढ़ घूर्णक की परिभाषा लिखिए।

उत्तर : एक घूर्णित द्विपरमाण्विक अणु, जिसके नाभिक एक निश्चित मध्य दूरी से पृथक् रहते है, को मुक्त घूर्णन अक्ष सहित **दृढ़ घूर्णक** कहा जाता है।

प्रश्न 4. स्पेक्ट्रामिकी क्या होती है?

उत्तर : विज्ञान की वह शाखा, जिसके अन्तर्गत उन संक्रमणों का अध्ययन किया जाता है, जो एक अणु के विभिन्न ऊर्जा स्तरों के मध्य उपयुक्त विकिरणों के अवशोषण से प्राप्त होते है।

प्रश्न 5. अहार्मोनिक दोलित के लिए श्रोडिंगर समीकरण आधारित कम्पन ऊर्जा के लिए व्यंजक लिखिए।

उत्तर : अनावर्त दोलक के ऊर्जा स्तर का व्यंजक–

$$E_v = \left(v + \frac{1}{2}\right) hc\overline{W}_e$$

यहाँ Ev = कम्पन ऊर्जा, h = प्लांक स्थिरांक, c = प्रकाश का वेग, $\overline{W}_e$ = साम्य कम्पन आवृत्ति।

प्रश्न 6. बल नियतांक के साथ बन्ध ऊर्जा किस तरह परिवर्तित होती है?

उत्तर : बल नियतांक के साथ बन्ध ऊर्जा परिवर्तन–बल नियतांक तथा बन्ध ऊर्जा में गुणात्मक सम्बन्ध होता है–

$$\text{बल नियतांक} \propto \text{बन्ध ऊर्जा}$$

प्रश्न 7. फ्रेंक-कॉन्डन सिद्धान्त क्या है? इसकी उपयोगिता लिखिए।

उत्तर : वैज्ञानिक **फ्रेंक-कण्डन** के अनुसार "अणु में इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण, कम्पन गतियों की तुलना में अधिक तीव्र होते है, जिसके कम्पनीय अणु की अन्तःनाभिकीय दूरी में विशेष परिवर्तन नहीं होता है।" यह सिद्धान्त इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम की कम्पन संरचना तथा विभिन्न वितरणों के स्थितिज वक्र को समझाता है।

प्रश्न 8. एक आइन्स्टीन और क्वाण्टम दक्षता की परिभाषा दीजिए।

उत्तर : एक आइन्स्टीन–एक मोल अणु द्वारा अवशोषित विकिरण ऊर्जा को **एक आइन्स्टीन** कहते है।

क्वाटम दक्षता–यह अवशोषित फोटोनों व क्रियाकारी अणुओं की संख्या में सम्बन्ध दर्शाती है।

$$\phi = \frac{\text{निश्चित समय में क्रियकारी अणुओं की संख्या}}{\text{निश्चित समय में अवशोषित फोटोनों की संख्या}}$$

प्रश्न 9. क्रिस्टल अवस्था को परिभाषित दीजिए।

उत्तर : रसायन शास्त्र में क्रिस्टल अवस्था वह ठोस अवस्था होती है, जिनके अणु, परमाणु या आयन एक व्यवस्थित क्रम में लगे होते है तथा यही क्रम सभी तरफ दोहराया जाता है। उस अवस्था को **क्रिस्टल अवस्था** कहते है।

प्रश्न 10. सममिति अक्ष की परिभाषा दीजिए।

उत्तर : वह काल्पनिक अक्ष, जिस पर क्रिस्टल को घुमाव (Rotate) करने पर अपना मूल रूप एक से अधिक बार प्रदर्शित करें तो उस अक्ष को **सममिति अक्ष** कहते है।

भाग-ब (Part-B)

परीक्षा प्रश्न-पत्र 2020
(जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर)

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. कृष्णिका को परिभाषित कीजिये।

उत्तर : वह पिण्ड जो अपने पृष्ठ पर आपतित होने वाली सभी विकिरणों को अवशोषित कर लेता है, ऐसे आदर्श पिण्ड को कृष्णिका (Black body) कहते हैं।

प्रश्न 2. अधिशोषण के कोई दो अभिलक्षण दीजिये।

उत्तर : अधिशोषण के दो अभिलक्षण :-

(i) यह एक पृष्ठीय परिघटना (surface phenomenen) है।

(ii) अधिशोषण प्रक्रम स्वत: (spontaneous) होता है।

प्रश्न 3. स्पेक्ट्रम तीव्रता को संक्षिप्त में समझाइए।

उत्तर : घूर्णन स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रमी रेखाओं की तीव्रता, अणुओं की आपेक्षित संख्या पर निर्भर करती है। स्पेक्ट्रमी तीव्रताएं, मुख्यतया तीन कारकों पर निर्भर करती है-

(i) संक्रमण प्रायिकता

(ii) अवस्थाओं की समष्टि

(iii) स्पेक्ट्रम देने के लिए उत्तरदायी पदार्थ की मात्रा।

प्रश्न 4. स्पेक्ट्रममापी के विभिन्न अवयवों के नाम लिखिये।

उत्तर : स्पेक्ट्रममापी के विभिन्न अवयव- विकिरण का स्रोत, दर्पण, कोष्ठिका, प्रिज्म, संसूचक, अभिलेखी।

प्रश्न 5. सरल आवर्त दोलक के लिए कम्पन आवृत्ति का सूत्र लिखिए।

उत्तर : सरल आवर्त दोलक की कम्पन आवृत्ति का सूत्र :-

$$\bar{\upsilon} = \frac{1}{2\pi C}\sqrt{\frac{K}{\mu}}$$

यहाँ υ= कम्पन आवृत्ति

C = प्रकाश का वेग

K = बल नियतांक

μ = समानीत द्रव्यमान

प्रश्न 6. रमन स्पेक्ट्रा के कोई दो अनुप्रयोग लिखिये।

उत्तर : रमन स्पेक्ट्रा के दो अनुप्रयोग :-

(i) रमन स्पेक्ट्रा, ठोस, द्रव तथा गैसों के लिए प्राप्त किया जा सकता है।

(ii) रमन स्पेक्ट्रा, स्पेक्ट्रम के दृश्य परास में प्राप्त किया जा सकता है जो IR में सम्भव नहीं है।

प्रश्न 7. स्टार्क-आइन्स्टीन नियम समझाइए।

उत्तर : स्टार्क-आइन्स्टीन नियम :- इसे प्रकाश रसायन का द्वितीय नियम भी कहते हैं। इस नियम को वैज्ञानिक स्टार्क तथा आइन्स्टीन ने प्रतिपादित किया था। इस नियम के अनुसार "प्रकाश रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले प्रत्येक अणु द्वारा एक क्वांटम ऊर्जा अवशोषित करने से अभिक्रिया सम्पन्न होती है।" इस नियम को प्रकाश रासायनिक तुल्यता का नियम भी कहते हैं।

प्रश्न 8. प्रकाश संवेदित अभिक्रिया का एक उदाहरण दीजिये।

उत्तर : प्रकाश संवेदित अभिक्रिया का एक उदाहरण :-

हरे पौधों में प्रकाश संश्लेषण का होना

$$CO_2 + H_2O + h\nu \xrightarrow{\text{क्लोरोफिल}} \underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} + O_2$$

प्रश्न 9. क्रिस्टल विज्ञान के अंतराफलक कोणों की स्थिरता का नियम लिखिए।

उत्तर : क्रिस्टल विज्ञान के अंतराफलक कोणों की स्थिरता का नियम :- यह क्रिस्टलोग्राफी का प्रथम नियम कहलाता है। इस नियम के अनुसार "समान भौतिक परिस्थितियों में एक ही पदार्थ के विभिन्न क्रिस्टलों के लिए अन्तराफलक कोण, सदैव स्थिर रहता है। यह नियम स्टेनो ने दिया था।

प्रश्न 10. मिलर परिमेय या सूचकांक पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

उत्तर : मिलर सूचकांक—वैज्ञानिक मिलर ने किसी फलक के अक्षीय अनुपातों व अन्त:खण्डों के सामान्य सम्बन्ध से उनके क्रिस्टलीय अक्षों को व्यक्त किया। इन मिलर घातांकों को वीइस घातांक से निम्न प्रकार से परिवर्तित किया जा सकता है–

(i) $2a, b, c$; *(ii)* $\frac{3}{2}a, 2b, c$

उत्तर :

(i) $2a, b, c = 2, \quad 1, \quad 1$ वीइस प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{1}, \quad \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= 1, \quad 2, \quad 2$ मिलर प्रतीक/अंक

(ii) $\frac{3}{2}a, 2b, c = \frac{3}{2}, \quad 2, \quad 1$ वीइस प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{3/2}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= \frac{2}{3}\times 6, \quad \frac{1}{2}\times 6, \quad 1\times 6$

$= 4, \quad 3, \quad 6$ मिलर प्रतीक/अंक

परीक्षा प्रश्न-पत्र, 2021
जयनारायण व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर

B.Sc. Part–III, तृतीय प्रश्न-पत्र

भौतिक रसायन
(Physical Chemistry)

भाग 'अ' (Part 'A')

नोट : भाग-अ के सभी प्रश्न अनिवार्य है। इन प्रश्नों के उत्तर प्रत्येक 30 शब्दों तक सीमित है। प्रत्येक प्रश्न 1 अंक का है।

प्रश्न 1. समय-स्वतंत्र श्रोडिंगर तरंग समीकरण लिखिए।

उत्तर :
$$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\psi}{\partial z^2}+\frac{2M}{h^2}(E-V)\psi=0 \quad ...(1)$$

समीकरण (1) को श्रोडिंगर का समय स्वतंत्र तरंग समीकरण कहते हैं।

प्रश्न 2. अधिशोषण समतापी क्या है ?

उत्तर : हम जानते है कि अधिशोषित गैस की मात्रा, दाब तथा ताप का फलन होती है–

$$a=\int(P,T)$$

यहाँ a = अधिशोषित गैस की मात्रा, P = गैस का दाब, T = ताप।

यदि ताप स्थिर रखा जाए तथा दाब परिवर्तित हो रहा हो तो a तथा P के बीच खींचा गया वक्र **अधिशोषण समतापी वक्र** कहलाता है।

प्रश्न 3. निम्न में से कौन-सा अणु विशुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रा देता है ?

(i) CCl_4 **(ii)** HCl

उत्तर : केवल HCl अणु ही विशुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रा देता है, CCl_4 नहीं।

प्रश्न 4. विद्युतचुम्बकीय विकिरण के तरंगदैर्ध्य एवं आवृत्ति के मध्य क्या सम्बन्ध है ?

उत्तर :
$$\upsilon=\frac{c}{\lambda}$$

यहाँ υ = आवृत्ति, c = प्रकाश का वेग, λ = तरंगदैर्ध्य।

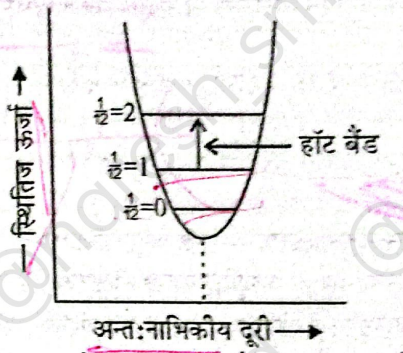
प्रश्न 5. एक द्विपरमाणुक अणु के शुद्ध घूर्णन रमन स्पेक्ट्रा के लिए चयन नियम क्या है ?

उत्तर : $\Delta J=0,\pm2$

यहाँ $\Delta J=0$ रैले प्रकीर्णन
$=+2$ स्टोक रेखाएँ
$=-2$ प्रतिस्टोक रेखाएँ

प्रश्न 6. हॉट बैंड क्या है ?

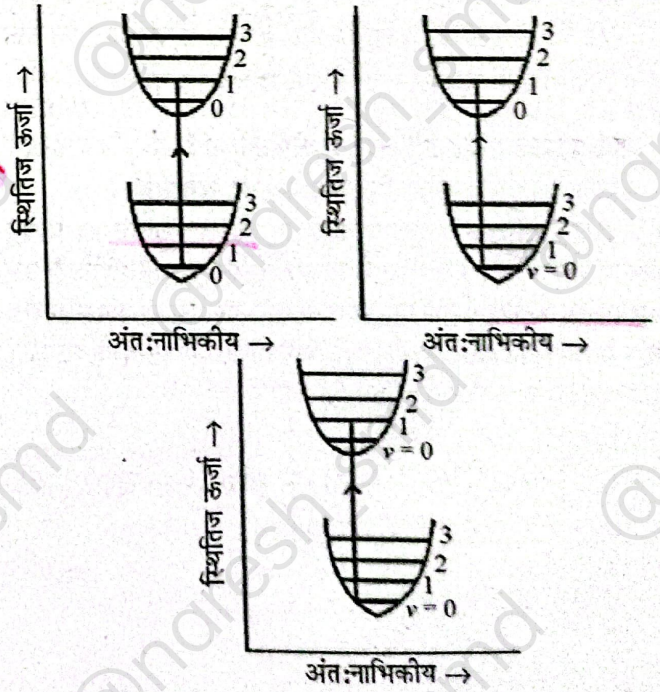
उत्तर :



जब $\upsilon=1$ से $\upsilon=2$ में संक्रमण होता है, तो उसे ऊष्ण बैंड या हॉट बैंड (hot band) कहते हैं।

प्रश्न 7. फ्रेंक-कॉन्डन सिद्धांत क्या है ?

उत्तर : वैज्ञानिक फ्रेंक-कॉन्डन ने स्थितिज ऊर्जा तर्क को समझाया था। इसके लिए इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम की कंपन संरचना तथा विभिन्न तीव्रता-वितरणों के स्थितिज ऊर्जा वक्र को समझाया। इसे **फ्रेंक-कॉन्डन सिद्धांत** कहते है।



चित्र : फ्रेंक-कॉन्डन सिद्धांत और स्थितिज ऊर्जा वर्क

इनके अनुसार "अणु में इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण कंपन गतियों की तुलना में अधिक तीव्र होते है, जिससे कंपनीय अणु की अंत:नाभिकीय दूरी में विशेष परिवर्तन नहीं होता है। अर्थात् इलेक्ट्रॉन संक्रमण इतनी तेजी से होता है कि कंपन करते अणु में, संक्रमण की अवधि में अंत:नाभिकीय दूरी में परिवर्तन नहीं कर पाते है। अत: संक्रमण के पश्चात् परमाणुओं के नाभिक लगभग संक्रमण से पहले वाले स्थान पर स्थापित हो जाते है।"

प्रश्न 8. ग्रोथस-ड्रेपर का नियम समझाइए।

उत्तर : ग्रोथस-ड्रेपर का नियम (प्रकाश रसायन का प्रथम नियम)– इस नियम को वैज्ञानिक **ग्रोथस-ड्रेपर** ने दिया था इसके अनुसार, "रासायनिक अभिक्रिया प्रकाश के केवल उन्हीं विकिरणों द्वारा संपन्न होती है जिसका अवशोषण होता है।"

प्रश्न 9. क्रिस्टल के फलक एवं किनारे से क्या तात्पर्य है ?

उत्तर : *(i)* फलक (Face) : वे पृष्ठ जिनसे क्रिस्टल बंधा होता है, फलक कहलाता है। ये सामान्यत: समतल होते हैं।

***(ii)* किनारा (Edge) :** किसी क्रिस्टल के दो निकटवर्ती फलकों के प्रतिच्छेदन से किनारा बनता है। किनारे तीक्ष्ण (sharp) होते हैं।

प्रश्न 10. फलकों के वाइस प्रतीक 2a : b : ∞c को मिलर प्रतीक में परिवर्तित कीजिए।

हल : **2a : b : ∞c**

$$= \frac{1}{2} \quad \frac{1}{1} \quad \frac{1}{\infty}$$

$$= \frac{1}{2}\times 2 \quad \frac{1}{1}\times 2 \quad \frac{1}{\infty}\times 2$$

$$= 1 \quad 2 \quad 0$$

इकाई–I (Unit–I)

2016 2016/18

प्रश्न 1. (A) अधिशोषण समतापी वक्र क्या है ? ये कितने प्रकार के होते हैं ? फ्रेंडलिच अधिशोषण समताप का आनुभाविक समीकरण लिखते हुए इसे सत्यापित कीजिए। इसकी दो सीमाएँ लिखिए।

@naresh_smd

उत्तर : किसी अधिशोषित गैस की मात्रा दाब तथा ताप का फलन होती है। गणितीय रूप से :

$$a = F(P, T)$$

जहाँ a = अधिशोषित गैस की मात्रा, P = गैस का दाब, T = तापमान।

यदि ताप स्थिर रखा जाए तथा दाब परिवर्तित हो तो a तथा P के बीच खींचा गया वक्र **अधिशोषण समपाती वक्र** कहलाता है।

समतापी वक्र निम्न प्रकार के होते हैं :

(1) पहला प्रकार (Type-I) : यह एकक अणुक परतीय होता है। **उदाहरण :** चालकोल पर नाइट्रोजन का –195°C पर अधिशोषण।

(2) द्वितीय प्रकार (Type-II) : यह एकक अणुक परत में बहुअणुक परत के बीच होता है। **उदाहरण :** N_2 का सिलिका जैल पर अधिशोषण (–195°C पर)।

(3) तीसरा प्रकार (Type-III) : इस प्रकार के अधिशोषण समपाती में संक्रमण बिन्दु नहीं होता है। **उदाहरण :** 79°C ताप पर ब्रोमीन या आयोडीन का सिलिका जैल पर अधिशोषण।

(4) चौथा प्रकार (Type-IV) : इस प्रकार के अधिशोषण समतापी में संतृप्त अवस्था प्राप्त करने की प्रकृति बहुअणुक क्षेत्र में ही प्राप्त हो जाती है। **उदाहरण :** बेन्जीन वाष्प का फैरिक ऑक्साइड जैल पर अधिशोषण (50°C पर)।

(5) पाँचवाँ प्रकार (Type-V) : यह बहुअणुक परत तथा उच्च दाब पर संतृप्त अवस्था प्राप्त है। **उदाहरण :** चारकोल पर जलवाष्प का अधिशोषण (100°C पर)।

• **फ्रॉन्डलिक का अधिशोषण समतापी वक्र :** सन् 1909 में वैज्ञानिक **फ्रॉन्डलिक** ने एक आनुमानिक समीकरण (Empirical equation) दिया था जो किसी निश्चित ताप पर अधिशोषित होने वाले पदार्थ की मात्रा तथा अधिशोषण की सान्द्रता के बीच सम्बन्ध बताता है। जिसे **"फ्रॉन्डलिक अधिशोषण समतापी समीकरण"** कहते है।

इनके अनुसार, यदि x ग्राम अधिशोषित पदार्थ की मात्रा, m ग्राम अधिशोषक पर अधिशोषित होता है और उस दौरान साम्य पर सान्द्रता 'i' है। तो गणितीय रूप से

$$\frac{x}{m} = kc^{1/n} \qquad .....(1)$$

यहाँ x = अधिशोषित पदार्थ, m = अधिशोषिक पर अधिशोषित पदार्थ की मात्रा, k तथा n = स्थिरांक, c = साम्य अवस्था पर सान्द्रता।

ठोसों पर गैसों के अधिशोषण के लिए फ्रॉन्डलिक अधिशोषण समतापी समीकरण (1) को ऐसे भी लिखा जा सकता है :

$$\frac{x}{m} = kp^{1/n} \qquad .....(2)$$

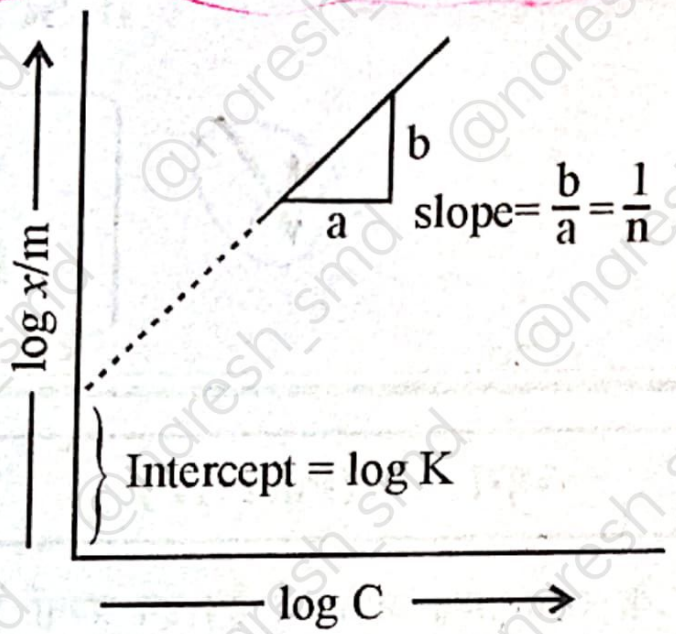
जहाँ p = अधिशोषित गैस का दाब है।

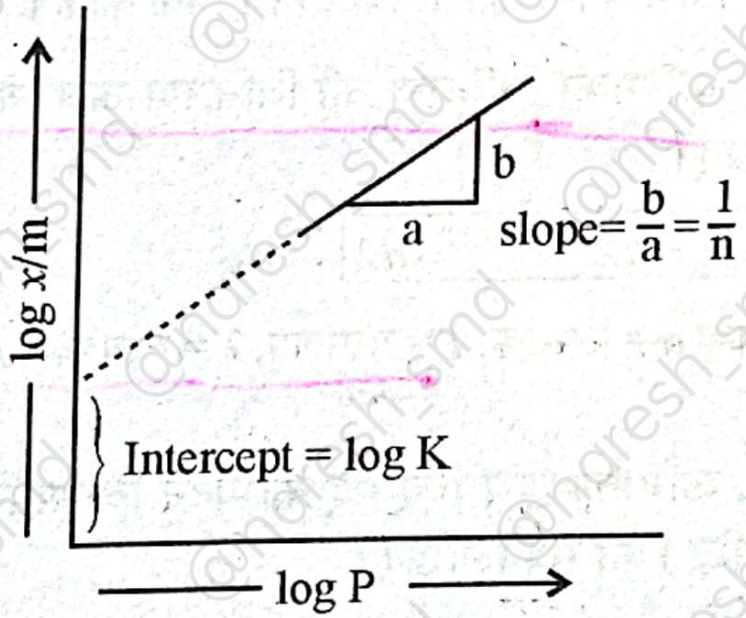
• **फ्रॉन्डलिक समतापी अधिशोषण का सत्यापन :** समीकरण (1) तथा (2) का दोनों ओर लघुगुणक लेने पर,

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log c \qquad .....(3)$$

$$\log \frac{x}{m} = \log k + \frac{1}{n} \log p \qquad .....(4)$$

यदि log x/m को log p के विरुद्ध आलेखित करे तो एक सीधी रेखा (straight line) आनी चाहिए। इस रेखा का ढाल (slope), $1/n$ तथा y-अक्ष पर अन्त:खण्ड (intercept) log k का मान निर्दिष्ट करता है।





चित्र : फ्रॉन्डलिक अधिशोषण समतापी वक्र

- **अधिशोषण समतापी वक्र की सीमाएँ :**

(1) यह एक निश्चित दाब परिसर में ही अच्छे परिणाम देता है।

(2) स्थिरांक k और n के मान तापमान के साथ बदलते रहते है।

अथवा

प्रश्न 1. (B) रासायनिक अधिशोषण और भौतिक अधिशोषण में अन्तर दीजिए।

उत्तर : रासायनिक अधिशोषण और भौतिक अधिशोषण में अन्तर:

क्र.	रासायनिक अधिशोषण	भौतिक अधिशोषण
1.	यह अनुक्रमणीय प्रक्रम है।	यह उत्क्रमणीय प्रक्रम है।
2.	अधिशोषण ऊष्मा 40–400 kJ/mole होती है।	इसकी अधिशोषण ऊष्मा 40 kJ/mole से कम होती है।
3.	यह एकल परतीय होता है।	यह बहुपरतीय होता है।
4.	उच्च ताप तथा निम्न दाब पर अधिक अधिशोषण होता है।	कम ताप और उच्च दाब पर अधिक होता है।
5.	अधिशोषण प्रक्रम में विशेष सक्रियण ऊर्जा सम्मिलित होती है।	इसमें विशेष सक्रियण ऊर्जा सम्मिलित नहीं होती है।
6.	**उदाहरण :** टंगस्टन द्वारा ऑक्सीजन का अधिशोषण, निकल पर हाइड्रोजन का अधिशोषण।	**उदाहरण :** चारकोल द्वारा हाइड्रोजन व ऑक्सीजन का अधिशोषण माइका पर नाइट्रोजन का अधिशोषण।

(iii) **अधिशोषण को प्रभावित करने वाले कारक :** ठोसों द्वारा गैसों का अधिशोषण निम्नलिखित कारकों पर निर्भर करता है :

1. **अधिशोष्य तथा अधिशोषक की प्रकृति**—अधिशोष्य तथा अधिशोषक की प्रकृति, अधिशोषित गैस की मात्रा पर निर्भर करती है। जैसे—SO_2, NH_3, HCl तथा CO_2 (आसानी से द्रवित होने वाली गैसों) इत्यादि, N_2, H_2, O_2 (स्थाई गैसों) की तुलना में तीव्रता से अधिशोषित होती है।
2. **अधिशोषण का पृष्ठीय क्षेत्रफल**—अधिशोषक का पृष्ठीय क्षेत्रफल जितना अधिक होगा, उतना ही अधिक अधिशोषण होगा।
3. **ताप का प्रभाव**—तापमान बढ़ने पर अधिशोषण बढ़ता है।
4. **दाब का प्रभाव**—दाब बढ़ने पर अधिशोषण भी बढ़ता है।

डी-ब्रॉग्ली समीकरण—

$$E = mc^2 \text{ (आइन्सटीन की अवधारणा)} \quad .....(1)$$

$$E = h\upsilon \text{ (प्लॉक की अवधारणा)} \quad .....(2)$$

या $$h\upsilon = mc^2$$

या $$\frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

अथवा

प्रश्न 1. (ब) अधिशोषण क्या है ? अधिपोषण एवं अवशोषण में अंतर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर–अधिशोषण–अणुक स्पीशीज का किसी ठोस या द्रव के स्थूल की अपेक्षा पृष्ठ पर संचित होना, अधिशोषण कहलाता है।

अधिशोषण तथा अवशोषण में अंतर–

क्र.सं.	अवशोषण	अधिशोषण
1.	यह स्थूल परिघटना है।	यह पृष्ठीय परिघटना है।
2.	इसमें धीरे-धीरे साम्य स्थापित हो जाता है।	कम समय में साम्य स्थापित हो जाता है।
3.	अवशोषण में पदार्थ, ठोस के संपूर्ण पिंड में बैठ जाता है।	अधिशोषण में पदार्थ (गैस, या द्रव) का सांद्रण केवल ठोस या द्रव के पृष्ठ पर होता है।

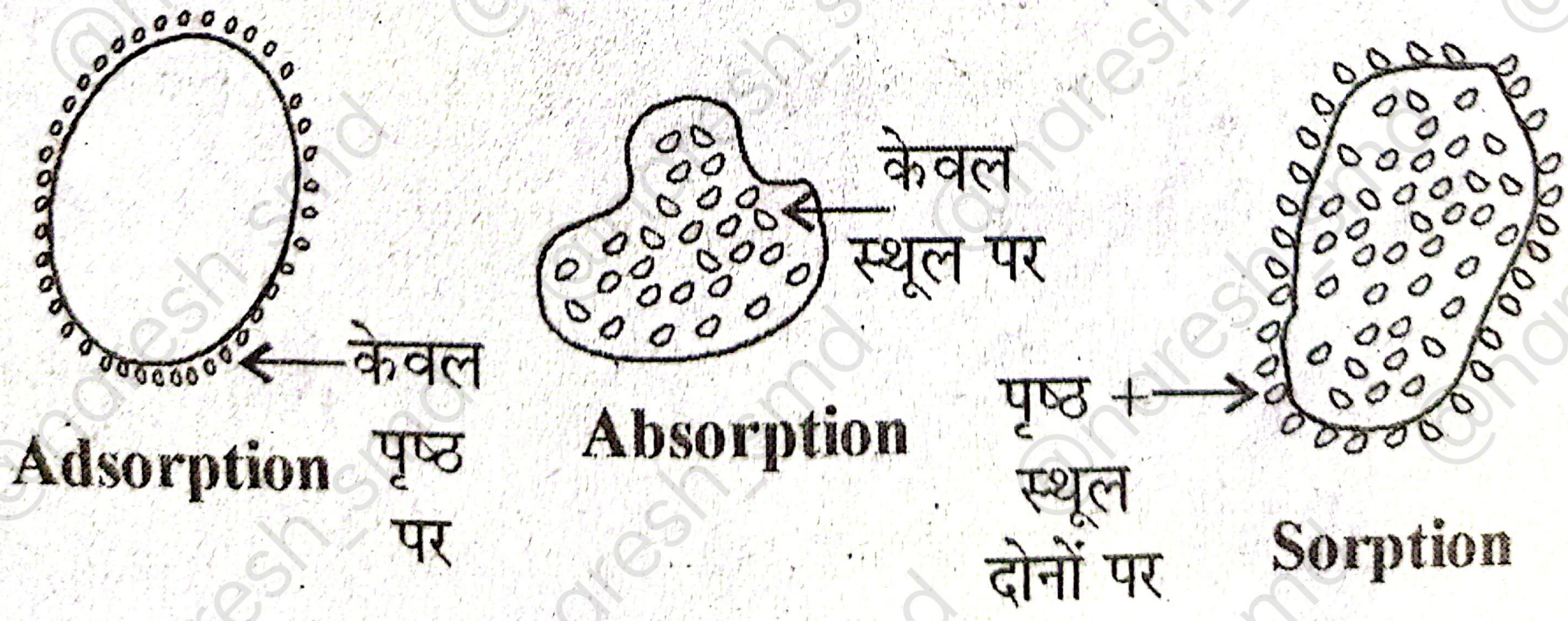
स्थिरांक।

***(ii)* रासायनिक अधिशोषण**—जब अधिशोषित गैस के अणुओं तथा ठोस सतह के बीच रासायनिक बंधों जैसा, कोई बल उपस्थित हो तो अधिशोषण को **रासायनिक अधिशोषण** कहते हैं। इस प्रकार के अधिशोषण में गैस के अणु (अधिशोष्य), ठोस सतह (अधिशोषक) पर प्रबल रासायनिक बलों द्वारा आकर्षित (strong chemical interaction) कहते हैं। भौतिक अधिशोषण की तुलना में इसकी अधिशोषण ऊष्माएँ अधिक होती है। इस अधिशोषण में अधिशोषित पदार्थ को हटाना बहुत कठिन होता है और उसके लिए उच्च ताप की आवश्यकता होती है तथा हटाया गया पदार्थ मूल अधिशोषित पदार्थ से भिन्न भी हो सकता है। अतः यह अधिशोषण अनुत्क्रमणीय प्रकृति का होता है।

उदाहरण के लिए टंगस्टन द्वारा ऑक्सीजन का अधिशोषण, निकल पर हाइड्रोजन का अधिशोषण।

(iv) **शोषण–**

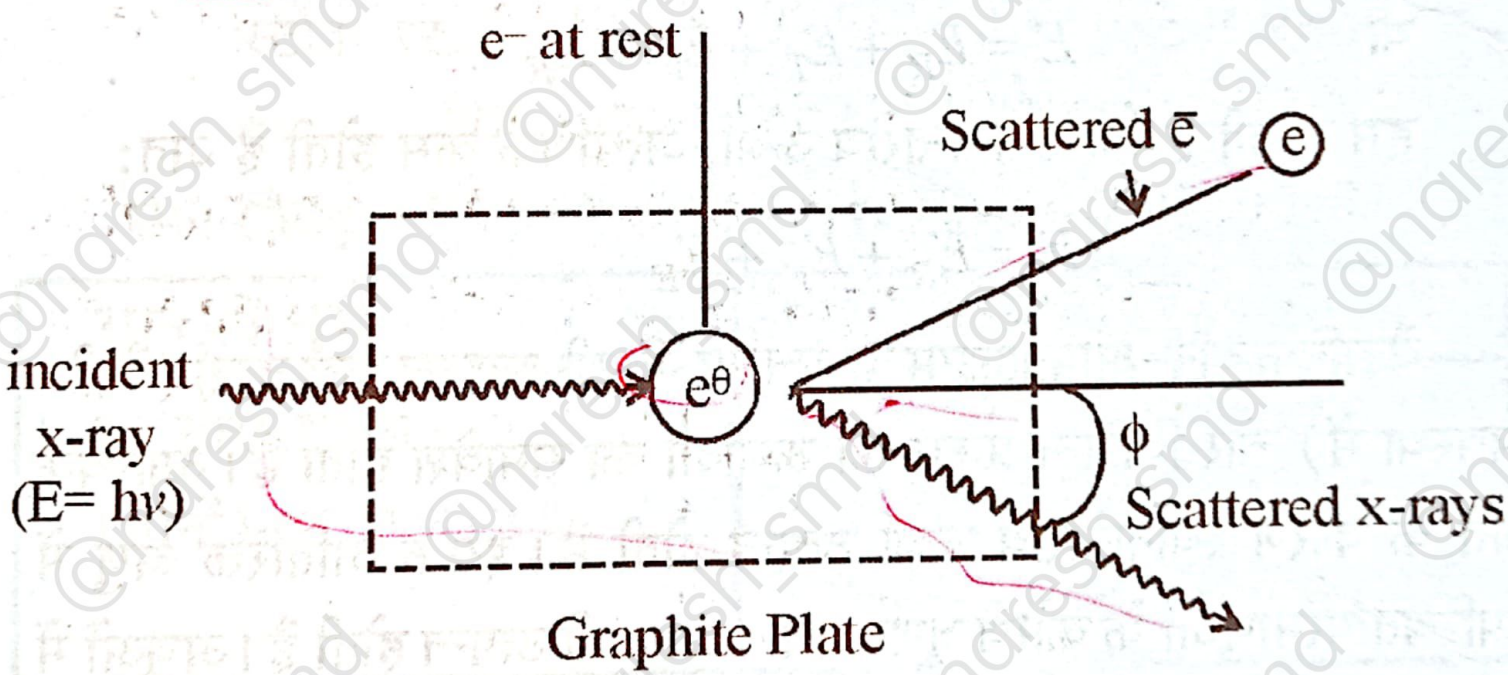
- **अधिशोषण (Adsorption) :** यह एक पृष्ठीय परिघटना (Surface Phenomenon) है।
- **अवशोषण (Absorption) :** यह एक स्थूल परिघटना (Bulk Phenomenon) है।



- **शोषण (Sorption) :** जब अवशोषण तथा अधिशोषण, दोनों परिघटनाएँ, एक साथ होती है तो वह शोषण (Sorption) कहलाता है।

प्रश्न 1. (अ) क्रॉम्टन प्रभाव समझाइए तथा उपयोग बताइए।

उत्तर : वैज्ञानिक **ए.एच. क्रॉम्पटन** ने विकिरण की कणीय प्रकृति के पक्ष में प्रमाण दिया था, जिसे **क्रॉम्पटन प्रभाव** कहते हैं। इनके अनुसार जब एकवर्णी X-किरण, कार्बन या ग्रेफाइट या हल्के तत्व पर टकराती है तो उसमें से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होता है तथा विवर्तित X-किरणों की तरंगदैर्ध्य बढ़ जाती है अथवा ऊर्जा (आवर्ती) आपतित X-किरण की तुलना में कम हो जाती है। यह प्रभाव **क्रॉम्पटन प्रभाव** कहलाता है।



चित्र : कॉम्पटन प्रभाव

कॉम्पटन प्रभाव का उपयोग : यह प्रभाव हाइजनबर्ग अनिश्चितता सिद्धान्त के परिणामों को सत्यापित करता है।

अथवा

(iii) द्रव्यतरंग तथा वैद्युत चुम्बकीय तरंग में अन्तर :

(a) द्रव्यतरंग की गति, वैद्युत चुम्बकीय तरंगों से बहुत कम होती है।

(b) द्रव्यतरंग कण पर संयोजित (associated) होती है जबकि वैद्युत चुम्बकीय तरंग की तरह उत्सर्जित (emitted) नहीं होती है।

(c) द्रव्यतरंग के लिए, वैद्युत चुम्बकीय तरंगों की तरह रिक्त स्थान पर विकिरित नहीं होती है।

@naresh_smd

प्रश्न 1. निम्न पर विस्तार से टिप्पणी लिखिए :-

(i) प्लांक का विकिरण नियम

(ii) हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त।

(iii) अधिशोषण को प्रभावित करने वाले कारक।

उत्तर : (i) प्लांक का विकिरण नियम- वैज्ञानिक मैक्स प्लांक के अनुसार, विकिरण ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण असतत तथा ऊर्जा के छोटे बण्डलों या पैकेटों के रूप में होता है, जिसे **क्वांटा** या **फोटोन** (Quanta or Photons) कहते हैं। प्रत्येक फोटोन में निश्चित ऊर्जा होती है जो विकिरण की आवृत्ति पर निर्भर करती है।

$$dE = \frac{8\pi hc\lambda^{-5} d\lambda}{e^{hc/k\lambda T} - 1}$$

यह **प्लांक विकिरण नियम** कहलाता है।

(ii) हाइजेनबर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त- यह सिद्धान्त सन् 1927 में वैज्ञानिक हाइजेनबर्ग ने प्रतिपादित किया था। उनके अनुसार "किसी गतिशील कण के संवेग (momentum) तथा स्थिति (position) का निर्धारण एक साथ किसी समय ज्ञात करना सम्भव नहीं है।

गणितीय रूप से-

$$\Delta x \cdot \Delta P \geq h/4\pi$$

यहाँ Δx = स्थिति में अनिश्चितता

ΔP = संवेग में अनिश्चितता

h = प्लांक स्थिरांक

इकाई–I (Unit–I)

प्रश्न 1. (A) डी–ब्रॉग्ली परिकल्पना लिखिए। डी–ब्रॉग्ली समीकरण व्युत्पत्ति करिए। द्रव्यतंरग और वैद्युत–चुम्बकीय तरंग में अन्तर लिखिए।

उत्तर : *(i)* वैज्ञानिक डी–ब्रॉग्ली के अनुसार "प्रकाश की द्वैत प्रकृति" होती है। इसमें प्रकाश "कण रूप" तथा "तरंग रूप" में सम्भव है।

***(ii)* डी–ब्रॉग्ली समीकरण :**

$$E = mc^2 \quad \text{(आइन्सटीन की अवधारणा)} \qquad .....(1)$$

$$E = h\upsilon \quad \text{(प्लॉक की अवधारणा)} \qquad .....(2)$$

या $$h\upsilon = mc^2$$

या $$\frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

या $$\frac{1}{\lambda} = \frac{mc^2}{hc}$$

या $$\lambda = \frac{h}{mc}$$

$$\frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

$$\frac{h}{mc} \quad \frac{h}{m}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{p}} \quad [\because p = mc] \qquad .....(3)$$

समीकरण (3) को डी–ब्रॉग्ली समीकरण कहते हैं।

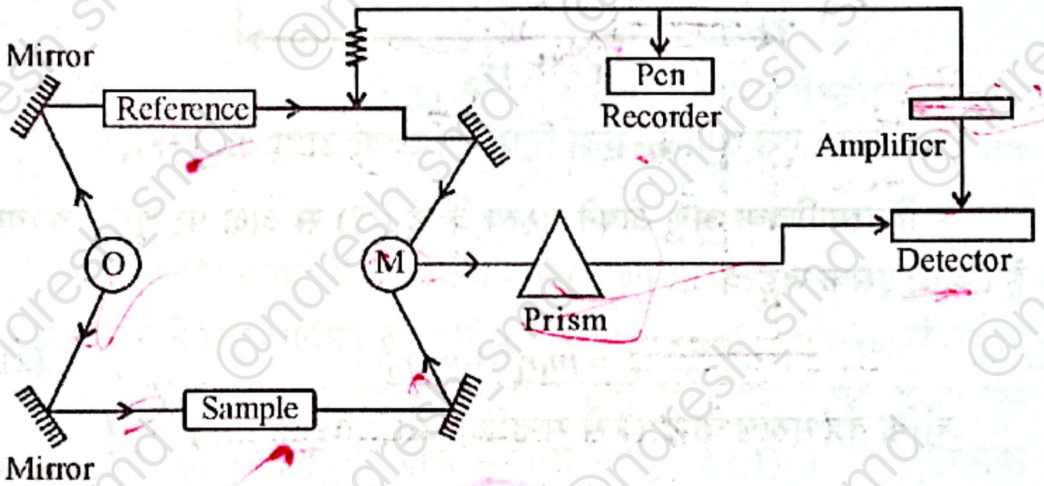
[illegible] तरंग में अन्तर :

अथवा

प्रश्न 2. (B) स्पेक्ट्रोमीटरों के आधारभूत लक्षणों का वर्णन कीजिए।

उत्तर : वह वैज्ञानिक उपकरण, जो किसी नमूने के द्वारा विकिरणों के अवशोषण या उत्सर्जन करने की क्षमता का मापन करता है **स्पेक्ट्रोमीटर** कहलाता है। सभी स्पेक्ट्रोमीटरों का कार्य, सिद्धान्त व आधारभूत लक्षण एक से ही है चाहे वह पराबैंगनी स्पेक्ट्रोमीटर हो या दृश्य स्पेक्ट्रोमीटर हो या अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर हों।

यदि एक अवरक्त स्पेक्ट्रोमीटर का रेखाचित्र बनाया जाए तो वह निम्न प्रकार का होगा :



चित्र : स्पेक्ट्रोमीटर का रेखाचित्र

उपकरण के मुख्य भाग :

(1) विकिरण का स्त्रोत (Light Source) : यह मापन के लिए पर्याप्त तीव्रता का आपतित प्रकाश प्रदान करता है। दृश्य प्रकार के लिए टंगस्टन तन्तु का लैम्प, पराबैंगनी प्रकाश के लिए हाइड्रोजन (ड्यूटिरियम) विसर्जन लैम्प तथा अवरक्त क्षेत्र में स्त्रोत के रूप में नर्न्स्ट ग्लोवर का प्रयोग किया जाता है। यह Zr, Y, Th, जैसे दुर्बल धातुओं की छड़ होती है।

(2) दर्पण या लेन्स (Mirror or Lenses) : स्त्रोत से आने वाली किरण पुंज को दर्पण या लेन्स नमूने तथा संदर्भ की ओर परावर्तित करते है।

(3) कोष्ठिका (Cells) : नमूने तथा संदर्भ पदार्थ, विलयन के रूप में, कोष्ठिका में लिए जाते है। दृश्य क्षेत्र के लिए काँच की कोष्ठिकाएँ (Glass cells) प्रयोग में ली जाती है। पराबैंगनी क्षेत्र के लिए क्वार्टज (बोरोसिलिकेट काँच) और अवरक्त क्षेत्र के लिए हैलाइड कोष्ठिका (NaCl cell) का उपयोग किया जाता है।

द्विकिरण स्पेक्ट्रोमीटर (Double beam spectrometer) में स्त्रोत से एक किरण संदर्भ से तथा दूसरी किरण नमूने से होकर गुजरती है।

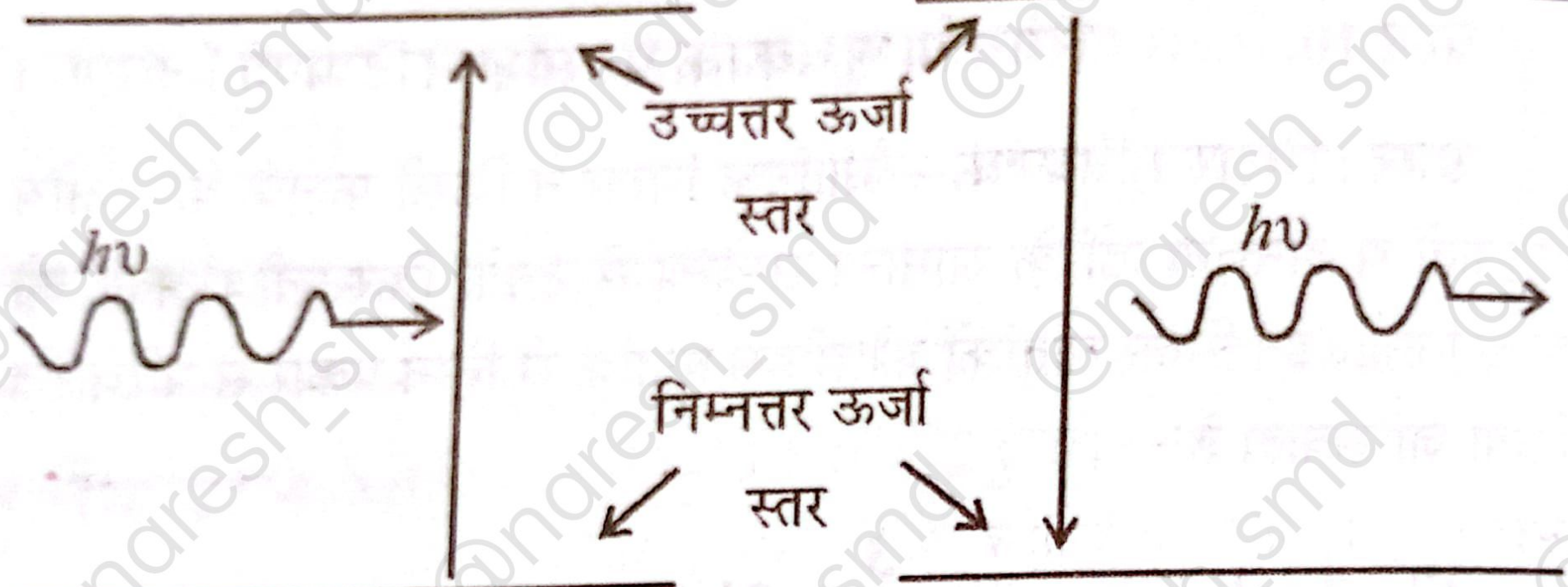
(4) प्रिज्म (Prism) : यह एक प्रकार का मोनोक्रेमेटर होता है। जो कि एक स्वचालित यंत्र में घूमता रहता है। प्रिज्म के घूर्णन के कारण, ये विभिन्न तरंगदैर्ध्य, संसूचक (detector) पर आपतित होते है।

(5) संसूचक (Detector) : यह उपकरण, विकिरणों की तीव्रता को प्राप्त करके उसको मापता है। दृश्य तथा पराबैंगनी स्पेक्ट्रोमापी में फोटोसेल (Photocell) का प्रयोग किया जाता है। जिसमें स्पंदमान विद्युतधारा के फलस्वरूप विकिरण की तीव्रता मापी जाती है। जबकि अवरक्त विकिरणों का फोटोसेल पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। अत: इसमें तापवैद्युत युग्म (Thermocouple) का प्रयोग किया जाता है।

(6) अभिलेखी (Recorder) : संसूचक द्वारा प्राप्त विद्युतधारा एक प्रवर्धक द्वारा प्रवर्धित होकर अभिलेखनी उपकरण की लेखनी को एक अभिलेख-पत्र पर चलती है। जिससे कि चार्ट पर आलेख प्राप्त होता है। वर्तमान समय में अभिलेखी के स्थान पर कम्प्यूटर का प्रयोग किया जाता है। जिसमें मापन शीघ्र तथा सही प्राप्त होता है।

प्रश्न 2. (अ) स्पेक्ट्रमों के प्रकार पर विस्तार से लेख लिखिए।

उत्तर : स्पेक्ट्रोमिकी, विज्ञान की वह शाखा है जिसके अन्तर्गत उन संक्रमणों का अध्ययन किया जाता है। जो एक अणु के विभिन्न ऊर्जा स्तरों के मध्य उपयुक्त विकिरणों के अवशोषण से प्राप्त होते हैं। इसमें किसी अणु पर आपतित विकिरण, प्रकाश का फोटोन के रूप में अवशोषण या उत्सर्जन होता है। इसमें दो ऊर्जा स्तर (निम्नतर ऊर्जा स्तर तथा उच्चतर ऊर्जा स्तर) में आदान-प्रदान होता है और जब ऊर्जा का अवशोषण होता है तो प्राप्त स्पेक्ट्रम को **अवशोषण स्पेक्ट्रम (Absorption Spectrum)** तथा जब ऊर्जा का उत्सर्जन होता है तो इसके फलस्वरूप प्राप्त स्पेक्ट्रम को **उत्सर्जन स्पेक्ट्रम (Emission Spectrum)** कहते हैं। भौतिक गुणधर्म के आधार पर स्पेक्ट्रम दो प्रकार का हो सकता है- (i) शुद्ध स्पेक्ट्रा (Pure spectra), (ii) अशुद्ध स्पेक्ट्रा (Impure spectra)



चित्र *(a)* अवशोषण स्पेक्ट्रम **चित्र *(b)* उत्सर्जन स्पेक्ट्रम**

आण्विक स्पेक्ट्रा (Molecular Spectra) : वरण नियमों (Selection Rules) द्वारा संचालित होते है जो एक संक्रमण से सम्बद्ध क्वाण्टम संख्याओं में परिवर्तन को निर्दिष्ट करते हैं। जो कि स्पेक्ट्रोस्कोपी में विकिरण की अन्त:क्रिया के क्वाण्टम सिद्धान्त से प्राप्त किए जा सकते हैं।

अथवा

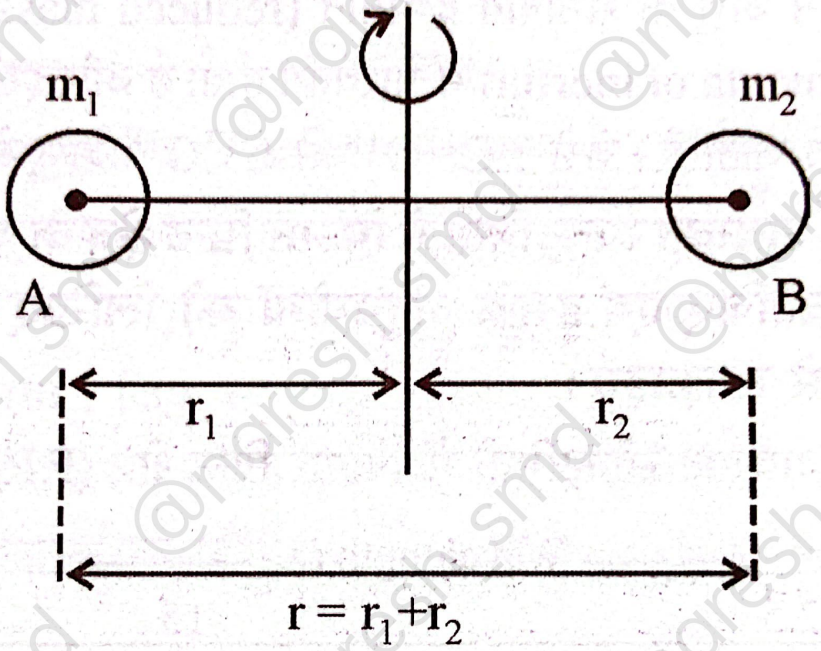
$$\boxed{\Delta J = \pm 1}$$

जहाँ J = घूर्णन क्वाण्टम संख्या है।

(iii) बन्ध लम्बाई का निर्धारण-एक घूर्णित द्विपरमाण्विक अणु, जिसके नाभिक एक निश्चित दूरी से पृथक् रहते हैं, को मुक्त घूर्णन अक्ष सहित **दृढ़-घूर्णक** कहा जाता है।

माना कि द्विपरमाण्विक अणु AB है जिसमें A का द्रव्यमान m_1 व B का द्रव्यमान m_2 है जो एक-दूसरे में r दूरी पर दृढ़ बार से जुड़े है। अणु के गुरुत्व केन्द्र से (G), दोनों परमाणु की दूरी क्रमशः r_1 तथा r_2 है तो

$$r = r_1 + r_2 \qquad .....(1)$$



चित्र : दृढ घूर्णक-एक द्विपरमाण्विक अणु के रूप में

• द्विपरमाण्विक अणु अपने गुरुत्व केन्द्र (G) से अक्ष पर घूर्णन करता है। अतः इसक जड़त्व आघूर्ण (I)

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \qquad .....(2)$$

चूँकि तंत्र गुरुत्व केन्द्र G से सन्तुलित है। अतः

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 \qquad .....(3)$$

समीकरण (2) तथा (3) से

$$I = m_2 r_2 r_1 + m_1 r_1 r_2 = r_1 r_2 (m_1 + m_2) \qquad .....(4)$$

समीकरण (1) तथा (3) से

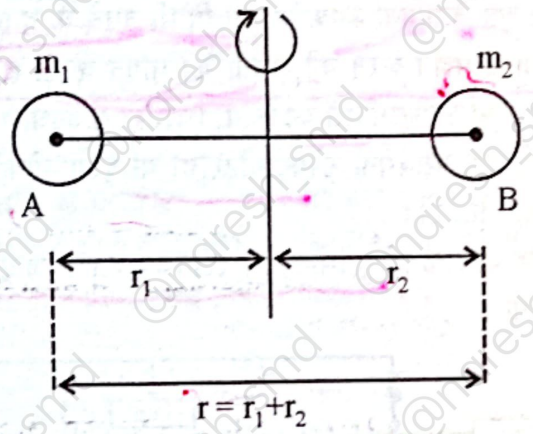
इकाई–II (Unit–II)

प्रश्न 2. (A) द्विपरमाण्विक अणु की दृढ़ घूर्णक के रूप में व्याख्या कीजिए तथा इसकी बन्ध लम्बाई (r) तथा जड़त्व आघूर्ण (I) के बीच सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

उत्तर : एक घूर्णित द्विपरमाण्विक अणु, जिसके नाभिक एक निश्चित दूरी से पृथक् रहते हैं, को मुक्त घूर्णन अक्ष सहित **दृढ़-घूर्णक** कहा जाता है।

माना कि द्विपरमाण्विक अणु AB है जिसमें A का द्रव्यमान m_1 व B का द्रव्यमान m_2 है जो एक-दूसरे में r दूरी पर दृढ़ बार से जुड़े हैं। अणु के गुरुत्व केन्द्र से (G), दोनों परमाणु की दूरी क्रमशः r_1 तथा r_2 है तो

$$r = r_1 + r_2 \qquad .....(1)$$



चित्र : दृढ घूर्णक-एक द्विपरमाण्विक अणु के रूप में

• द्विपरमाण्विक अणु अपने गुरुत्व केन्द्र (G) से अक्ष पर घूर्णन करता है। अतः इसक जड़त्व आघूर्ण (I)

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 \qquad .....(2)$$

चूँकि तंत्र गुरुत्व केन्द्र G से सन्तुलित है। अतः

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 \qquad .....(3)$$

समीकरण (2) तथा (3) से

$$I = m_2 r_2 r_1 + m_1 r_1 r_2 = r_1 r_2 (m_1 + m_2) \qquad .....(4)$$

समीकरण (1) तथा (3) से

$$m_1 r_1 = m_2 r_2 = m_2 (r - r_1) \qquad .....(5)$$

समीकरण (4) तथा (5) को हल करने पर

$$r_1 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2} \quad \text{तथा} \quad r_2 = \frac{m_2 r}{m_1 + m_2} \qquad .....(6)$$

अब r_1 तथा r_2 के समान समीकरण (2) में रखने पर

$$I = \frac{m_1 m_2^2 r_2^2}{(m_1 + m_2)^2} + \frac{m_1^2 m_2 r_2^2}{(m_1 + m_2)^2}$$

$$= \frac{m_1 m_2^2 + m_1^2 m_2}{m_1 + m_2} r^2$$

$$= \frac{m_1 m_2 (m_1 + m_2)}{(m_1 + m_2)^2} r^2$$

या $$I = \frac{m_1 m_2}{(m_1 + m_2)} r^2 = \mu r^2 \quad .....(7)$$

या $$r = \sqrt{\frac{I}{\mu}} \quad .....(8)$$

जहाँ μ = समानीत द्रव्यमान $= \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

यहाँ समीकरण (8) जड़त्व आघूर्ण (I) तथा बन्ध लम्बाई (r) के बीच सम्बन्ध बताता है।

@naresh_smd

प्रश्न 2. (अ) दृढ़ घूर्णक से आप क्या समझते है। दृढ़ घूर्णक के ऊर्जा स्तरों के लिए पद व्युत्पन्न कीजिए।

उत्तर : दृढ़ घूर्णक (Rigid Rotator) : एक घूर्णित द्विपरमाण्विक अणु, जिसमें नाभिक एक निश्चित माध्य दूरी से पृथक् रहते है, को मुक्त घूर्णन अक्ष सहित **दृढ़ घूर्णक** कहा जाता है। इसके द्वारा द्विपरमाण्विक अणु का शुद्ध घूर्णन स्पेक्ट्रम का निर्धारण किया जाता है।

दृढ़ घूर्णक के ऊर्जा स्तर : दृढ़ घूर्णक के ऊर्जा स्तर, श्रोडिन्गर समीकरण द्वारा प्राप्त होते है :

$$E_J = \frac{h^2}{8\pi^2 I} J(J+1) \text{ जूल}$$

यहाँ h = प्लांक स्थिरांक, I = जड़त्व आघूर्ण, J = घूर्णन क्वाण्टम संख्या।

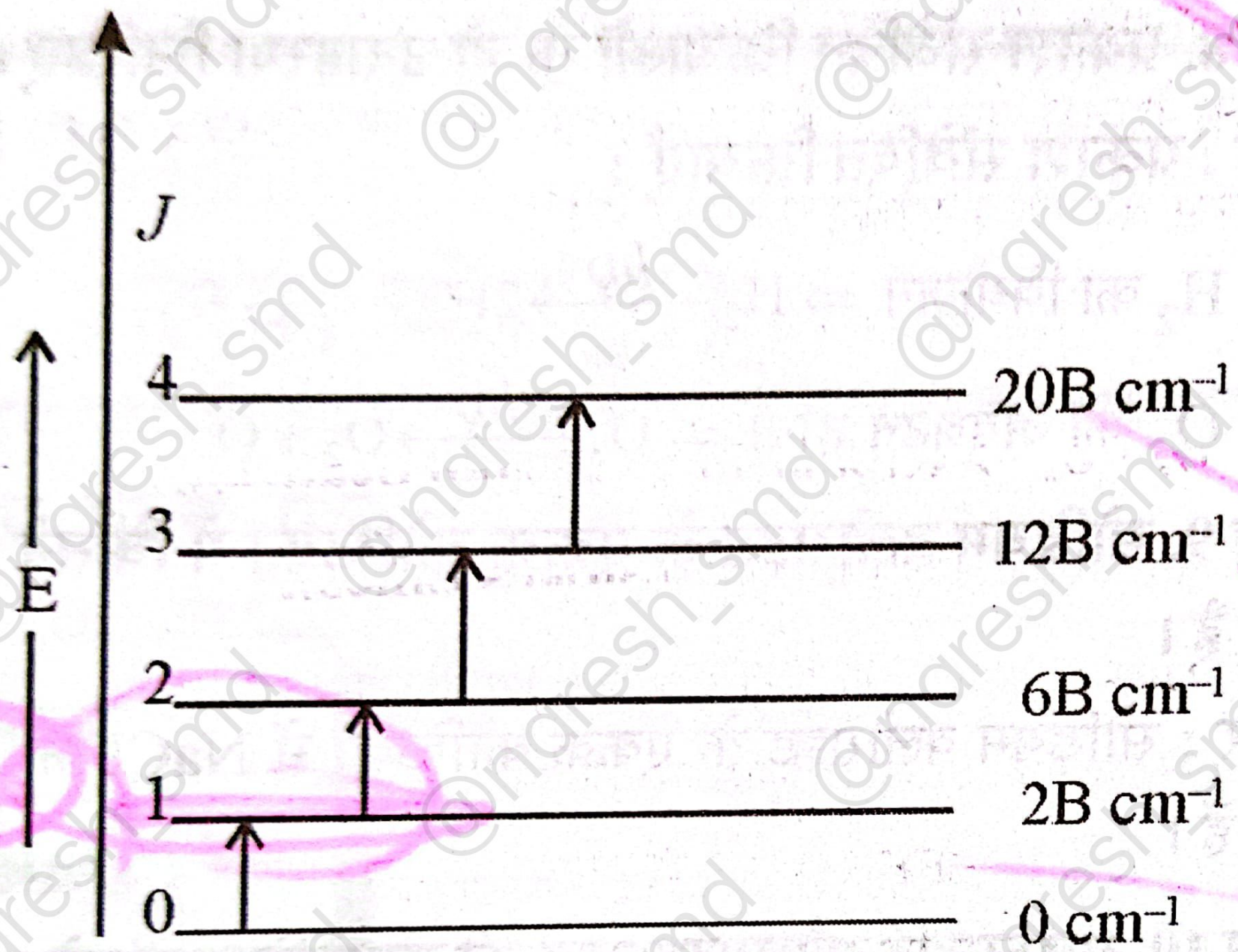
या $$\bar{E}_J = BJ(J+1), \text{ यहाँ } B = \frac{h^2}{8\pi^2 I} \text{ cm}^{-1}$$

यदि $J = 0$ तो $\bar{B}_J = B \cdot 0(0+1) = 0$

$J = 1$ तो $\bar{B}_J = B \cdot 1(1+1) = 2B \text{ cm}^{-1}$

$J = 2$ तो $\bar{B}_J = B \cdot 2(2+1) = 6B \text{ cm}^{-1}$

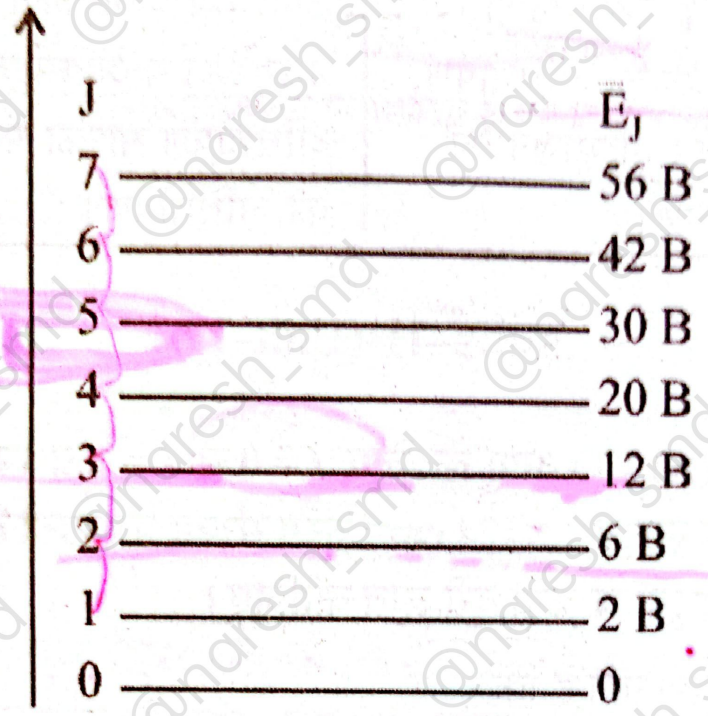
$J = 3$ तो $\bar{B}_J = B \cdot 3(3+1) = 12B \text{ cm}^{-1}$



चित्र : दृढ़ घूर्णक के मान्य ऊर्जा स्तर

प्रश्न 2. (B) सिद्ध कीजिए कि दृढ़ घूर्णक में ऊर्जा स्तर समान दूरी पर नहीं होते है जबकि घूर्णन स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रम लाइनें निश्चित दूरी पर होती है। जिसका मान 2B cm^{-1} है।

उत्तर : द्विपरमाण्विक दृढ़ घूर्णक अणु के मान्य ऊर्जा स्तर :



चित्र : द्विपरमाण्विक दृढ़ घूर्णक के मान्य ऊर्जा स्तर

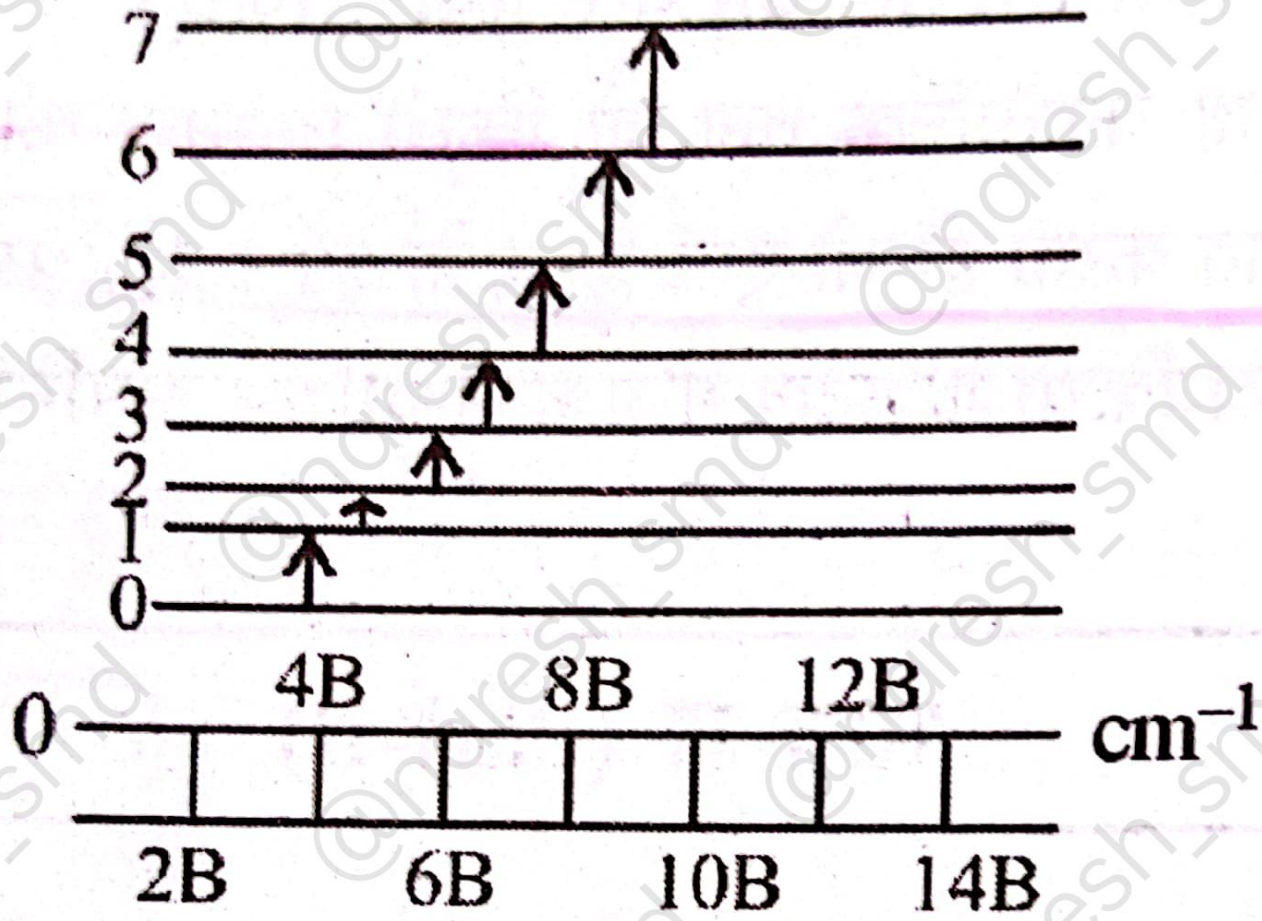
इसके मान्य घूर्णन ऊर्जा स्तर :

$$\bar{E}_J = B_J(J+1) \qquad .....(i)$$

जबकि घूर्णन स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रम लाइनों के लिए :

$$\bar{E}_J = 2B(J+1)\ cm^{-1} \qquad .....(ii)$$

उपरोक्त समीकरण *(ii)* से स्पष्ट होता है कि घूर्णन ऊर्जा के स्तर दर स्तर बढ़ोत्तरी से अवशोषण स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है जिसकी स्पेक्ट्रमी रेखाएँ $2B$, $4B$, $6B$,... cm^{-1} की होती है जबकि समान रूप से कम करने पर समान उत्सर्जन स्पेक्ट्रम प्राप्त होता हैं। इस प्रकार घूर्णन स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रमी रेखाएँ समान आवृत्ति अन्तराल $2B$ पर होती है। स्पेक्ट्रमी रेखाओं में यह अन्तराल स्थिर रहता है। जो निम्न चित्र में दर्शाया गया हैं :



चित्र : द्विपरमाण्विक दृढ़ घूर्णक के घूर्णन संक्रमण तथा स्पेक्ट्रम रेखाओं की आवृत्तियाँ

इकाई–III (Unit–III)

प्रश्न 2. *(i)* दृढ़घूर्णक के रूप में द्विपरमाणु अणु के लिए ऊर्जा स्तरों, वरण नियम, स्पेक्ट्रम एवं स्पेक्टरल लाइन की तीव्रता की व्याख्या करिए।

उत्तर– दृढ़गुणांक के ऊर्जा स्तर–

$$\bar{E}_J = BJ(J+1)\,cm^{-1}$$

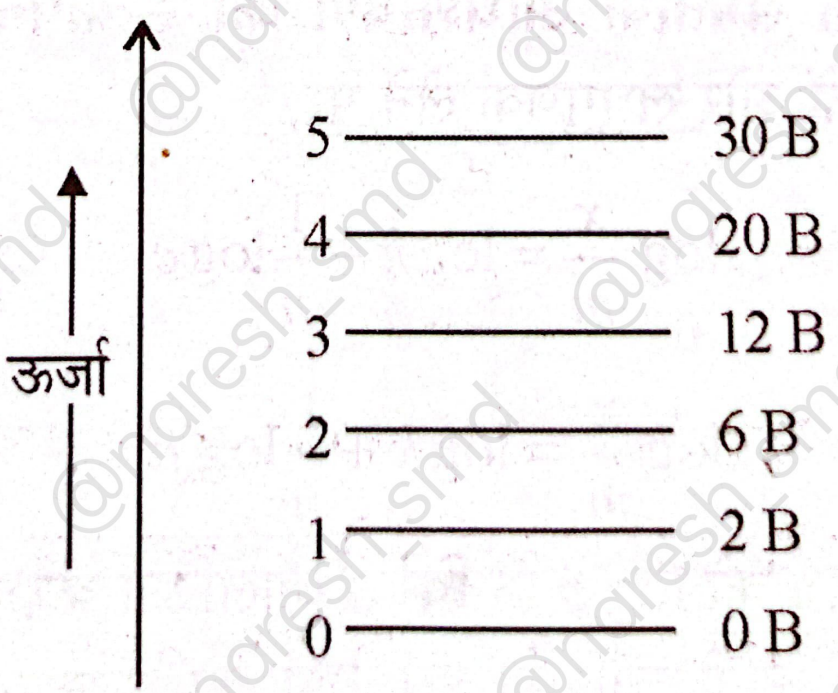
$$v = 0 \longrightarrow \bar{E}_J = 0$$

$$v = 1 \longrightarrow \bar{E}_J = 2B$$

$$v = 2 \longrightarrow \bar{E}_J = 6B$$

$$v = 3 \longrightarrow \bar{E}_J = 12B$$

$$v = 4 \longrightarrow \bar{E}_J = 20B$$



चित्र : द्विपरमाण्विक दृढ़घूर्णक के मान्य ऊर्जा स्तर

वरण नियम– $\boxed{\Delta J = \pm 1}$ अनुमत संक्रमण होते है।

अर्थात् *(a)* $J = 0 \rightarrow J = 0$ allowed transition

(b) $J = 1 \rightarrow J = 2$ allowed transition

(c) $J = 2 \rightarrow J = 3$ allowed transition

(d) $J = 0 \rightarrow J = 2$ Forbidden transition

स्पेक्ट्रल लाइन की तीव्रता–घूर्णन स्पेक्ट्रम में स्पेक्ट्रमी रेखाओं की तीव्रता अणुओं की आपेक्षित संख्या पर निर्भर करती है। स्पेक्ट्रमी तीव्रताएँ मुख्यतया: तीन कारकों पर निर्भर करती है।

(a) **संक्रमण प्रायिकता**–संक्रमण प्रायिकता, स्पेक्ट्रमी तीव्रता के समानुपाती होती है, जिसमें कि संक्रमण का ज्ञान हो जाता है।

(b) **अवस्थाओं की समष्टि**–सक्रिय अवस्था अधिक होने पर उनकी तीव्रता भी अधिक प्रभावित होगी।

(c) **स्पेक्ट्रम देने के लिए उत्तरदायी पदार्थ की मात्रा**–यदि विकिरण के आयतित पुंज अवशोषण अधिक होता है, तो पारगत प्रकाश की तीव्रता कम हो जाती है।

प्रश्न 2. (अ) निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(i) अदृढ़ घूर्णांक,

(ii) समस्थानिक प्रभाव (घूर्णन स्पेक्ट्रम पर)।

उत्तर : (i) अदृढ़ घूर्णांक : घूर्णन-स्पेक्ट्रम के अध्ययन में एक द्वि-परमाण्विक दृढ़-घूर्णक अणु के घूर्णन को समझाया गया है। वास्तव में द्वि-परमाण्विक अणु में बन्ध पूर्णतया: दृढ़ नहीं होकर कुछ सीमा तक प्रत्यास्थ (elastic) होता है। प्रत्यास्थता के कारण निम्न परिवर्तन पाए जाते है :

(a) प्रत्यास्थ बन्ध में कम्पन ऊर्जा समान हो सकती है।

(b) प्रत्यास्था के कारण कम्पन के दौरान r और B के मान परिवर्तित हो सकते है।

अदृढ़ घूर्णक में बल-स्थिरांक (K) :

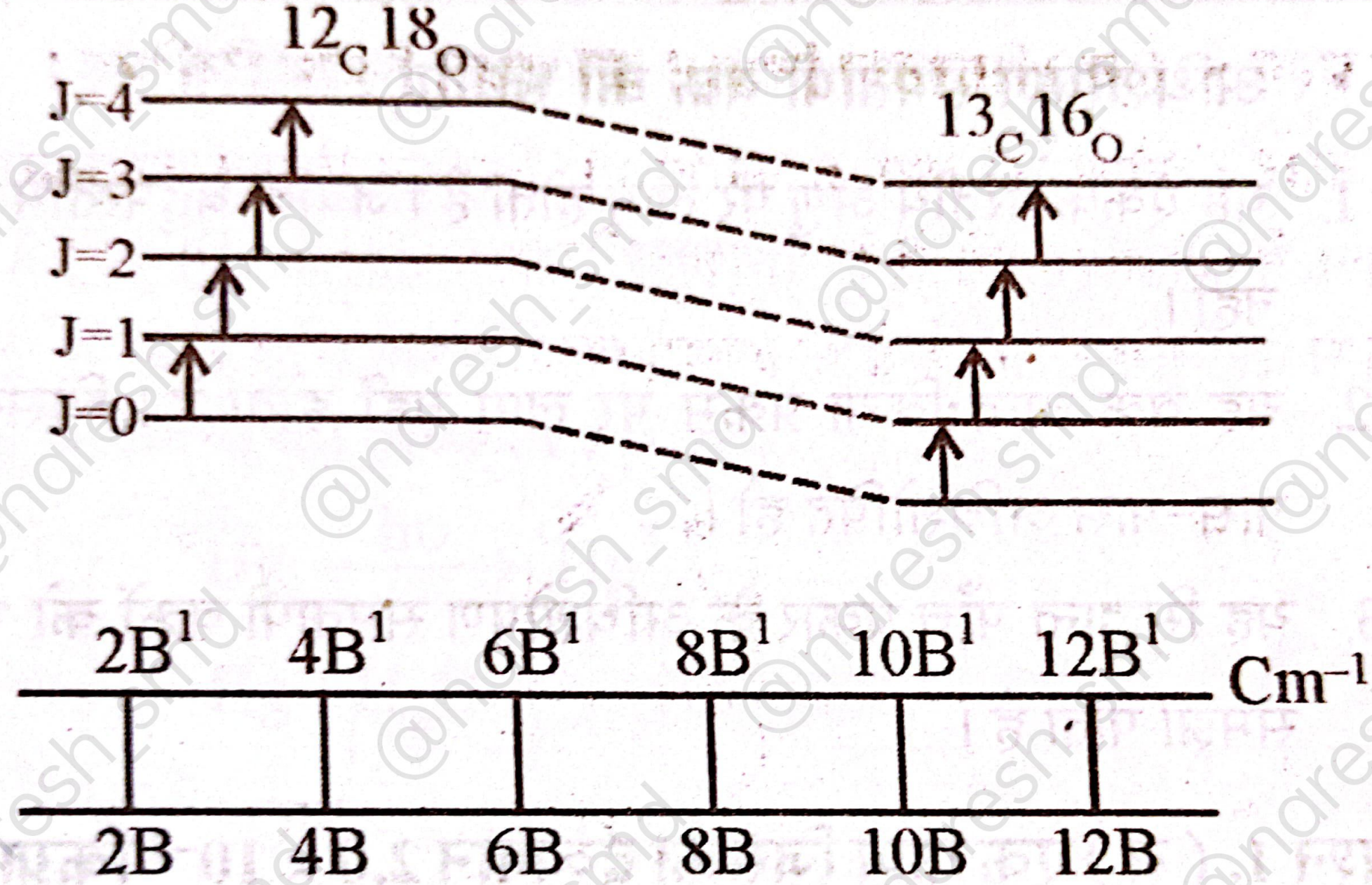
$$K = 4\pi^2 J^2 c^2 \mu$$

- यहाँ K = बल स्थिरांक, J = कम्पन आवृत्ति, c = प्रकाश का वेग।

इसके लिए वरण-नियम :

$$\Delta J = \pm 1$$

(ii) समस्थानिक प्रभाव (घूर्णन स्पेक्ट्रम पर) : यदि अणु में एक परमाणु से विस्थापित कर दिया जाए तो समस्थानिक का अणु का परमाण्विक द्रव्यमान बदल जाता हैं, जबकि अन्य रासायनिक गुणों में कोई विशेष परिवर्तन नहीं होता है। जबकि इस प्रभाव से समानीत द्रव्यमान तथा जड़त्व आघूर्ण में परिवर्तन सम्भव होता है।



चित्र : समस्थानिक प्रभाव (घूर्णन स्पेक्ट्रम रेखाएँ)

अथवा

प्रश्न 3. (B) रमन प्रभाव क्या है ? रमन स्पेक्ट्रम में स्टोक तथा प्रति-स्टोक रेखाओं की उत्पत्ति को समझाइए।

उत्तर : भारतीय वैज्ञानिक **सर सी.वी. रमन** ने 1928 में अविष्कृत किया कि "जब किसी निश्चित आवृत्ति के एकवर्णी प्रकाश पुंज को किसी पदार्थ से गुजारा जाता है, तो प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering) होता है। और उस दौरान कम आवृत्ति की रेखाएँ, स्टोक रेखाएँ तथा अधिक आवृत्ति की रेखाएँ, **प्रति-स्टोक रेखाएँ** कहलाती है। तथा प्रभाव को **रमन प्रभाव** कहते है। और प्राप्त स्पेक्ट्रम को **रमन स्पेक्ट्रम** कहते है।"

अतः रमन शिफ्ट $(\Delta \upsilon) = \upsilon_i - \upsilon_s$

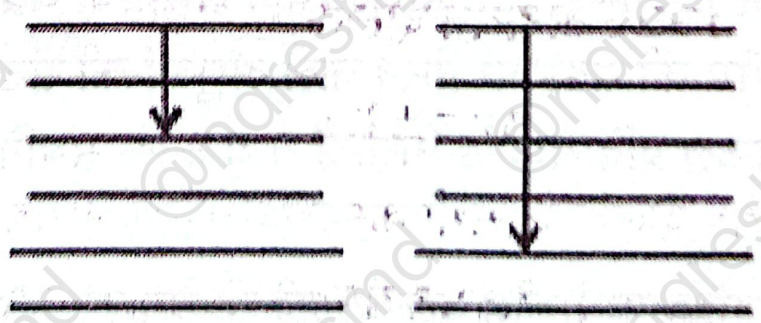
(i) $\upsilon_i = \upsilon_s \rightarrow$ रैले प्रकीर्णन (Rayleigh Scatting),

(ii) $\upsilon_i > \upsilon_s \rightarrow$ स्टोक रेखाएँ (Stokes Lines),

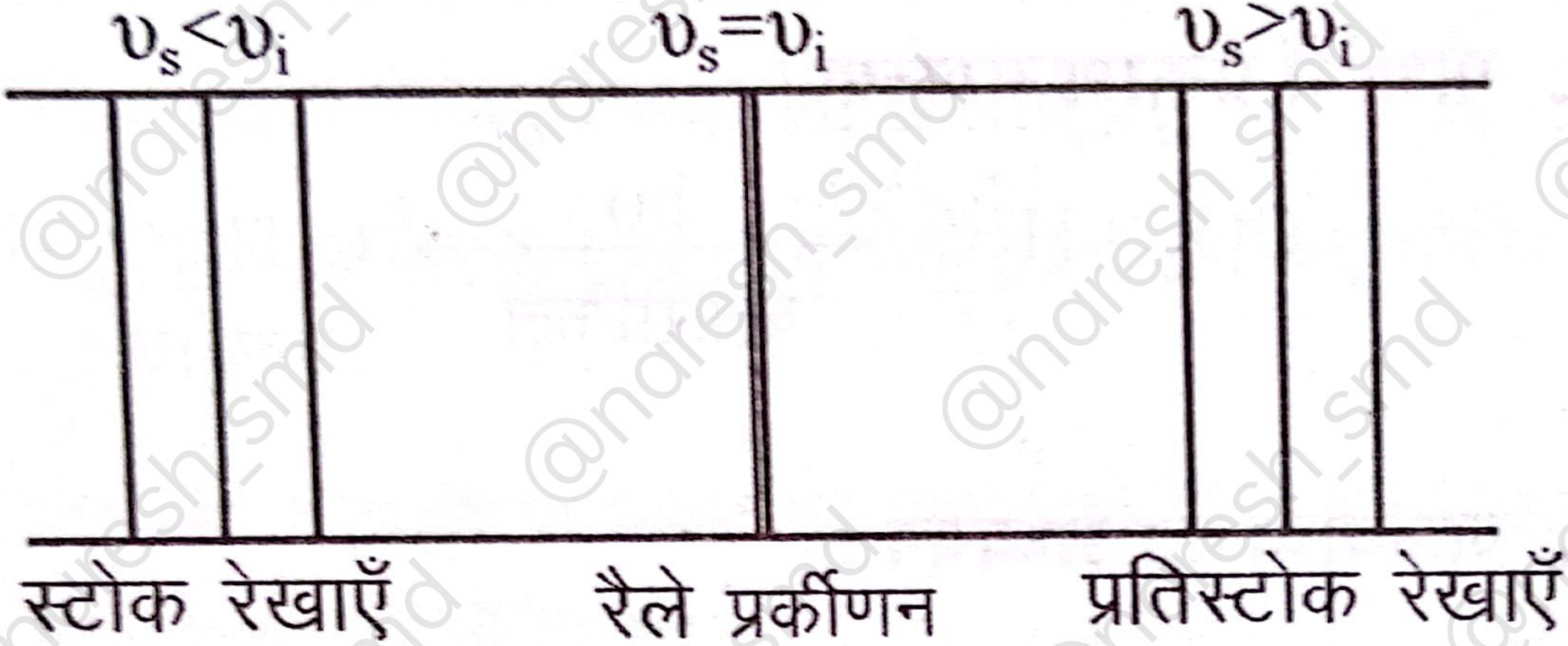
(iii) $\upsilon_i < \upsilon_s \rightarrow$ प्रतिस्टोक रेखाएँ (Antistokes Lines).

रैले प्रकीर्णन में आपतित प्रकाश की आवृत्ति प्रकीर्णन रेखा की आवृत्ति के समान होती है। स्टोक रेखाओं के लिए $\Delta \upsilon$ का मान धनात्मक जबकि प्रति-स्टोक रेखाओं के लिए $\Delta \upsilon$ का मान ऋणात्मक होता है।

(a) अवशोषित किरणें (b) रैले प्रकीर्णन



(a) स्टोक रेखाएँ (b) प्रतिस्टोक रेखाएँ



चित्र : रमन प्रभाव (रमन स्पेक्ट्रम)

@naresh_smd

प्रश्न 3. रमन प्रभाव को समझाइए। रमन प्रभाव के चिरसम्मत सिद्धान्त की विवेचना करिए।

उत्तर : भारतीय वैज्ञानिक सी.वी. रमन ने 1928 में आविष्कृत किया कि, जब किसी एकवर्णी प्रकाश पुंज (निश्चित आवृत्ति) को किसी ठोस, द्रव या गैस से गुजारा जाता है तो प्रकाश का प्रकीर्णन (scattering) हो जाता है तथा प्रकीर्णित प्रकाश में आपतित आवृत्तियों के साथ-साथ कुछ अतिरिक्त आवृत्तियाँ भी होती है।

उस दौरान कम आवृत्ति की रेखाएँ, स्टोक रेखाएँ (Stoke's lines) तथा उच्च आवृत्ति की रेखाएँ प्रति-स्टोक रेखाएँ (Anti-stoke's lines) कहलाती है।

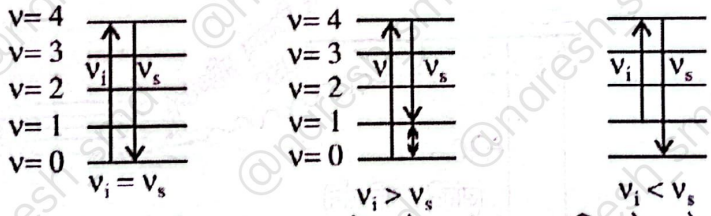
यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति (υ_i) तथा प्रकीर्णित रेखा की आवृत्ति (υ_s) हो, तो इनके बीच अन्तर को **रमन आवृत्ति *(Raman frequency)*** या **रमन शिफ्ट *(Raman shift)*** कहते हैं। उपरोक्त विभिन्न प्रेक्षणों के प्रभाव को **रमन प्रभाव *(Raman effect)*** कहते है तथा इस प्रभाव से प्राप्त स्पेक्ट्रम को, **रमन स्पेक्ट्रम *(Raman spectrum)*** कहते है।

स्थिति–1 : $\upsilon_i = \upsilon_s \rightarrow$ रैले प्रकीर्णन

स्थिति–2 : $\upsilon_i > \upsilon_s \rightarrow$ स्टोक रेखाएँ

स्थिति–3 : $\upsilon_i < \upsilon_s \rightarrow$ प्रतिस्टोक रेखाएँ

स्थिति–4 : $\upsilon_i - \upsilon_s = \Delta\upsilon \rightarrow$ रमन शिफ्ट



रैले प्रकीर्णन स्टोक रेखाएं प्रतिस्टोक रेखाएं

***(i)* Raman spectrum for pure linear molecules :**

(a) Linear → Raman Active

(b) Symmetric top → Raman Active : NH_3, BF_3

(c) Asymmetric top → Raman Active :

$HOCl$, C_6H_5OH, $C_6H_5CH_3$

(d) Spherical molecules → Raman Inactive :

Td, Oh, CH_4.

***(ii)* ध्रुवणता की संकल्पना (Concept of Polarizability) :** रमन प्रभाव को ध्रुवणता सिद्धान्त या चिरसम्मत सिद्धान्त (classical theory) द्वारा समझाया जा सकता है। जबकि वरण नियम (selection rule) एवं तीव्रता के लिए क्वाण्टम सिद्धान्त की आवश्यकता होती है। जब कोई अणु विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में रहता है तो इलेक्ट्रॉन धनात्मक ध्रुव की ओर तथा नाभिक ऋणात्मक ध्रुव की ओर आकर्षित होते है। आवेश केन्द्रों के विस्थापन के कारण अणु में प्रेरित द्विध्रुव-आघूर्ण उत्पन्न हो जाता है तथा अणु में ध्रुवणता आ जाती है और इससे प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण μ का परिणाम प्रयुक्त विद्युत क्षेत्र E पर तथा अणु की ध्रुवणता पर निर्भर करता है। अतः

$$\boxed{\mu = \alpha E}$$

अथवा

प्रश्न 3. (ब) ध्रुवणता क्या है ? इस पर कंपन व घूर्णन के प्रभावों की विवेचना कीजिए।

उत्तर—ध्रुवणता सिद्धांत को रमन प्रभाव के चिरसम्मत सिद्धांत द्वारा समझाया जा सकता है। अर्थात् जब कोई अणु विद्युत क्षेत्र के प्रभाव में रहता है तो इलेक्ट्रॉन धनात्मक ध्रुव की ओर तथा नाभिक ऋणात्मक ध्रुव की ओर आकर्षित होते हैं। आवेश केंद्रों के विस्थापन के कारण अणु में प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण उत्पन्न हो जाता है तथा अणु में ध्रुवणता आ जाती है और इस प्रेरित द्विध्रुव आघूर्ण (υ) का परिमाण प्रयुक्त विद्युत क्षेत्र (E) पर तथा अणु की ध्रुवणता पर निर्भर करता है।

ध्रुवणता पर कंपन व घूर्णन का प्रभाव—रमन स्पेक्ट्रम तभी प्राप्त हो सकता है यदि घूर्णन व कंपन से अणु में ध्रुवणता आ जाती हो। अस्थाई आघूर्णी अणु (H_2, O_2, N_2 आदि) IR स्पेक्ट्रम नहीं देते। लेकिन कंपन से ध्रुवणता आने के कारण ये अणु रमन स्पेक्ट्रम देते हैं। अर्थात् अणु में—

(i) केवल कंपन → ध्रुवणता आ जाती है, रमन प्रभाव होगा।

(ii) केवल घूर्णन → ध्रुवणता वही रहेगी, रमन प्रभाव नहीं।

(iii) दोनों (कंपन + घूर्णन) → ध्रुवणता आ जाती है। रमन प्रभाव होगा।

(c) N_2, O_2 या H_2 अणु अवरल स्पेक्ट्रम क्यों नहीं देते है?

उत्तर : अवरल स्पेक्ट्रम केवल उन्हीं अणुओं का प्राप्त किया जा सकता है जिनका स्थाई द्विध्रुव आघूर्ण हो। जबकि इनमें (N_2, O_2 तथा H_2) में स्थाई द्विध्रुव आघूर्ण नहीं होता है। अत: इनका अवरल स्पेक्ट्रम सम्भव नहीं है।

(d) रमन रेखाओं (स्टोक तथा प्रतिस्टोक रेखाओं) के गुणधर्म बताइए।

उत्तर : भारतीय वैज्ञानिक **सर सी.वी. रमन** ने 1928 में अविष्कृत किया कि "जब किसी निश्चित आवृत्ति के एकवर्णी प्रकाश पुंज को किसी पदार्थ से गुजारा जाता है, तो प्रकाश का प्रकीर्णन (Scattering) होता है। और उस दौरान कम आवृत्ति की रेखाएँ, स्टोक रेखाएँ तथा अधिक आवृत्ति की रेखाएँ, **प्रति-स्टोक रेखाएँ** कहलाती है। तथा प्रभाव को **रमन प्रभाव** कहते है। और प्राप्त स्पेक्ट्रम को **रमन स्पेक्ट्रम** कहते है।"

अत: रमन शिफ्ट $(\Delta\upsilon) = \upsilon_i - \upsilon_s$

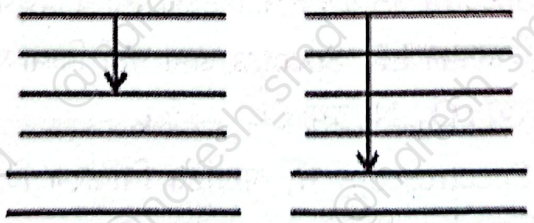
(i) $\upsilon_i = \upsilon_s \rightarrow$ रैले प्रकीर्णन (Rayleigh Scatting),

(ii) $\upsilon_i > \upsilon_s \rightarrow$ स्टोक रेखाएँ (Stokes Lines),

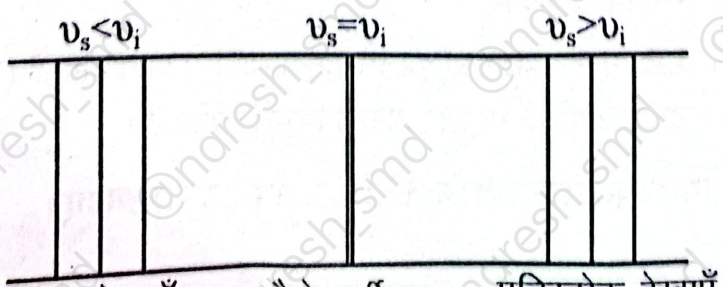
(iii) $\upsilon_i < \upsilon_s \rightarrow$ प्रतिस्टोक रेखाएँ (Antistokes Lines).

रैले प्रकीर्णन में आपतित प्रकाश की आवृत्ति प्रकीर्णन रेखा की आवृत्ति के समान होती है। स्टोक रेखाओं के लिए $\Delta\upsilon$ का मान धनात्मक जबकि प्रति-स्टोक रेखाओं के लिए $\Delta\upsilon$ का मान ऋणात्मक होता है।

(a) अवशोषित किरणें (b) रैले प्रकीर्णन



(a) स्टोक रेखाएँ (b) प्रतिस्टोक रेखाएँ



चित्र : रमन प्रभाव (रमन स्पेक्ट्रम)

रमन स्पेक्ट्रम एवं अवरक्त स्पेक्ट्रम (IR) में अन्तर :

रमन स्पेक्ट्रम	अवरक्त स्पेक्ट्रम
1. यह ठोस, द्रव व गैसों (तीनों) का सम्भव है।	1. यह गैसों में उपयोगी है जबकि द्रव तथा ठोस में काफी विसरित होता है।
2. इसके लिए वरण नियम $\Delta J = 0, \pm 2$	2. $\Delta V = \pm 1$ (For Harmonic) $\Delta V = \pm 1, \pm 2, \pm 3$ (For Anharmonic)
3. इसमें $\mu \neq 0, \mu = 0$	3. इसमें $\mu \neq 0$
4. यह O_2, N_2, Cl_2 जैसे अणु के लिए (स्थाई द्विध्रुव आघूर्ण नहीं) भी प्राप्त किया जा सकता है।	4. जबकि O_2, N_2, Cl_2 जैसे गैसों के लिए I.R. Spectra सम्भव नहीं।

प्रश्न 3. *(a)* अवरल स्पेक्ट्रोमिति की सीमाएँ (कमियाँ) बताइए।

उत्तर :

(i) I.R. Spectra समअणुक या जिनका स्थायी द्विध्रुव-आघूर्ण नहीं होता है उनका I.R. Spectra प्राप्त नहीं किया जा सकता है।

उदाहरण : O_2, N_2 तथा Cl_2

(ii) I.R. Spectroscopy में, आपतित विकिरण जिनकी आवृत्ति परिवर्तित होती रहती है। उनका I.R. Spectra, I.R. परास में सम्भव नहीं हैं।

(iii) I.R. मुख्यतया: गैसों का स्पेक्ट्रा आसानी से प्राप्त होता है। जबकि द्रव तथा ठोसों के I.R. काफी विसरित होते हैं।

प्रश्न 3. (अ) सरल आवृत्ति दोलक के ऊर्जा स्तरों की विवेचना कीजिए। इसके वरग नियम क्या हैं ?

उत्तर : सरल आवृत्ति दोलक में $V = 0, 1, 2, 3, 4, \ldots$ इत्यादि ऊर्जा स्तर पाए जाते है।

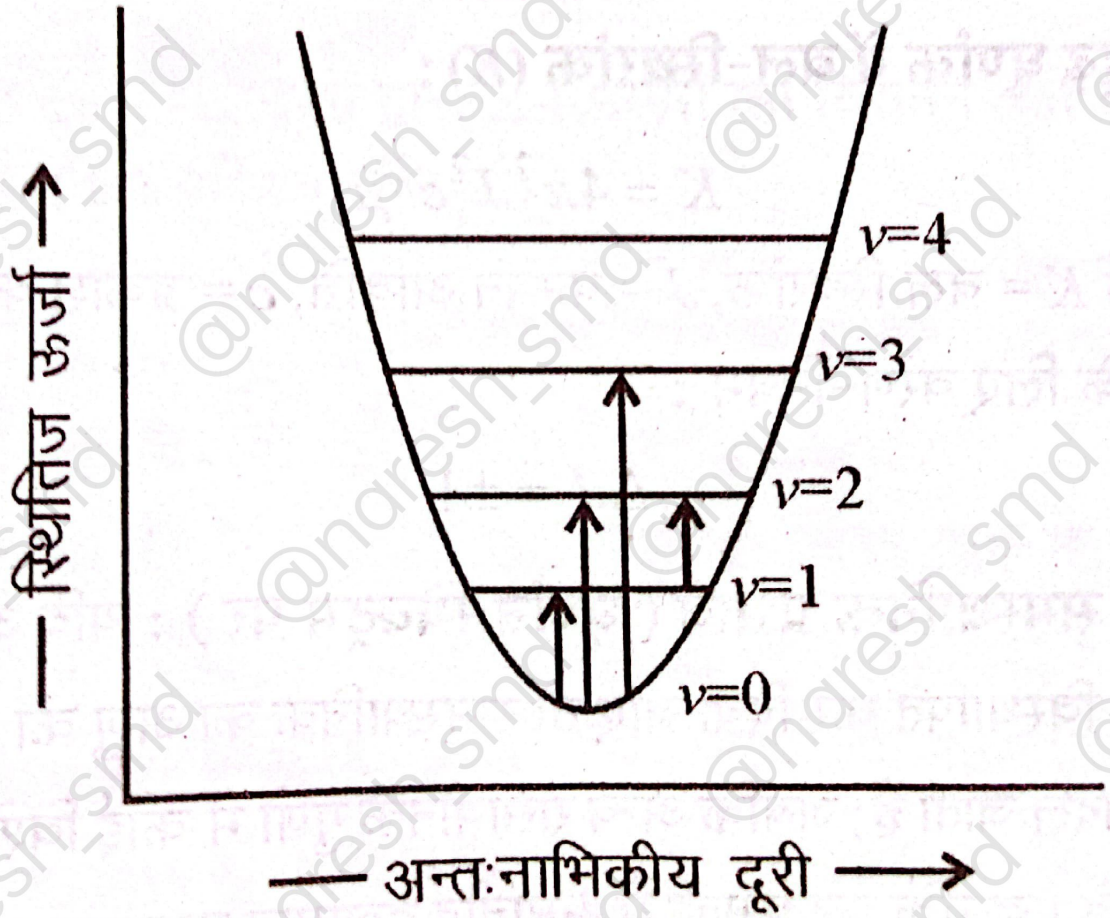
(1) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 1$, **मूलभूत बैण्ड**

(2) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 2$, **प्रथम ओवरटोन बैण्ड**

(3) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 3$, **द्वितीय ओवरटोन बैण्ड**

(4) $\upsilon = 1 \rightarrow \upsilon = 2$, इसे **ऊष्ण बैण्ड (hot band)** कहते है।

इसके लिए वरण-नियम : $\Delta V = \pm 1$.



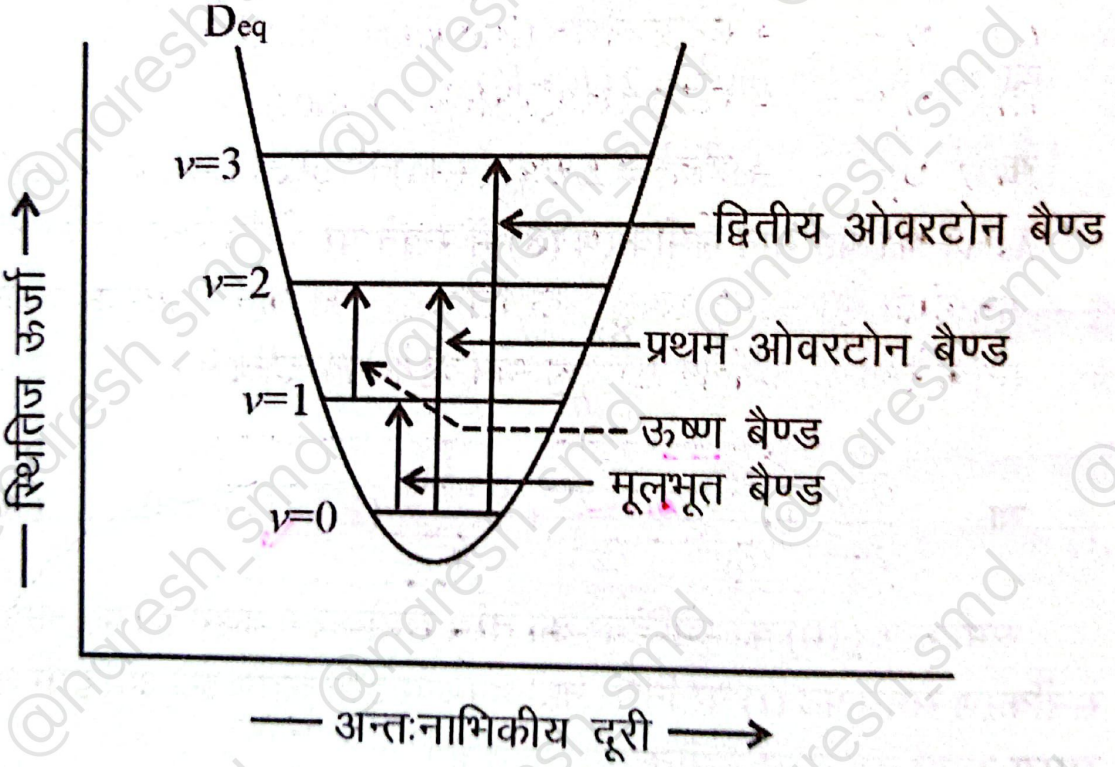
चित्र : सरल-आवृत्ति दोलक के ऊर्जा स्तर

इकाई–III (Unit–III)

प्रश्न 3. (A) कम्पन स्पेक्ट्रम में अनावर्ती गति के प्रभाव की विवेचना कीजिए।

उत्तर : द्विपरमाण्विक अणु के आवृत्ति दोलक मॉडल की कमियों को अनावर्ती दोलक द्वारा सुधारा जा सकता है। जैसे : उच्चतर अवस्था में कम्पन ऊर्जा-स्तरों की व्याख्या। क्योंकि इन अवस्थाओं में कम्पन्न अनावर्त (an-harmonic) हो जाता है। इसके अतिरिक्त प्रायोगिक परिणामों से पता चलता है कि जैसे-जैसे υ बढ़ता है, वैसे-वैसे ऊर्जा-स्तरों के मध्य अन्तराल घटता जाता है जबकि आवर्ती दोलक मॉडल में कम्पन्न ऊर्जा-स्तर समअन्तराली होते है।

अनावर्त दोलक में संक्रमण के लिए वरण नियम :



चित्र : अनावर्त दोलक में ऊर्जा-स्तर

$$\Delta v = \pm 1, \pm 2, \pm 3, ...$$

अतः अनावर्त दोलक के सभी कम्पन्न संक्रमण सम्भव होते है।

(1) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 1$, **मूलभूत बैण्ड :** ये संक्रमण बहुत तीव्र प्राप्त होते है।

(2) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 2$, **प्रथम ओवरटोन :** ये संक्रमण बहुत कम तीव्र होते है।

(3) $\upsilon = 0 \rightarrow \upsilon = 3$, **द्वितीय ओवरटोन :** ये संक्रमण बहुत दुर्बल प्रकृति के होते है।

(4) $\upsilon = 1 \rightarrow \upsilon = 2$, इसे **ऊष्ण बैण्ड (hot band)** कहते है।

अनावर्त दोलक में कम्पन्न के लिए आवश्यक ऊर्जा की तुलना में घूर्णन के लिए कम ऊर्जा की आवश्यकता होती है। कम्पन्न गति, घूर्णन गति के साथ (accompanied) होती है तथा विशुद्ध कम्पन्न स्पेक्ट्रम नहीं प्राप्त होते है। और इसके स्थान पर कम्पन्न–घूर्णन स्पेक्ट्रम प्राप्त होते है। इसकी कुल ऊर्जा $E_{(Total)}$, कम्पन्न ऊर्जा $E_{(rot)}$ तथा घूर्णन ऊर्जा $E_{(vin)}$ के बराबर होगी :

$$E_{(Total)} = E_{(vin)} + E_{(rot^n)}$$

यहाँ $E_{(Total)}$ = कुल ऊर्जा

$E_{(vin^n)}$ = कम्पन्न की ऊर्जा

$E_{(rot^n)}$ = घूर्णन की ऊर्जा

अथवा

इकाई–III (Unit–III)

प्रश्न 3. (अ) टिप्पणी कीजिए-

(i) शून्य बिन्दु ऊर्जा

(ii) कंपन की विधियाँ।

उत्तर : (i) शून्य बिन्दु ऊर्जा : सरल आवर्ती दोलक में निम्नतम कम्पन स्तर υ_0 के लिए जो ऊर्जा होती है, उसे शून्य बिन्दु ऊर्जा कहते हैं।

$$E_0 = \frac{1}{2} hcwc \text{ or } E_0 = \frac{1}{2} h\upsilon$$

(ii) कंपन की विधियाँ : दो प्रकार की होती है-

तनन कम्पन
(Stretching)
↓
बंध लम्बाई में परिवर्तन होना, तनन कहलाता है।
ये दो प्रकार का होता है-
(1) सममित तनन (Symm.)
(2) असमित तनन (Unsymm)

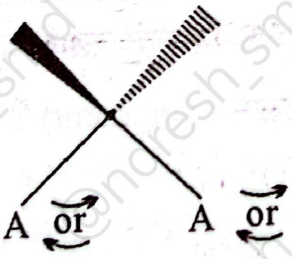
बंकन कम्पन
(Bending)
↓
बंध कोण में परिवर्तन होना, बंकन कहलाता है।
ये चार प्रकार का होता है-
(1) रोकिंग (Rocking)
(2) सिजरिंग (Scissoring)
(3) ट्विस्टिंग (Twisting)
(4) वेगिंग (Wagging)

(1)

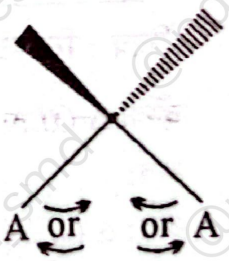
A = B, symm stretching

(2)

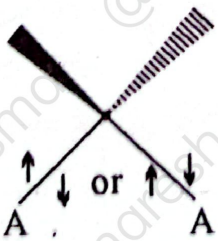
A ≠ B, Unsymm stretching

(3) 

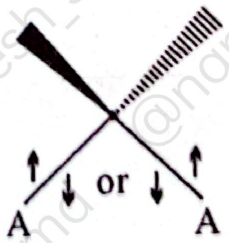
Rocking

(4) 

Scissoring

(5) 

Twisting

(6) 

Wagging

@naresh_smd

***(ii)* प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं में ऊर्जा का स्थानांतरण–** ऐसी रासायनिक अभिक्रियाएँ, जिनमें किसी बाह्य पदार्थ की सूक्ष्म मात्रा मिलाने पर वह उद्दीप्त (Stimulate) कर सके। तथा स्वयं अभिक्रिया में भाग लिए बिना ही किसी प्रकाश-रासायनिक अभिक्रिया को प्रेरित कर सके, **सुग्राहीकारक** (Sensitiser) तथा इस घटना को प्रकाश **सुग्राहीकरण** (Photo-sensitisation) कहते है। **उदाहरण–**

***(i)* हाइड्रोजन का वियोजन :**

$$Hg \xrightarrow{h\upsilon} Hg^*$$

$$Hg^* + H_2 \longrightarrow Hg + 2H$$

***(ii)* ओजोन के अपघटन से ऑक्सीजन का बनना :**

$$Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} 2Cl$$

$$Cl + O_3 + X \longrightarrow ClO_3^* + X$$

$$ClO_3^* + O_3 \longrightarrow ClO_2 + 2O_2$$

$$ClO_2 + O_3 \longrightarrow ClO_3 + O_2$$

***(iii)* पौधों में प्रकाश संश्लेषण :**

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{h\upsilon} \underset{\text{ग्लुकोज}}{C_6H_{12}O_6} + O_2$$

***(iv)* जलवाष्प का अध्ययन :**

$$Hg \xrightarrow{h\upsilon} Hg^*$$

$$Hg + H_2O \longrightarrow H + OH + Hg$$

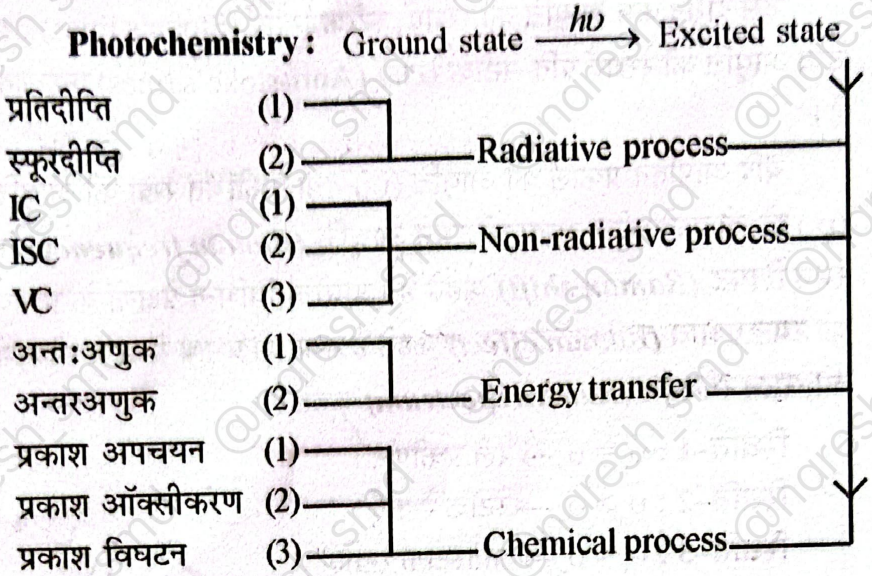
$$2OH \longrightarrow H_2O_2$$

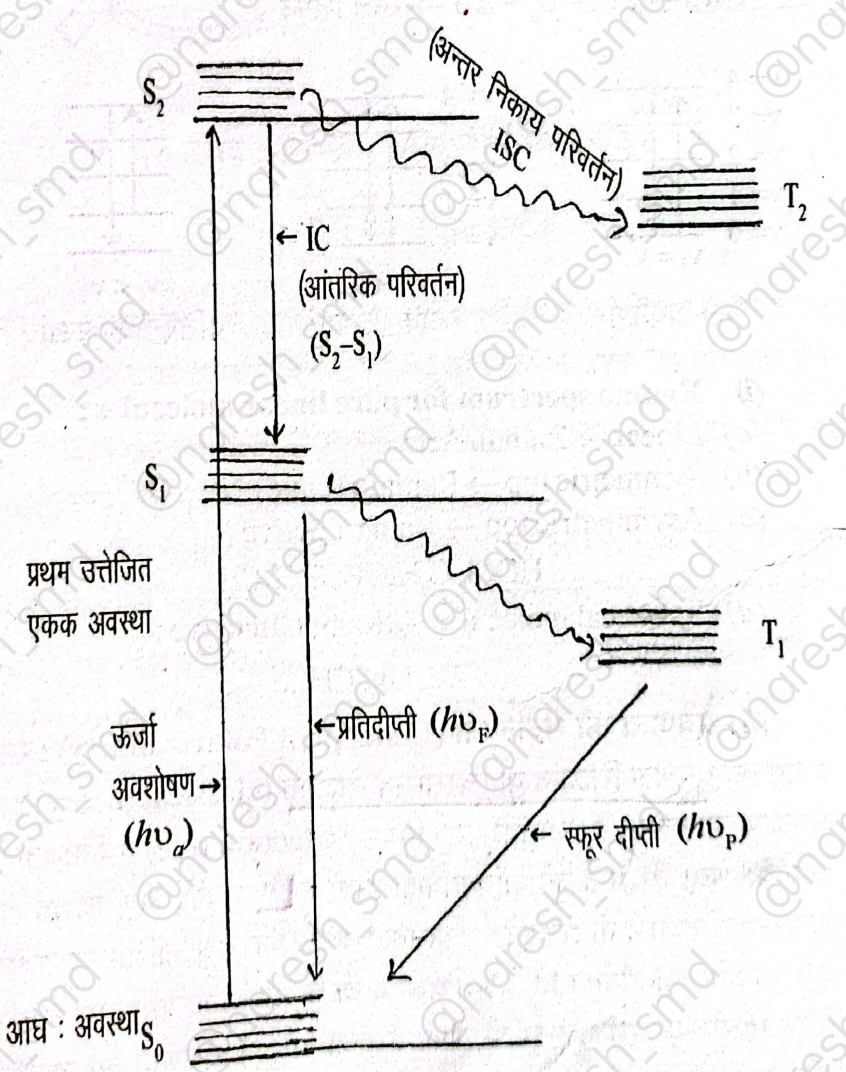
इकाई–V (Unit–V)

यहाँ α = अणु की ध्रुवणता, μ = द्विध्रुव आघूर्ण, E = परिणामी प्रयुक्त विद्युत क्षेत्र।

प्रश्न 4. जेबलॉन्सकी आरेख बनाइए और विकिरण रहित एवं विकिरण संक्रमण सहित इसे विस्तार से समझाइए।

उत्तर : जब कोई अणु या परमाणु प्रकाश का अवशोषण करता है तो यह निम्न ऊर्जा स्तर से उच्च ऊर्जा स्तर में इलेक्ट्रॉन का स्थानान्तरण हो जाता है। और सूक्ष्म समय में वापस निम्न अवस्था में आ जाता है। इस जटिल प्रक्रम को जैबलॉन्सकी आरेख द्वारा समझाया जा सकता है।





जेबलॉन्सकी आरेख

(1) **अविकिरण प्रक्रम (Non-radiative Process) :** यह दो प्रकार का होता हैं :

(a) **आन्तरिक परिवर्तन (Internal Conversion) :** इसमें इलेक्ट्रॉन उच्च उत्तेजित ऊर्जा अवस्था से निम्न उत्तेजित ऊर्जा अवस्था में आता है। **उदाहरण :** एकक → एकक या त्रिक → त्रिक

(b) **अन्तर-निकाय परिवर्तन (Inter-system crossing-ISC Conversion) :** इसमें उच्च ऊर्जा वाली एकक अवस्था से निम्न ऊर्जा वाली त्रिक अवस्था में आ जाता है।

उदाहरण : एकक → त्रिक अवस्था।

(2) **विकिरण प्रक्रम (Radiative Process) :**

(a) **प्रतिदीप्ति (Fluorescence) :** इसमें अणु एकक अवस्था (S_1) से आद्य अवस्था (S_0) में आता है तथा ऊष्मा का उत्सर्जन प्रकाश (light) के रूप में करता है। **उदाहरण :** इयोसीन, क्लोरोफिल।

(b) **स्फूरदीप्ति (Phosphorescence) :** इसमें अणु त्रिक अवस्था (T_1) से आद्य अवस्था (T_0) में आता है तथा ऊष्मा का उत्सर्जन प्रकाश (light) के रूप में करता है। **उदाहरण :** जिंक सल्फाइड।

- स्फूरदीप्ति, प्रतिदीप्ति की तुलना में अधिक समय तक रहती है।
- वे पदार्थ जो आपतित प्रकाश उद्दीपन को हटाने के बाद भी कुछ समय तक प्रकाश का उत्सर्जित करते रहते है। यह घटना **प्रतिदीप्ति** कहते है।

(i) विकिरण सहित प्रक्रम (Radiative Process) :

(a) प्रतिदीप्ति (Fluorescence) : जब उत्तेजित अणु S_1 से S_0 में आता है तथा ऊर्जा का उत्सर्जन प्रकाश के रूप में करता है।

$$S_1 \longrightarrow S_0 + \text{light (प्रकाश)}$$

उदाहरण : इयोसीन, क्लोरोफिल।

(b) स्फूरदीप्ति (Phosphorescence) : जब उत्तेजित अणु T_1 से S_0 में आता है तथा ऊर्जा का उत्सर्जन प्रकाश के रूप में करता है।

$$T_1 \longrightarrow S_0 + \text{light (प्रकाश)}$$

उदाहरण : जिंक सल्फाइड (ZnS).

(ii) विकिरण रहित संक्रमण (Non-radiative Process) :

(a) आन्तरिक परिवर्तन (Internal conversion) : IC

$$S_1 \longrightarrow S_0 + \text{ऊष्मा}$$

(b) अन्तर निकाय परिवर्तन (Inter system crossing) : ICS

$$S_1 \longrightarrow T_1 + \text{ऊष्मा}$$

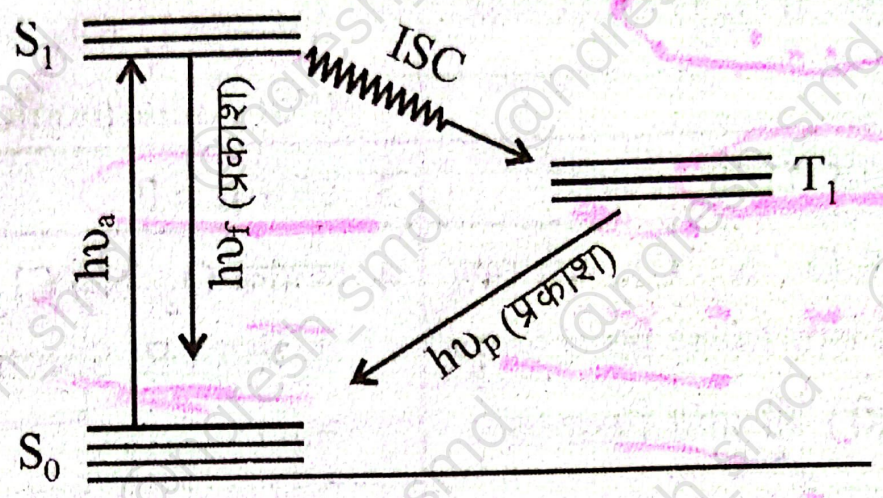
या

$$T_1 \longrightarrow S_0 + \text{ऊष्मा}$$

अथवा

प्रश्न 4. (ब) प्रतिदीप्ति एवं स्फूरदीप्ति में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

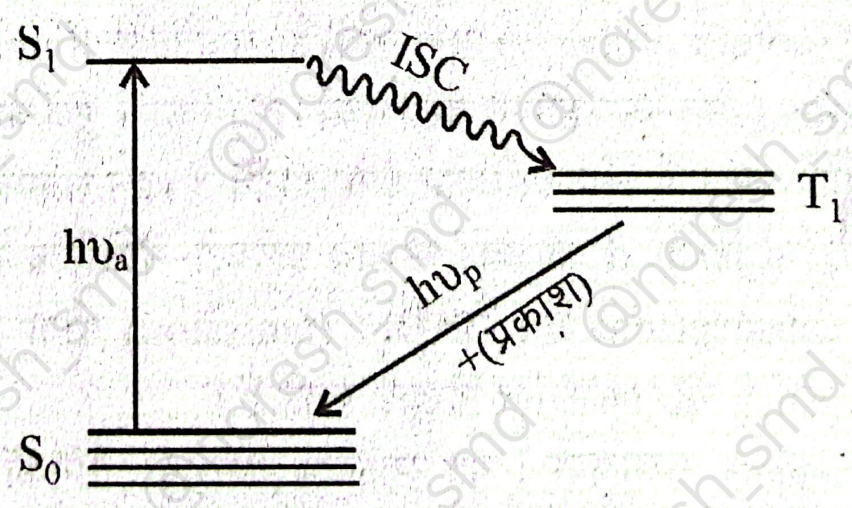
उत्तर : प्रतिदीप्ति (Fluorescence) : प्रथम उत्तेजित एकक अवस्था (S_1) में उपस्थित इलेक्ट्रॉन जब प्रकाश ऊर्जा का उत्सर्जन कर आद्य अवस्था में आता है। तो इस प्रक्रम को **प्रतिदीप्ति** कहते है। उदा. $S_1 \longrightarrow SO$+प्रकाश



चित्र : प्रतिदीप्ति (जेबलोन्सकी रेखाचित्र)

"प्रतिदीप्ति में उत्सर्जित विकिरण की तरंगदैर्ध्य आपतित विकरण की तरंगदैर्ध्य से अधिक होती हैं।" और आपतित विकिरण को हटाते ही प्रतिदीप्ति भी लुप्त हो जाती है। **उदाहरण :** क्लोरोफिल।

स्फूरदीप्ति (Phosphorescence) : वे पदार्थ जिन पर प्रकाश आपतित करने पर प्रकाश का उत्सर्जन करते है, जो प्रकाश स्त्रोत हटा लेने के बाद भी लगातार ऊर्जा का उत्सर्जन करते रहते है, ये **स्फूरदीप्ति पदार्थ** कहलाते है। तथा यह विलम्बित परिघटना **स्फूरदीप्ति** कहलाती है। उदा. $T_1 \longrightarrow SO$+प्रकाश



चित्र : स्फूरदीप्ति (जैबलोन्सकी आरेख)

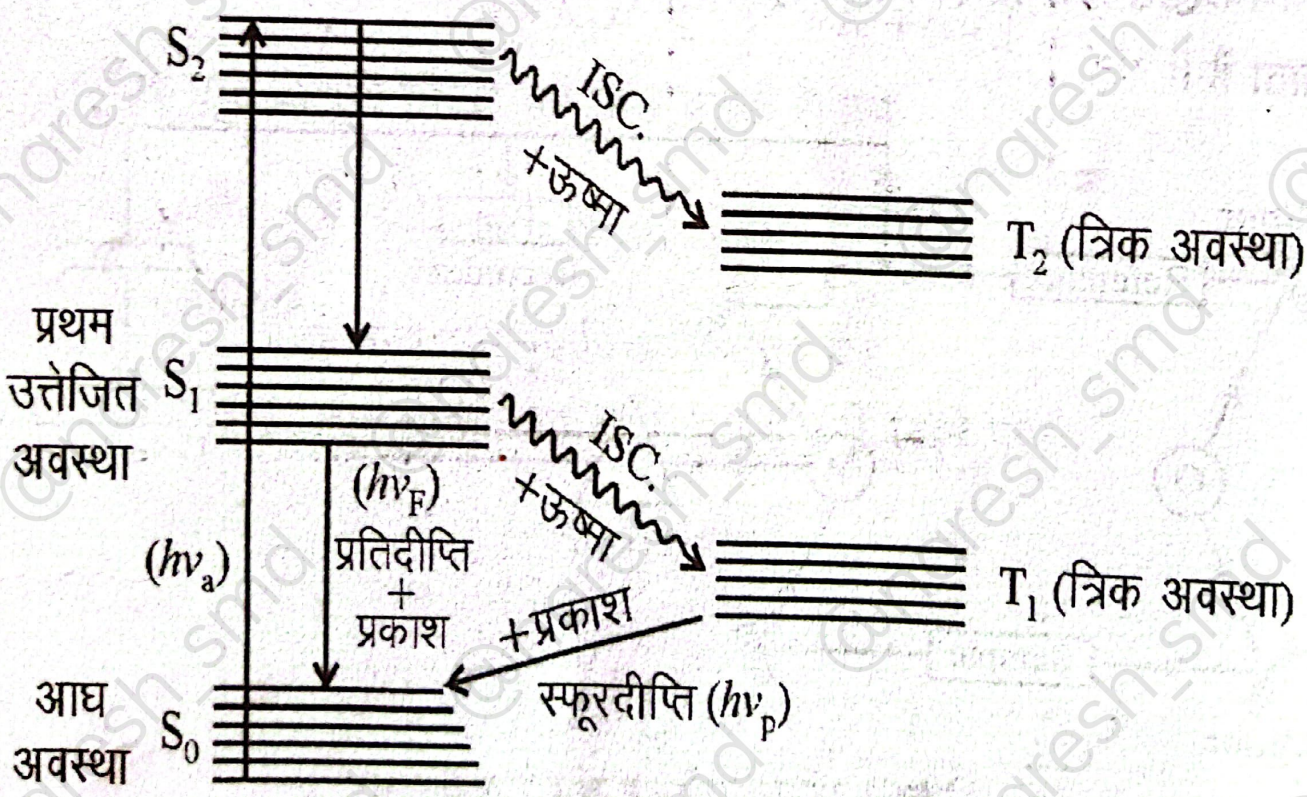
(b) जेबलान्सकी आरेख द्वारा उत्तेजित अवस्था की होने वाली विभिन्न प्रक्रमों को समझाइए।

उत्तर : वैज्ञानिक **जेबलान्स्की** के अनुसार, "जब कोई अणु या परमाणु विकरण के एक क्वाण्टम (प्रकाश ऊर्जा) का अवशोषण करके इलेक्ट्रॉन उत्तेजित अवस्था में चले जाते है। इस प्रकाश के आदान-प्रदान को जेबलान्स्की आरेख द्वारा समझाया जा सकता है।"

यह दो प्रकार का होता हैं :

(1) अविकिरण प्रक्रम (Non-radiative Process)

(2) विकिरण प्रक्रम (Radiative Process)



चित्र : जैबलान्सकी आरेख

इकाई–IV (Unit–IV)

प्रश्न 4. (अ) प्रकाश रसायन क्रिया से आप क्या समझते हैं। प्रकाश रासायनिक तथा तापीय अभिक्रियाओं में अन्तर बताइए। एक आइन्स्टीन से आप क्या समझते हैं?

उत्तर : प्रकाश रसायन क्रिया : ऐसी अभिक्रियाएँ जो विद्युत–चुम्बकीय विकिरणों और द्रव्य की पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप होती है, प्रकाश **रासायनिक अभिक्रियाएँ** कहलाती है। रसायन विज्ञान परिघटनाओं का अध्ययन, रसायन विज्ञान के सन्दर्भ में किया जाता है, photochemistry कहलाता है।

तापीय अभिक्रियाएँ तथा प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाओं में अन्तर:

तापीय अभिक्रियाएँ	प्रकाश रासायनिक अभिक्रियाएँ
1. इसमें ऊष्मा का अवशोषण होता है।	1. इसमें प्रकाश का अवशोषण होता है।
2. ये अन्धेरे (dark) में भी हो सकती है।	2. यह केवल प्रकाश में ही होती है।
3. $\Delta G = -$ ve (ऋणात्मक)	3. $\Delta G = +$ ve/– ve
4. इसमें सक्रियण ऊर्जा, अन्तर–आण्विक टक्करों से उत्पन्न होती है।	4. सक्रियण ऊर्जा, आवश्यक ऊर्जा के फोटोनों के अवशोषण से प्राप्त होती है।
5. इसमें, ताप महत्त्वपूर्ण प्रभाव डालता है। **उदाहरण :** $N_2 + 3H_2 \xrightarrow{Fe/Mo} 2NH_3$ $PCl_5 \xrightarrow{\Delta} PCl_3 + Cl_2$	5. इसमें तापमान का बहुत कम प्रभाव पड़ता है। **उदाहरण :** $H_2 + Br_2 \xrightarrow{h\upsilon} 2HBr$ $H_2 + Cl_2 \xrightarrow{h\upsilon} 2HCl$

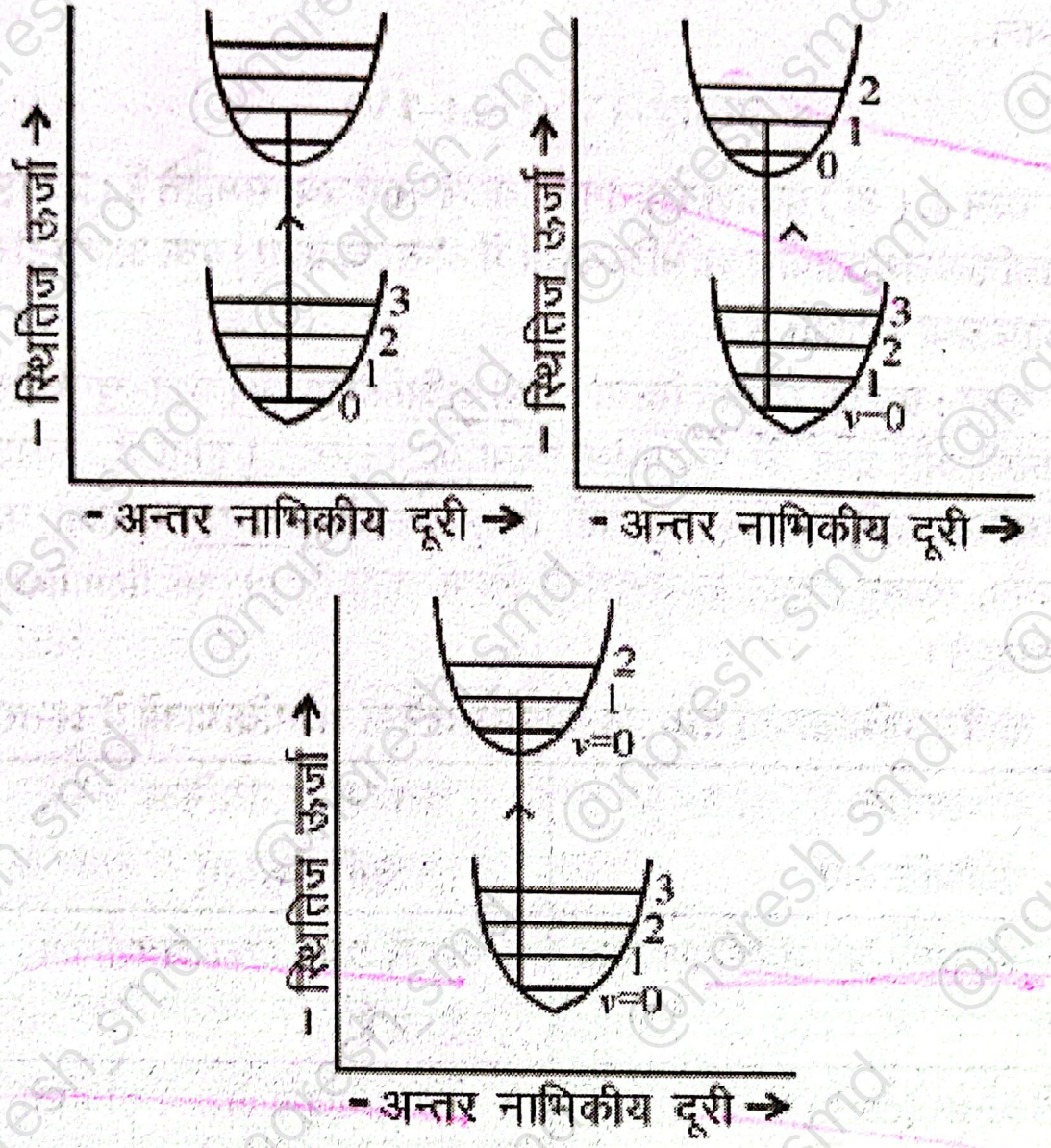
एक मोल अणु द्वारा अवशोषित विकिरण ऊर्जा को एक आइन्स्टीन कहते है।

अथवा

प्रश्न 4. (ब) फ्रेंक-कोन्डन सिद्धान्त पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। प्रतिदीप्ति एवं स्फुरदीप्ति में अन्तर समझाइए।

उत्तर : वैज्ञानिक **फ्रेंक-कण्डोन** ने स्थितिज ऊर्जा तर्क को समझाया था। इसके लिए इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम की कम्पन संरचना तथा विभिन्न तीव्रता-वितरणों के स्थितिज ऊर्जा वक्र को समझाया। इसे **फ्रेंक-कण्डोन सिद्धान्त** कहते है।

इनके अनुसार "अणु में इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण कम्पन्न गतियों की तुलना में अधिक तीव्र होते है, जिससे कम्पनीय अणु की अन्तःनाभिकीय दूरी में विशेष परिवर्तन नहीं होता है। अर्थात् इलेक्ट्रॉन संक्रमण इतनी तेजी से होता है कि कम्पन करते अणु में, संक्रमण की अवधि में अन्तरःनाभिकीय दूरी में परिवर्तन नहीं कर पाते है। अतः संक्रमण के पश्चात् परमाणुओं के नाभिक लगभग संक्रमण से पहले वाले स्थान पर स्थापित हो जाते है।"



चित्र : फ्रेंक-कण्डोन सिद्धान्त और स्थितिज ऊर्जा वर्क

अथवा

प्रश्न 4. (ब) प्रकाश रसायन के ग्रोथम-ड्रेपर और स्टार्क-आइन्सटाइन नियम समझाइए।

उत्तर : प्रकाश रसायन के दो नियम हैं-

1. ग्रोथस-ड्रेपर का नियम (प्रकाश रसायन का प्रथम नियम)- इस नियम को वैज्ञानिक **ग्रोथस-ड्रेपर** ने दिया था इसके अनुसार, "रासायनिक अभिक्रिया प्रकाश के केवल उन्हीं विकिरणों द्वारा सम्पन्न होती है जिसका अवशोषण होता है।"

2. स्टार्क-आइन्सटीन का नियम (प्रकाश रसायन का द्वितीय नियम)-इस नियम को वैज्ञानिक स्टार्क-आइन्सटीन ने दिया था। इनके अनुसार, "प्रकाश रासायनिक अभिक्रिया में भाग लेने वाले प्रत्येक अणु द्वारा एक क्वाण्टम ऊर्जा अवशोषित करने से अभिक्रिया सम्पन्न होती है।"

इस नियम को **प्रकाश रासायनिक तुल्यता का नियम** (Law of Photochemical Equivalence) भी कहते है।

प्रश्न 4. (A) इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम की उत्पत्ति समझाइए।

उत्तर : जब अणु, विकिरण ऊर्जा का अवशोषण करता है, तो अणु में इलेक्ट्रॉन एक ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में जाता है जिससे इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है। यह स्पेक्ट्रम विद्युत-चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के पराबैंगनी एवं दृश्य क्षेत्रों में प्राप्त होता हैं, इसलिए इसके अध्ययन को पराबैंगनी दृश्य स्पेक्ट्रमिकी (UV-vis. spectroscopy) कहते है।

इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण के साथ-साथ अणु की घूर्णन एवं कम्पन्न ऊर्जा स्तरों में भी परिवर्तन होता है। यही कारण है कि इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम के प्रत्येक बैण्ड में घूर्णन एवं कम्पन्न संक्रमण के कारण सूक्ष्म रेखाएँ भी होती हैं। जिससे इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम जटिल हो जाता है। जटिल होने के उपरान्त भी यह सम-नाभिकीय अणुओं के अध्ययन में उपयोगी है, इनका सूक्ष्मतंरग तथा अवरक्त स्पेक्ट्रमिकी के द्वारा अध्ययन कठिन होता है।

इस तरह का स्पेक्ट्रम प्राप्त करने के लिए निम्नलिखित दो मानों का मापन सही रूप से किया जाना आवश्यक होता हैं :

(i) अधिकतम अवशोषण की तरंगदैर्ध्य (λ_{max}) तथा

(ii) अवशोषण की तीव्रता (E).

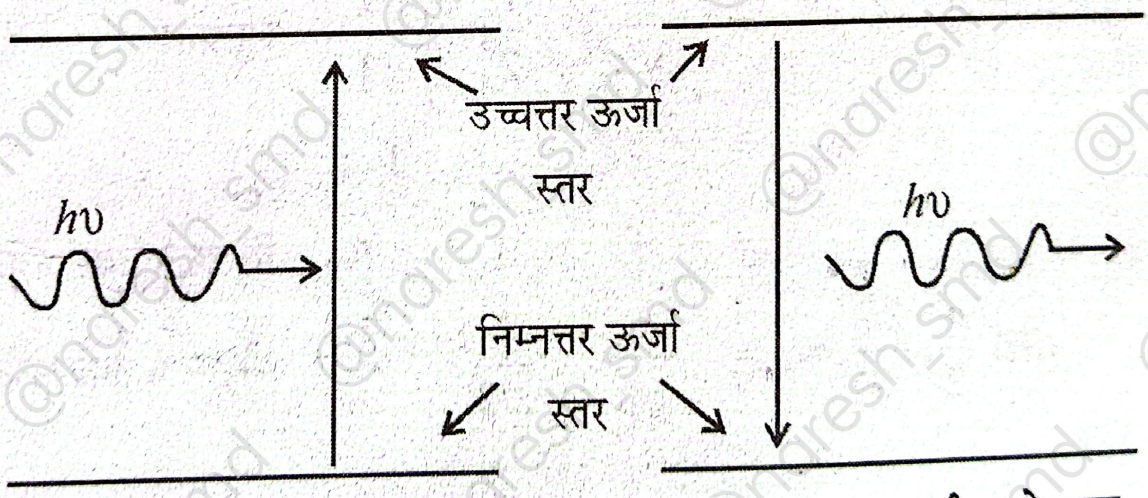
इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम का क्षेत्र (परास) 100-700Å तक या 10 से 750 nm तक होती है। परन्तु स्पेक्ट्रोमीटर द्वारा 200 से 750 nm तक के मापन ही किए जाते हैं।

अथवा

प्रश्न 4. (अ) इलेक्ट्रॉनीय स्पेक्ट्रम की उत्पत्ति समझाइए एवं चयन नियम बताइए।

उत्तर : इलेक्ट्रॉनीय स्पेक्ट्रम–ऐसी अभिक्रियाएँ जो विद्युत–चुम्बकीय विकिरणों और द्रव्य की पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप होती है, प्रकाश **रासायनिक अभिक्रियाएँ** कहलाती है। रसायन विज्ञान परिघटनाओं का अध्ययन, रसायन विज्ञान के सन्दर्भ में किया जाता है, **photochemistry** कहलाता है।

उत्तर : स्पेक्ट्रोमिकी, विज्ञान की वह शाखा है जिसके अन्तर्गत उन संक्रमणों का अध्ययन किया जाता है। जो एक अणु के विभिन्न ऊर्जा स्तरों के मध्य उपयुक्त विकिरणों के अवशोषण से प्राप्त होते हैं। इसमें किसी अणु पर आपतित विकिरण, प्रकाश का फोटोन के रूप में अवशोषण या उत्सर्जन होता है। इसमें दो ऊर्जा स्तर (निम्नतर ऊर्जा स्तर तथा उच्चतर ऊर्जा स्तर) में आदान–प्रदान होता है और जब ऊर्जा का अवशोषण होता है तो प्राप्त स्पेक्ट्रम को **अवशोषण स्पेक्ट्रम** (Absorption Spectrum) तथा जब ऊर्जा का उत्सर्जन होता है तो इसके फलस्वरूप प्राप्त स्पेक्ट्रम को **उत्सर्जन स्पेक्ट्रम** (Emission Spectrum) कहते हैं।



चित्र *(a)* अवशोषण स्पेक्ट्रम **चित्र *(b)* उत्सर्जन स्पेक्ट्रम**

आण्विक स्पेक्ट्रा (Molecular Spectra)—वरण नियमों (Selection Rules) द्वारा संचालित होते है जो एक संक्रमण से सम्बद्ध क्वाण्टम संख्याओं में परिवर्तन को निर्दिष्ट करते हैं। जो कि स्पेक्ट्रोस्कोपी में विकिरण की अन्त:क्रिया के क्वाण्टम सिद्धान्त से प्राप्त किए जा सकते हैं।

प्रश्न 4. (अ) निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी कीजिए :-

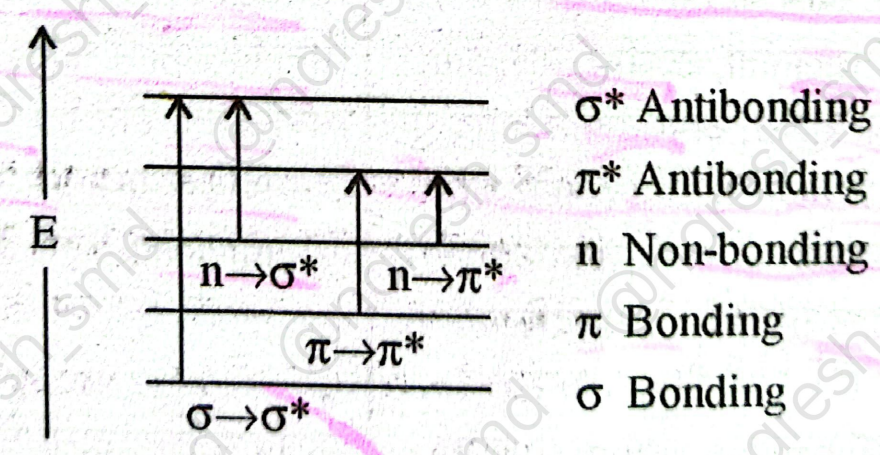
(i) संक्रमण धातुओं के यौगिकों के रंग

(ii) $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण

उत्तर : (i) संक्रमण धातुओं के यौगिकों के रंग : आवर्त सारणी में संक्रमण तत्त्व के यौगिक अपनी विशिष्ट पहचान रखते हैं। इनमें आंशिक रूप से भरे d कक्षक (Partially filled "d" orbitals) होते हैं और इन में रंगीन प्रकृति (colour property) पायी जाती है। क्योंकि इनमें unabsorbed wavelengths (अन-अवशोषित तरंग दैर्ध्य) की किरण पुंज के कारण d-d संक्रमण पाया जाता है और इसी कारण रंग दर्शाते हैं। इन संक्रमण यौगिकों के अर्द्धपूरित या रिक्त 'd' कक्षकों से जब इलेक्ट्रो-मैग्नेटिक रेडियन का अवशोषण (absorption) एवं उत्सर्जन (emission) होता है जिसके फलस्वरूप, हमें ये यौगिक रंगीन दिखाई पड़ते हैं।

(ii) $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण : यह संक्रमण असंतृप्त यौगिकों (ऐल्कीन एल्काइन, एल्डिहाइड कीटोन) में होता है, जिनमें π– इले. उपस्थित होते हैं। ये संक्रमण पराबैंगनी क्षेत्र में अवशोषण से होता है। जिन यौगिकों में d.b. (double bond) या T.b. (triple bond) या d.b के साथ-साथ असंयुग्मित इले. हो, उनमें $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण पाया जाता है। जैसे $CH_2 = CH_2$, $CH_2 = CH - CH = CH_2$, $\begin{matrix} R \\ R \end{matrix}\!\!>C = 0$, $\begin{matrix} R \\ H \end{matrix}\!\!>C = 0$

ऊर्जा का क्रम : $\sigma \rightarrow \sigma^* > n \rightarrow \sigma^* > \pi \rightarrow \pi^* > n \rightarrow \pi^*$



चित्र : इले. संक्रमण और ऊर्जा स्तर

(b) $\Delta\Delta = 0, \pm 1$, δ = कक्षीय कोणीय संवेग

(c) $\Delta J = 0, \pm 1$, J = घूर्णन रेखाएँ।

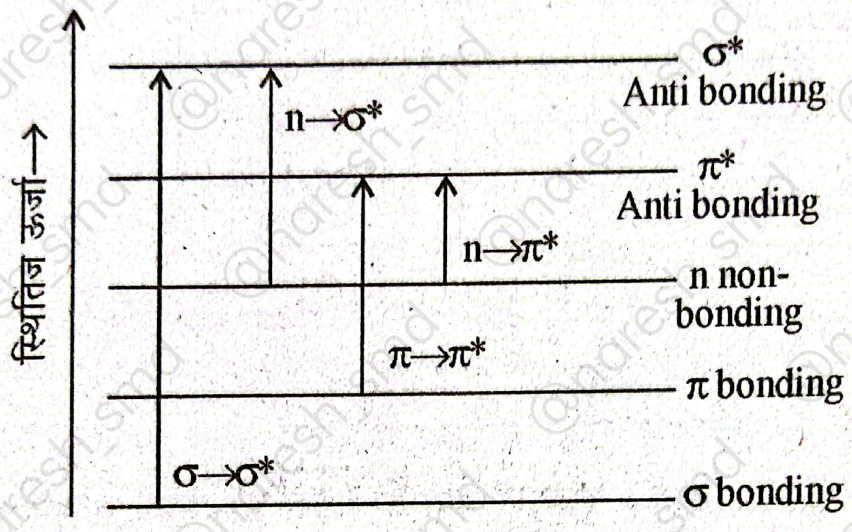
***(ii)* इलैक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम में विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण**–ये निम्नलिखित हो सकते हैं–

(a) $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण

(b) $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण

(c) $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण

(d) $n \rightarrow \pi^*$ संक्रमण।



चित्र : इलेक्ट्रॉनिक संक्रमण और ऊर्जास्तर

***(a)* $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण**–इनकी ऊर्जा सर्वाधिक होती है। ये सुदूर पराबैंगनी क्षेत्र में अवशोषण बैंड दर्शाते हैं। **उदाहरण**–मेथेन, एथेन, इत्यादि।

***(b)* $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण**–इनकी ऊर्जा, $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण से कम होती है। ये भी पराबैंगनी क्षेत्र में अवशोषण बैंड दर्शाते हैं। **उदाहरण**–एल्काइल, ऐल्किल हैलाइड इत्यादि।

***(c)* $\pi \rightarrow \pi^*$ संक्रमण**–इनकी ऊर्जा $\sigma \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण तथा $n \rightarrow \sigma^*$ संक्रमण से कम होती है। ये भी पराबैंगनी क्षेत्र में अवशोषण बैंड दर्शाते हैं। **उदाहरण**–ऐल्कीन तथा ऐल्काइन, ये K-बैंड कहलाते हैं।

***(d)* $n \rightarrow \pi^*$ संक्रमण**–इनकी ऊर्जा न्यूनतम होती है। ये पराबैंगनी तथा दृश्य क्षेत्र में अवशोषण बैंड दर्शाते हैं। इनके **उदाहरण**–एल्डिहाइड तथा कीटोन। ये R-बैंड कहलाते हैं।

अथवा

प्रश्न 5. (A) क्रिस्टलों का आकार तथा अक्षीय कोणों के आधार पर वर्गीकरण कीजिए। प्रत्येक क्रिस्टल तंत्र के लिए एक-एक उदाहरण देते हुए क्रिस्टल अक्ष (a, b, c) तथा कोणों (α, β, γ) के मान लिखिए।

उत्तर : आकार तथा अक्षीय कोणों के आधार पर क्रिस्टल सात प्रकार के होते हैं :

1. **सरल घनीय (Simple Cubic) :** $a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$
   उदाहरण : KCl, NaCl, CaF_2.
2. **चतुष्कोणीय (Tetragonal) :** $a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$
   उदाहरण : SiO_2, TiO_2.
3. **षट्कोणीय (Hexagonal) :** $a = b \neq c, \alpha = \beta = 90°, \gamma = 120°$
   उदाहरण : ZnS, ग्रेफाइट, बर्फ।
4. **समचतुर्भुजी (Orthorhombic) :** $a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$
   उदाहरण : $MgSO_4 \cdot 7H_2O$, KNO_3, S_R.
5. **एकनताक्ष (Monoclinic) :** $a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$
   उदाहरण : Na_2SO_4, $FeSO_4$, S_m.
6. **त्रिनताक्ष (Triclinic) :** $a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$
   उदाहरण : $K_2Cr_2O_7$, $CuSO_4$, H_3BO_3.
7. **समत्रिनताक्ष (Rhombohedral) :** $a = b = c, \alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$
   उदाहरण : Calcite, $KMnO_4$, $NaNO_3$.

अथवा

इकाई–V (Unit–V)

प्रश्न 5. (अ) क्रिस्टलों के वर्गीकरण का उदाहरण सहित विस्तृत विवेचना कीजिए।

उत्तर : क्रिस्टलों का वर्गीकरण भिन्न-भिन्न आधार पर दिया गया है :

(A) आकार एवं अक्षीय कोणों के आधार पर : इस आधार पर क्रिस्टल सात प्रकार के होते हैं :

(i) **घनीय :**

$a = b = c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$, NaCl, Zinc blende

(ii) **चतुष्कोणीय :**

$a = b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$, SnO_2, $CaSO_4$

(iii) **षट्कोणीय :**

$a = b \neq c, \alpha = \beta = 90°, \gamma = 120°$, ZnO, CdS

(iv) **समचतुर्भुजी :**

$a \neq b \neq c, \alpha = \beta = \gamma = 90°$, Rhombic Sulphur

(v) **एकनताक्ष :**

$a \neq b \neq c, \alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$, एकनताक्ष सल्फर

(vi) **त्रिनताक्ष :**

$a \neq b \neq c, \alpha \neq \beta \neq \gamma \neq 90°$, $CuSO_4$, $K_2Cr_2O_7$

(vii) **त्रिसमनताक्ष :**

$a = b = c, \alpha = \gamma = 90°, \beta \neq 90°$, $KMnO_4$

(B) बन्ध प्रकृति के आधार पर वर्गीकरण : ये चार प्रकार के होते हैं:

(i) **आयनिक क्रिस्टल :** इनमें आयनिक बन्ध पाया जाता है।

उदाहरण : NaCl

(ii) **सहसंयोजी क्रिस्टल :** इनमें सहसंयोजी बन्ध पाया जाता है।

उदाहरण : डायमण्ड

(iii) **धात्विक क्रिस्टल :** इनमें धात्विक बन्ध पाया जाता है।

उदाहरण : Na, Fe

(iv) **आणविक क्रिस्टल :** इनमें वाण्डर वाल्स बन्ध पाया जाता है।

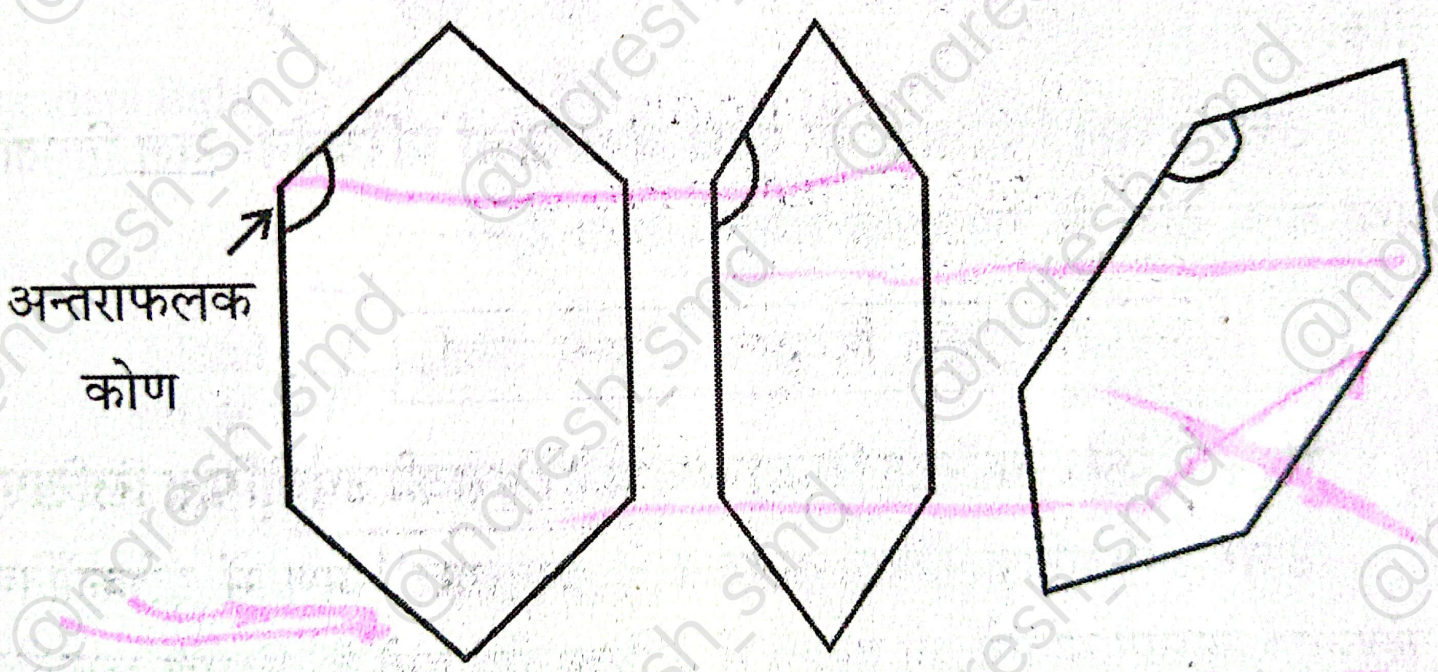
उदाहरण : CO_2

है।

प्रश्न 5. *(a)* क्रिस्टलोग्राफी के नियमों को समझाइए।

उत्तर : क्रिस्टलोग्राफी (क्रिस्टल विज्ञान) के तीन नियम हैं :

1. कोणों की स्थिरता का नियम : यह क्रिस्टल विज्ञान का **प्रथम नियम** कहलाता है। वैज्ञानिक **स्टेनो** के अनुसार, "समान भौतिक परिस्थितियों में एक ही पदार्थ के विभिन्न क्रिस्टलों के लिए अन्तराफलक कोण सदैव स्थिर रहता है।"



चित्र : क्रिस्टल में अन्तराफलक कोण

2. परिमेय घातांकों का नियम : यह क्रिस्टल विज्ञान का **द्वितीय नियम** कहलाता है। वैज्ञानिक **वीइस** तथा **मिलर** के अनुसार, "यदि किसी क्रिस्टल के विभिन्न पृष्ठों के लिए अक्षों पर अन्त:खण्ड खींचे जाएँ, तो ये या तो इकाई खण्डों या उनकी समाकलन पूर्ण संख्याओं के गुणज के बराबर होंगें।" **उदाहरण:**

वीइस घातांक	$1a$,	$2b$,	$3c$	हो तो इनके
मिलर अंक	6,	3,	2	होंगें।

3. सममिति का नियम : यह क्रिस्टल विज्ञान का **तीसरा नियम** कहलाता है। इस नियम के अनुसार एक ही पदार्थ के अलग–अलग क्रिस्टलों के लिए सममिति तत्व समान होते है। एक क्रिस्टल में निम्न सममिति तत्व हो सकते हैं :

(i) **सममिति तल :** ऐसे काल्पनिक तल जो किसी क्रिस्टल को बराबर भागों में विभाजित करता हो जो कि एक–दूसरे के दर्पण प्रतिबिम्ब हो।

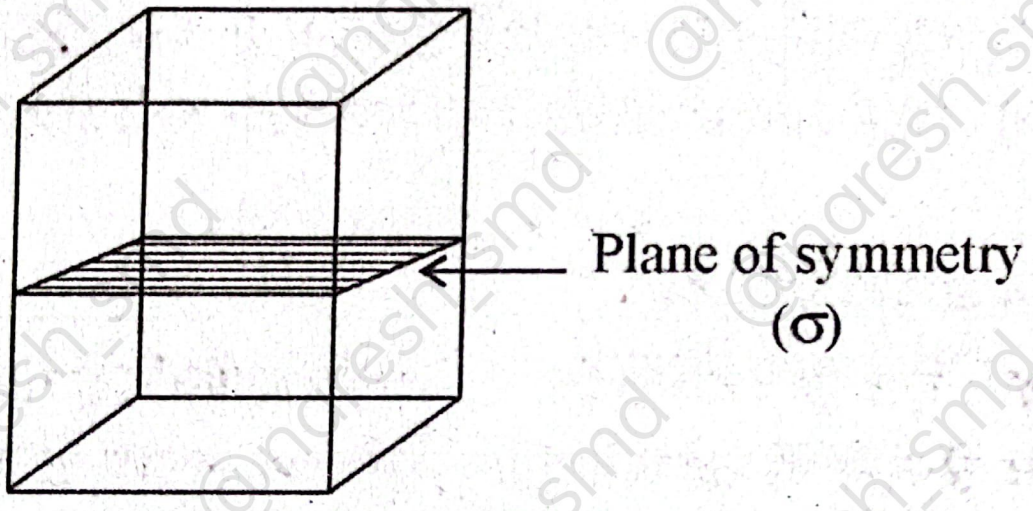
(ii) **सममिति अक्ष :** ऐसा काल्पनिक अक्ष, जो किसी अक्ष पर क्रिस्टल को घूमाने (Rotate) करने पर, अपने मूल रूप को प्राप्त करती हो।

(iii) **सममिति केन्द्र :** ऐसा काल्पनिक बिन्दु, जिससे होकर सीधी खींचीं गई रेखा, दोनों ओर बराबर दूरी पर क्रिस्टल सतह को काटती है, **सममिति केन्द्र** कहलाता है।

प्रश्न 5. सममितता का नियम से क्या तात्पर्य है ? घन में विभिन्न सममितता के तत्त्वों को चित्रों सहित समझाइए।

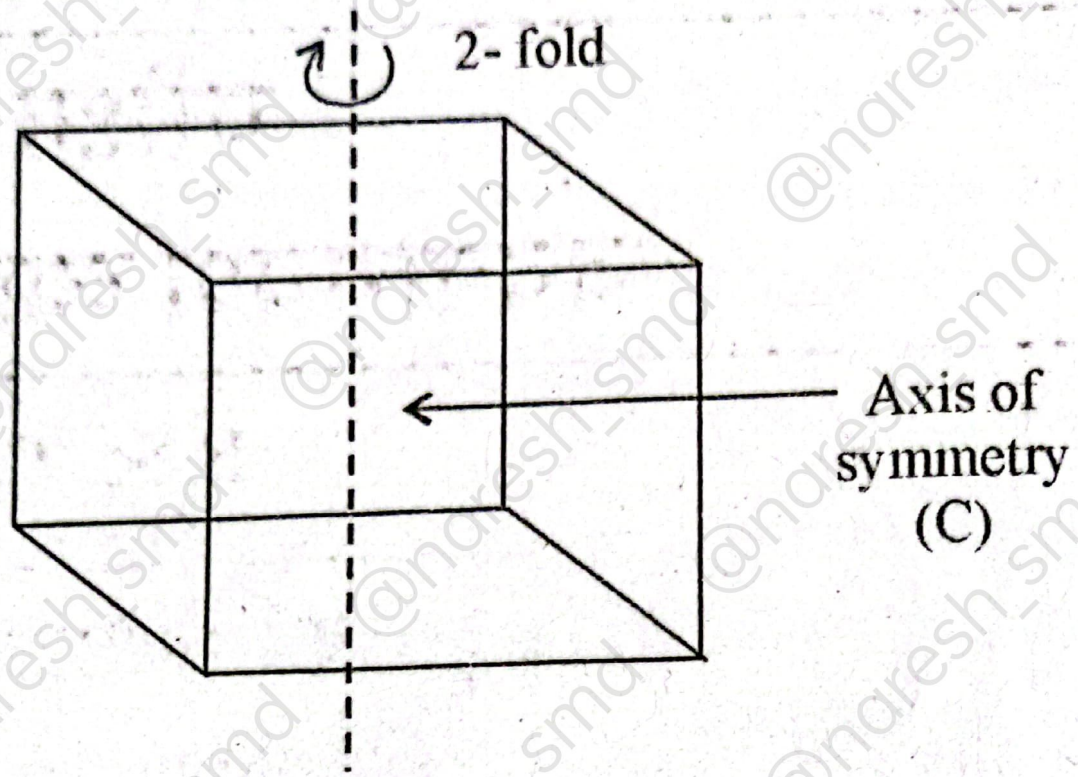
उत्तर–यह क्रिस्टल विज्ञान का **तीसरा नियम** कहलाता है। इस नियम के अनुसार एक ही पदार्थ के अलग-अलग क्रिस्टलों के लिए सममिति तत्त्व समान होते है। एक क्रिस्टल में निम्न सममिति तत्त्व हो सकते हैं–

(i) **सममिति तल**–ऐसे काल्पनिक तल जो किसी क्रिस्टल को बराबर भागों में विभाजित करता हो जो कि एक-दूसरे के दर्पण प्रतिबिम्ब हो।



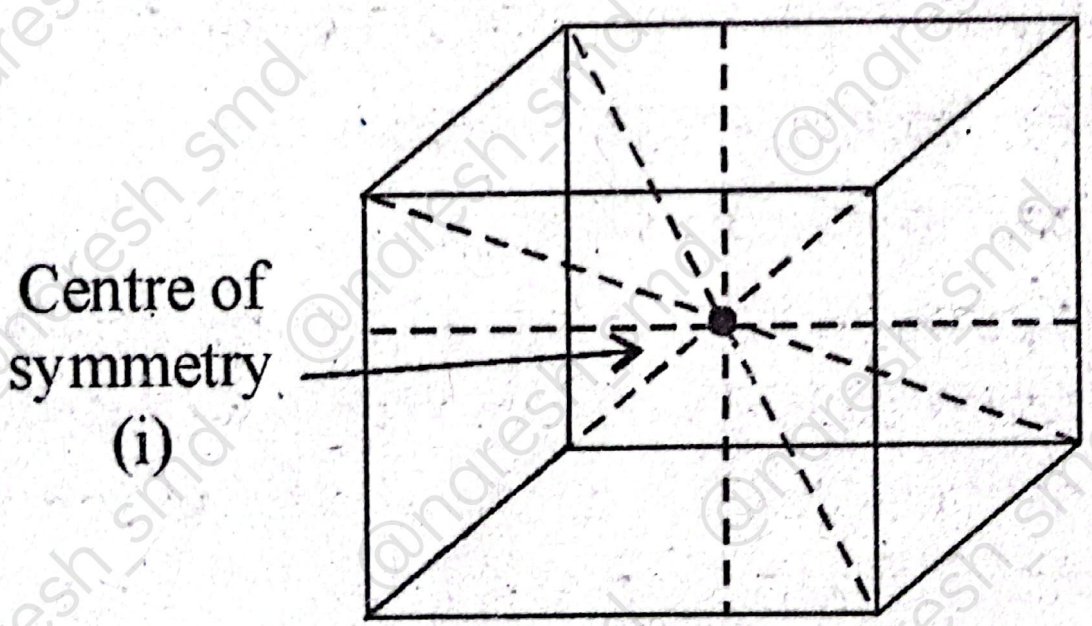
चित्र : सममिति तल

(ii) **सममिति अक्ष**–ऐसा काल्पनिक अक्ष, जो किसी अक्ष पर क्रिस्टल को घूमाने (Rotate) पर, अपने मूल रूप को प्राप्त करती हो।



चित्र : सममिति अक्ष

(iii) **सममिति केंद्र**—ऐसा काल्पनिक बिन्दु, जिससे होकर सीधी खींचीं गई रेखा, दोनों ओर बराबर दूरी पर क्रिस्टल सतह को काटती है, **सममिति केंद्र** कहलाता है।



चित्र : सममिति केंद्र

अथवा

प्रश्न 5. (B) ब्रेग का X-किरण स्पेक्ट्रोमीटर का चित्र बनाते हुए इसकी संरचना समझाइए।

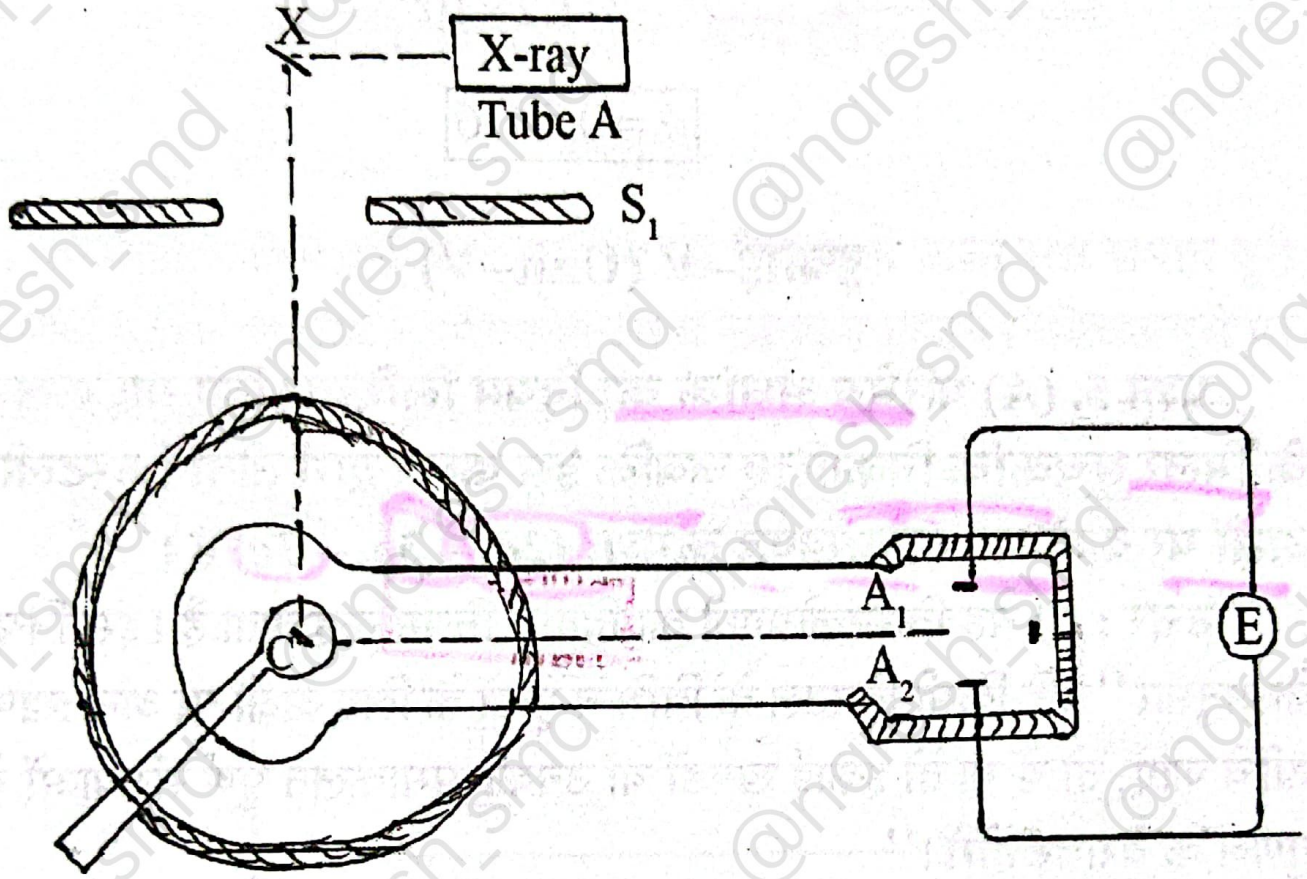
उत्तर : ***(i)*** ब्रेग ने एक समीकरण दिया था, जिसे ब्रेग समीकरण कहते है।

$$\boxed{n\lambda = 2d\sin\phi}$$

यहाँ λ = तरंगदैर्ध्य, ϕ = आपतन कोण, n = परावर्तन की कोटि, d = अन्तराफलकीय दूरी।

(ii) **ब्रेग का X-किरण स्पेक्ट्रोमीटर :** इसमें X-किरण नली से X-किरण स्लिट S_1 से गुजारी जाती है और क्रिस्टल 'C' के ज्ञात फलन पर गिराई जाती हैं। क्रिस्टल को एक घूमने वाली टेबल पर रखा जाता है और इसकी स्थिति वर्नियर स्केल 'V' पर पढ़ी जा सकती हैं। क्रिस्टल से निकाली द्वितीयक किरणों को स्लिट S_2 में से गुजरने के बाद आयन कक्ष 'I' में प्रवेश कराया जाता है। आयन कक्ष में SO_2 (आयनीकृत) गैस भरी रहती है। आयनन

कक्ष के दो इलेक्ट्रोड A_1 और A_2 को बैटरी B से इलेक्ट्रोमीटर E में से जोड़ा जाता है। जब X-किरणों के प्रवेश से गैस का आयनन होता है तो परिपथ में विद्युतधारा का प्रवाह होता है। जिससे इलेक्ट्रोमीटर E से माप लिया जाता है। आयनन की मात्रा से परावर्तित किरणों की तीव्रता ज्ञात हो जाती है। प्रिज्म को घुमाकर कई कोणों पर परावर्तित किरणें ज्ञात कर ली जाती है। जिस कोण पर सर्वाधिक (maximum) तीव्रता मिले, वह कोण θ ज्ञात कर लेते है। और ब्रेग समीकरण में इसका मान रखकर d का मान ज्ञात कर लिया जाता है।



चित्र : ब्रेग का X-किरण स्पेक्ट्रोमीटर

भाग–स (Part-C)

नोट : भाग–स : इस भाग से कुल तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर लगभग 500 शब्दों का हो। प्रत्येक प्रश्न 7½ अंक का है।

अथवा

प्रश्न 5. (B) 'क्रिस्टलों द्वारा X-किरणों का विवर्तन' को समझाते हुए ब्रेग समीकरण की व्युत्पत्ति कीजिए।

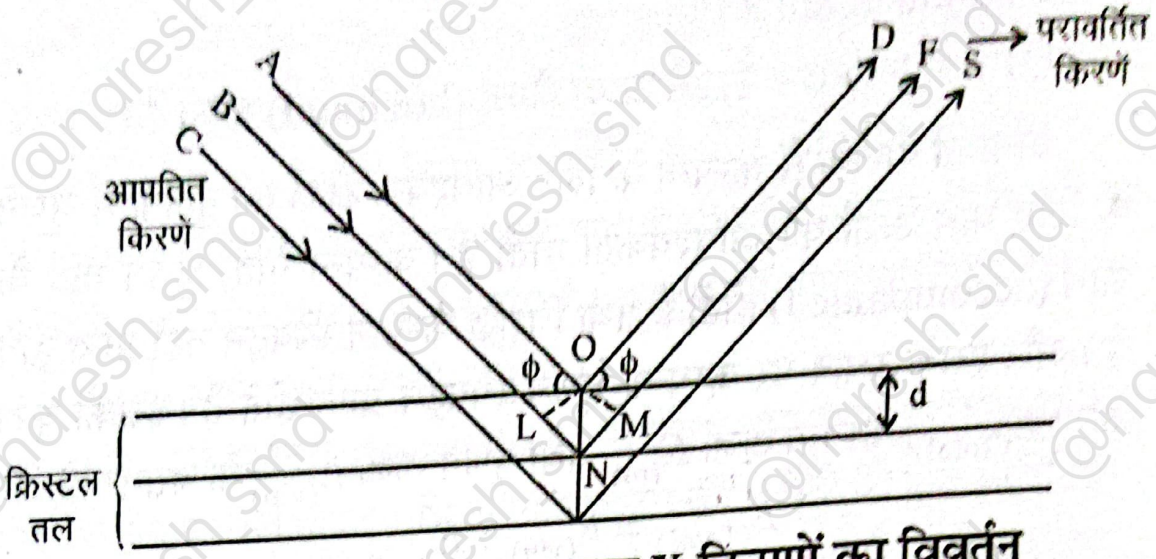
उत्तर : सर्वप्रथम जर्मन वैज्ञानिक **लाऊए (Laue)** ने X-किरण विवर्तन को समझाया था। इनके बाद में वैज्ञानिक **ब्रेग (Brage)** ने NaCl क्रिस्टल से X-किरण को विवर्तित करने में सफलता प्राप्त की।

इनके अनुसार, एक क्रिस्टल जालक, जिसके मध्य तलों के बीच की दूरी 'd' है। तथा माना कि 'λ' तरंगदैर्ध्य वाली X-किरणों का पुंज θ कोण पर टकराती है और यह θ कोण पर ही परावर्तित हो जाती है। ABC आपतित X-किरणें परावर्तन के पश्चात् एक ही तल DEF पर मिलती है। यदि इस लम्ब OL तथा OM खींचा जाए तो लम्बाई का अन्तर

$$\delta = LN + NM \qquad .....(1)$$

वैज्ञानिक ब्रेग के अनुसार δ का मान X-किरण की तरंगदैर्ध्य (λ) का एक सरल गुणक होना चाहिए। अतः

$$\delta = n\lambda = LN + NM \qquad .....(2)$$



चित्र : क्रिस्टल जालक तल द्वारा X-किरणों का विवर्तन

चूँकि Δ *OLN* तथा Δ *OMN* सर्वांगसम (congruent) है।

अतः

$$LM = NM \qquad .....(3)$$

अतः Δ *OLM* की ज्यामिति से

$$\frac{LN}{ON} = \sin\phi$$

$$LN = ON \sin\phi = d \sin\phi \qquad .....(4)$$

इसी प्रकार Δ *OMN* की ज्यामिति से

$$\frac{MN}{ON} = \sin\phi$$

$$MN = ON \sin\phi = d \sin\phi \qquad .....(5)$$

समीकरण (2) से

$$n\lambda = d\sin\phi + d\sin\phi$$

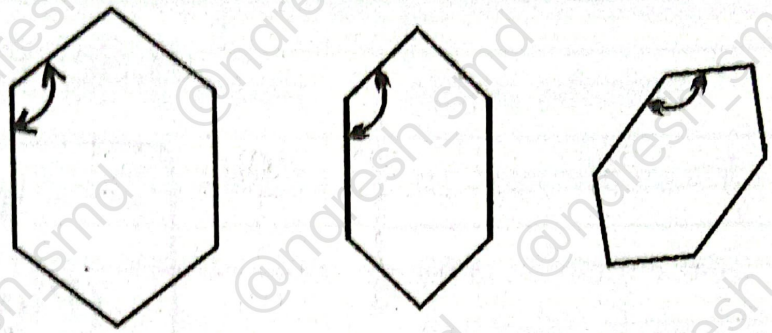
$$\boxed{n\lambda = 2d\sin\phi} \qquad .....(6)$$

जहाँ λ = X-किरण की तरंगदैर्ध्य; d = अन्तराफलकीय दूरी; n = परावर्तन की कोटि $n = 1, 2, 3, ...$; ϕ = आपतन कोण।

समीकरण (6) को **ब्रेग समीकरण** कहलाता है। जिसमें X-किरण की तरंगदैर्ध्य (λ) तथा क्रिस्टल तलों के बीच की दूरी ज्ञात करने में उपयोगी है।

प्रश्न 5. (ब) क्रिस्टल विज्ञान का प्रथम नियम लिखिए।

उत्तर : कोणों की स्थिरता का नियम, क्रिस्टल विज्ञान का प्रथम नियम कहलाता है। वैज्ञानिक **स्टेनो** के अनुसार, "समान भौतिक परिस्थितियों में एक ही पदार्थ के विभिन्न क्रिस्टलों के अन्तराफलक कोण, सदैव स्थिर रहता है।"



चित्र : क्रिस्टल में अन्तराफलक कोण

(स) निम्नलिखित वीड्स घातांकों को मिलर घातांकों में परिवर्तित कीजिए :

(i) $2a, b, c$; **(ii)** $\frac{3}{2}a, 2b, c$; **(iii)** $\frac{a}{2}, \frac{2b}{3}, \infty_c$

उत्तर :

(i) $2a, b, c$ $= 2, \quad 1, \quad 1$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{1}, \quad \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= 1, \quad 2, \quad 2$ मिलर प्रतीक/अंक

(ii) $\frac{3}{2}a, 2b, c$ $= \frac{3}{2}, \quad 2, \quad 1$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{3/2}, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= \frac{2}{3}\times 6, \quad \frac{1}{2}\times 6, \quad 1\times 6$

$= 4, \quad 3, \quad 6$ मिलर प्रतीक/अंक

(iii) $\frac{a}{2}, \frac{2b}{3}, \infty_c$ $= \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad \frac{1}{2/3}, \quad \frac{1}{\infty}$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= 2, \quad \frac{3}{2}, \quad 0$ व्युत्क्रम

$= 4, \quad 3, \quad 0$ मिलर प्रतीक/अंक

◆◆◆

इकाई–V (Unit–V)

प्रश्न 5. (अ) *(i)* मिलर सूचकांक क्या है? इन्हें ज्ञात करने की विधि का वर्णन करिए।

उत्तर : मिलर सूचकांक–वैज्ञानिक मिलर ने किसी फलक के अक्षीय अनुपातों व अन्त:खण्डों के सामान्य सम्बन्ध से उनके क्रिस्टलीय अक्षों को व्यक्त किया। इन मिलर घातांकों को बोइम घातांक से निम्न प्रकार से परिवर्तित किया जा सकता है–

(i) $2a, b, c$; *(ii)* $\frac{3}{2}a, 2b, c$; *(iii)* $\frac{a}{2}, \frac{2b}{3}, \infty_c$

उत्तर :

(i) $2a, b, c = 2, 1, 1$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{2}, \frac{1}{1}, \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= 1, 2, 2$ मिलर प्रतीक/अंक

(ii) $\frac{3}{2}a, 2b, c = \frac{3}{2}, 2, 1$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= \frac{1}{3/2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{1}$ व्युत्क्रम

$= \frac{2}{3}\times 6, \frac{1}{2}\times 6, 1\times 6$

$= 4, 3, 6$ मिलर प्रतीक/अंक

(iii) $\frac{a}{2}, \frac{2b}{3}, \infty_c = \frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{2/3}, \frac{1}{\infty}$ वीड्स प्रतीक/अंक

$= 2, \frac{3}{2}, 0$ व्युत्क्रम

$= 4, 3, 0$ मिलर प्रतीक/अंक

प्रश्न 5. (अ) *(ii)* यदि क्रिस्टल तल क्रिस्टल अक्षों को (2a, – 3b, – 3c) पर प्रतिच्छेदित करता है। इस तल के लिए मिलर सूचकांक ज्ञात करिए।

उत्तर : वाइस प्रतीक $= 2a \quad -3b \quad -3$

$= 2 \quad -3 \quad -3$

व्युत्क्रम $= \frac{1}{2} \quad \frac{1}{-3} \quad \frac{1}{-3}$

इसको b से गुणा करने पर

$= \frac{1}{2}\times 6 \quad \frac{1}{-3}\times 6 \quad \frac{1}{-3}\times 6$

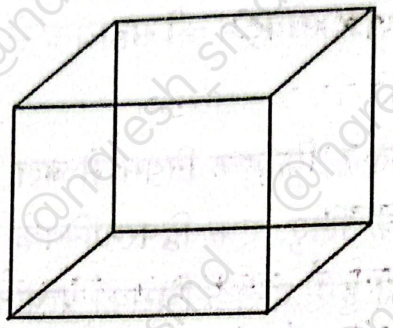
$= 3 \quad -2 \quad -2$

$= 3 \quad \overline{2} \quad \overline{2}$

अथवा

प्रश्न 5. (ब) *(i)* घनीय तन्त्र के लिए तीनों ब्रोवेज जालकों को चित्र द्वारा बताइए।

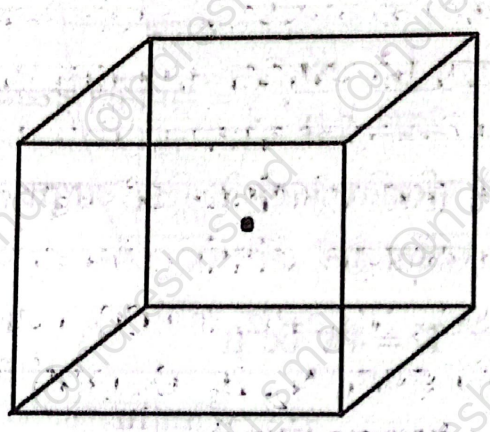
उत्तर : *(a)* सरल घनीय क्रिस्टल–



अक्ष : a = b = c

कोण : $\alpha = \beta = \gamma = 90°$

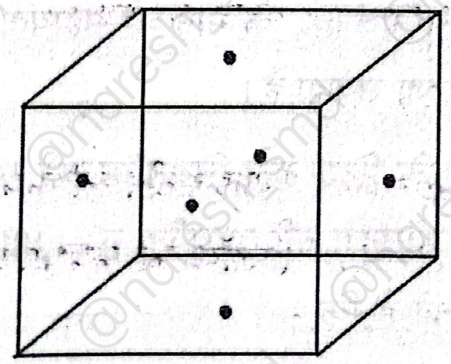
(b) कायकेन्द्रित घनीय जालक–



अक्ष : a = b = c

कोण : $\alpha = \beta = \gamma = 90°$

(c) फलक केन्द्रित घनीय जालक–



अक्ष : a = b = c

कोण : $\alpha = \beta = \gamma = 90°$

(ii) कायकेन्द्रित और फलक केन्द्रित एकक कोष्ठिका में उपस्थित परमाणुओं की संख्या की गणना करिए।

उत्तर : कायकेन्द्रित जालक (BCC) :

$$= \frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{1} \times 1 \text{ (केन्द्रक)}$$

$$= 1 + 1 = 2$$

फलक केन्द्रित जालक (FCC) :

$$= \frac{1}{8} \times 8 + \frac{1}{2} \times 6 \text{ (फलक)}$$

$$= 1 + 3 = 4$$

@naresh_smd

इकाई–V (Unit–V)

प्रश्न 5. (अ) समदैशिकता एवं विषमदैशिकता में अन्तर स्पष्ट कीजिए।

उत्तर : समदैशिकता एवं विषमदैशिकता में अन्तर

	समदैशिकता	विषमदैशिकता
1.	किसी पदार्थ के विभिन्न गुणधर्म जैसे- वैद्युत चालकता, ऊष्मीय चालकता, यांत्रिक शक्ति, अपवर्तनांक आदि गुण सभी दिशाओं में समान पाये जाते हैं। ऐसे पदार्थों को समदैशिक कहते हैं और इस गुणधर्म को समदैशिकता कहते हैं।	क्रिस्टलीय पदार्थों के भिन्न-भिन्न दिशाओं में भौतिक गुणधर्म भिन्न-भिन्न होते हैं। ये पदार्थ विषमदैशिक तथा इस गुण को विषमदैशिकता कहते हैं।
2.	यह अक्रिस्टलीय ठोस का गुणधर्म है।	यह क्रिस्टलीय ठोसों में पाया जाता है।

@naresh_smd

3.	इनमें अनियमित क्रम में आण्विक व्यवस्था होती है।	इनमें नियमित क्रम (regular order) में आण्विक व्यवस्था होती है।

अथवा

अथवा

प्रश्न 5. (ब) क्रिस्टलीय व अक्रिस्टलीय ठोसों में विभेद कीजिए।

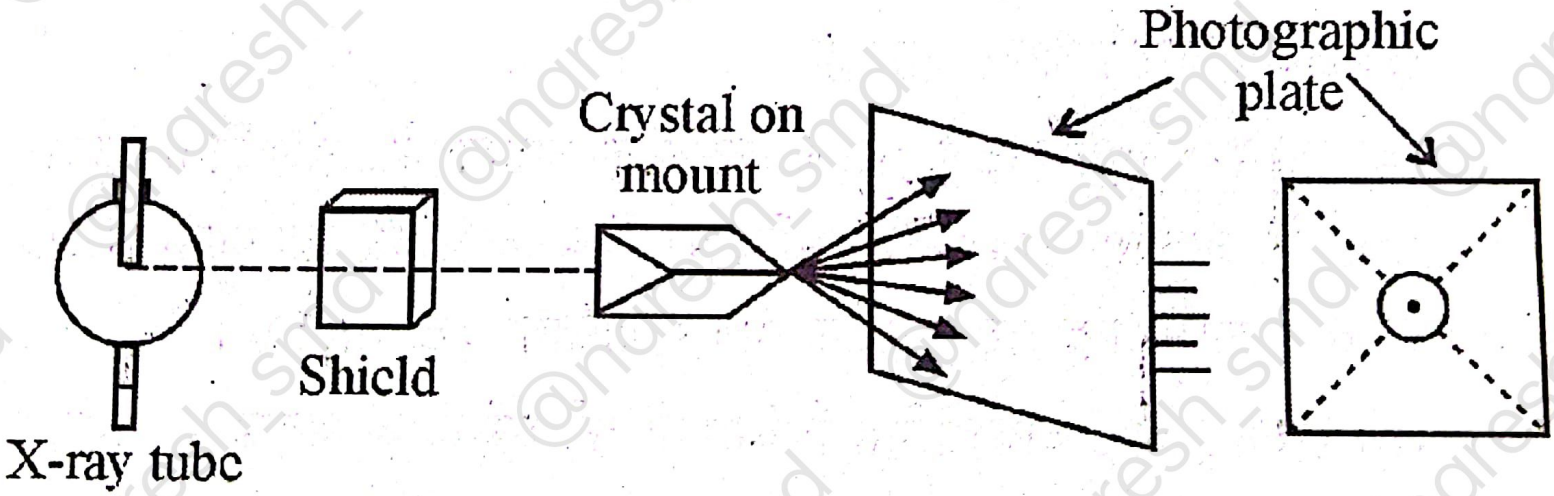
उत्तर–

क्र.सं.	क्रिस्टलीय ठोस	अक्रिस्टलीय ठोस
1.	ये वास्तविक ठोस कहलाते है।	ये आभासी ठोस/अतिशोतित द्रव कहलाते है।
2.	दीर्घ परासी व्यवस्था।	केवल लघु परासी व्यवस्था।
3.	विषमदैशिक प्रकृति।	समदैशिक प्रकृति।
4.	गलन ऊष्मा निश्चित।	अनिश्चित।
5.	निश्चित आकार।	असमाकृति आकार।
6.	तेज धार वाले औजार से काटने पर दो नियमित टुकड़ों में विभक्त।	अनियमित टुकड़ों में विभक्त।
7.	NaCl, सल्फर, शक्कर।	काँच, रबर, प्लास्टिक इत्यादि।

क्रिस्टल संरचना का निर्धारण की कई विधियाँ है :

- ब्रेग घूर्णी क्रिस्टल विधि,
- लाउए विधि,
- चूर्ण विधि।

- **लाउए विधि (Laue's Method) :** इस विधि में X-किरण ट्यूब से X-किरण पुंज के रूप में लैड–शील्ड में से स्लिट के द्वारा गुजारी जाती है। क्रिस्टल को X-किरण पुंज के पथ में जोड़ करके रखा जाता है। पथ में क्रिस्टल के प्रत्येक कण विवर्तित करते है। इस प्रकार क्रिस्टल दूरी द्वारा एक फिल्म विकसित होती है। इस विधि का प्रारूपिक मॉडल यहाँ दिखाया गया है। और इस प्रकार लाउए सांचा (Laue Patter) के अध्ययन से क्रिस्टल संरचना के सम्बन्ध में सूचनाएँ प्राप्त की जा सकती है।



चित्र : लाउए विधि द्वारा क्रिस्टल संरचना का निर्धारण करना

◆◆◆

प्रश्न 5. (अ) NaCl की क्रिस्टल संरचना को समझाइए।

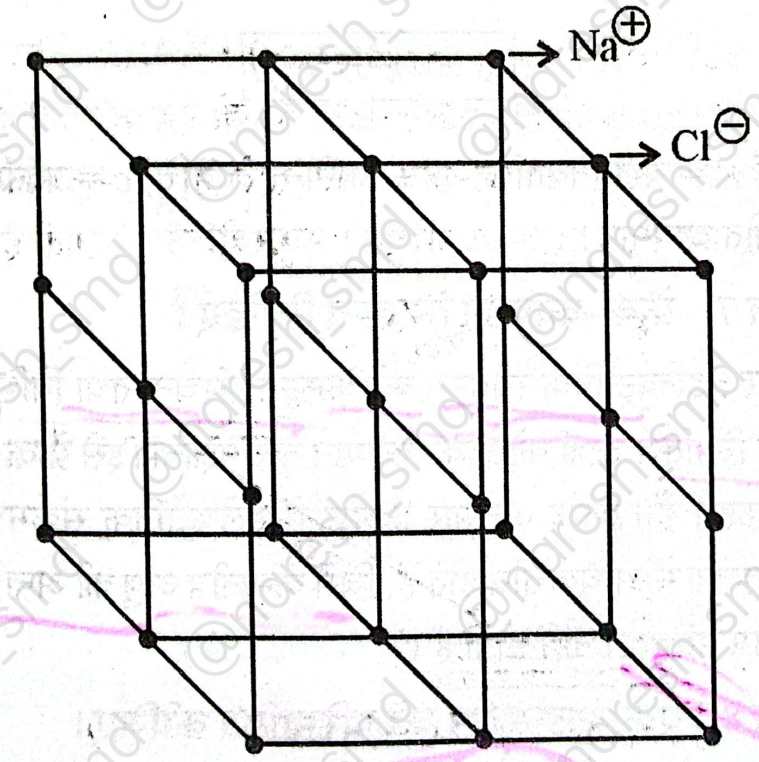
उत्तर : NaCl क्रिस्टल के X-किरण विवर्तन अध्ययन से पता चलता है कि NaCl एकक कोष्ठिका, फलन केन्द्रित घनीय जालकों से बनी होती है। इसमें प्रत्येक $Na^{\oplus}$, $Cl^{\ominus}$ आयनों से समान रूप से घिरा रहता है। जो आपस में सम-अणुफलक के कोणों पर स्थित रहते है।

$$d_{100} : d_{110} : d_{111} = \frac{1}{\sin 5.9^\circ} : \frac{1}{\sin 8.4^\circ} : \frac{1}{\sin 5.2^\circ}$$

$$= \frac{1}{0.103} : \frac{1}{0.146} : \frac{1}{0.091}$$

$$= 1 : 0.704 : 1.155$$

$$d_{100} : d_{110} : d_{111} = 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{2}{\sqrt{3}}$$



चित्र : NaCl की क्रिस्टल संरचना

(ii) NaCl क्रिस्टल से प्रथम कोटि का विवर्तन 5.9° के कोण पर पाया जाता है। यदि उपयोग में ली गयी X-किरणों की तरंग लम्बाई 0.581Å है तो NaCl क्रिस्टल के जालक तलों के बीच अन्तराल ज्ञात कीजिए। [sin 5.9° = 0.103]

उत्तर : NaCl क्रिस्टल के X-किरण विवर्तन अध्ययन से पता चलता है कि NaCl एकक कोष्ठिका, फलन केन्द्रित घनीय जालकों से बनी होती

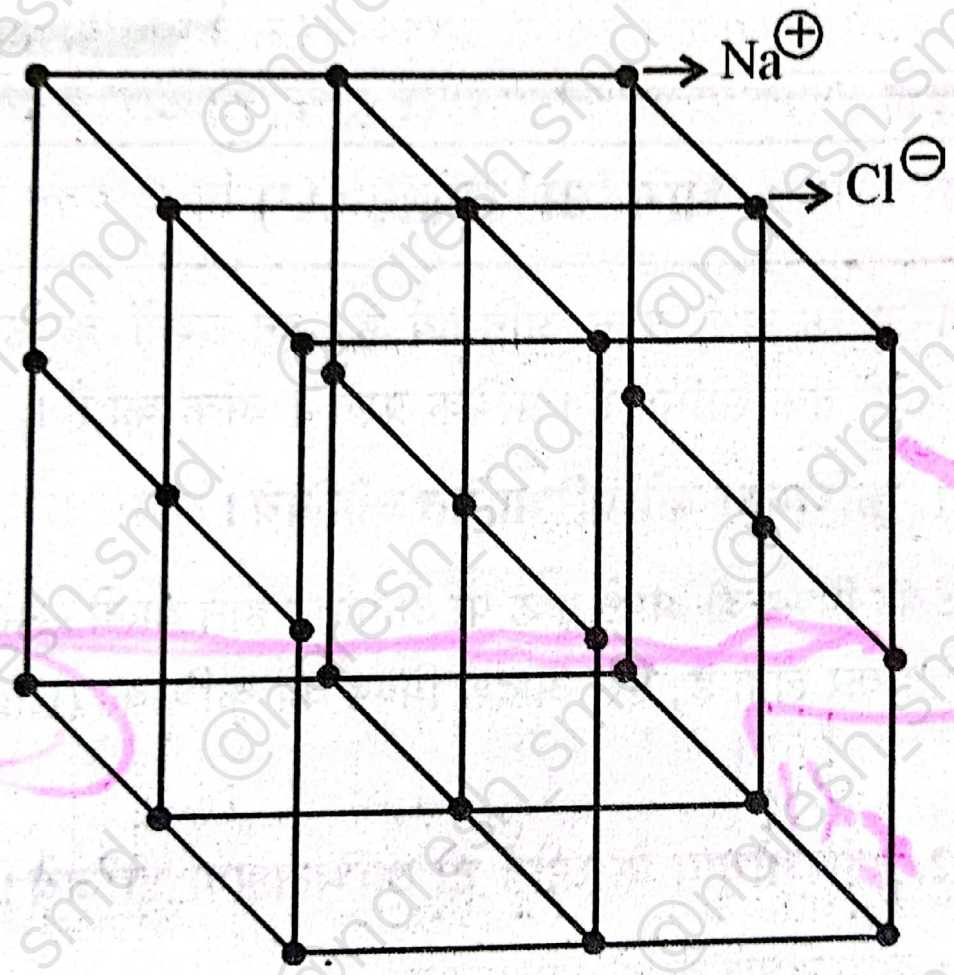
है। इसमें प्रत्येक $Na^{\oplus}$, $Cl^{\ominus}$ आयनों से समान रूप से घिरा रहता है। जो आपस में सम-अणुफलक के कोणों पर स्थित रहते है।

$$d_{100} : d_{110} : d_{111} = \frac{1}{\sin 5.9^\circ} : \frac{1}{\sin 8.4^\circ} : \frac{1}{\sin 5.2^\circ}$$

$$= \frac{1}{0.103} : \frac{1}{0.146} : \frac{1}{0.091}$$

$$= 1 : 0.704 : 1.155$$

$$d_{100} : d_{110} : d_{111} = 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{2}{\sqrt{3}}$$



चित्र : NaCl की क्रिस्टल संरचना

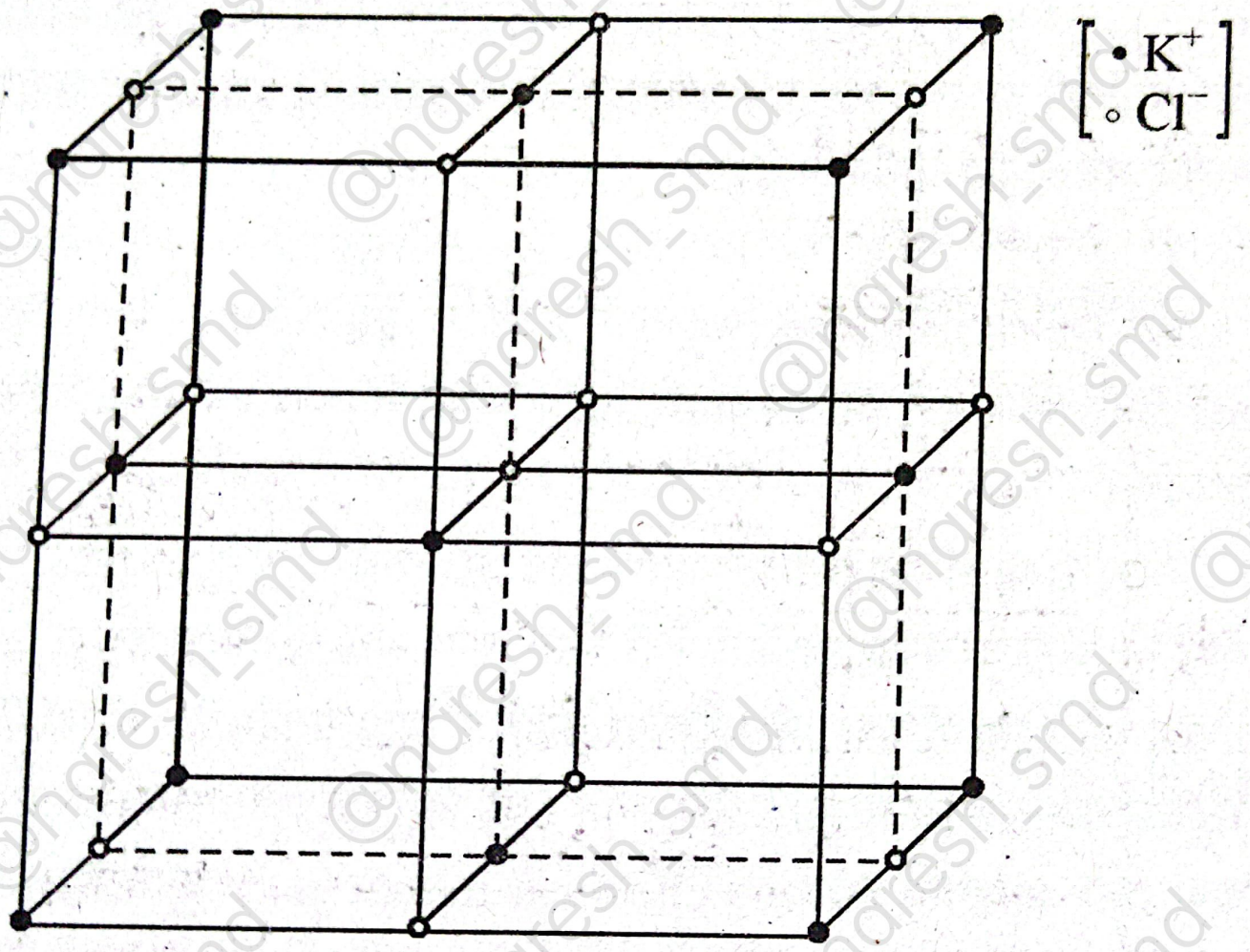
इकाई–V (Unit–V)

प्रश्न 5. (अ) KCl की क्रिस्टल संरचना की विवेचना कीजिए।

उत्तर–इसमें घनीय सममिति होती है और इसकी क्रिस्टल संरचना भी NaCl के समान होती है। इसमें $K^{\oplus}$ तथा $Cl^{\ominus}$ आयनों के फलक, केंद्रीय घनीय जालकों की व्यवस्था से बने होते है। NaCl के क्रिस्टल के समान, इसमें भी आयन एक-दूसरे के चारों ओर समअष्टफलक के कोनों पर व्यवस्थित होते हैं। KCl के (100), (110) और (111) तलों के प्रथम कोटि परिवर्तनों के X-किरणों के अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि इन तलों के अनुरूप तीव्रता क्रमशः 5.38°, 7.61° तथा 9.38° पर प्राप्त होती है। अतः इन तलों का अंतराल का अनुपात निम्न होता है–

$$d_{100} : d_{110} : d_{111} = 1 : \frac{1}{\sqrt{2}} : \frac{1}{\sqrt{3}}$$

यह अनुपात सरल घनीय जालक (simple cubic lattice) के अनुरूप है, जबकि NaCl की फलक केंद्रित जालक होता है।



चित्र : KCl की क्रिस्टल संरचना

अथवा