Structure and Bonding

(संरचना और आबन्ध)

डा0 धनंजय सिंह
असि0 प्रो0
रसायन विज्ञान विभाग
पी0पी0एम0 कालेज
कानपुर
मो0–9412328199

Atoms(परमाणु)

Molecule (अणु)

Chemical Bond (रासायनिक बन्ध)

Covalent Bond (सहसंयोजक बन्ध)

Bond Parameters 1. Bond Length

2. Bond dissociation energy

रासायनिक तत्व की सबसे छोटी अविभाज्य इकाई को परमाणु **(atom)** कहते है। परमाणु की खोज डाल्टन ने 1803 में की थी लेकिन यह माना जाता है कि डाल्टन से लगभग 2400 वर्ष पूर्व ही महर्षि कणद ने परमाणु कण की परिकल्पना प्रस्तुत की थी।

परमाणु आपस में संयोजन करके अणु **(molecule)** का निर्माण करते है। अणु निर्माण की प्रकिया है रासायनिक प्रकिया से तात्यर्प हो कि इस प्रकिया में e^- का **transfer** होता है या e^- का आदान प्रदान होता है।

इस रासायनिक प्रकिया के फलस्वरूप बनने वाले अणु **(molecule)** में परमाणु **(atom)** जिस कण के द्वारा एक दूसरे से बधें होते है उसे रासायनिक बन्ध कहते है।

विभिन्न परमाणु रासायनिक प्रकिया में आपस मेँ संयोग करने के प□चात अपने निकटतम् स्थायी निश्क्रिय गैस की **electronic configuration** को प्राप्त कर लेते है। इस प्रकार **(molecule)** अणु **(atom)** परमाणु से स्थायी होता है।

आज हम जानते है कि परमाणु भी एक इलेक्ट्रान्स तथ्य प्रोटॉन्स से बना होता है। एक विचार परोक्ष रूप से नाम नागर्जुन जो एक बौद्व तर्क शात्री, रसायन वं दा□ानिक थे, ने प्रस्तुत किया था। उनका कहना था कि संसार किससे बना– उत्तर था सूक्ष्म कणों से। परन्तु वह किस से आपस में जुड़े है? परम्परावादी बौद्वों के पास इसका उत्तर न था। नागार्जुन ने अपने तर्क से स्थापित किया कि यह कण भी अन्य सूक्ष्मदतर कणों से बनें है। जो ऐसे कणों को आपस में जोड़ने है और प्रका□ान्तर से यही संकल्पना आज के परमाणु–अणु–धारणा पर घटित होती है।

दूसरें शब्दों में रासायनिक बन्ध वह घटना है। जिससे दो या दो से अधिक अणु या परमाणु एक दूसरे से आकर्शित होकर और जुड़कर एक नया अणु बनाते है। जैसे दो हाइड्रोजन **(H)** परमाणु आपस में जुड़कर हाइड्रोजन अणु **(H_2) (diatonic hydrogen molecule)**बनाते है।

Sharing of e^- b/w two same/diff. atoms is known as covalent band.

सहसंयोजी बन्ध–

Diatonic molecule H_2, O_2, N_2 और CH_4, C_2H_4 इत्यादि **molecule** में सहसंयोजी बन्ध बनने की संकल्पना सर्वप्रथम अमेरिका के रसायनज्ञ प्रो0 जी0 एन0 वुड्स ने 1916 में की थी। **G. N. Lewi's** ने इसे इलेक्ट्रान युग्म बन्ध **(electrons pair band)** का नाम दिया था। सन् 1919 में **L. Langinuir** ने इसे **covalent band** (सहसयोंजी बन्ध) का नाम दिया। **G. N. Lewi's** ने बताया कि परमाणु निश्किय गैस अभिविन्यास प्राप्त करने के किए एक अथवा एक से अधिक **electrons** की साझेदारी **(Sharing)** करके जिस बन्ध का निर्माण करते है। उसे सहसंयोजी बन्ध कहते है।

यह बन्ध निम्न प्रकार के पदार्थो में पाया जाता है।

1. कपूर जिसको हम पूजा इत्यादि में प्रयोग करते है।
2. अगरबत्ती में पाये जाने वाले रसायन में भी **covalent band** होता है।
3. **Petrol, LPG (n-butane), CNG** (CH_4) इत्यादि सभी में **covalent band** पाया जाता है।

सहसंयोजी बन्ध को सूत्र रचना में एक रेखा से द□ाया जाता है

जैसे **(i) single covalent band ex.** Cl_2, H_2, CH_4, C_2H_6 इत्यादि में **single covalent band** होता है।

Cl_2 अणु में दोनो **Cl** परमाणु एक **single band** से जुड़े होते है। इस **single band** को ही लिखते समय एक **dark line** से प्रदर्□ित करते है।

इस प्रकार **H_2.**

इसी प्रकार **CH_4** में **C** परमाणु **perodic table** में **IV^{th} gp** का तत्व है। हमें यह भी ज्ञात कि इस तत्व का **atomic No.** 6 है। इसके बाध्य को□ा में 4 **e^-** है। **H element I'A' gp** का तत्व है। इसके बाध्यको□ा में 1 **e^-** है। **CH_4** अणु के निर्माण में **C atom** के 4 **e^-** कम□ाः 4 **H** परमाणु के एक एक **e^-** से साझेदारी करके **4 C-H band** का निर्माण करते है। बन्ध निर्माण में भाग लेने वाले दोनों **e^{-5}(C Atom 1 e^-** व **H atararite)** पर **C** व **H** दोनों का समान अधिकार होतो है।

इसी प्रकार **O_2** अणु में दोनों **Oxygen** परमाणु **double bond** से जुड़े होते है।

C_2H_4 में दोनों **C** परमाणु आपस में **double bond** से जुडे होते है और अन्य संयोजकतायें **H atom** के द्वारा दो **single band** बनाकर पूरा करते है।

इसी प्रकार **N_2 (nitrogen molecule)** जो वायुमण्डल में **75%** है। दोनो **nitrogen atom** एक दूसरें से **triple bond** द्वारा जुड़े है।

सहसंयोजी बन्ध की कुछ वि□ाशतायें है।

C.S.J.M. UNIVERSITY, KANPUR

पहली वि□ोशता– **covalent band** की ल0 नि□िचत होती है जिसे बन्घ लम्बाई **(Bond length)** कहते है।

दूसरी वि□ोशता– **covalent bond** की ऊर्जा नि□िचत होती है जिसे **(Bond energy)** कहते है।

तीसरी वि□ोशता– **covalent bond** की प्रकृति दि□ात्मक होती है।

अर्थात **covalent bond-**

का निर्माण **Atomic orbital** के अतिव्यापन **(overlapping)** से बनता है

उसी दि□ा में बनता है जिस दि□ा में **Atomic orbital** स्थित होता है

S-orbital (Spherical होता है)की कोई दि□ा नही होती है

H dif की दि□ा होती है।

चौथी वि□ोशता– **covalent compound rigid** होते है।

Bond parameters-

1. **Bond length- Bond length is defined as the distance between the centers of the nuclear of the two bonded atoms in a molecule.**

Molecule अणु में आबन्धित दो परमाणुओं **(Atoms)** के नाभिकों के मध्य की दूरी को **bond length** कहते है। इसे **Angstrom** **($A^0=10^{-10}m$)** **or picometer (drn)=10^{-12}m)** से व्यक्त करते है।

प्रायोगिक तौर पर **bond length value**की **value** मान **X-Ray diffraction** और **spectro scepic method** के द्वारा ज्ञात किया जाता है।

उदाहरणार्थ–एल्केन C_2H_6 एथेन में **C-C bond length 1.54 A^0** होती है। अतः **C** परमाणु की त्रिज्या 0.77 **A^0** है

Cl_2 अणु में **Cl-Cl bond length** 1.98 **A^0** होती है। अतः **Cl** परमाणु की त्रिज्या 1.98/2=**.99 A^0** हुई

अतः **C-Cl bond** की लम्बाई **=.77 A^0+.99 A^0=1.76 A^0** होती है।

यह बन्ध लम्बाई क्लोरोफार्म **($CHCl_3$)**, मेथिल क्लोराइड **(CH_3Cl)** आदि में प्रायोगिक रूप से निर्धारित **C-Cl bond** की लम्बाई के अति निकट होती है।

Factors affecting bond length

(बन्ध लम्बाई को प्रमाणित करने वाले कारक)

1. **Size of the atoms (atom size)**

   Atom का **size** बढ़ने पर **bond length** बढ़ता है।

   एक उदाहरण लेते है, **CH_3I, CH_3Br, CH_3Cl**

इन यौगिकों में **C-I bond length** सबसे बड़ी होगी क्योंकि **Iodine** का साइज सबसे बड़ा है। **Perodic table VII** में **gp** में ऊपर से नीचे पर साइज बढ़ता है।

अतः **bond length** का कम होगा।

$$C\text{-}I > C\text{-}Br > C\text{-}Cl$$

2. Multiplicity of bond

दो **atom** परमाणु के मध्य बनने वाले बन्ध की संख्या बढ़ने के साथ साथ इनके बीच के दूरी **(bond length)** घटती है। क्योंकि **single bond** से **double bond** बनने पर **A bond** की संख्या बढ़ती है, और **A bond** की संख्या बढ़ने के साथ साथ **(due to effective overlapping) bonded atom** एक दूसरे के और नजदीक आ जाते है।

अर्थात **bonded atom** के बीच अन्तर आणाविक दूरी घट जाती है।

अतः **C ≡ C bond** की **bond length** सबसे कम

और **C-C bond** की **bond length** सबसे अधिक होगी।

$$C \equiv C < C = C < C - C$$

3. Type of hybridization (संकरण के प्रकार पर)

संकरण में **S** प्रकृति **(Character)** की प्रति□ात संख्या बढ़ने के साथ साथ बन्ध की लम्बाई घटती है। **S-character** बढ़ने के साथ साथ क्योंकि **S orbital 'p' orbital** से छोटा होता है। **Molecular orbital (bond)** की **length** घट जाती है।

	% of S	Molecule	C-H bond	C-C bond

nature of hybridization	character		length (A^0)	length (A^0)
Sp^3	25	CH_4	1.10	1.54
Sp^2	33.3	$CH_2=CH_2$	1.08	1.34
sp	50	CH=CH	1.6	1.20

हमें यही यह ध्यान रखना चाहिए कि अभी **discuss** किये गये **bond length** की **value** सभी यौगिको के लिए समान रूप से लागू नही होती है।

उदाहरणार्थ– **Benzene** को लेते है इसका आणविक सूत्र C_6H_6 है। इसका आकार ाटकोणीय है। जिसमें प्रत्येक कार्बन एक दूसरे से जुड़ते हुए एक चक का निर्माण करता है। और प्रत्येक कमाः **C** और **single** और **double** से जुड़े होते है।

इसके सभी **6 C-C** के लिए **bond length 1.39** A^0 होती है। जो **single bond** की **bond length (1.34** A^0**)** के मध्य में आती है।

Bond length में इन सभी प्रकार की अनियमिततायें **(discrepancies)** विभिन्न प्रकार के प्रभाव जैसे

Hybridisation

Steric effects

Electro negativity

Resoneme

Inductive effect

Hyper conjugation इत्यादि पर निर्भर करता है।

2. **Bond dissociation energy (Bond energy)** बन्ध ऊर्जा

बन्ध के बनने में ऊर्जा निरयुक्त होती है। और बन्ध को तोड़ने के लिए इतनी ही ऊर्जा की आवयकता होती है

अतः किसी भी यौगिक में **(1 mole of bands (avogadro's numbers of bond)** को तोड़ने के लिए आवयक ऊर्जा की मात्रा को **bond dissociation energy** कहते है।

अर्थात प्रत्येक **bond** की **dissociation energy** अलग अलग होती है।

उदा0– CH_4 मीथेन में 4 **C-H** उप0 है।

चारो **bond** को तोड़ने के लिए आवयक ऊर्जा की मात्रा अलग अलग चाहिए होगी अर्थात प्रत्येक **bond** की **dissociation** अलग अलग होगी।

प्रथम **C-H** **bond** को तोड़ने के लिए आवयक ऊर्जा की मात्रा है–**104 kcal/mole**

दूसरें व तीसरे **C-H** **bond** को तोड़ने के लिए आवयक ऊर्जा की मात्रा है–**106 kcal/mole**

जबकि चौथे C-H bond को तोड़ने के लिए आव□यक ऊर्जा की मात्रा है−**81 kcal/mole**

अतः मीथेन की **bond dissociation energy** इन चारों **bonds** को तोड़ने में लगने वाली ऊर्जा का औसत संख्या होगी।

अर्थात **average bond dissociation energy** $= \dfrac{104+106+106+81}{4}$

$= 99.25$ **kcal/mole**

Bond energy को प्रमाणित करने वाले कारक

Factors affecting bond energy

1. **Bond length** बन्ध की लम्बाई घटने के साथ साथ बन्ध ऊर्जा बढ़ती जायेगी क्योंकि **shorter** (छोटे) **bond** को तोड़ने के लिए अधिक ऊर्जा की आव□यकता होगी।
2. **Size of bonded atom** (बन्धित परमाणु के साइज पर) **bonded atom size** छोटा होने पर इन्हें तोड़ने के लिए ऊर्जा की ज्यादा मात्रा की आव□यकता होगी अतः इनकी **bond dissociation** की मात्रा बढ़ जायेगी।

C.S.J.M. UNIVERSITY, KANPUR

अतः ग्रुप में नीचे जाने पर **bond dissociation energy** की मात्रा घटती जाती है क्योंकि **bonded atom** का साइज बड़ा होता जाता है।

3. **Bond Multipilicity**

   Bond multipilicity बढ़ने के साथ साथ **bond dissociation energy** बढ़ती है।

4. **Electro negativity** बन्ध बनाने वाले परमाणुओं की विद्युत ऋणात्मकता का अन्तर ज्यादा होने पर (बढ़ने पर) **bond dissociation energy** की मात्रा भी बढ़ती है।

5- **Hybridisation** संकरण **hybrid orbitals** संकरित **orbitals** में संकरण **S-Character** बढ़ने के साथ साथ **bond energy** बढ़ती है।

$$Sp^3 < sp^2 < sp < p < s$$

अर्थात **bond energy** यौगिक के स्थायित्व व क्षमता को प्रदर्शित करती है।

Bond energy अधिक होने का मतलब है कि यौगिक की क्षमता और स्थायित्व दोनों अधिक होगा और किया भीलता उतनी ही कम होगी।