1. (a) **દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રા અને તેના ઉપયોગની અર્થપૂર્ણ ચર્ચા કરો.**

(b) **આકૃતિની મદદ વડે બંધ ચાકમાત્રા (bond moment) અને CO_2, NF_3 અને $CHCl_3$ સંયોજનોની પરિણામી દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રા સમજાવો.**

➠ (a) દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાનો ઉપયોગ નીચે મુજબ છે :

(i) દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાની જાણકારી વડે સંયોજન ધ્રુવીય અથવા અધ્રુવીય છે કે કેમ તે જાણી શકાય છે.

➠ $\mu = q \times d$નું મૂલ્ય જેટલું વધારે તેટલા પ્રમાણમાં દ્વિધ્રુવચાકમાત્રા વધુ હોય છે અને તેથી બંધની ધ્રુવીયતા પણ વધારે હોય છે. અધ્રુવીય અણુઓ માટે દ્વિધ્રુવચાકમાત્રા શૂન્ય મૂલ્ય ધરાવે છે.

(ii) આયોનિક ગુણધર્મનું ટકાવાર પ્રમાણ ગણતરી વડે મેળવી શકાય છે.

$$\text{આયોનિક ગુણધર્મનું ટકાવાર પ્રમાણ} = \frac{\mu \text{ અવલોકિત}}{\mu \text{ આયોનિક}} \times 100$$

(iii) બે અથવા વધુ ધ્રુવીય બંધ હોવા છતાં સંમિત અણુઓ દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાનું શૂન્ય મૂલ્ય ધરાવે છે. (આ વડે અણુની સંમિતિ નક્કી કરી શકાય છે.)

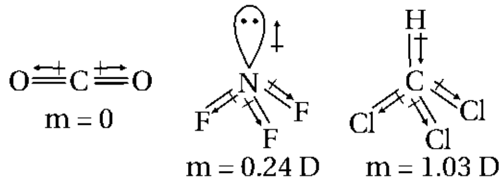
(iv) અણુનું cis (સિસ) અને trans (ટ્રાન્સ) બંધારણ નક્કી કરવામાં ઉપયોગી છે.

➠ cis (સિસ) સમઘટકોની દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રા trans (ટ્રાન્સ) સમઘટકો કરતાં વધુ હોય છે.

(v) ઑર્થો (o), મૅટા (m) અને પૅરા (p) સમઘટકોની ઓળખ નક્કી કરવામાં મદદરૂપ થાય છે.

➠ પૅરા (para) સમઘટકની દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાનું મૂલ્ય શૂન્ય હોય છે.

➠ ઑર્થો સમઘટકનું દ્વિધ્રુવ ચાકમાત્રાનું મૂલ્ય પૅરા સમઘટક કરતાં વધારે હોય છે.

(b) 

2. (a) **'સંકરણ' પ્રક્રિયાનો સિદ્ધાંત સમજાવો. તારાંકિત કાર્બન (C)* પરમાણુમાં જુદા-જુદા સંકર કક્ષકોની માહિતી આપો.**

(b) **નીચેના ઉદાહરણમાં C*માં સંકરણના કેટલા પ્રકારો મળશે ?**

(i) $\overset{*}{C}H_2 = CH - {}^{*}\overset{\overset{O}{\|}}{C} - O - H$ (ii) $CH_3 - \overset{*}{C}H_2 - OH$ (iii) $CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{O}{\|}}{C}{}^{*} - H$

(iv) $\overset{*}{C}H_3 - CH = CH - CH_3$ (v) $\overset{*}{C}H_3 - \overset{*}{C} \equiv CH$

➠ એક જ પરમાણુની અલગ અલગ શક્તિ ધરાવતા કક્ષકોનું જ્યારે આંતર મિશ્રણ થાય ત્યારે તેમની શક્તિનું પુનઃવિતરણ થાય છે અને સમાન શક્તિ તેમજ આકાર ધરાવતી તેટલી જ સંખ્યામાં નવી કક્ષકોનું નિર્માણ થાય છે. આ કક્ષકોને સંકર કક્ષકો કહેવાય છે.

➠ માત્ર છૂટા પડેલ એકલ પરમાણુના જ કક્ષકો સંકરણમાં ભાગ લે છે. પ્રાપ્ત સંકૃત કક્ષકોની સંખ્યા સંમિશ્ર થતા શુદ્ધ પરમાણ્વીય કક્ષકોની સંખ્યા જેટલી જ હોય છે.

➠ સંકર કક્ષકો π બંધ બનાવતા નથી. જો π બંધ હાજર હોય તો સમાન સંખ્યાના પરમાણ્વીય કક્ષકો π બંધના નિર્માણ પ્રક્રિયામાં સંકરણ પામ્યા સિવાયના બાકી રહી જાય છે.

➠ પરમાણ્વીય કક્ષકોની માફક સંકર કક્ષકોમાં પણ વિરુદ્ધ સ્પિન ધરાવતા બે કરતાં વધુ ઇલેક્ટ્રૉન સંભવી શકે નહિ.

(a) (i) *sp* સંકરણ અથવા વિકર્ણીય સંકરણ : ($C \equiv C$) ધરાવતા બધા જ Cના અણુઓ.

દા.ત., ઇથાઇન (C_2H_2)

(ii) ત્રિકોણીય અથવા sp^2 સંકરણ : દ્વિબંધ (C = C) ધરાવતા કાર્બનનાં બધા જ સંયોજનો.

દા.ત., ઇથિન (C_2H_4)

(iii) સમચતુષ્ફલકીય/sp^3 સંકરણ : (C − C) એકબંધ ધરાવતા બધાં જ કાર્બનિક સંયોજનો

દા.ત. ઇથેન (C_2H_6)

(b) (i) $\overset{*}{C}H_2=CH-\overset{*}{C}(=O)-O-H$ — sp^2 (3s), sp^2 (3s)   (ii) $CH_3-\overset{*}{C}H_2-OH$ — sp^3 (4σ)   (iii) $CH_3-CH_2-\overset{*}{C}(=O)-H$ — sp^2 (3σ)

(iv) $\overset{*}{C}H_3-CH=CH-CH_3$ — sp^3 (4σ)   (v) $CH_3-\overset{*}{C}\equiv C-H$ — sp (2σ)

3. **N_2 અણુ ત્રિબંધ ધરાવે છે તે આણ્વીય કક્ષક ચિતાર વડે સમજાવો. તે ઉપરાંત F_2 એકલબંધ તેમજ Ne_2માં બંધ બનતો નથી. તે સ્પષ્ટ કરો.**

➠ બંધક્રમાંક $= \frac{1}{2}[N_b - N_a] = \frac{1}{2}(10 - 4) = 3.$

➠ N_2 ($N \equiv N$)માં બંધક્રમાંક 3 છે એટલે કે તે ત્રિબંધ ધરાવે છે.

➠ N_2 અણુનું નિર્માણ : Nનું ઇલેક્ટ્રોનીય બંધારણ

➠ $_7N$ પરમાણુ $= 1s^2, 2s^2, 2p_x^1, 2p_y^1, 2p_z^1$

➠ N_2 અણુ $= \sigma1s^2, \sigma^*1s^2, \sigma2s^2, \sigma^*2s^2, \pi2p_x^2 \approx \pi2p_y^2, \sigma2p_z^2$

➠ N_2 અણુનો આણ્વીય કક્ષક ચિતાર :

➠ આકૃતિ માટે જુઓ વિભાગ-Aનો પ્રશ્ન નં. 79

➠ બંધક્રમાંક $= \frac{1}{2}[N_b - N_a] = \frac{1}{2}(10 - 4) = \frac{6}{2} = 3.$

➠ બંધક્રમાંકનું મૂલ્ય 3 છે એટલે N_2 અણુ ત્રિબંધ ધરાવે છે.

($N \equiv N$)

➠ F_2 અણુનો આણ્વીય કક્ષક ચિતાર :

$_9F = 1s^2, 2s^2, 2p_x^2, 2p_y^2, 2p_z^1$

F_2 અણુ $= \sigma1s^2, \sigma^*1s^2, \sigma2s^2, \sigma^*2s^2, \sigma2p_z^2,$

$\pi2p^2{}_x \approx \pi2p_y^2, \pi^*2p_x^2 \approx \pi^*2p_y^2$

➠ આકૃતિ માટે જુઓ વિભાગ-Aનો પ્રશ્ન નં. 81

બંધક્રમાંક $= \frac{1}{2}[N_b - N_a] = \frac{1}{2}(10 - 8)$

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

∴ F_2 અણુ એકલબંધ (F − F) ધરાવે છે.

➠ Ne_2 અણુનો આણ્વીય કક્ષક ચિતાર :

$_{10}Ne = 1s^2, 2s^2, 2p_x^2, 2p_y^2, 2p_z^2$

Ne_2 અણુ $= \sigma1s^2, \sigma^*1s^2, \sigma2s^2, \sigma^*2s^2, \sigma2p_z^2, \pi2p_x^2 \approx \pi2p_y^2, \pi^*2p_x^2 \approx \pi^*2p_y^2, \sigma^*2p_z^2$

➠ આકૃતિ માટે જુઓ વિભાગ-Aનો પ્રશ્ન નં. 82

બંધક્રમાંક = $\frac{1}{2}[N_b - N_a] = \frac{1}{2}(10 - 10) = 0$

➠ બંધક્રમાંકનું મૂલ્ય શૂન્ય છે. તે દર્શાવે છે કે બે Ne-પરમાણુઓનો બંધ બનતો નથી. આથી Ne_2 અણુ બની શકતો નથી.

4. **સહસંયોજક બંધની પ્રક્રિયા સમજવા માટે સંયોજકતા વાદના સિદ્ધાંતનો ઉપયોગ કરીને H_2 અણુનું નિર્માણ સમજાવો.**

➠ સંયોજકતા બંધ સિદ્ધાંત 'હિટલર અને લંડન' નામના વૈજ્ઞાનિકોએ 1927માં રજૂ કર્યો અને ત્યારબાદ 'પાઉલિંગ' અને અન્ય વૈજ્ઞાનિકોએ આગળ વધાર્યો.

➠ આ સિદ્ધાંત પરમાણ્વીય કક્ષકોના સિદ્ધાંત ઉપર રચાયેલો છે. તત્ત્વોના ઇલેક્ટ્રૉનીય બંધારણ પરમાણ્વીય કક્ષકોની એકબીજાની સંમિશ્રણ થવાની ક્રિયા પરમાણુ કક્ષકોનું સંકરણ અને અન્ય વિવિધ સિદ્ધાંતો ઉપર રચાયેલ છે.

➠ ઉદાહરણ તરીકે બે H પરમાણુઓ A અને B એકબીજાની નજીક આવવાનો પ્રયત્ન કરે છે. તેઓનાં પરમાણુ કેન્દ્રો N_A અને N_B છે અને હાજર રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા e_A અને e_B વડે દર્શાવાય છે. બંને પરમાણુઓ ઘણા દૂર હોય ત્યારે બે વચ્ચે આકર્ષણ હોતું નથી.

➠ જ્યારે આ બંને પરમાણુઓ એકબીજાની નજીક આવે ત્યારે બંને વચ્ચે આકર્ષણ અને અપાકર્ષક બળો કાર્યશીલ બને છે.

(i) આકર્ષણ બળો (બંને વચ્ચે) ઉત્પન્ન થાય છે, જેમાં એક પરમાણુનું કેન્દ્ર અને તેના ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે, એટલે કે $N_A - e_A$ અને $N_B - e_B$

(ii) એક પરમાણુનું કેન્દ્ર અને બીજા પરમાણુના ઇલેક્ટ્રૉન :

દા.ત., $N_A - e_B$ અને $N_B - e_A$

➠ આ જ રીતે અપાકર્ષણ બળો પણ બંને વચ્ચે ઉત્પન્ન થાય છે.

(i) બે પરમાણુઓના ઇલેક્ટ્રૉન = $e_A - e_B$

(ii) બે પરમાણુ કેન્દ્રો = $N_A - N_B$.

➠ આકર્ષણ બળોને લીધે બે પરમાણુ કેન્દ્રો એકબીજાની નજીક આવવાનું વલણ ધરાવે છે. જ્યારે અપાકર્ષણ બળોને લીધે તેઓ એકબીજાથી દૂર રહેવાનું વલણ ધરાવે છે.

➠ પ્રાયોગિક રીતે આપણને માલૂમ પડ્યું છે કે નવા આકર્ષણ બળનો પ્રભાવ નવા અપાકર્ષણ બળના પ્રભાવ કરતાં વધારે છે. આથી બંને પરમાણુઓ એકબીજાની નજીક આવી શકે છે અને સ્થિતિ શક્તિ (Potential energy)માં ઘટાડો થાય છે.

➠ આમ, એક એવો તબક્કો આવે છે કે કુલ આકર્ષણ બળ કુલ અપાકર્ષણ બળને સંતુલિત કરે છે અને પ્રણાલી લઘુતમ ઊર્જા પ્રાપ્ત કરે છે. આ સ્થિતિએ બે H-પરમાણુ એકબીજા સાથે બંધથી જોડાય છે અને સ્થાયી અણુ બનાવે છે. આ સ્થિતિએ બંધ લંબાઈનું મૂલ્ય 74 pm હોય છે.

➠ આકૃતિ માટે જુઓ વિભાગ-Bનો પ્રશ્ન નં. 33

➠ જ્યારે બે H-પરમાણુ વચ્ચે બંધ નિર્માણ થાય છે, ત્યારે ઊર્જાનો ઘટાડો થાય છે અને નવો H_2 અણુ સ્થાયી બને છે. આ સ્થાયિતા અલગ રીતે H-પરમાણુઓ કરતાં ઘણી જ વધારે હોય છે.

➠ આ રીતે મુક્ત થયેલ ઊર્જાને બંધઊર્જા (Bond enthalpy) કહેવાય છે.

➠ નીચેનાં આલેખમાં તે લઘુતમ સ્થાન ધરાવે છે તે દર્શાવ્યું છે :

$H_{2(g)} + 435.8 \text{ kJ mol}^{-1} \rightarrow H_{(g)} + H_{(g)}$

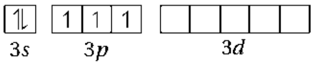
➠ આલેખ માટે જુઓ વિભાગ-Bનો પ્રશ્ન નં. 33

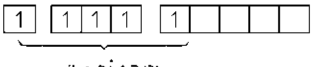
➠ H_2 અણુના નિર્માણ માટે સ્થિતિશક્તિનો આલેખ બે H-પરમાણુ કેન્દ્રો વચ્ચેના અંતરનો નિર્દેશ કરે છે. વક્રમાં દર્શાવેલ લઘુતમ અંતર મહત્તમ બંધસ્થાયિતાનો નિર્દેશ કરે છે.

5. **PCL_5 અને SF_6માં સંકરણ સમજાવો. આ સંયોજનોમાં અક્ષીય બંધો PCl_5ના વિષુવવૃત્તીય બંધો કરતાં લાંબા છે. SF_6માં બંને અક્ષીય તેમજ વિષુવવૃત્તીય બંધોની લંબાઈ સમાન છે. – સમજાવો.**

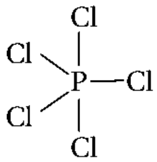
➠ PCl_5નું નિર્માણ :

$_{15}P$નું ઇલેક્ટ્રોનીય બંધારણ :

ભૂમિસ્થિતિ 

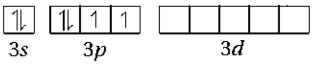
ઉત્તેજિત અવસ્થા 

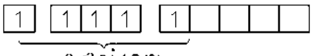
- PCl_5માં P sp^3d સંકરણ ધરાવે છે તેથી sp^3d સંકરણ ધરાવતા 5 કક્ષકો ઉત્પન્ન કરે છે.
- આ કક્ષકો Cl પરમાણુના p કક્ષકો સાથે સંમિશ્ર થાય છે અને P–Cl σ બંધ બનાવે છે.
- P–Cl એક જ સમતલ ઉપર બને છે અને એકબીજા સાથે 120°નો કોણ બનાવે છે.
- આ બંધને વિષુવવૃત્તીય (Equatorial) બંધ કહે છે. બાકી રહેલા બે P–Cl બંધમાં એક સમતલની ઉપર અને બીજો સમતલની નીચે ગોઠવાય છે. જે સમતલ સાથે 90°નો ખૂણો બનાવે છે. આ બંધને અક્ષીય બંધ કહે છે.



ત્રિકોણીય દ્વિપિરામિડલ PCl_5નો અણુ

- અક્ષીય બંધયુગ્મો વિષુવવૃત્તીય બંધયુગ્મો કરતાં વધુ અપાકર્ષણ અનુભવે છે માટે અક્ષીય બંધ પ્રમાણમાં થોડાક લાંબા માલૂમ પડે છે. જે વિષુવવૃત્તીય બંધ કરતાં વધુ નબળા હોય છે.
- SF_6નું નિર્માણ :

$_{16}S$નું ઇલેક્ટ્રોનીય બંધારણ
(ભૂમિ અવસ્થા) 

S(ઉત્તેજિત અવસ્થા) 

- SF_6 અણુમાં S sp^3d^2 સંકરણ ધરાવે છે અને 6 sp^3d^2 સંકૃત કક્ષકો બનાવે છે. આ સંકૃત કક્ષકો અષ્ટફલકીય આકૃતિના છ ખૂણાઓ તરફ આવેલા હોય છે. આ sp^3d^2 સંકરણ ધરાવતા કક્ષકો ફ્લોરિન પરમાણુના એકાકી કક્ષકો ઉપર સંમિશ્ર થાય છે અને છ (S – F) બંધ બનાવે છે.
- આ રીતે SF_6 અણુ અષ્ટફલકીય આકાર ધરાવે છે. આ અણુના (S – F) બંધ સમાન બંધ લંબાઈ ધરાવે છે.