

પ્રકરણ 4

પરમાણુનું બંધારણ (Structure of The Atom)

પ્રકરણ ૩માં આપણે શીખી ગયાં કે પરમાણુઓ અને અણુઓ દ્રવ્યના મૂળભૂત બંધારણીય ઘટકો છે. જુદા-જુદા પ્રકારનાં દ્રવ્યોનું અસ્તિત્વ તે દ્રવ્યોની રચના કરતાં જુદા-જુદા પરમાણુઓને કારણે હોય છે. હવે પ્રશ્નો એ ઉદ્ભવે કે (i) કોઈ એક તત્ત્વનો પરમાણુ બીજા તત્ત્વના પરમાણુ કરતાં જુદો શા માટે પડે છે ? (ii) ડાલ્ટને સૂચિત કર્યા મુજબ શું પરમાણુઓ ખરેખર અવિભાજ્ય (Indivisible) હોય છે ? અથવા શું પરમાણુની અંદર અન્ય નાના ઘટકો હોય છે ? આ પ્રકરણમાં આપણે આ પ્રશ્નોના ઉત્તર મેળવીશું. આપણે અવપરમાણ્વીય (Subatomic) કણો અને પરમાણુના અનેકવિધ નમૂનાઓ (Models) વિશે અભ્યાસ કરીશું કે જે, સૂચિત કરે છે કે આ કણો પરમાણુની અંદરની તરફ કેવી રીતે ગોઠવાય છે.

19મી સદીના અંતમાં વૈજ્ઞાનિકો સમક્ષ મુખ્ય પડકાર એ હતો કે, પરમાણુનું બંધારણ રજૂ કરવું તેમજ તેના મહત્વના ગુણધર્મો સમજાવવા. અનેક પ્રયોગોના આધારે પરમાણુનું બંધારણ સ્પષ્ટ કરવામાં આવ્યું છે.

પરમાણુઓ અવિભાજ્ય ન હોવાના સંકેતો પૈકી એક સંકેત એ સ્થિર વિદ્યુત અને જુદા-જુદા પદાર્થોની વિદ્યુતના વહનની પરિસ્થિતિના અભ્યાસ દ્વારા મળ્યો.

4.1 દ્રવ્યમાં રહેલા વીજભારિત કણો

(Charged Particles in Matter)

દ્રવ્યમાં રહેલા વીજભારિત કણોની પ્રકૃતિ સમજવા માટે ચાલો આપણે નીચે દર્શાવેલ પ્રવૃત્તિઓ કરીએ :

પ્રવૃત્તિ _____ 4.1

- કોરા વાળમાં કાંસકો ફેરવો. શું હવે કાંસકો કાગળના નાના-નાના ટુકડાઓને આકર્ષિત કરે છે ?
- કાચના સળિયાને રેશમના કાપડ પર ઘસો અને ત્યાર બાદ તે સળિયાને હવાભરેલા ફુગાની નજીક લઈ જાઓ. શું થાય છે, તેનું અવલોકન કરો.

આ પ્રવૃત્તિઓ પરથી શું આપણે એ તારણ કાઢી શકીએ કે બે વસ્તુઓને એકબીજા સાથે ઘસવાથી તેઓ વીજભારિત બને છે ? આ વીજભાર ક્યાંથી આવે છે ? આ પ્રશ્નનો ઉત્તર ત્યારે આપી શકાયો કે જ્યારે પરમાણુ વિભાજ્ય છે અને વીજભારિત કણોનો બનેલો છે તેવું જાણી શકાયું.

પરમાણુમાં રહેલા વીજભારિત કણોની હાજરીના રહસ્યને સ્પષ્ટ કરવામાં અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ યોગદાન આપ્યું છે.

1900 સુધી એમ જાણી લેવાયું હતું કે, પરમાણુ અવિભાજ્ય કણ હતો; પરંતુ તે ઓછામાં ઓછો એક અવપરમાણ્વીય કણ (Sub-Atomic Particle) ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે, જેની ઓળખ જે. જે. થોમસને (J. J. Thomson) આપી. ઇલેક્ટ્રોનની ઓળખ થઈ તે પહેલાં ઇ. ગોલ્ડસ્ટીને (E. Goldstein) 1886માં વાયુવિભારમાં (Gas Discharge) નવા વિકિરણોની હાજરી શોધી કાઢી. આ વિકિરણોને કેનાલ કિરણો (Canal Rays) કહેવાયા. આ કિરણો ધનવીજભારિત વિકિરણો હતાં, જે આખરે અન્ય અવપરમાણ્વીય કણોની શોધ તરફ દોરી ગયા. આ અવપરમાણ્વીય કણોના વીજભારની તીવ્રતા ઇલેક્ટ્રોન જેટલી પરંતુ ચિહ્ન તેનાથી વિરુદ્ધ હતું. તેનું દળ ઇલેક્ટ્રોનના દળ કરતાં આશરે 2000 ગણું વધુ હતું. તેને પ્રોટોન નામ અપાયું. સામાન્ય રીતે ઇલેક્ટ્રોનને 'e⁻' અને પ્રોટોન 'p⁺' દ્વારા દર્શાવાય છે. પ્રોટોનનું દળ એક એકમ અને તેનો વીજભાર +1 લેવાય છે. ઇલેક્ટ્રોનનું દળ નહિવત્ (અવગણ્ય) અને વીજભાર -1 લેવામાં આવે છે.

પરમાણુ પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોનનો બનેલો છે કે જે પરસ્પરના વીજભારને સમતોલિત કરે છે. એવું પણ જોવામાં આવ્યું કે પ્રોટોન પરમાણુના અંદરના ભાગમાં હોય છે. પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રોનને સહેલાઈથી દૂર કરી શકાય છે; પરંતુ પ્રોટોનને દૂર કરી શકાતો નથી. હવે મોટો પ્રશ્ન એ હતો કે પરમાણુના આ કણોએ કયા પ્રકારનું બંધારણ રચ્યું ? આપણે આ પ્રશ્નનો ઉત્તર નીચે મુજબ મેળવીશું :

પ્રશ્નો :

1. કેનાલ કિરણો શું છે ?
2. જો કોઈ પરમાણુમાં એક પ્રોટોન અને એક ઇલેક્ટ્રોન હોય, તો તે વીજભાર ધરાવતો હશે કે નહિ ?

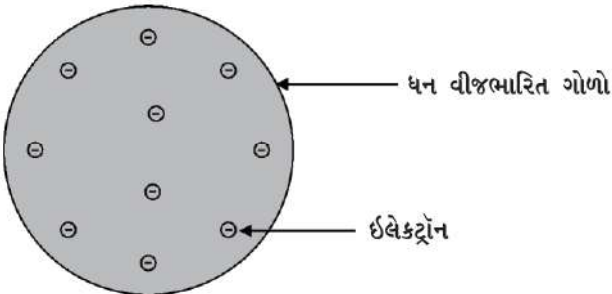
4.2 પરમાણુનું બંધારણ

(The Structure of an Atom)

આપણે પ્રકરણ 3માં ડાલ્ટનના પરમાણુ સિદ્ધાંત વિશે અભ્યાસ કર્યો છે. જેના મત મુજબ પરમાણુ અવિભાજ્ય અને અવિનાશી (Indestructible) છે; પરંતુ પરમાણુમાં બે મૂળભૂત કણો (પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન)ની શોધે ડાલ્ટનના પરમાણુ સિદ્ધાંતની આ અભિધારણાને ખોટી સાબિત કરી. હવે એ જાણવું જરૂરી હતું કે પરમાણુની અંદર પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન કેવી રીતે ગોઠવાયેલ છે ? આ સમજાવવા માટે અનેક વૈજ્ઞાનિકોએ વિવિધ પરમાણ્વીય નમૂના રજૂ કર્યા. જે. જે. થોમસન પ્રથમ વૈજ્ઞાનિક હતા જેમણે પરમાણુના બંધારણ સંબંધિત નમૂનો રજૂ કર્યો.

4.2.1 થોમસનનો પરમાણુનો નમૂનો (Thomson's Model of an Atom)

થોમસને રજૂ કરેલ પરમાણ્વીય નમૂનો કિસમસ કેકને મળતો આવે છે. તેમના મત મુજબ પરમાણુ ધનવીજભારિત ગોળો છે. જેમાં કિસમસ કેકમાં ગોઠવાયેલ સૂકી દ્રાક્ષ (સૂકો મેવો)ની માફક ઇલેક્ટ્રોન ગોઠવાયેલા છે. તરબૂચનું ઉદાહરણ પણ લઈ શકાય કે જેમાં ધનભારિત પ્રોટોન એ તરબૂચના લાલ ભાગની માફક (કે જે ખાઈ શકાય છે) સમગ્ર રીતે ફેલાયેલા હોય છે અને ઇલેક્ટ્રોન એ તરબૂચના લાલ ભાગમાં રહેલા બીજની જેમ ગોઠવાયેલ છે (આકૃતિ 4.1).



આકૃતિ 4.1 : થોમસનનો પરમાણુનો નમૂનો

બ્રિટિશ ભૌતિકશાસ્ત્રી જે. જે. થોમસન (1856-1940)નો જન્મ 18 ડિસેમ્બર 1856માં માન્ચેસ્ટરના ઉપનગર કિથમ હિલ (Cheetham Hill)માં થયો હતો. ઇલેક્ટ્રોનની શોધ બદલ તેમને ઈ.સ. 1906માં નોબેલ પારિતોષિક દ્વારા સન્માનિત કરવામાં આવ્યા હતા. તેઓ 35 વર્ષ સુધી કેમ્બ્રિજની કેવેન્ડિશ પ્રયોગશાળામાં નિર્દેશન આપ્યું. પાછળથી તેમના સંશોધનમાં મદદ કરનારા સાત સહાયકોને પણ નોબેલ પારિતોષિક એનાયત થયા.



થોમસને સૂચવ્યું કે,

- (i) પરમાણુ ધનભારિત ગોળાનો બનેલો છે અને ઇલેક્ટ્રોન તેમાં જડિત થયેલા (Embedded) છે.
- (ii) પરમાણુમાં ઋણભાર અને ધનભાર સમાન માત્રામાં હોય છે, તેથી પરમાણુ વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોય છે.

થોમસનનો પરમાણુનો નમૂનો સમજાવે છે કે પરમાણુઓ વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોય છે, તેમ છતાં અન્ય વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા થયેલા પ્રયોગોનાં પરિણામો થોમસનના પરમાણ્વીય નમૂનાને સમજાવી શક્યા નહિ. જેને આપણે નીચે મુજબ જોઈ શકીએ.

4.2.2 રૂથરફોર્ડનો પરમાણુનો નમૂનો

(Rutherford's Model of an Atom)

અર્નેસ્ટ રૂથરફોર્ડ (Ernest Rutherford) એ જાણવા માગતા હતાં કે પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન કેવી રીતે ગોઠવાયેલ છે ? તે માટે રૂથરફોર્ડે એક પ્રયોગ કર્યો. તે પ્રયોગમાં સોનાના પાતળા વરખ પર ઝડપથી ગતિ કરતા આલ્ફા કણોનો મારો ચલાવ્યો.

- તેમણે શક્ય એટલું પાતળું સ્તર જોઈતું હતું તેથી તેમણે સોનાનો વરખ પસંદ કર્યો. સોનાનો આ વરખ 1000 પરમાણુઓ જેટલી જાડાઈ ધરાવતો હતો.
- આલ્ફા (α) કણો દ્વિવીજભારિત હિલિયમ આયનો છે. જોકે તેનું દળ $4u$ હોય છે. ઝડપથી ગતિ કરતા આલ્ફા કણો ગણનાપાત્ર માત્રા (Considerable Amount)માં ઊર્જા ધરાવે છે.
- એવી ધારણા કરવામાં આવી હતી કે, સોનાના પરમાણુઓમાં રહેલા અવપરમાણ્વીય કણો દ્વારા આલ્ફા કણો વિચલિત થશે. જોકે આલ્ફા કણો પ્રોટોન કરતાં ઘણા ભારે હોવાને કારણે તેઓને વધુપડતા વિચલન (Deflection)ની અપેક્ષા ન હતી.

4.2.3 બોહરનો પરમાણુનો નમૂનો

(Bohr's Model of Atom)

રૂથરફોર્ડે રજૂ કરેલ પરમાણુના નમૂનાના વિરોધમાં અનેક સમસ્યાઓ (વાંધાઓ) ઊઠવા પામી, જેને દૂર કરવા માટે નિલ્સ બોહરે (Neils Bohr) પરમાણુ-બંધારણ વિશે નીચે દર્શાવેલ અભિધારણાઓ રજૂ કરી :

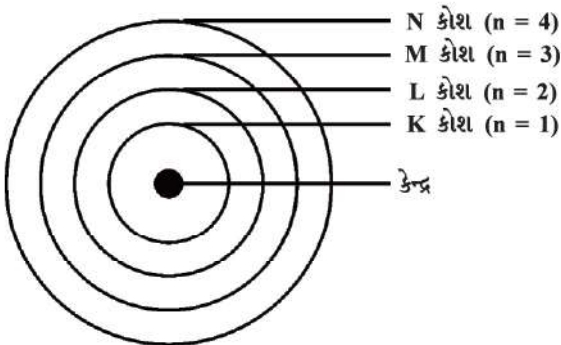
- ઇલેક્ટ્રોનની સ્વતંત્ર કક્ષાઓ તરીકે ઓળખાતી અમુક ચોક્કસ કક્ષાઓ જ પરમાણુમાં માન્ય કક્ષાઓ ગણાય છે.
- સ્વતંત્ર કક્ષાઓમાં પરિભ્રમણ દરમિયાન ઇલેક્ટ્રોન વિકિરણ સ્વરૂપે ઊર્જામુક્ત કરતાં નથી.



નિલ્સ બોહર (1885-1962)નો જન્મ 7 ઓક્ટોબર 1885માં કોપનહેગનમાં થયો હતો. 1916માં કોપનહેગન વિશ્વવિદ્યાલય માં તેઓને ભૌતિકશાસ્ત્રના પ્રાધ્યાપક તરીકે નિયુક્ત કરવામાં આવ્યા. 1922માં તેમના પરમાણુ-બંધારણ પરના કાર્ય માટે તેમને નોબેલ પારિતોષિક એનાયત થયું. પ્રાધ્યાપક બોહરના અનેક લેખો પર આધારિત ત્રણ પુસ્તકો જોવા મળે છે :

- પરમાણ્વીય બંધારણ અને વર્ણપટ સિદ્ધાંત (The Theory of Spectra and Atomic Constitution)
- પરમાણ્વીય સિદ્ધાંત (Atomic Theory) અને
- પ્રકૃતિનું વર્ણન (The Description of Nature)

આ કક્ષાઓ અથવા કોશો ઊર્જાસ્તર તરીકે ઓળખાય છે. પરમાણુના ઊર્જાસ્તરો આકૃતિ 4.3માં દર્શાવેલા છે.



આકૃતિ 4.3 : પરમાણુમાં રહેલા કેટલાક ઊર્જાસ્તર

આ કક્ષાઓ અથવા કોશોને K, L, M, N...અક્ષરો દ્વારા અથવા $n = 1, 2, 3, 4...$ સંખ્યાઓ દ્વારા દર્શાવાય છે.

પરમાણુનું બંધારણ

પ્રશ્નો :

- થોમસનના પરમાણુના નમૂનાના આધારે સમજાવો કે પરમાણુ સમગ્રતયા તટસ્થ છે.
- રૂથરફોર્ડના પરમાણુના નમૂનાના આધારે પરમાણુના કેન્દ્રમાં કયો અવપરમાણ્વીય કણ હાજર હોય છે ?
- ત્રણ કોશ ધરાવતા પરમાણુનો બોહરનો નમૂનો દોરો.
- આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનનો પ્રયોગ સોનાના વરખને બદલે અન્ય કોઈ ધાતુના વરખનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવે તો શું અવલોકન નોંધી શકાય ?

4.2.4 ન્યુટ્રોન (Neutrons)

ઈ.સ. 1932માં જે. ચેડવિકે (J. Chadwick) અન્ય અવપરમાણ્વીય કણની શોધ કરી કે જે વીજભારવિહીન હતો અને તેનું દળ લગભગ પ્રોટોનના દળ જેટલું જ હતું. આખરે તેને ન્યુટ્રોન નામ અપાયું. ન્યુટ્રોન પરમાણુના કેન્દ્રમાં આવેલાં હોય છે, સિવાય કે હાઈડ્રોજન. સામાન્ય રીતે ન્યુટ્રોન ને 'n' સંજ્ઞા દ્વારા દર્શાવાય છે. તેથી પરમાણુનું દળ તેના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનના દળોના સરવાળા દ્વારા દર્શાવાય છે.

પ્રશ્નો :

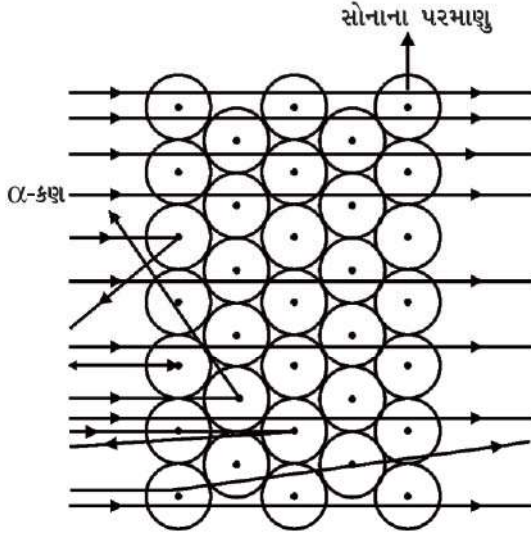
- પરમાણુના ત્રણ અવપરમાણ્વીય કણોનાં નામ આપો.
- હિલિયમ પરમાણુનું પરમાણ્વીય દળ 4 u છે અને તેના કેન્દ્રમાં 2 પ્રોટોન છે, તો તેમાં કેટલા ન્યુટ્રોન હશે ?

4.3 વિવિધ કક્ષાઓ (કોશો)માં ઇલેક્ટ્રોન કેવી રીતે વહેંચાય છે ? (How are Electrons Distributed in Different Orbits (Shells) ?

પરમાણુની વિભિન્ન કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણી બોહર અને બરી (Bury) નામના વૈજ્ઞાનિકોએ સૂચવી.

જુદા-જુદા ઊર્જાસ્તરો અથવા કોશોમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા દર્શાવવા માટે નીચે મુજબના નિયમો અનુસરવામાં આવે છે :

- કક્ષામાં હાજર રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા $2n^2$ સૂત્ર દ્વારા દર્શાવાય છે, જ્યાં 'n' કક્ષાનો ક્રમ અથવા



આકૃતિ 4.2 : સોનાના વરખ દ્વારા આલ્ફા (α) કણોનું પ્રકીર્ણન

પરંતુ α -કણ પ્રકીર્ણન (Scattering)ના પ્રયોગે સંપૂર્ણ રીતે અણધાર્યાં પરિણામો આપ્યાં (આકૃતિ 4.2). નીચેના અવલોકનો નોંધવામાં આવ્યાં :

- ઝડપથી ગતિ કરતા મોટા ભાગના α -કણો સોનાના વરખમાંથી સીધેસીધા જ પસાર થઈ જાય છે.
- કેટલાક α -કણો સોનાના વરખ દ્વારા ઓછા અંશને ખૂણે વિચલન પામે છે.
- આશ્ચર્યજનક રીતે દર 12,000 α -કણો પૈકી એક કણ અથડાઈને પાછો ફરે છે.

રૂથરફોર્ડના શબ્દોમાં “આ પરિણામ એટલી હદે આશ્ચર્ય પમાડે તેવું હતું કે, તમે એક 15-ઈંચનો તોપગોળો લઈ તેનો અતિ પાતળા કાગળ (Tissue Paper) પર મારો કરો તો તે પાછો ફરીને તમને જ ઈજા પહોંચાડે.”



અર્નેસ્ટ રૂથરફોર્ડ (1871-1937)નો જન્મ 30 ઓગસ્ટ, 1871માં સ્પ્રિંગગ્રોવમાં થયો હતો. તેમને કેન્દ્રિય (ન્યુક્લિયસ) ભૌતિકવિજ્ઞાનના પિતા માનવામાં આવે છે. સોનાના વરખના પ્રયોગ દ્વારા પરમાણુના કેન્દ્રની શોધ તેમજ રેડિયો સક્રિયતા (Radio Activity) પરના તેમના કાર્યને કારણે તે પ્રસિદ્ધ થયા. તેમણે 1908માં નોબેલ પારિતોષિક પ્રાપ્ત કર્યું.

આ પ્રયોગની અસરો સમજવા માટે ચાલો આપણે ખુલ્લા મેદાનમાં એક પ્રવૃત્તિ કરીએ. એક બાળકને તેની આંખો બંધ

કરી એક દીવાલની સામે ઊભો રાખો અને તેને અમુક અંતરેથી દીવાલ પર પથ્થર મારવાનું કહો. દરેક વખતે જ્યારે પથ્થર દીવાલ પર અથડાશે ત્યારે તે બાળક પથ્થર અથડાવાનો અવાજ સાંભળશે. જો તે આ પ્રક્રિયા 10 વખત પુનરાવર્તિત કરશે તો તેને 10 વખત પથ્થર અથડાવાનો અવાજ સાંભળાશે; પરંતુ આ આંખો બંધ કરેલ બાળક કાંટાળી તારની વાડ પર પથ્થર ફેંકશે તો મોટા ભાગના પથ્થર તારની વાડને અથડાશે નહિ અને તેને કોઈ અવાજ સાંભળાશે નહિ, કારણ કે તારની વાડમાં ખાલી જગ્યા ઘણી બધી હોય છે જે પથ્થરને આરપાર પસાર થઈ જવા દે છે.

આ જ તર્કના આધારે રૂથરફોર્ડ આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનના પ્રયોગ દ્વારા તારણો આપ્યાં કે,

- સોનાના વરખમાંથી મોટા ભાગના કણો વિચલન પામ્યા સિવાય સીધા જ પસાર થઈ જતાં હોવાથી પરમાણુનો મોટા ભાગનો વિસ્તાર ખાલી હોવો જોઈએ.
- ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં કણો પોતાના માર્ગમાંથી વિચલિત થાય છે. જે દર્શાવે છે કે, પરમાણુમાં ધનવીજભારિત ભાગ ખૂબ જ ઓછી જગ્યા રોકે છે.
- ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં આલ્ફા કણો 180° ખૂણે વિચલિત થયા હતા. જે સૂચવે છે કે, સોનાના પરમાણુનો સંપૂર્ણ ધનવીજભારિત ભાગ અને દળ પરમાણુની અંદરના ભાગમાં ખૂબ જ ઓછી જગ્યામાં સંકેન્દ્રિત થયેલ છે.

માહિતીના આધારે તેણે તે પણ ગણતરી કરી કે પરમાણુની ત્રિજ્યા કરતાં તેના કેન્દ્રની ત્રિજ્યા 10^5 ગણી ઓછી હોય છે. રૂથરફોર્ડે તેના પ્રયોગના આધારે પરમાણુનો કેન્દ્રીય નમુનો રજૂ કર્યો, જે નીચે મુજબની લાક્ષણિકતાઓ ધરાવતો હતો.

- પરમાણુમાં રહેલ ધનભારિત કેન્દ્રને પરમાણુનું કેન્દ્ર (ન્યુક્લિયસ) કહે છે. પરમાણુનું મોટાભાગનું બધું જ દળ તેના કેન્દ્રમાં સમાયેલું હોય છે.
- ઇલેક્ટ્રોન કેન્દ્રની આસપાસ નિશ્ચિત કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે.
- પરમાણુના કદની સાપેક્ષે તેના કેન્દ્રનું કદ ઘણું નાનું હોય છે.

રૂથરફોર્ડના પરમાણુના નમૂનાની ખામીઓ

વર્તુળાકાર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનું પરિભ્રમણ સ્થાયી હોવાની અપેક્ષા કરી શકીએ નહિ. વર્તુળાકાર કક્ષામાં રહેલ કોઈ પણ કણ પ્રવેગિત થાય છે. તે દરમિયાન તે વિકિરણો સ્વરૂપે ઊર્જામુક્ત કરે છે. આ રીતે પરિભ્રમણ કરતો ઇલેક્ટ્રોન ઊર્જા ગુમાવે છે અને અંતે કેન્દ્ર સાથે ટકરાય. જો આવું થતું હોત તો પરમાણુ અત્યંત અસ્થાયી હોત અને દ્રવ્ય એવા સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વ ન ધરાવતું હોત કે જે સ્વરૂપમાં આપણે તેને જાણીએ છીએ. આપણે જાણીએ છીએ કે, પરમાણુઓ સર્વથા સ્થાયી હોય છે.

ઊર્જાસ્તરનો ક્રમ 1, 2, 3..... વગેરે છે. આમ, જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય :

પ્રથમ કક્ષા અથવા K-કોશમાં $2 \times 1^2 = 2$ થશે. બીજી કક્ષા અથવા L-કોશમાં $2 \times 2^2 = 8$ થશે. ત્રીજી કક્ષા અથવા M-કોશમાં $2 \times 3^2 = 18$ થશે. ચોથી કક્ષા અથવા N-કોશમાં $2 \times 4^2 = 32$ થશે અને તેવી જ રીતે આગળની કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રોન ગોઠવી શકાશે.

(ii) સૌથી બહારની કક્ષામાં મહત્તમ 8 ઇલેક્ટ્રોન સમાવી શકાય છે.

(iii) પરમાણુની આપેલી કક્ષામાં ત્યાં સુધી ઇલેક્ટ્રોન નહિ ભરાય જ્યાં સુધી તેની અંદરની કક્ષાઓ ઇલેક્ટ્રોનથી સંપૂર્ણપણે ભરાઈ ન જાય. તેનાથી સ્પષ્ટ થાય છે કે, કક્ષાઓ તબક્કાવાર ભરાય છે.

પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોનાં પરમાણ્વીય બંધારણ યોજનાબદ્ધ રીતે આકૃતિ 4.4માં દર્શાવવામાં આવ્યા છે.

● પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોના પરમાણુઓની સંરચના કોષ્ટક 4.1માં દર્શાવવામાં આવેલી છે.

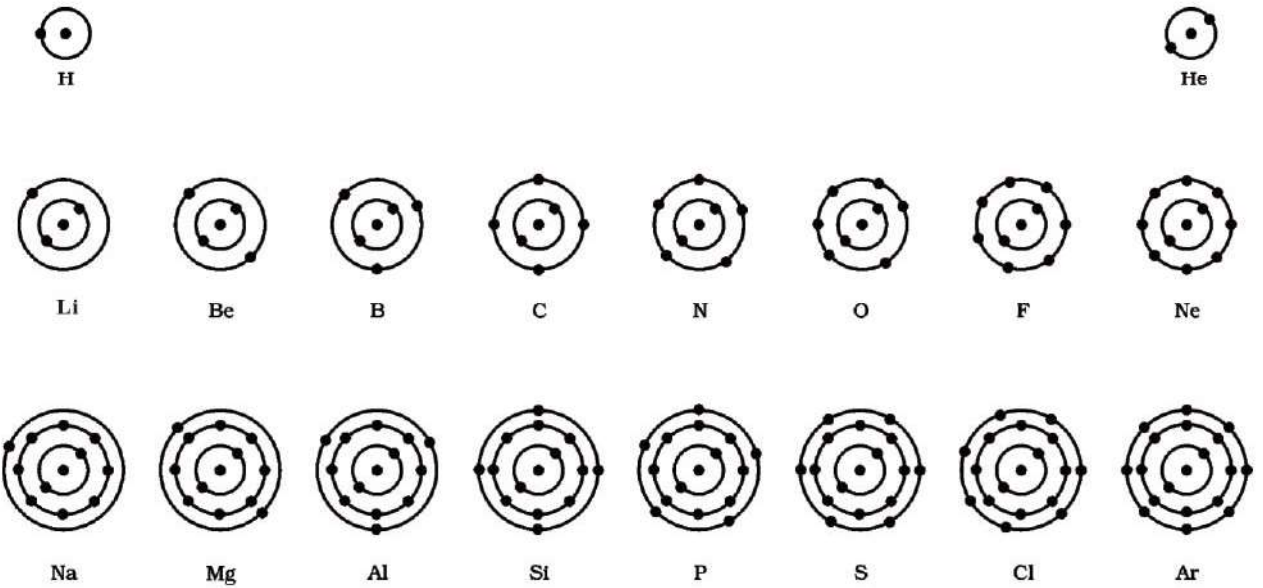
પ્રશ્નો :

1. કાર્બન અને સોડિયમ પરમાણુઓમાં ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણી દર્શાવો.
2. કોઈ પરમાણુના K અને L કોશ ઇલેક્ટ્રોનથી ભરાયેલા છે, તો તે પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન સંખ્યા કેટલી હશે ?

4.4 સંયોજકતા (Valency)

આપણે શીખી ગયાં કે, પરમાણુની ભિન્ન-ભિન્ન કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી કેવી રીતે થાય છે. પરમાણુની સૌથી બહારની (બાહ્યતમ) કક્ષામાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યાને સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન કહે છે.

બોહ્ર-બરી યોજના (Scheme)ને આધારે આપણે તે પણ જાણીએ છીએ કે, પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં વધુમાં વધુ 8



આકૃતિ 4.4 : પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોના યોજનાબદ્ધ રીતે દર્શાવેલ પરમાણ્વીય બંધારણ

પ્રવૃત્તિ 4.2

- પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના દર્શાવતો સ્થિર પરમાણુ નમૂનો તૈયાર કરો.

ઇલેક્ટ્રોન સમાવી શકાય છે. આપણે જોયું કે બાહ્યતમ કક્ષા 8 ઇલેક્ટ્રોનથી સંપૂર્ણપણે ભરાયેલી હોય તેવાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ ખૂબ જ ઓછી રાસાયણિક સક્રિયતા દર્શાવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આવા પરમાણુઓની સંયોજકતાની ક્ષમતા અથવા

વિજ્ઞાન

કોષ્ટક 4.1 : જુદા-જુદા કોશોમાં ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણી સાથે પ્રથમ અઢાર તત્વોના પરમાણુઓની રચના

તત્વનું નામ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય-ક્રમાંક	પ્રોટોનની સંખ્યા	ન્યુટ્રોનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણી	સંયોજકતા
હાઇડ્રોજન	H	1	1	-	1	1 - - -	1
હિલિયમ	He	2	2	2	2	2 - - -	0
લિથિયમ	Li	3	3	4	3	2 1 - -	1
બેરીલિયમ	Be	4	4	5	4	2 2 - -	2
બોરોન	B	5	5	6	5	2 3 - -	3
કાર્બન	C	6	6	6	6	2 4 - -	4
નાઇટ્રોજન	N	7	7	7	7	2 5 - -	3
ઓક્સિજન	O	8	8	8	8	2 6 - -	2
ફ્લોરિન	F	9	9	10	9	2 7 - -	1
નિયોન	Ne	10	10	10	10	2 8 - -	0
સોડિયમ	Na	11	11	12	11	2 8 1 -	1
મેગ્નેશિયમ	Mg	12	12	12	12	2 8 2 -	2
એલ્યુમિનિયમ	Al	13	13	14	13	2 8 3 -	3
સિલિકોન	Si	14	14	14	14	2 8 4 -	4
ફોસ્ફરસ	P	15	15	16	15	2 8 5 -	3, 5
સલ્ફર	S	16	16	16	16	2 8 6 -	2
ક્લોરિન	Cl	17	17	18	17	2 8 7 -	1
આર્ગોન	Ar	18	18	22	18	2 8 8 -	0

સંયોજકતા શૂન્ય હોય છે. આ નિષ્ક્રિય તત્વો પૈકી હિલિયમ પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે જ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે, જ્યારે અન્ય નિષ્ક્રિય તત્વોના પરમાણુઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં આઠ ઇલેક્ટ્રોન હોય છે.

તત્વના પરમાણુઓની સંયોજાવાની ક્ષમતા એટલે સમાન અથવા અસમાન તત્વોના પરમાણુઓ સાથે પ્રક્રિયા દ્વારા અણુઓ બનાવવાની તેઓની વૃત્તિ, કે જેને સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરવાનો પ્રયત્ન કહી શકાય. આવી બાહ્યતમ કક્ષા અષ્ટક ધરાવે છે, તેમ કહી શકાય. પરમાણુ પોતાની બાહ્યતમ કક્ષામાં અષ્ટક પ્રાપ્ત કરવા માટે પ્રક્રિયા કરે છે અને તે ઇલેક્ટ્રોનની ભાગીદારી અથવા ઇલેક્ટ્રોન મેળવીને કે ગુમાવીને થઈ શકે છે. જેટલા ઇલેક્ટ્રોનની બાહ્યતમ કક્ષામાં ભાગીદારી થાય છે અથવા આપ-લે થાય છે, તે સંખ્યાને તત્વની સંયોજાવાની ક્ષમતા એટલે

કે સંયોજકતા કહે છે. જેની ચર્ચા અગાઉના પ્રકરણમાં કરવામાં આવી છે. ઉદાહરણ તરીકે, હાઇડ્રોજન, લિથિયમ કે સોડિયમ પરમાણુઓ તેઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવે છે, તેથી તે દરેક એક ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવી શકે છે. તેથી તેઓની સંયોજકતા એક છે, તેમ કહેવાય. મેગ્નેશિયમ અને એલ્યુમિનિયમની સંયોજકતા કેટલી છે તે તમે કહી શકો ? તે અનુક્રમે બે અને ત્રણ છે, કારણ કે મેગ્નેશિયમની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રોન અને એલ્યુમિનિયમની બાહ્યતમ કક્ષામાં ત્રણ ઇલેક્ટ્રોન છે.

જ્યારે પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા તેની ક્ષમતા અનુસાર લગભગ મહત્તમ હોય ત્યારે સંયોજકતા જુદા પ્રકારે નક્કી થાય છે. ઉદાહરણ તરીકે ફ્લોરિન પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં 7 ઇલેક્ટ્રોન છે, તો તેની સંયોજકતા 7 હોઈ

શકે છે; પરંતુ તે ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવવાને બદલે સહેલાઈથી એક ઇલેક્ટ્રોન મેળવી શકે છે. તેથી તેની સંયોજકતા અષ્ટક (8)માંથી સાત ઇલેક્ટ્રોન બાદ કરીને નક્કી કરવામાં આવે છે અને આ પ્રકારે ફ્લોરિનની સંયોજકતા એક થાય છે. ઓક્સિજન માટે પણ તે જ રીતે સંયોજકતાની ગણતરી કરી શકાય છે. આ પ્રકારની ગણતરી દ્વારા તમે ઓક્સિજનની સંયોજકતા કેટલી મેળવશો ?

આમ, દરેક તત્વનો પરમાણુ સંયોજાવા માટેની નિશ્ચિત ક્ષમતા ધરાવે છે જેને સંયોજકતા કહે છે. પ્રથમ અઢાર તત્વોની સંયોજકતા આગળ દર્શાવેલા કોષ્ટક 4.1નાં છેલ્લા સ્તંભમાં આપેલી છે.

પ્રશ્નો :

1. ક્લોરિન, સલ્ફર અને મેગ્નેશિયમ પરમાણુઓની સંયોજકતા તમે કેવી રીતે શોધશો ?

4.5 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક અને દળક્રમાંક (Atomic Number and Mass Number)

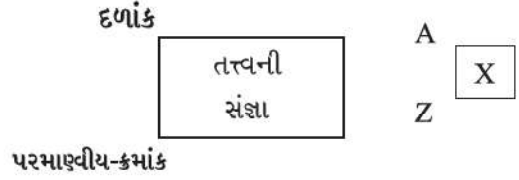
4.5.1 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (Atomic Number)

આપણે જાણીએ છીએ કે, પ્રોટોન પરમાણુના કેન્દ્રમાં આવેલા છે. પરમાણુમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કહેવાય છે. તેને 'Z' દ્વારા દર્શાવાય છે. કોઈ એક તત્વના તમામ પરમાણુઓ એકસમાન પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (Z) ધરાવે છે. અલબત્ત તત્વોને તેમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યાના આધારે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. હાઈડ્રોજન માટે $Z = 1$ છે, કારણ કે હાઈડ્રોજનના કેન્દ્રમાં એક પ્રોટોન હાજર છે. તે જ રીતે કાર્બન માટે $Z = 6$ છે. આમ, પરમાણુના કેન્દ્રમાં હાજર રહેલા પ્રોટોનની કુલ સંખ્યાના આધારે પરમાણ્વીય-ક્રમાંક વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

4.5.2 દળક્રમાંક (Mass Number)

પરમાણુના અવપરમાણ્વીય કણોના ગુણધર્મો શીખ્યા પછી આપણે એ તારણ પર પહોંચી શકીએ છીએ કે, પ્રાયોગિક રીતે પરમાણુનું દળ તેમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને કારણે હોય છે. આ અવપરમાણ્વીય કણો, પરમાણુના કેન્દ્રમાં આવેલા હોય છે. તેથી પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને ન્યુક્લિઓન્સ (Nucleons) પણ કહે છે. તેથી પરમાણુનું દળ તેના કેન્દ્રમાં કેન્દ્રિત થયેલું હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે કાર્બનનું દળ 12 u છે કારણ કે તેમાં 6 પ્રોટોન અને 6 ન્યુટ્રોન છે, તેથી $6u + 6u = 12 u$ થાય તેવી

જ રીતે એલ્યુમિનિયમનું દળ 27 u (13 પ્રોટોન + 14 ન્યુટ્રોન) છે. પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનની કુલ સંખ્યાના સરવાળાને તત્વનો દળાંક-કહે છે. તેને 'A' વડે દર્શાવાય છે. કોઈ પણ પરમાણુને દર્શાવવા માટે તેના પરમાણ્વીય-ક્રમાંક, દળાંક અને તત્વની સંજ્ઞા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય :



ઉદાહરણ તરીકે નાઈટ્રોજન આ પ્રકારે દર્શાવી શકાય ${}^{14}_7\text{N}$

પ્રશ્નો :

1. જો પરમાણુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા 8 અને પ્રોટોનની સંખ્યા પણ 8 હોય, તો (i) પરમાણુનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક કેટલો થાય ? અને (ii) પરમાણુનો વીજભાર કેટલો થાય ?
2. કોષ્ટક 4.1ની મદદથી ઓક્સિજન અને સલ્ફરના દળાંક શોધો.

4.6 સમસ્થાનિકો (Isotopes)

કુદરતમાં અમુક એવાં તત્વોના પરમાણુઓની ઓળખ થઈ છે, કે જેઓ સમાન પરમાણ્વીય ક્રમાંક પરંતુ અસમાન દળાંક ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે હાઈડ્રોજન પરમાણુ ત્રણ પરમાણ્વીય ઘટકો ધરાવે છે, જેમનાં નામ અનુક્રમે પ્રોટિયમ (${}^1_1\text{H}$), ડ્યુટેરિયમ (${}^2_1\text{H}$ અથવા D) અને ટ્રિટિયમ (${}^3_1\text{H}$ અથવા T) છે. તે દરેકના પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે પરંતુ દળક્રમાંક અનુક્રમે 1, 2 અને 3 છે. આ પ્રકારનાં અન્ય ઉદાહરણો નીચે મુજબ છે : (i) કાર્બન : ${}^{12}_6\text{C}$ અને ${}^{14}_6\text{C}$ (ii) ક્લોરિન : ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ અને ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ વગેરે.

આ ઉદાહરણોના આધારે સમસ્થાનિકોને આ રીતે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય. સમાન તત્વના પરમાણુઓ કે જે સમાન પરમાણ્વીય-ક્રમાંક પરંતુ અસમાન દળક્રમાંક ધરાવે છે તેને સમસ્થાનિકો કહે છે. આમ, આપણે કહી શકીએ કે હાઈડ્રોજન પરમાણુના ત્રણ સમસ્થાનિકો છે, જેનાં નામ અનુક્રમે પ્રોટિયમ, ડ્યુટેરિયમ અને ટ્રિટિયમ છે.

ધણાં તત્ત્વો સમસ્થાનિકોનું મિશ્રણ ધરાવતાં હોય છે. તત્ત્વનો દરેક સમસ્થાનિક એક શુદ્ધ પદાર્થ છે. સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે; પરંતુ તેઓના ભૌતિક ગુણધર્મો જુદા-જુદા હોય છે.

કુદરતમાં ક્લોરિન બે સમસ્થાનિક સ્વરૂપોમાં પ્રાપ્ત થાય છે. જેનાં દળ 35 u અને 37 u છે કે જે 3:1ના ગુણોત્તરમાં હોય છે. દેખીતી રીતે આપણને પ્રશ્ન થાય કે ક્લોરિનનું દળ આપણે શું લઈ શકીએ ? ચાલો, આપણે તે શોધીએ.

ઉપર્યુક્ત માહિતીને આધારે ક્લોરિન પરમાણુનો સરેરાશ દળાંક નીચે મુજબ થશે :

$$\left[\left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100} \right) \right]$$

$$= \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4} \right) = \frac{142}{4} = 35.5 \text{ u}$$

કોઈ પણ કુદરતી તત્ત્વના પરમાણુનું દળ એ તે તત્ત્વના કુદરતી રીતે મળતા તમામ પરમાણુઓના દળની સરેરાશ જેટલું હોય છે. જો તત્ત્વને કોઈ સમસ્થાનિક ન હોય તો તેનું દળ તેના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનની કુલ સંખ્યાના સરવાળા જેટલું હોય છે; પરંતુ જો તત્ત્વ સમસ્થાનિક સ્વરૂપે મળે તો, આપણે તેના દરેક સમસ્થાનિક સ્વરૂપનું ટકાવાર પ્રમાણ જાણવું પડે, તેના આધારે સરેરાશ દળની ગણતરી થઈ શકે.

તેનો અર્થ એવો નથી કે ક્લોરિનનો કોઈ પણ પરમાણુ અપૂર્ણાંક દળ (35.5 u) ધરાવે છે. તેનો અર્થ એવો થાય છે કે જો તમે ચોક્કસ માત્રામાં ક્લોરિન લેશો તો તેમાં ક્લોરિનના બંને સમસ્થાનિકોનો સમાવેશ થતો હશે અને તેનું સરેરાશ દળ 35.5 u હશે.

અનુપ્રયોગ (Applications)

તત્ત્વના તમામ સમસ્થાનિકોના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે, તેથી આપણે સમસ્થાનિકોનાં મિશ્રણ લેવા સાથે કોઈ નિસ્ખત નથી. અમુક સમસ્થાનિકો વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવે છે, જેનો ઉપયોગ આપણે વિભિન્ન ક્ષેત્રોમાં કરીએ છીએ. તે પૈકી અમુક નીચે મુજબ છે :

- યુરેનિયમના એક સમસ્થાનિકનો ઉપયોગ પરમાણુ ભટ્ટી (Atomic Reactor)માં બળતણ સ્વરૂપે થાય છે.
- કોબાલ્ટનો એક સમસ્થાનિક કેન્સરની સારવારમાં વપરાય છે.
- ગોઈટર (Goitre) રોગની સારવારમાં આયોડિનના એક સમસ્થાનિકનો ઉપયોગ થાય છે.

4.6.1 સમદળીય (સમભારીય) (Isobars)

બે તત્ત્વો કેલ્શિયમ અને આર્ગોન ધ્યાનમાં લો. જેના પરમાણ્વીય ક્રમાંક અનુક્રમે 20 અને 18 છે. તે બંનેમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા જુદી-જુદી છે; પરંતુ આ બંને તત્ત્વોનો દળક્રમાંક સમાન (40) છે. આમ, આ બંને તત્ત્વોના પરમાણુઓમાં ન્યુક્લિઓન્સની કુલ સંખ્યા સમાન છે. જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના પરમાણુ કે જેના પરમાણ્વીય ક્રમાંક અસમાન હોય પરંતુ દળક્રમાંક સમાન હોય તેઓ સમદળીય (Isobars) કહેવાય છે.

પ્રશ્નો :

- H, D અને T દરેક સંજ્ઞા માટે તેમાં રહેલા ત્રણ અવપરમાણ્વીય કણોનું યોગ્ય કોષ્ટક બનાવો.
- સમસ્થાનિકો અને સમદળીયની કોઈ એક જોડની ઇલેક્ટ્રોનીય રચના લખો.



તમે શું શીખ્યાં

What You Have Learnt

- ઇલેક્ટ્રોન અને પ્રોટોનની શોધ અનુક્રમે જે. જે. થોમસન અને ઇ. ગોલ્ડસ્ટીને કરી હતી.
- જે. જે. થોમસનની રજૂઆત પ્રમાણે ઇલેક્ટ્રોન સમગ્ર ધનવીજભારિત ગોળામાં જડેલા (Embedded) છે.

- રૂથરફોર્ડના આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનના પ્રયોગ દ્વારા પરમાણ્વીય કેન્દ્રની શોધ થઈ.
- રૂથરફોર્ડના પરમાણ્વીય નમૂનાના આધારે રજૂ થયું કે પરમાણુની અંદરના ભાગમાં ખૂબ જ નાનું પરમાણુ કેન્દ્ર હોય છે, જેની ફરતે ઇલેક્ટ્રોન સતત ધૂમતા હોય છે. આ પરમાણ્વીય નમૂના દ્વારા પરમાણુની સ્થાયીતા સમજાવી શકાતી નથી.
- નિલ્સ બોહ્ર દ્વારા રજૂ થયેલ પરમાણ્વીય નમૂનો વધુ સફળ રહ્યો. તેમના મત મુજબ કેન્દ્રની ફરતે જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં અથવા કોશોમાં નિશ્ચિત ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોન ગોઠવાયેલા હોય છે. જો પરમાણુની સૌથી બહારની કક્ષા (બાહ્યતમ કક્ષા) ઇલેક્ટ્રોનથી સંપૂર્ણ ભરાઈ જાય તો પરમાણુ સ્થાયી થઈ જશે અને તેની ક્રિયાશીલતા ઓછી થઈ જશે.
- જે. ચેડવિકે પરમાણુના કેન્દ્રમાં ન્યુટ્રોનની હાજરી શોધી કાઢી. આમ, પરમાણુના ત્રણ અવપરમાણ્વીય કણો (i) ઇલેક્ટ્રોન (ii) પ્રોટોન અને (iii) ન્યુટ્રોન છે. દરેક ઇલેક્ટ્રોન ઋણાવીજભારિત, પ્રોટોન ધનવીજભારિત અને ન્યુટ્રોન વીજભારવિહીન છે. ઇલેક્ટ્રોનનું દળ એ હાઈડ્રોજન પરમાણુના દળ કરતાં આશરે $\frac{1}{2000}$ ગણું છે. પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન દરેકનું દળ એક એકમ લેવામાં આવેલું છે.
- પરમાણુના કોશો K, L, M, N..... દ્વારા દર્શાવાય છે.
- સંયોજકતા પરમાણુની સંયોજવાની ક્ષમતા દર્શાવે છે.
- પરમાણુનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક એ પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા જેટલો હોય છે.
- પરમાણુનો દળક્રમાંક એ પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા ન્યુક્લિઓન્સની સંખ્યા જેટલો હોય છે.
- સમસ્થાનિકો એક જ તત્વના જુદા-જુદા દળક્રમાંક ધરાવતા પરમાણુઓ છે.
- સમદળીય જુદા-જુદાં તત્વોના એકસરખા દળક્રમાંક ધરાવતા પરમાણુઓ છે.
- તત્વોને તેમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યાને આધારે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.



સ્વાધ્યાય (Exercises)

1. ઇલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનના ગુણધર્મોની સરખામણી કરો.
2. જે. જે. થોમસનના પરમાણુના નમૂનાની મર્યાદાઓ દર્શાવો.
3. રૂથરફોર્ડના પરમાણુના નમૂનાની મર્યાદાઓ દર્શાવો.
4. બોહ્રનો પરમાણુનો નમૂનો સમજાવો.
5. આ પ્રકરણમાં રજૂ થયેલા પરમાણુના નમૂનાઓની સરખામણી દર્શાવો.
6. પ્રથમ અઢાર તત્વોની વિવિધ કોશોમાં ઇલેક્ટ્રોનની વહેંચણીના નિયમો દર્શાવો.
7. સિલિકોન અને ઓક્સિજનનાં ઉદાહરણો દ્વારા સંયોજકતા વ્યાખ્યાયિત કરો.

8. ઉદાહરણ સહિત સમજાવો : (i) પરમાણ્વીય-ક્રમાંક, (ii) દળક્રમાંક (iii) સમસ્થાનિકો (iv) સમદળીય. સમસ્થાનિકોના કોઈ પણ બે ઉપયોગ જણાવો.
9. Na^+ સંપૂર્ણ ભરાયેલી K અને L કક્ષાઓ ધરાવે છે. સમજાવો.
10. જો બ્રોમિન પરમાણુ બે સમસ્થાનિકો $^{79}_{35}\text{Br}$ (49.7 %) અને $^{81}_{35}\text{Br}$ (50.3 %) સ્વરૂપે પ્રાપ્ય હોય, તો બ્રોમિન પરમાણુના સરેરાશ પરમાણ્વીયદળની ગણતરી કરો.
11. તત્ત્વ Xના એક નમૂનાનું સરેરાશ પરમાણ્વીય દળ 16.2 u હોય, તો તે નમૂનામાં બે સમસ્થાનિકો $^{16}_8\text{X}$ અને $^{18}_8\text{X}$ ના ટકાવાર પ્રમાણ શું હશે ?
12. જો $Z = 3$ હોય, તો તત્ત્વની સંયોજકતા શું હશે ? તત્ત્વનું નામ પણ દર્શાવો.
13. બે પરમાણ્વીય સ્પીસિઝના કેન્દ્રની રચના નીચે મુજબ દર્શાવેલી છે :

	X	Y
પ્રોટોન	= 6	6
ન્યુટ્રોન	= 6	8

X અને Yનો દળક્રમાંક જણાવો. બે સ્પીસિઝ વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવો.

14. નીચે દર્શાવેલ વિધાનો માટે સાચા માટે T (True) અને ખોટા માટે F (False) સંકેત દર્શાવો :
 - (a) જે. જે. થોમસને રજૂ કર્યું કે પરમાણુના કેન્દ્રમાં માત્ર ન્યુક્લિઓન્સ હોય છે.
 - (b) ન્યુટ્રોન, પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોનના એકબીજા સાથે સંયોજાવાથી બને છે, તેથી તે તટસ્થ હોય છે.
 - (c) ઇલેક્ટ્રોનનું દળ પ્રોટોનના દળ કરતાં $\frac{1}{2000}$ ગણું છે.
 - (d) આયોડિનનો સમસ્થાનિક ટિક્કર આયોડિન બનાવવા ઉપયોગી છે, કે જે દવા તરીકે વપરાય છે.

પ્રશ્ન (15), (16) અને (17)માં સાચા વિકલ્પ સામે (✓) નિશાની અને ખોટા વિકલ્પ સામે (X) નિશાની કરો.
15. રૂથરફોર્ડનો આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનનો પ્રયોગ શેની શોધ માટે જવાબદાર છે ?
 - (a) પરમાણ્વીય કેન્દ્ર
 - (b) ઇલેક્ટ્રોન
 - (c) પ્રોટોન
 - (d) ન્યુટ્રોન
16. તત્ત્વના સમસ્થાનિકો ધરાવે છે.
 - (a) સમાન ભૌતિક ગુણધર્મો
 - (b) જુદા-જુદા રાસાયણિક ગુણધર્મો
 - (c) ન્યુટ્રોનની જુદી-જુદી સંખ્યા
 - (d) જુદા-જુદા પરમાણ્વીય ક્રમાંકો
17. Cl^- આયનમાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા છે.
 - (a) 16
 - (b) 8
 - (c) 17
 - (d) 18

18. નીચેના પૈકી સોડિયમની સાચી ઇલેક્ટ્રોનીય રચના કઈ છે ?
 (a) 2, 8 (b) 8, 2, 1 (c) 2, 1, 8 (d) 2, 8, 1
19. નીચેનું કોષ્ટક પૂર્ણ કરો :

પરમાણ્વીય-ક્રમાંક	દળક્રમાંક	ન્યુટ્રોનની સંખ્યા	પ્રોટોનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા	પરમાણ્વીય ઘટકનું નામ
9	—	10	—	—	—
16	32	—	—	—	સલ્ફર
—	24	—	12	—	—
—	2	—	1	—	—
—	1	0	1	0	—