પ્રકરણ 4

H6X8L5

પરમાણુનું બંધારણ
(Structure of The Atom)

પ્રકરણ 3માં 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 મહત્ત્વના 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

A. કોરા વાળમાં કાંસકો ફેરવો. શું હવે કાંસકો કાગળના નાના-નાના ટુકડાઓને આકર્ષિત કરે છે ?

B. કાચના સળિયાને રેશમના કાપડ પર ઘસો અને ત્યારબાદ તે સળિયાને હવાભરેલા ફુગ્ગાની 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) ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે, જેની ઓળખ જે. જે. થોમસને (J. J. Thomson) આપી. ઇલેક્ટ્રૉનની ઓળખ થઈ તે પહેલાં ઈ. 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 વીજભારનું મૂલ્ય ઇલેક્ટ્રૉન જેટલું પરંતુ નિશાની તેનાથી વિરુદ્ધ હતી. તેનું દળ ઇલેક્ટ્રૉનના દળ કરતાં આશરે 2000 ગણું વધુ હતું. તેને પ્રોટોન નામ અપાયું. સામાન્ય રીતે ઇલેક્ટ્રૉનને 'e^-' અને પ્રોટોન 'p^+' દ્વારા દર્શાવાય છે. પ્રોટોનનું દળ એક એકમ અને તેનો વીજભાર +1 લેવાય છે. ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ નહિવત્ (અવગણ્ય) અને વીજભાર -1 લેવામાં આવે છે.

પરમાણુ પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રૉનનો બનેલો છે કે જે પરસ્પરના વીજભારને સમતોલિત કરે છે. એવું પણ જોવામાં આવ્યું કે પ્રોટોન પરમાણુના અંદરના ભાગમાં હોય છે. પરમાણુમાંથી ઇલેક્ટ્રૉનને 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 :

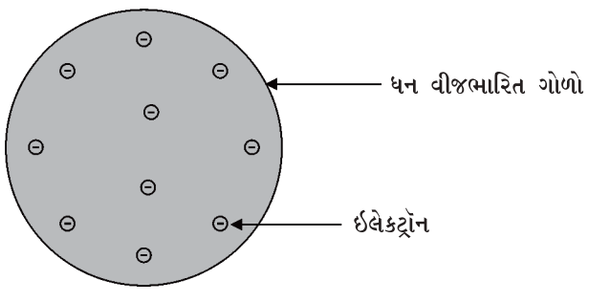
1. કેનાલ કિરણો શું છે ?
2. જો કોઈ પરમાણુમાં એક પ્રોટોન અને એક ઇલેક્ટ્રૉન હોય, તો તે વીજભાર ધરાવતો હશે કે નહિ ?

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 ઇલેક્ટ્રૉન)ની શોધે ડાલ્ટનના પરમાણુ સિદ્ધાંતની આ અભિધારણાને ખોટી સાબિત કરી. હવે એ જાણવું જરૂરી હતું કે પરમાણુની અંદર પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રૉન 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 ક્રિસમસ કેકને મળતો આવે છે. તેમના મત મુજબ પરમાણુ ધનવીજભારિત ગોળો છે. જેમાં ક્રિસમસ કેકમાં ગોઠવાયેલ સૂકી દ્રાક્ષ (સૂકો મેવો)ની માફક ઇલેક્ટ્રૉન ગોઠવાયેલા છે. તરબૂચનું ઉદાહરણ પણ લઈ શકાય કે જેમાં ધનભારિત પ્રોટોન એ તરબૂચના લાલ ખાદ્ય ભાગની માફક સમગ્ર રીતે ફેલાયેલા હોય છે અને ઇલેક્ટ્રૉન 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. ઇલેક્ટ્રૉનની 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 ઇલેક્ટ્રૉન તેમાં જડિત થયેલા (Embedded) છે.

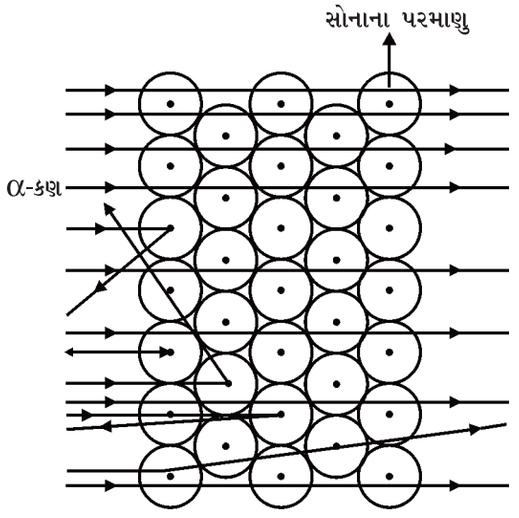
(ii) પરમાણુમાં ઋણભાર અને ધનભાર સમાન માત્રામાં હોય છે, તેથી પરમાણુ વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોય છે.

થોમસનનો પરમાણુનો નમૂનો સમજાવે છે કે પરમાણુઓ વીજભારની દૃષ્ટિએ તટસ્થ હોય છે, તેમ છતાં અન્ય વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા થયેલા પ્રયોગોનાં પરિણામો આ નમૂના દ્વારા સમજાવી શકાયા નથી. જેને આપણે નીચે મુજબ જોઈ શકીએ.

4.2.2 રૂથરફૉર્ડનો પરમાણુનો નમૂનો (Rutherford's Model of an Atom)

અર્નેસ્ટ રૂથરફૉર્ડ (Ernest Rutherford) એ જાણવામાં રસ ધરાવતાં હતાં કે પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉન કેવી રીતે ગોઠવાયેલ છે ? તે માટે રૂથરફૉર્ડે 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. તેનું દળ 4u હોવાથી ઝડપથી ગતિ કરતા આલ્ફા કણો નોંધપાત્ર પ્રમાણમાં 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 વધુ પડતા વિચલન (Deflection)ની અપેક્ષા ન હતી.



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 :

(i) ઝડપથી ગતિ કરતા મોટા ભાગના α-કણો સોનાના વરખમાંથી સીધેસીધા જ પસાર થઈ જાય છે.

(ii) કેટલાક α-કણો સોનાના વરખ દ્વારા ઓછા અંશને ખૂણે વિચલન પામે છે.

(iii) આશ્ચર્યજનક રીતે દર 12,000 α-કણો પૈકી એક કણ અથડાઈને પાછો ફરે છે.

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



અર્નેસ્ટ રૂથરફૉર્ડ (1871-1937)નો જન્મ 30 ઑગસ્ટ, 1871માં સ્પ્રિંગગ્રોવમાં થયો હતો. તેમને કેન્દ્રિય (ન્યુક્લિઅર) 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 અથડાવવાનો અવાજ સંભળાશે; પરંતુ આ આંખો બંધ કરેલ બાળક કાંટાળી તારની વાડ પર પથ્થર ફેંકશે તો મોટાભાગના પથ્થર તારની વાડને અથડાશે નહિ અને તેને કોઈ અવાજ સંભળાશે નહિ, કારણ કે તારની વાડમાં ખાલી જગ્યા ઘણી બધી હોય છે જે પથ્થરને આરપાર પસાર થઈ જવા દે છે.

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

(i) સોનાના વરખમાંથી મોટાભાગના કણો વિચલન પામ્યા સિવાય સીધા જ પસાર થઈ જતાં હોવાથી પરમાણુનો મોટાભાગનો વિસ્તાર ખાલી હોવો જોઈએ.

(ii) ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં કણો પોતાના માર્ગમાંથી વિચલિત થાય છે. જે દર્શાવે છે કે, પરમાણુમાં ધનવીજભારિત ભાગ ખૂબ જ ઓછી જગ્યા રોકે છે.

(iii) 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.

માહિતીનાં આધારે તેણે તે પણ ગણતરી કરી કે પરમાણુની ત્રિજ્યા કરતાં પરમાણુ કેન્દ્રની ત્રિજ્યા 10^5 ગણી ઓછી હોય છે.

રૂથરફૉર્ડે તેના પ્રયોગના આધારે પરમાણુનો કેન્દ્રીય નમુનો રજૂ કર્યો, જે નીચે મુજબની લાક્ષણિકતાઓ ધરાવતો હતો.

(i) પરમાણુમાં રહેલ ધનભારિત કેન્દ્રને પરમાણુનું કેન્દ્ર (ન્યુક્લિયસ) કહે છે. પરમાણુનું મોટાભાગનું બધું જ દળ તેના કેન્દ્રમાં સમાયેલું હોય છે.

(ii) ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રની આસપાસ વર્તુળાકાર માર્ગમાં ભ્રમણ કરે છે.

(iii) પરમાણુના કદની સાપેક્ષે તેના કેન્દ્રનું કદ ઘણું નાનું હોય છે.

રૂથરફોર્ડના પરમાણુના નમૂનાની ખામીઓ

વર્તુળાકાર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉનનું 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 ઇલેક્ટ્રૉન 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.

4.2.3 બોહ્રનો પરમાણુનો નમૂનો (Bohr's Model of Atom)

રૂથરફૉર્ડે 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 :

(i) ઇલેક્ટ્રૉનની સ્વતંત્ર કક્ષાઓ તરીકે ઓળખાતી અમુક ચોક્કસ કક્ષાઓ જ પરમાણુમાં માન્ય કક્ષાઓ ગણાય છે.

(ii) સ્વતંત્ર કક્ષાઓમાં પરિભ્રમણ દરમિયાન ઇલેક્ટ્રૉન વિકિરણ સ્વરૂપે ઊર્જા મુક્ત કરતાં નથી.



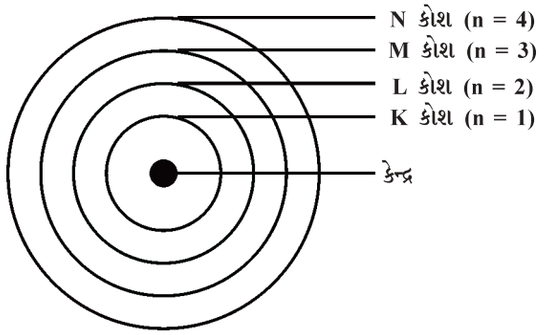
નિલ્સ બોહ્ર (1885-1962)નો જન્મ 7 ઑક્ટોબર 1885માં કોપનહેગનમાં થયો હતો. 1916માં કોપનહેગન વિશ્વવિદ્યાલયમાં તેઓને ભૌતિક-શાસ્ત્રના પ્રાધ્યાપક તરીકે નિયુક્ત કરવામાં આવ્યા. 1922માં તેમના પરમાણુ-બંધારણ પરના કાર્ય માટે તેમને નોબેલ પારિતોષિક એનાયત થયું. પ્રાધ્યાપક બોહરના અનેક લેખો પર આધારિત ત્રણ પુસ્તકો જોવા મળે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

(i) પરમાણ્વીય બંધારણ અને વર્ણપટ સિદ્ધાંત (The Theory of Spectra and Atomic Constitution)

(ii) પરમાણ્વીય સિદ્ધાંત (Atomic Theory) અને

(iii) 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.

પ્રશ્નો :

1. થોમસનના પરમાણુના નમૂનાના આધારે સમજાવો કે પરમાણુ કેવી રીતે સમગ્રતયા તટસ્થ છે.
2. રૂથરફૉર્ડના પરમાણુના નમૂનાના આધારે પરમાણુના કેન્દ્રમાં કયો અવપરમાણ્વીય કણ હાજર હોય છે ?
3. ત્રણ કોશ ધરાવતા પરમાણુનો બોહ્રનો નમૂનો દોરો.
4. આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનનો પ્રયોગ સોનાના વરખને બદલે અન્ય કોઈ ધાતુના વરખનો ઉપયોગ કરીને કરવામાં આવે તો શું અવલોકન નોંધી શકાય ?

4.2.4 ન્યૂટ્રૉન (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 ન્યૂટ્રૉન નામ અપાયું. ન્યૂટ્રૉન પરમાણુના કેન્દ્રમાં આવેલાં હોય છે, સિવાય કે હાઇડ્રોજન. સામાન્ય રીતે ન્યૂટ્રૉન ને 'n' સંજ્ઞા દ્વારા દર્શાવાય છે. તેથી પરમાણુનું દળ તેના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉનના દળોના સરવાળા દ્વારા દર્શાવાય છે.

પ્રશ્નો :

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

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

પરમાણુની વિભિન્ન કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણી બોહ્ર અને બરી (Bury) નામના વૈજ્ઞાનિકોએ સૂચવી.

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

(i) કક્ષામાં હાજર રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનની મહત્તમ સંખ્યા $2n^2$ સૂત્ર દ્વારા દર્શાવાય છે, જ્યાં 'n' કક્ષાનો ક્રમ અથવા

ઊર્જાસ્તરનો ક્રમ 1, 2, 3..... વગેરે છે. આમ, જુદી-જુદી કક્ષાઓમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનની 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 આગળ.

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

(iii) પરમાણુની આપેલી કક્ષામાં ત્યાં સુધી ઇલેક્ટ્રૉન નહિ ભરાય જ્યાં સુધી તેની અંદરની કક્ષાઓ ઇલેક્ટ્રૉનથી 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.

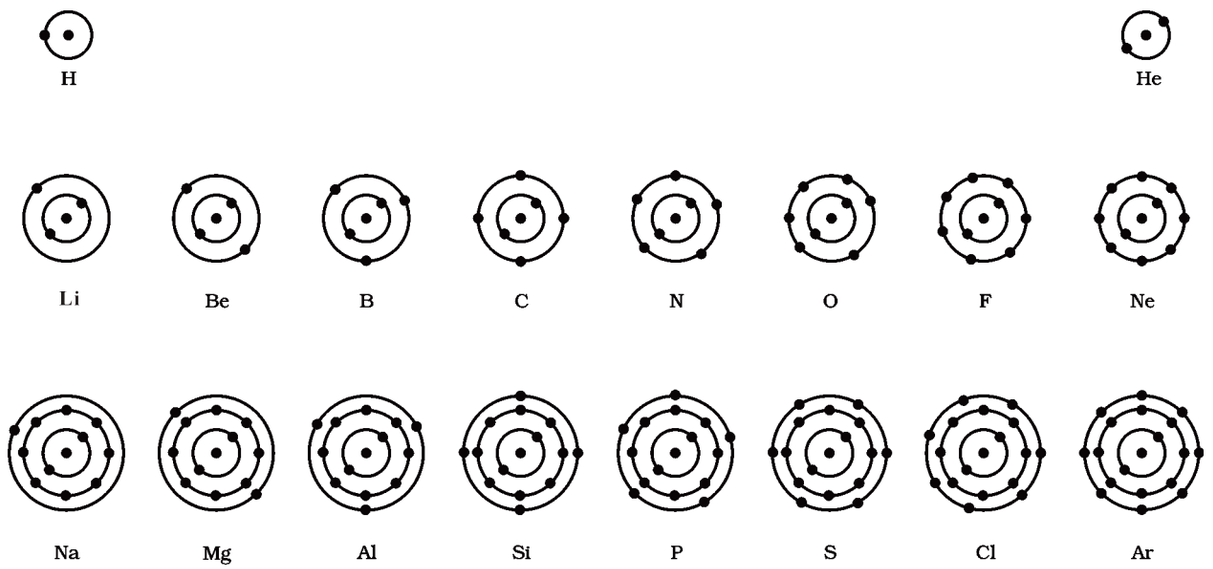
પ્રશ્નો :

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

4.4 સંયોજકતા (Valency)

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

બોહ્ર-બરી યોજના (Scheme)ને આધારે આપણે તે પણ જાણીએ છીએ કે, પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં વધુમાં વધુ 8 ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે. આપણે જોયું કે બાહ્યતમ કક્ષા 8 ઇલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણપણે ભરાયેલી હોય તેવાં તત્ત્વોના પરમાણુઓ ખૂબ જ ઓછી રાસાયણિક સક્રિયતા દર્શાવે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો આવા પરમાણુઓની સંયોજાવાની ક્ષમતા અથવા



આકૃતિ 4.4 : પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોના યોજનાબદ્ધ રીતે દર્શાવેલ પરમાણ્વીય બંધારણ

પ્રવૃત્તિ 4.2

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

કોષ્ટક 4.1 : જુદા-જુદા કોશોમાં ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણી સાથે પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોના પરમાણુઓની રચના

તત્ત્વનું નામ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વીય-ક્રમાંક	પ્રોટોનની સંખ્યા	ન્યૂટ્રૉનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણી				સંયોજકતા
						K	L	M	N	
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
ઑક્સિજન	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
મૅગ્નેશિયમ	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-	2
ઍલ્યુમિનિયમ	Al	13	13	14	13	2	8	3	-	3
સિલિકોન	Si	14	14	14	14	2	8	4	-	4
ફૉસ્ફરસ	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 તત્ત્વો પૈકી હિલિયમ પરમાણુની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે જ ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે, જ્યારે અન્ય નિષ્ક્રિય તત્ત્વોના પરમાણુઓની બાહ્યતમ કક્ષામાં આઠ ઇલેક્ટ્રૉન હોય છે.

તત્ત્વના પરમાણુઓની સંયોજાવાની ક્ષમતા એટલે સમાન અથવા અસમાન તત્ત્વોના પરમાણુઓ સાથે પ્રક્રિયા દ્વારા અણુઓ બનાવવાની તેઓની વૃત્તિ, કે જેને સંપૂર્ણ ભરાયેલી બાહ્યતમ કક્ષા પ્રાપ્ત કરવાના પ્રયત્ન તરીકે સમજાવવામાં આવી હતી. બાહ્યતમ કક્ષા જેમાં આઠ ઇલેક્ટ્રૉન હોય તે અષ્ટક ધરાવે છે તેમ કહેવાય. પરમાણુ પોતાની બાહ્યતમ કક્ષામાં અષ્ટક પ્રાપ્ત કરવા માટે પ્રક્રિયા કરે છે અને તે ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી અથવા ઇલેક્ટ્રૉન મેળવીને કે ગુમાવીને થઈ શકે છે. બાહ્યતમ કક્ષામાં અષ્ટક રચના પૂર્ણ કરવા માટે જેટલા ઇલેક્ટ્રૉનની ભાગીદારી થાય છે અથવા આપ-લે થાય છે, તે સંખ્યાને તત્ત્વની 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 ઇલેક્ટ્રૉન ધરાવે છે, તેથી તે દરેક એક ઇલેક્ટ્રૉન ગુમાવી શકે છે. તેથી તેઓની સંયોજકતા એક છે, તેમ કહેવાય. મૅગ્નેશિયમ અને ઍલ્યુમિનિયમની સંયોજકતા કેટલી છે તે તમે કહી શકો ? તે અનુક્રમે બે અને ત્રણ છે, કારણ કે મૅગ્નેશિયમની બાહ્યતમ કક્ષામાં બે ઇલેક્ટ્રૉન અને ઍલ્યુમિનિયમની બાહ્યતમ કક્ષામાં ત્રણ ઇલેક્ટ્રૉન છે.

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

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

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

પ્રશ્નો :

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

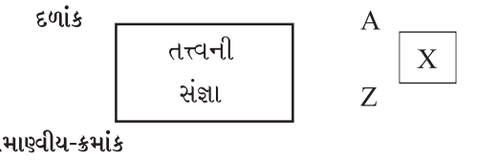
4.5 પરમાણ્વીય-ક્રમાંક અને દળાંક (Atomic Number and Mass Number)

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 તત્ત્વના તમામ પરમાણુઓ એકસમાન પરમાણ્વીય-ક્રમાંક (Z) ધરાવે છે. હકીકતમાં તત્ત્વોને તેમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યાના આધારે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. હાઇડ્રોજન માટે $Z = 1$ છે, કારણ કે હાઇડ્રોજનના 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 દળાંક (Mass Number)

પરમાણુના અવપરમાણ્વીય કણોના ગુણધર્મોનો અભ્યાસ કર્યા પછી આપણે એ તારણ પર પહોંચી શકીએ છીએ કે, પ્રાયોગિક રીતે પરમાણુનું દળ તેમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉનને કારણે હોય છે. આ અવપરમાણ્વીય કણો, પરમાણુના કેન્દ્રમાં આવેલા હોય છે. તેથી પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉનને 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 ન્યૂટ્રૉન છે, તેથી 6u +6u = 12 u થાય. તેવી જ રીતે, ઍલ્યુમિનિયમનું દળ 27 u (13 પ્રોટોન + 14 ન્યૂટ્રૉન) છે. પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉનની કુલ સંખ્યાના સરવાળાને તત્ત્વનો દળાંક કહે છે. તેને 'A' વડે દર્શાવાય છે. કોઈ પણ પરમાણુને દર્શાવવા માટે તેના પરમાણ્વીય-ક્રમાંક, દળાંક અને તત્ત્વની સંજ્ઞા નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય :



ઉદાહરણ તરીકે નાઇટ્રોજન આ પ્રકારે દર્શાવી શકાય ${}^{14}_{7}\mathrm{N}$

પ્રશ્નો :

1. જો પરમાણુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉનની 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 ઑક્સિજન અને સલ્ફરના દળાંક શોધો.

4.6 સમસ્થાનિકો (Isotopes)

કુદરતમાં કેટલાંક તત્ત્વોના પરમાણુઓની ઓળખ થઈ છે, કે જેઓ સમાન પરમાણ્વીય ક્રમાંક પરંતુ અસમાન દળાંક ધરાવે છે. ઉદાહરણ તરીકે હાઇડ્રોજન પરમાણુ ત્રણ પરમાણ્વીય ઘટકો ધરાવે છે, જેમનાં નામ અનુક્રમે પ્રોટિયમ $\left({}^{1}_{1}\mathrm{H}\right)$, ડ્યુટેરિયમ $\left({}^{2}_{1}\mathrm{H}\right.$ અથવા $\left.\mathrm{D}\right)$ અને ટ્રિટિયમ $\left({}^{3}_{1}\mathrm{H}\right.$ અથવા $\left.\mathrm{T}\right)$ છે. તે દરેકના પરમાણ્વીય-ક્રમાંક 1 છે પરંતુ દળાંક અનુક્રમે 1, 2 અને 3 છે. આ પ્રકારનાં અન્ય ઉદાહરણો નીચે મુજબ છે : (i) કાર્બન : ${}^{12}_{6}\mathrm{C}$ અને ${}^{14}_{6}\mathrm{C}$ (ii) ક્લોરિન : ${}^{35}_{17}\mathrm{Cl}$ અને ${}^{37}_{17}\mathrm{Cl}$ વગેરે.

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

ઘણાં 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. સ્વાભાવિક 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 :

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

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

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 ન્યૂટ્રૉનની 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 નિસ્બત નથી. અમુક સમસ્થાનિકો વિશિષ્ટ ગુણધર્મો ધરાવે છે, જેનો ઉપયોગ આપણે વિભિન્ન ક્ષેત્રોમાં કરીએ છીએ. તે પૈકી અમુક નીચે મુજબ છે :

(i) યુરેનિયમના એક સમસ્થાનિકનો ઉપયોગ પરમાણ્વીય ભઠ્ઠી (Atomic Reactor)માં બળતણ સ્વરૂપે થાય છે.

(ii) કોબાલ્ટનો એક સમસ્થાનિક કૅન્સરની સારવારમાં વપરાય છે.

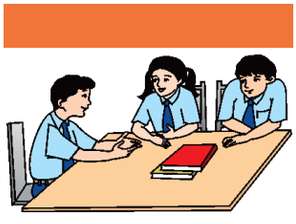
(iii) ગોઇટર (Goitre) રોગની સારવારમાં આયોડિનના એક સમસ્થાનિકનો ઉપયોગ થાય છે.

4.6.1 સમદળીય (સમભારીય) (Isobars)

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

પ્રશ્નો :

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



તમે શું શીખ્યાં

What You Have Learnt

- ઇલેક્ટ્રૉન અને પ્રોટોનની શોધનો શ્રેય અનુક્રમે જે. જે. થોમસન અને ઇ. ગોલ્ડસ્ટીનને જાય છે.
- જે. જે. થોમસનની રજૂઆત પ્રમાણે ઇલેક્ટ્રૉન ધનવીજભારિત ગોળામાં જડેલા (Embedded) છે.

- રૂથરફૉર્ડના આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનના પ્રયોગ દ્વારા પરમાણ્વીય કેન્દ્રની શોધ થઈ.
- રૂથરફૉર્ડના પરમાણ્વીય નમૂનાના આધારે રજૂ થયું કે પરમાણુની અંદરના ભાગમાં ખૂબ જ નાનું પરમાણુ કેન્દ્ર હોય છે, જેની ફરતે ઇલેક્ટ્રૉન સતત ઘૂમતા 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 ઇલેક્ટ્રૉન ગોઠવાયેલા હોય છે. જો પરમાણુની સૌથી બહારની કક્ષા (બાહ્યતમ કક્ષા) ઇલેક્ટ્રૉનથી સંપૂર્ણ ભરાઈ જાય તો પરમાણુ સ્થાયી થઈ જશે અને તેની ક્રિયાશીલતા ઓછી થઈ જશે.
- જે. ચેડવિકે પરમાણુના કેન્દ્રમાં ન્યુટ્રૉનની હાજરી શોધી કાઢી. આમ, પરમાણુના ત્રણ અવપરમાણ્વીય કણો (i) ઇલેક્ટ્રૉન (ii) પ્રોટોન અને (iii) ન્યૂટ્રૉન છે. દરેક ઇલેક્ટ્રૉન ઋણવીજભારિત, પ્રોટોન ધનવીજભારિત અને ન્યૂટ્રૉન વીજભારવિહીન છે. ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ એ હાઇડ્રોજન પરમાણુના દળ કરતાં આશરે $\frac{1}{2000}$ ગણું છે. પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉન દરેકનું દળ એક એકમ લેવામાં આવેલું છે.
- પરમાણુના કોશો K, L, M, N..... દ્વારા દર્શાવાય છે.
- સંયોજકતા પરમાણુની સંયોજાવાની ક્ષમતા દર્શાવે છે.
- પરમાણુનો પરમાણ્વીય-ક્રમાંક એ પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા જેટલો હોય છે.
- પરમાણુનો દળાંક એ પરમાણુના કેન્દ્રમાં રહેલા ન્યુક્લિઓન્સની સંખ્યા જેટલો હોય છે.
- સમસ્થાનિકો એક જ તત્ત્વના જુદા-જુદા દળાંક ધરાવતા પરમાણુઓ છે.
- સમદળીય જુદાં-જુદાં તત્ત્વોના એકસરખા દળાંક ધરાવતા પરમાણુઓ છે.
- તત્ત્વોને તેમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યાને આધારે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

સ્વાધ્યાય (Exercises)



1. ઇલેક્ટ્રૉન, પ્રોટોન અને ન્યૂટ્રૉનના ગુણધર્મોની સરખામણી કરો.
2. જે. જે. થોમસનના પરમાણુના નમૂનાની મર્યાદાઓ દર્શાવો.
3. રૂથરફૉર્ડના પરમાણુના નમૂનાની મર્યાદાઓ દર્શાવો.
4. બોહ્રનો પરમાણુનો નમૂનો સમજાવો.
5. આ પ્રકરણમાં રજૂ થયેલા પરમાણુના નમૂનાઓની સરખામણી દર્શાવો.
6. પ્રથમ અઢાર તત્ત્વોની વિવિધ કોશોમાં ઇલેક્ટ્રૉનની વહેંચણીના નિયમો દર્શાવો.
7. સિલિકોન અને ઑક્સિજનનાં ઉદાહરણો દ્વારા સંયોજકતા વ્યાખ્યાયિત કરો.

8. ઉદાહરણ સહિત સમજાવો : (i) પરમાણ્વીય-ક્રમાંક, (ii) દળાંક (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
ન્યૂટ્રૉન =	6	8

X અને Yનો દળાંક 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) ન્યૂટ્રૉન એ પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રૉનના એકબીજા સાથે સંયોજાવાથી બને છે, તેથી તે તટસ્થ હોય છે.

(c) ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ પ્રોટોનના દળ કરતાં $\frac{1}{2000}$ ગણું છે.

(d) આયોડિનનો સમસ્થાનિક ટિંચર આયોડિન બનાવવા ઉપયોગી છે, કે જે દવા તરીકે વપરાય છે.

પ્રશ્ન (15), (16) અને (17)માં સાચા વિકલ્પ સામે (✓) નિશાની અને ખોટા વિકલ્પ સામે (✗) નિશાની કરો.

15. રૂથરફૉર્ડનો આલ્ફા કણ પ્રકીર્ણનનો પ્રયોગ શેની શોધ માટે જવાબદાર છે ?

(a) પરમાણ્વીય કેન્દ્ર (b) ઇલેક્ટ્રૉન

(c) પ્રોટોન (d) ન્યૂટ્રૉન

16. તત્ત્વના સમસ્થાનિકો ..... ધરાવે છે.

(a) સમાન ભૌતિક ગુણધર્મો

(b) જુદા-જુદા રાસાયણિક ગુણધર્મો

(c) ન્યૂટ્રૉનની જુદી-જુદી સંખ્યા

(d) જુદા-જુદા પરમાણ્વીય ક્રમાંકો

17. $C1^-$ આયનમાં સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉનની 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	દળાંક	ન્યૂટ્રૉનની સંખ્યા	પ્રોટોનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા	પરમાણ્વીય ઘટકનું નામ
9	–	10	–	–	–
16	32	–	–	–	સલ્ફર
–	24	–	12	–	–
–	2	–	1	–	–
–	1	0	1	1	–