5

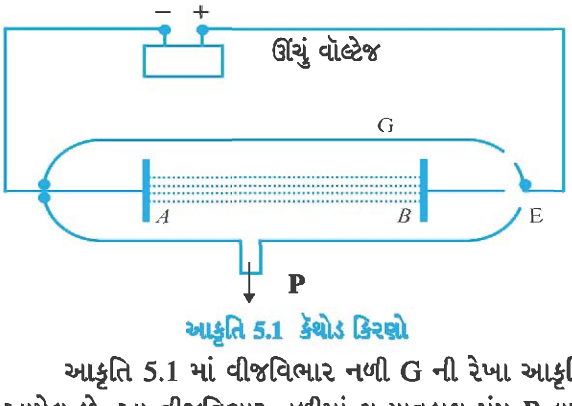
પરમાણુનું બંધારણ (Structure of Atom)

5.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)

પદાર્થ અણુ અથવા પરમાણુઓનો બનેલો હોય છે. પરમાણુ સ્વતંત્ર અસ્તિત્વ ધરાવતો નાનામાં નાનો અવિભાજ્ય કણ છે. 19મી સદીમાં આ ખ્યાલને જહોન ડાલ્ટને (John Dalton) વિકસાવ્યો. તે રાસાયણિક પ્રક્રિયાઓ અને વાયુના ગુણધર્મ સમજવામાં ઉપયોગી થયો તેમજ રાસાયણિક સંયોજનો અને જુદા જુદા પરમાણુઓના સાપેક્ષ દળ રજૂ કરવામાં ઉપયોગી થયો. 1895 થી 1905 દરમિયાન થયેલા પ્રયોગો પરમાણુના બંધારણની સમજૂતી અંગે અનુમોદન આપે છે.

હાઇડ્રોજન વર્ણપટના અભ્યાસ દ્વારા પુરવાર થયું છે કે હાઇડ્રોજનના પરમાણુમાં એક ઇલેક્ટ્રૉન છે; જ્યારે સોડિયમના વર્ણપટના અભ્યાસથી પુરવાર થાય છે કે સોડિયમ પરમાણુમાં એકથી વધારે ઇલેક્ટ્રૉન રહેલા હોવા જોઈએ.

5.2 વીજ વિભારનળીના મૂળભૂત પ્રયોગો અને ઇલેક્ટ્રૉનની શોધ (Fundamental Experiments of Electric Discharge Tube and Discovery of Electron)



આકૃતિ 5.1 કૅથોડ કિરણો

આકૃતિ 5.1 માં વીજવિભાર નળી G ની રેખા આકૃતિ આપેલ છે. આ વીજવિભાર નળીમાં શૂન્યાવકાશ પંપ P દ્વારા શૂન્યાવકાશ ઉત્પન્ન કરવામાં આવે છે. નળીમાં A અને B ધાતુની પ્લેટો છે. જે અનુક્રમે કૅથોડ અને એનોડ છે. તેને ઊંચા વૉલ્ટેજ ધરાવતા વિદ્યુતપ્રવાહ સાથે જોડતાં કૅથોડ A માંથી ઉત્પન્ન થતી કૅથોડ કિરણાવલી ઋણભાર ધરાવતી હોવાથી એનોડ-B તરફ ગતિ કરે છે. આ કૅથોડ કિરણાવલી ખરેખર તો ઋણ વીજભાર ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ છે. જેનું વિદ્યુત ચુંબકીયક્ષેત્રની અસર હેઠળ વિચલન થાય છે.

વૈજ્ઞાનિકો જે. જે. થોમસન (J.J.Thomson) અને ક્રુક્સે (Crookes) આ પ્રયોગોના અવલોકન પરથી પુરવાર કર્યું કે કૅથોડમાંથી નીકળતાં કૅથોડ કિરણો ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ છે અને આ ઇલેક્ટ્રૉનનો પ્રવાહ ઋણ વીજભાર ધરાવે છે.

5.3 ક્ષ-કિરણો અને રેડિયોસક્રિયતા (X-rays and Radioactivity)

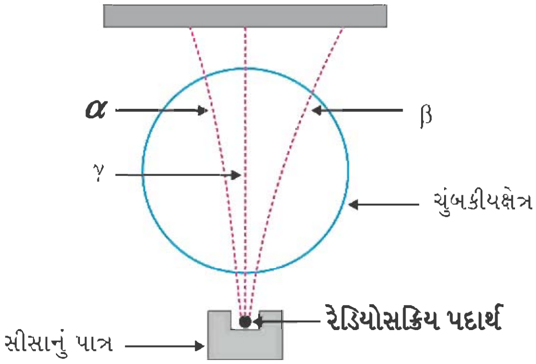
1896માં વૈજ્ઞાનિક રોંજને (Rontgen) વાયુમુક્ત વીજવિભાર નળીમાં વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરતાં કૅથોડ કિરણો મેળવ્યા; પરંતુ આ કિરણો જ્યારે કાચની દીવાલ અથવા એન્ટિકૅથોડને અથડાયા ત્યારે તેમાંથી બીજા નવીન પ્રકારનાં કિરણો ઉત્પન્ન થયાં. આ કિરણો પ્રકાશનાં કિરણોની જેમ સીધી લીટીમાં ગતિ કરતા હતા; પરંતુ વિદ્યુત ચુંબકીયક્ષેત્રમાં પસાર થતાં તેનું વિચલન થતું ન હતું. તદ્ઉપરાંત તે કાળા પેપર જેવા અપારદર્શક પદાર્થમાંથી પસાર થતા હતા. આ કિરણો અપારદર્શક પદાર્થમાં મૂકેલી ફોટોગ્રાફિક પ્લેટને અસર કરતા હતા. આ અજ્ઞાત કિરણોને ક્ષ-કિરણો કહેવામાં આવ્યા. હવે તેને રોંજન કિરણો તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

કૅથોડ કિરણો ઇલેક્ટ્રૉનની કિરણાવલી છે. જ્યારે ક્ષ-કિરણો ખૂબ જ ટૂંકી તરંગલંબાઈ ધરાવતા વિદ્યુત-ચુંબકીય તરંગો છે. ખૂબ જ ઝડપી ગતિવાળા ઇલેક્ટ્રૉનને કોઈક પ્રકારના અવરોધ (એન્ટિકૅથોડ) મૂકી અટકાવવામાં આવે તો ક્ષ-કિરણો ઉત્પન્ન થાય છે.

ક્ષ-કિરણોનો ઉપયોગ મોટે ભાગે દાક્તરી વિજ્ઞાન (Medical Science)માં થાય છે. શરીરનાં હાડકાંમાં થયેલી તિરાડને પારખવા માટે, ફેફસાંમાં થયેલી ક્ષતિ જોવા, અન્નનળીના કૅન્સરનું નિદાન કરવા તેમજ શારીરિક મુશ્કેલીઓનું નિદાન કરવામાં તેનો ઉપયોગ દાક્તરી વિજ્ઞાનમાં કરવામાં આવે છે.

1889માં વૈજ્ઞાનિક અર્નેસ્ટ રૂથરફોર્ડે (Ernest Rutherford) યુરેનિયમ જેવી રેડિયોસક્રિય ધાતુમાંથી આપમેળે નીકળતા બે પ્રકારનાં વિકિરણોને આલ્ફા (α) અને બીટા (β) વિકિરણો કહ્યા. ત્યાર બાદ ફ્રેંચ વૈજ્ઞાનિક વિલાર્ડે (Willard) ત્રીજા પ્રકારનાં વિકિરણો શોધ્યા જેને ગેમા (γ) કિરણો કહ્યા. પ્રબળ ચુંબકીય-ક્ષેત્રના ઉપયોગથી દર્શાવી શકાયું કે આલ્ફા વિકિરણો ધન વીજભાર અને બીટા કિરણો ઋણ વીજભાર ધરાવે છે. જ્યારે ગેમા વિકિરણો વીજભાર ધરાવતા નથી.

આલ્ફા (α) વિકિરણો ઝડપથી ઘૂમતા હિલિયમ કેન્દ્ર (He^{2+}) છે. તેમની ભેદનશક્તિ ઘણી ઓછી છે. બીટા વિકિરણો ઝડપથી ઘૂમતા ઇલેક્ટ્રૉન(e^-)છે. તેમની ભેદનશક્તિ આલ્ફા વિકિરણો કરતાં વધુ છે. ગેમા વિકિરણો વિદ્યુતચુંબકીય વિકિરણો છે. તેમની ભેદનશક્તિ સૌથી વધારે છે.



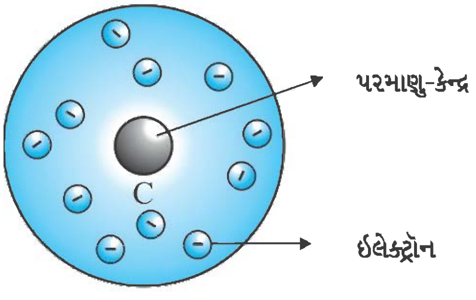
આકૃતિ 5.2 ચુંબકીયક્ષેત્રમાં રેડિયોસક્રિય પદાર્થમાંથી નીકળતાં વિકિરણો

વ્યવસ્થિત અભ્યાસ પરથી ફલિત થયું કે કેટલાંક ખનિજમાંથી નીકળતાં વિકિરણો પેપર જેવા અપારદર્શક પદાર્થમાંથી પસાર થઈ શક્તા નથી. દેખીતી રીતે આ વિકિરણો પરમાણુઓમાંથી નીકળતા હોવા જોઈએ. આ પરથી સ્પષ્ટ થાય છે કે કેટલાક પરમાણુનું વિભાજન થઈ શકે છે અને તે અસ્થાયી છે.

પરમાણુ ઓછામાં ઓછા બે પ્રકારના સૂક્ષ્મ કણોનો બનેલો હોવો જોઈએ. તેમાંના કેટલાક અતિ સૂક્ષ્મ કણો ધન વીજભાર અને કેટલાક ઋણ વીજભાર ધરાવતા હોવા જોઈએ. વધુમાં ધન અને ઋણ વીજભાર ધરાવતા અતિસૂક્ષ્મ કણોની સંખ્યા પણ સમાન હોવી જોઈએ. કારણ કે એકંદરે પરમાણુ વિદ્યુતકીય રીતે તટસ્થ છે. ધન વીજભાર ધરાવતા અતિસૂક્ષ્મ કણનું નામ પ્રોટોન અને ઋણ વીજભાર ધરાવતા અતિસૂક્ષ્મ કણનું નામ ઇલેક્ટ્રૉન આપવામાં આવ્યું.

5.4 થોમસનનો પરમાણ્વિય નમૂનો (Atomic Model of Thomson)

સૌપ્રથમ વૈજ્ઞાનિક થોમસને પરમાણુના ઇલેક્ટ્રૉન અને પ્રોટોનની ગોઠવણી દર્શાવતો પરમાણ્વિય નમૂનો રજૂ કર્યો. તેમાં પરમાણુ એક ગોળા જેવો છે અને સમગ્ર કદ ઉપર ધન વીજભાર એકસરખી રીતે પથરાયેલો છે.

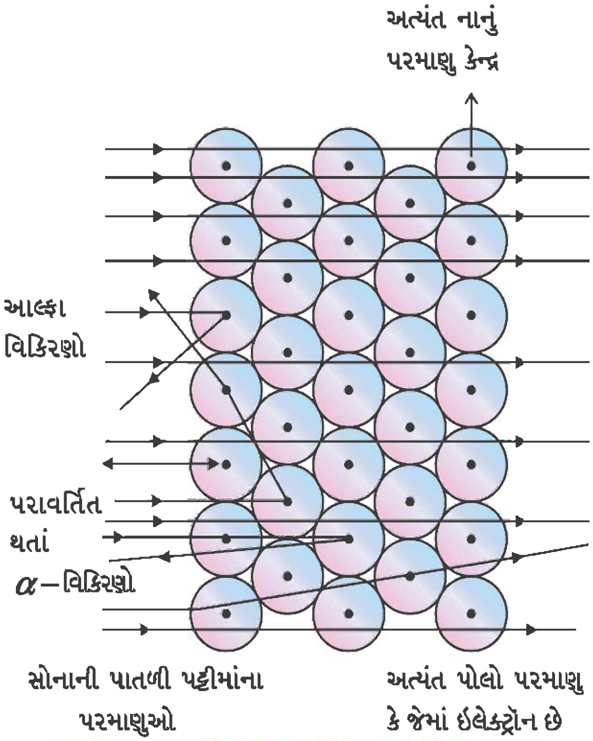


આકૃતિ 5.3 થોમસને રજૂ કરેલો પરમાણ્વીય નમૂનો

આ ધન વીજભારયુક્ત ગોળામાં ઋણ વીજભાર ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉન ચોક્કસ જગ્યાએ ગોઠવાયેલા હોય છે. જો આ કલ્પનાનો સ્વીકાર કરીએ તો ધન અને ઋણ વીજભાર વચ્ચેના આકર્ષણના લીધે તેઓ એકબીજામાં ભળી જવા જોઈએ અને વીજભારરહિત થવા જોઈએ. તદુપરાંત આ ગોઠવણી જુદાં જુદાં તત્ત્વોના અલગ અલગ રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજાવી શક્તી નથી. આમ, આ નમૂનો સ્વીકાર્ય ન બન્યો.

5.5 અર્નેસ્ટ રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ (Experiment of Ernest Rutherford)

પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રૉનના બનેલા સંયુક્ત પરમાણુમાં ધન વીજભાર ધરાવતો પ્રોટોન ઋણ વીજભાર ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉન કરતાં 1836 ગણો વજનદાર છે. આ બે પ્રકારના અતિસૂક્ષ્મ કણો પરમાણુમાં કેવી રીતે ગોઠવાયેલા છે, તેની સમજૂતી રૂથરફોર્ડના પ્રયોગ પરથી મેળવી શકાય છે. રૂથરફોર્ડે અતિસૂક્ષ્મ ઇલેક્ટ્રૉન પરમાણુમાં કેવી રીતે ગોઠવાયેલા છે તે દર્શાવતો પ્રયોગ રજૂ કર્યો.



આકૃતિ 5.4 રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ-વિકિરણોનું સોનાના વરખ દ્વારા પ્રકીર્ણન

રૂથરફોર્ડે સોનાના વરખ (0.0004 mm જાડાઈ) પર રેડિયોસક્રિય તત્ત્વ પોલોનિયમ (Po) માંથી નીકળતાં આલ્ફા (α) કિરણોને એક બાજુએથી આપાત કર્યા. જો પરમાણુ તેના કદમાં સમાન રીતે સંપૂર્ણ ભરાયેલો હોય તો બધાં જ આલ્ફા કિરણો વરખ પર અથડાઈને ઓછાવત્તા અંશે વાંકા વળી પાછા ફરવા જોઈએ; પરંતુ આશ્ચર્ય સાથે રૂથરફોર્ડે જોયું કે મોટા ભાગનાં કિરણો સોનાના વરખમાંથી સીધેસીધા પસાર થઈ ગયા હતા. જ્યારે ખૂબ જ થોડાં કિરણો સોનાના વરખને અથડાઈને અન્ય માર્ગમાં પાછા વળી ગયા હતા. પાછા ફરતાં આલ્ફા કિરણો અને સીધેસીધા પસાર થતાં આલ્ફા વિકિરણોનું પ્રમાણ આશરે 1:12,000 નું હતું.

આ પરથી રૂથરફોર્ડે નક્કી કર્યું છે કે સોનાના પરમાણુની મધ્યમાં ખૂબ જ નાનું વજનદાર અને ધન વીજભાર ધરાવતું કેન્દ્ર હોવું જોઈએ. આ કેન્દ્રની ફરતે નહિવત્ વજન અને ઋણ વીજભાર ધરાવતા અતિસૂક્ષ્મ કણો (ઇલેક્ટ્રૉન e^-) ગોઠવાયેલા હોવા જોઈએ. ફક્ત થોડાંક જ આલ્ફા કિરણો પરમાણુના કેન્દ્રને અથડાઈને પાછા ફરતા હતા જ્યારે મોટા ભાગનાં આલ્ફા કિરણો પસાર થઈ જતા હતા, એટલે કે પરમાણુ પોલો છે.

જ્યારે સોનાના વરખની જાડાઈ બે ગણી લેવામાં આવી ત્યારે અથડાઈને પાછા ફરતાં કિરણોની સંખ્યા બે ગણી થઈ હતી. રૂથરફોર્ડે ગણતરીથી શોધ્યું કે પરમાણુના સંપૂર્ણ ક્ષેત્રફળ કરતાં પરમાણુ કેન્દ્ર 10^5 ગણું નાનું હોવું જોઈએ. પરમાણુની ત્રિજ્યા 10^{-8} સેન્ટિમીટર (10^{-10} મીટર) અને પરમાણુ કેન્દ્રની ત્રિજ્યા આશરે 10^{-13} સેન્ટિમીટર (10^{-15} મીટર) છે. આથી જાણી શકીએ કે પરમાણુ પ્રમાણમાં અત્યંત પોલો છે. પરમાણુની મધ્યમાં વજનદાર કેન્દ્ર હોય છે. જે પરમાણુના દળ માટે કારણભૂત હોય છે અને કેન્દ્રની આજુબાજુ નહિવત્ વજન ધરાવતા ઇલેક્ટ્રૉન ગોઠવાયેલા હોય છે.

પરમાણુમાં પ્રોટોન ધરાવતા કેન્દ્રની ફરતે ઇલેક્ટ્રૉન કેવી રીતે ગોઠવાયેલા હોય છે, તેનું નિરાકરણ વૈજ્ઞાનિક નિલ્સ બોહ્‌રે (Niels Bohr) કર્યું.

1910 સુધીમાં પ્રોટોન (p^+) અને ઇલેક્ટ્રૉન (e^-) જેવા બે મૂળભૂત કણો શોધાયા હતા. પ્રોટોનનું વજન ઇલેક્ટ્રૉનના દળ કરતાં 1836 ગણું વધારે છે. માટે કેન્દ્રમાં બધા પ્રોટોન ગણીને સમાન સંખ્યાના ઇલેક્ટ્રૉન કેન્દ્રની ફરતે ગોઠવવાથી પરમાણુ વર્ણવી શકાય. (પ્રોટોનનું દળ 1.00723 u, ઇલેક્ટ્રૉનનું દળ 0.00055 u : SI એકમમાં amu ની જગ્યાએ u લખાય છે.)

5.6 બોહ્‌રનો પરમાણ્વીય નમૂનો (Atomic Model of Bohr)

1912 માં બોહ્‌રે પરમાણ્વીય નમૂનો રજૂ કર્યો. બોહ્‌રે જણાવ્યું કે ધન વીજભારયુક્ત કેન્દ્રથી ચોક્કસ અંતરે કેન્દ્રની ફરતે ઇલેક્ટ્રૉન પરમાણ્વિય સ્તરમાં (Atomic level) ભ્રમણ કરે છે. પરમાણુમાં પરમાણુના કેન્દ્રથી ચોક્કસ અંતરે આવેલી આ પરમાણ્વિય સપાટીને ઇલેક્ટ્રૉનનું શક્તિ સ્તર અથવા કક્ષા કહે છે. આ કક્ષામાં સતત કેન્દ્રની ફરતે ભ્રમણ કરતો ઇલેક્ટ્રૉન ઊર્જા ગુમાવતો નથી. માટે આવી કક્ષાઓને બોહ્‌રે સ્થિર કક્ષાઓ કહી. કેન્દ્રથી સૌથી નજીકની કક્ષાની શક્તિ (ઊર્જા) સૌથી ઓછી હોય છે. કેન્દ્રથી દૂર રહેલી કક્ષાઓમાં શક્તિ ક્રમશઃ વધે છે.

બોહ્‌રે રજૂ કરેલા પરમાણ્વિય નમૂના અનુસાર પરમાણ્વિય કેન્દ્રની ફરતે ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

(i) કેન્દ્રની નજીકની પહેલી કક્ષા (K કક્ષા) માં 2 (બે) ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે.

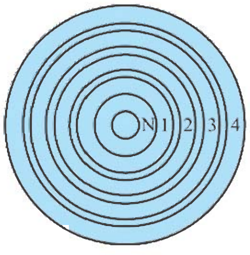
(ii) બીજી કક્ષા (L કક્ષા)માં વધારેમાં વધારે 8 (આઠ) ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે.

(iii) ત્રીજી કક્ષા (M કક્ષા)માં વધારેમાં વધારે 18 (અઢાર) ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે.

(iv) ચોથી કક્ષા (N કક્ષા)માં વધારેમાં વધારે 32 (બત્રીસ) ઇલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે.

(v) બીજી, ત્રીજી, ચોથી કક્ષામાં ગૌણ કક્ષા હોય છે, જેને કક્ષક કહે છે. કક્ષા અને કક્ષક વચ્ચેનો ભેદ આગળ શીખીશું.

(vi) સામાન્ય રીતે ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી ક્રમાનુસાર થાય છે. શરૂઆતની કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રૉન ગોઠવાયા પછી જ વધારાના ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી તબક્કાવાર થાય છે.



n = 4 ચોથી કક્ષા (N કક્ષા)
n = 3 ત્રીજી કક્ષા (M કક્ષા)
n = 2 બીજી કક્ષા (L કક્ષા)
n = 1 પહેલી કક્ષા (K કક્ષા)
N = પરમાણુનું કેન્દ્ર

આકૃતિ 5.5 પરમાણુની કક્ષાઓ

કોઈ પણ તત્ત્વના તટસ્થ પરમાણુમાં રહેલા પ્રોટોન અથવા ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યાને તે તત્ત્વનો પરમાણ્વિય-ક્રમાંક (Z) કહે છે. કોષ્ટક 5.1 માં 1થી 20 પરમાણ્વિય-ક્રમાંક સુધીનાં તત્ત્વોની બોહ્‌રે રજૂ કરેલા પરમાણ્વિય નમૂના પ્રમાણેની કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી દર્શાવતા પરમાણુનાં બંધારણ આપ્યા છે.

કોષ્ટક 5.1 આવર્ત કોષ્ટકનાં પ્રથમ 20 તત્ત્વોના ઇલેક્ટ્રૉનની કક્ષાઓમાં વહેંચણી

તત્ત્વનું નામ	સંજ્ઞા	પરમાણ્વિય - ક્રમાંક	પ્રોટોનની સંખ્યા	ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા	ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા	કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી				
						K	L	M	N	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
બેરિલિયમ	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
નિયૉન	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
પોટૅશિયમ	K	19	19	20	19	2	8	8	1	1
કૅલ્શિયમ	Ca	20	20	20	20	2	8	8	2	2

5.7 સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન અને સંયોજકતા (Valence Electrons and Valency)

પરમાણુમાં રહેલા ઇલેક્ટ્રૉન પરમાણુ કેન્દ્રની ફરતે આવેલી જુદી જુદી કક્ષાઓમાં વધતી જતી ઊર્જાના પ્રમાણમાં ગોઠવાયેલા હોય છે. કક્ષાઓમાં ઇલેક્ટ્રૉનની ગોઠવણી કરતાં સૌથી બહારની કક્ષામાં ગોઠવાયેલા ઇલેક્ટ્રૉન પરમાણુના ઉત્સર્જન વર્ણપટ અને પરમાણુના રાસાયણિક ગુણધર્મ માટે જવાબદાર છે. તેને સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન કહે છે. સંયોજકતા કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા પરમાણુની સંયોજકતા છે.

સંયોજકતા = સંયોજકતા કક્ષામાંના ઇલેક્ટ્રૉનની સંખ્યા

5.8 ન્યુટ્રૉનની શોધ (Discovery of Neutron)

1920 માં રૂથરફૉર્ડે સૂચવ્યું હતું કે હાઇડ્રોજન (H) પછીના તત્ત્વ હિલિયમ (He) માં બે પ્રોટોન હોય છે; માટે તેનું દળ આશરે બે ગણું હોવું જોઈએ; પરંતુ તે ચાર ગણું જણાયું હોવાથી આ દળ શેને આભારી છે તે શોધવું જરૂરી બન્યું. પરમાણુ કેન્દ્રમાં વીજભાર વગરના પરંતુ લગભગ પ્રોટોનના જેટલા વજન(1.00833 u)ના કણનું અસ્તિત્વ હોઈ શકે જે કણને ન્યુટ્રૉન (n) તરીકે દર્શાવાયો. આમ છતાં કેટલાંક વર્ષો સુધી ન્યુટ્રૉનની ઉપસ્થિતિ માટે પ્રત્યક્ષ પુરાવા મળ્યા નહિ; પરંતુ 1932માં ચેડવીકે (Chadwick) રેડિયો સક્રિયતાના ક્ષેત્રે સંશોધન કરતાં પરમાણુના આ મૂળભૂત કણ ન્યુટ્રૉનની શોધ કરી. ન્યુટ્રૉન કોઈ પણ પ્રકારનો વીજભાર ધરાવતો નથી તે તટસ્થ છે અને તેનું દળ પ્રોટોનના દળ જેટલું જ અને ઇલેક્ટ્રૉનના વજન કરતાં 1838 ગણું છે. આમ, કોઈ પણ તત્ત્વના પરમાણુનું દળ પરમાણુ કેન્દ્રમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યાની બરાબર થાય છે, જેને પરમાણ્વિય દળ કહે છે.

પરમાણ્વિય દળ (A) = પ્રોટોન(p) ની સંખ્યા + ન્યુટ્રૉન (n) ની સંખ્યા

$\therefore A = p + n$

દા.ત., કેન્દ્રમાં 6 પ્રોટોન અને 6 ન્યુટ્રૉન ધરાવતા કાર્બન પરમાણુનું દળ (A) = 6 + 6 = 12 છે. તે જ રીતે કેન્દ્રમાં 11 પ્રોટોન અને 12 ન્યુટ્રૉન ધરાવતા સોડિયમ પરમાણુનું પરમાણ્વિય દળ (A) = 11+12 = 23 છે.

5.9 સમસ્થાનિકો અને રેડિયો સક્રિયતા (Isotopes and Radioactivity)

દ્રવ્યમાન સ્પેક્ટ્રોમીટર સાધનના પ્રાયોગિક અવલોકન દ્વારા ફલિત થયું છે કે કેટલાંક તત્ત્વોના પરમાણુઓનાં પરમાણ્વિય દળ એકથી વધુ સંખ્યા ધરાવતા માલૂમ પડ્યા છે. આ પ્રકારના જુદાં જુદાં દળ ધરાવતા પરમાણુઓને એકબીજાના સમસ્થાનિકો (Isotopes) કહે છે.

ધારો કે કોઈ પણ એક તત્ત્વના બે કે વધારે પરમાણુઓના પરમાણ્વિય કેન્દ્રમાં પ્રોટોનની સંખ્યા સમાન હોય; પરંતુ ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા જુદી હોય તો એક જ તત્ત્વના પરમાણ્વિય દળમાં ફેર પડે છે. આ સમસ્થાનિકોના પરમાણ્વિય દળ અલગ હોય છે; પરંતુ તેમના રાસાયણિક ગુણધર્મો સમાન હોય છે.

સમસ્થાનિક શબ્દ Isotope પરથી આવેલો છે. Iso સરખું (સમાન) topes = સ્થાન. આમ, જેના સ્થાન આવર્ત કોષ્ટકમાં એકસરખાં હોય તેમને સમસ્થાનિક કહેવાય.

દા.ત., હાઈડ્રોજન પરમાણુના ત્રણ સમસ્થાનિકો છે.

પ્રોટિયમ (^1_1H), ડ્યુટેરિયમ (^2_1H અથવા ^2_1D), ટ્રિટિયમ ^3_1H) અથવા (^3_1T)

પ્રોટિયમમાં ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા ૦ (શૂન્ય છે). ડ્યુટેરિયમમાં ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા એક અને ટ્રિટિયમમાં ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા બે છે. ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા જુદી જુદી હોવાથી તેને સમસ્થાનિકો કહે છે. તે જ રીતે $^{16}_8O$ નાં અન્ય બે સમસ્થાનિકો. $^{17}_8O$ અને, $^{18}_8O$ છે. તે જ રીતે $^{232}_{92}U$ નાં સમસ્થાનિકો $^{235}_{92}U$ અને, $^{238}_{92}U$ છે.

કેટલાક ઊંચા પરમાણ્વિય દળ ધરાવતાં તત્ત્વોના સમસ્થાનિક રેડિયોસક્રિયતાનો ગુણધર્મ ધરાવે છે.

દા.ત., યુરેનિયમ U; જોકે આ ખ્યાલ ખૂબ જ પ્રાથમિક છે કારણ કે લેડ (Pb) જેવું તત્ત્વ ઊંચું પરમાણ્વિય દળ ધરાવે છે છતાં રેડિયોસક્રિય નથી. યુરેનિયમ જેવાં અન્ય રેડિયોસક્રિય તત્ત્વો અસ્થિર હોવાથી વીજભાર ધરાવતા આલ્ફા અને બીટા અતિસૂક્ષ્મ કણો તથા વીજભારવિહીન ગેમા વિકિરણો તરત જ ઉત્સર્જિત કરે છે. જેમ પરમાણુનું દળ વધે તેમ તેમાં રહેલા ન્યુટ્રોનની સંખ્યા પ્રોટોનની સંખ્યા કરતાં વધતી હોવાથી અસ્થાયી બનતો હોવાથી આ તત્ત્વ રેડિયોસક્રિય હોય છે. ન્યુટ્રૉન/પ્રોટોનનો ગુણોત્તર 1.6 કરતાં વધી જવાથી રેડિયોસક્રિયાતાનો ગુણ મેળવાય છે.

રેડિયોસક્રિય સમસ્થાનિકોનો ઉપયોગ જૂનાંપુરાણાં વૃક્ષોનું આયુષ્ય તેમજ મનુષ્ય અને પ્રાણીઓના અશ્મિઓનું આયુષ્ય, રેડિયોમૅટ્રિક ડેટિંગ, દાક્તરી સારવાર પદ્ધતિ, ઉદ્યોગો વગેરે અનેક ક્ષેત્રોમાં થાય છે તેમજ કેન્સર જેવા રોગની સારવારમાં પણ થાય છે.

તમે શું શીખ્યા ?

- આ એકમમાં પદાર્થ અણુ અથવા પરમાણુનો બનેલો છે જે નાનામાં નાનો અવિભાજ્ય કણ છે તે વિશેની સમજ કેળવી.
- વીજવિભાર નળીના મૂળભૂત પ્રયોગો અને ઇલેક્ટ્રૉનની શોધ વિશે ચર્ચા કરી.
- જુદા જુદા વૈજ્ઞાનિકો થોમસન, ક્રુક્સ, રોંજન, ડાલ્ટન, રૂથરફોર્ડની સિદ્ધિઓની ચર્ચા આ એકમમાં કરી.
- ક્ષ-કિરણો અને રેડિયોસક્રિયતા, α, β, γ વિકિરણોની ચર્ચા
- થોમસનનો પરમાણ્વિય નમૂનો, રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ, બોહ્‌રનો પરમાણ્વિય નમૂનો, ન્યુટ્રૉનની શોધ
- સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રૉન અને સંયોજકતા તેમજ સમસ્થાનિકો
- રેડિયોસક્રિયતા અને તેની ઉપયોગિતા વિશે આ એકમમાં તમે શીખી શક્યા.

સ્વાધ્યાય

1. આપેલા વિકલ્પો પૈકી યોગ્ય વિકલ્પ પસંદ કરો :

(1) નીચેનામાંથી કૅથોડ કિરણો વિશે શું સાચું છે ?

(A) ધન વીજભારિત કણો (B) ઋણ વીજભારિત કણો
(C) વિકિરણો (D) ઇલેક્ટ્રૉનની કિરણાવલી

(2) નીચેનામાંથી ક્ષ-કિરણો માટે શું સાચું છે ?

(A) ઇલેક્ટ્રૉનની કિરણાવલી (B) વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો
(C) ધન વીજભારિત કણો (D) ઋણ વીજભારિત કણો

(3) નીચેનામાંથી ક્ષ-કિરણોના શોધક કોણ છે ?

(A) વિલાર્ડ (B) રોંજન (C) રૂથરફોર્ડ (D) ચેડવિક

(4) γ-કિરણો સાથે આવેલ γ-કિરણો સિવાયના કણો કોણે શોધ્યા ?

(A) વિલાર્ડે (B) રોંજને (C) ચેડવિકે (D) રૂથરફોર્ડે

(5) કયા કણો ધન વિદ્યુતભાર ધરાવે છે ?

(A) ક્ષ-કિરણો (B) બીટા કણો (C) ગેમા વિકિરણો (D) આલ્ફા કણો

(6) ન્યુટ્રૉનની શોધ કયા વૈજ્ઞાનિકે કરી હતી ?

(A) થોમસન (B) રૂથરફોર્ડ (C) નિલ્સ બોહ્ર (D) ચેડવિક

(7) પરમાણુના સંપૂર્ણ કદ કરતાં પરમાણ્વિય કેન્દ્ર કેટલા ગણું નાનું હોવું જોઈએ એમ રૂથરફોર્ડ સૂચવ્યું છે ?

(A) 10^{15} (B) 10^{10} (C) 10^{8} (D) 10^{5}

(8) વિલાર્ડે કયાં વિકિરણોની શોધ કરી ?

(A) α -કિરણો (B) β – કિરણો (C) γ – કિરણો (D) ક્ષ-કિરણો

(9) 2, 8,7 ઈલેક્ટ્રૉન ગોઠવણી કયા તત્ત્વની પરમાણ્વિય રચનામાં જોવા મળે ?

(A) Br (B) Cl (C) F (D) I

(10) 2, 8,2 ઈલેક્ટ્રૉનીય રચના કયા પરમાણુમાં મળે ?

(A) Fe (B) Mg (C) Mn (D) Mo

(11) નીચે પૈકી કોનું વિચલન થતું નથી ?

(A) β – કણો (B) α -કિરણો (C) γ – કિરણો (D) ક્ષ- કિરણો

2. નીચેના પ્રશ્નોના ટૂંકમાં જવાબ આપો :

(1) હાઇડ્રોજન અને સોડિયમ વર્ણપટનો અભ્યાસ શું સૂચવે છે ?

(2) કૅથોડ કિરણાવલી શું છે ?

(3) વિદ્યુત ચુંબકીયક્ષેત્રમાં કૅથોડ કિરણાવલી શું અસર અનુભવે છે ?

(4) કૅથોડ કિરણાવલી અને ક્ષ-કિરણો વચ્ચેનો તફાવત આપો.

(5) ક્ષ-કિરણોના ગુણધર્મો લખો.

(6) ક્ષ-કિરણોના ઉપયોગ લખો.

(7) ઈલેક્ટ્રૉન પ્રવાહમાંથી ક્ષ-કિરણો કેવી રીતે ઉત્પન્ન કરી શકાય છે ?

(8) રૂથરફોર્ડે તેના પ્રયોગ પરથી પરમાણુ કેન્દ્ર વિશે કઈ માહિતી આપી ?

(9) યુરેનિયમ ધાતુમાંથી કેવા પ્રકારનાં વિકિરણો મળે છે ?

(10) α -વિકિરણો ધન વીજભાર અને β- વિકિરણો ઋણ વીજભાર ધરાવે છે, તે કેવી રીતે દર્શાવી શકાય ?

(11) થોમસનનો પરમાણુ નમૂનો કેમ સ્વીકૃતિ પામ્યો નહિ ?

(12) રૂથરફોર્ડે પરમાણુ પોલો છે - શેના પરથી કહ્યું ?

(13) પરમાણુની પહેલી, બીજી અને ત્રીજી કક્ષાની સંજ્ઞા અને તે દરેકમાં કેટલા ઈલેક્ટ્રૉન સમાવી શકાય છે તે જણાવો.

(14) વ્યાખ્યા આપો : પરમાણ્વિય-ક્રમાંક, પરમાણ્વિય દળ, સમસ્થાનિક

(15) સ્થિર કક્ષા કોને કહે છે ?

(16) સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉન કોને કહે છે ?

(17) સંયોજકતા ઈલેક્ટ્રૉનનું મહત્ત્વ સમજાવો.

(18) કયા વૈજ્ઞાનિકે શેના સંશોધન દ્વારા ન્યુટ્રૉન શોધ્યા ?

(19) હાઇડ્રોજનના સમસ્થાનિકોનાં નામ આપો. તેમાં રહેલા પ્રોટોન અને ન્યુટ્રૉનની સંખ્યા જણાવો.

(20) કયા સમસ્થાનિકો રેડિયોસક્રિય કહેવાય છે ? ઉદાહરણ આપો.

(21) સમસ્થાનિકોના ગુણધર્મની માહિતી આપો.

(22) રેડિયોસક્રિય સમસ્થાનિકોની ઉપયોગિતા જણાવો.

(23) નીચેના પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રૉનની કક્ષાઓમાં ગોઠવણી આપો :

$_{11}Na$, $_{13}Al$, $_{19}K$, $_{16}S$, $_{18}O$

(24) નીચેના પરમાણુઓની બોહ્‌ર નમૂના પ્રમાણે પરમાણ્વિય ઇલેક્ટ્રૉન રચના લખો :

$_{10}Ne$, $_{12}Mg$, $_{15}P$, $_{17}Cl$, $_{20}Ca$

3. નીચેના પ્રશ્નોના વિગતવાર જવાબ આપો :

(1) કૅથોડ કિરણોની ઉત્પત્તિ અને તેના ગુણધર્મો વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(2) ક્ષ-કિરણોની ઉત્પત્તિ, તેના ગુણધર્મો અને ઉપયોગ જણાવો.

(3) રૂથરફોર્ડનો પ્રયોગ ટૂંકમાં વર્ણવી તેનો ફલિતાર્થ લખો.

(4) નિલ્સ બોહ્‌રના પરમાણ્વીય નમૂના વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(5) ન્યુટ્રૉનની શોધ વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(6) સમસ્થાનિકો અને રેડિયોસક્રિયતા વિશે ટૂંક નોંધ લખો.

(7) સંયોજકતા એટલે શું ? સંયોજકતાનો પરમાણ્વિય ઇલેક્ટ્રૉન રચના સાથે શું સંબંધ છે તે સમજાવો.