

# પરમાણુ વણપટ શાસ્ત્ર

Unit 4  
cha. 5

## ૫.૧ ફ્રન્ક-હર્ટ્ઝનો પ્રયોગ (Franck - Hertz Experiment) :

પરમાણુની સ્થિર કક્ષામાં રહેલા ઈલેક્ટ્રોનને તેની ધરાસ્થિતિમાંથી ઉંચી ઉત્તેજીત અવસ્થાવાળી કક્ષામાં લઈ માટે આપવી પડતી જરૂરી લઘુતમ ઉજ્જને કાંતિ સ્થિતિમાન કહે છે. કાંતિ સ્થિતિમાન માપવાની મુખ્ય બેની છે.

(૧) વાયુના પરમાણુ સાથે ઈલેક્ટ્રોનની અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાતના અભ્યાસ પરથી.

(૨) વણપટશાસ્ત્રમાં ઉત્તેજીત થાંતી વિકિરણની તરંગલંબાઈઓ માપીને.

કાંતિ સ્થિતિમાન માપવાની મુખ્ય અને સૌ પ્રથમ ચોક્સાઈવાળી રીત ફ્રન્ક અને હર્ટ્ઝ નામના વૈજ્ઞાનિકે ૧૯૧૪માં આપી હતી. આ પ્રયોગ પરમાણુને ઉજ્જ સ્તરો છે તેની ખાત્રી કરાવે છે.

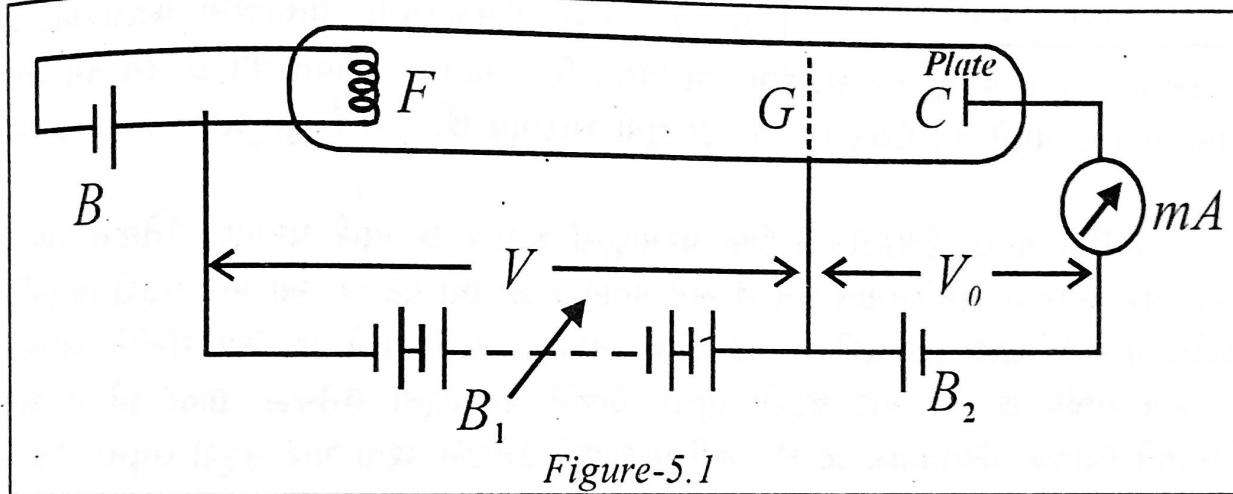


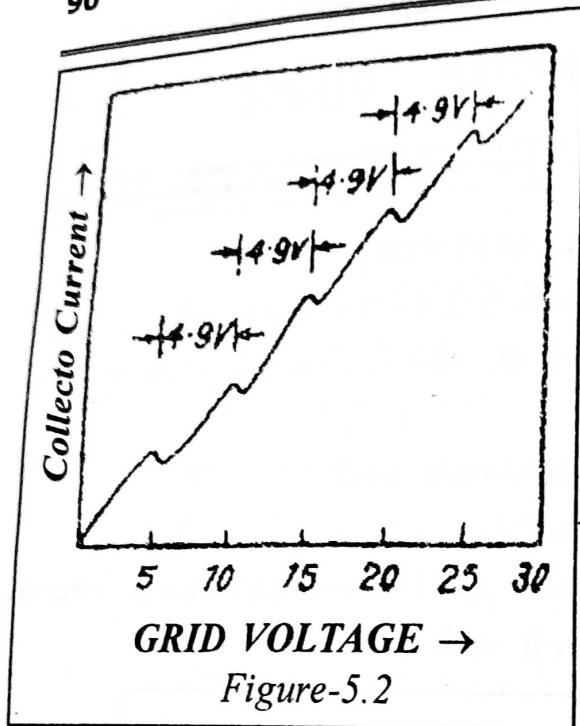
Figure-5.1

ફ્રન્ક અને હર્ટ્ઝના પ્રયોગની રેખાકૃતિ ઉપર આફૂતિમાં દર્શાવેલ છે. તેમાં એક કાચની નળીમાં લગભગ 1 mm Hg ના દબાણો એક તત્ત્વના વાયુને ભરવામાં આવે છે. નળીમાં ફિલામેન્ટ F, ગ્રીડ G અને પ્લેટ P ને ટ્રાયોડ ગાલ્વની જેમ જ ગોઠવેલ છે. ફિલામેન્ટ F ને ઓછા વોલ્ટેજવાળી બેટરી B દ્વારા ગરમ કરી ઈલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન કરવામાં આવે છે. ફિલામેન્ટ F અને ગ્રીડ G વચ્ચે ઊંચું વિદ્યુતદબાણ V બેટરી B, દ્વારા આપવામાં આવે છે. જેમાં ફિલામેન્ટ F ની સાપેક્ષ ગ્રીડ G ને ધન રાખવામાં આવે છે.

ગ્રીડ G અને પ્લેટ P વચ્ચે બેટરી B, દ્વારા નાનું વિદ્યુત સ્થિતિમાન રાખવામાં આવે છે.

પ્લેટ P ને ગ્રીડ G ની સાપેક્ષ ઋણ રાખવામાં આવે છે તેથી ગ્રીડમાં થઈને પ્લેટ P પર આવતા ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ અવરોધાય છે. ગ્રીડમાંથી બહાર આવતા ઈલેક્ટ્રોનની ઉજ્જ વધારે હોવાથી ઈલેક્ટ્રોન પ્લેટ P સુધી પહોંચી જાય છે અને એમીટર વિદ્યુતપ્રવાહ ; દર્શાવે છે. અહીં, ફિલામેન્ટ અને ગ્રીડ વચ્ચે ઈલેક્ટ્રોન તથા નળીમાંના વાયુના પરમાણુઓ અસંખ્ય અથડામણો (સંઘાત) અનુભવે છે.

ફ્રન્ક અને હર્ટ્ઝ પ્લેટ P રાખી વોલ્ટેજ અચળ રાખીને ફિલામેન્ટ અને ગ્રીડ વચ્ચેના વિદ્યુત સ્થિતિસાનના નિરૂપણનું V નું મૂલ્ય ધીમે ધીમે વધારીને દરેક વખતે પ્લેટ પ્રવાહ ; અને V ના મૂલ્યની નોંધ કરી ; વિરુધ્ય V નો આલેખ દોરતા તે નીચેની આફૂતિ મુજબ મળે છે. આલેખ પરથી કહી શકાય કે પ્રારંભમાં વિદ્યુત પ્રવાહ ધીરે ધીરે



વधે છે. શરૂમાં ઈલેક્ટ્રોન પ્લેટ સુધી પહોંચી શકતા નથી તેનું કારણ પ્લેટનો ઋણ વોલ્ટેજ છે. ત્યારબાદ વિજસ્થિતિમાન  $V$  ના મૂલ્યમાં વધારો થતાં પ્લેટના ઋણ વોલ્ટેજની અસરમાં ઘટાડો જોવા મળે છે. જેને લીધે વધુ સંખ્યામાં ઈલેક્ટ્રોન પ્લેટ સુધી પહોંચે છે. તેથી વિજપ્રવાહમાં વધારો થતો જોઈ શકાય છે. પરંતુ અમુક ચોક્કસ થાય છે. પછી પુનઃ વોલ્ટેજમાં વધારો થતાં પ્રવાહ વધે છે. આલેખ પરથી સ્પષ્ટ છે કે અન્ય બીજા વોલ્ટેજ ( $V = 12.09 \text{ Volt}$ ) માટે વિજપ્રવાહ પુનઃ એકદમ ઘટે છે અને આ પ્રક્રિયાનું પુનરાવર્તન થાય છે.

નણીમાં વાયુનું દબાજા એટલું રાખવામાં આવે છે કે ઈલેક્ટ્રોનની વાયુના પરમાણુ સાથે અસ્થિતસ્થાપક અથડામણો થાય છે. જેના કારણે ઈલેક્ટ્રોનની ગતિઉર્જામાં ઘટાડો થાય છે. તેથી મૂલ્યમાં વધારો થાય છે વધુને વધુ ઈલેક્ટ્રોન પ્લેટ  $P$  સુધી આકર્ષિય છે. તેથી વિદ્યુત પ્રવાહ ; ના મૂલ્યમાં વધારો થાય છે.

જ્યારે પ્રવેગિત થયેલા ઈલેક્ટ્રોનની ઉર્જા પરમાણુમાં શોખાય છે ત્યારે પરમાણુ ઉત્તેજિત થાય છે. તેથી ઈલેક્ટ્રોન પ્લેટ પર પહોંચવા અશક્તિમાન બને છે અને પ્રવાહ ; ઝડપથી ઘટે છે. આ માટે જરૂરી વિદ્યુતસ્થિતિમાન અથડામણને લીધે સર્જય છે. આ માટે જરૂરી લધુતામ ઉર્જાને પરમાણુની ઉત્તેજન ઉર્જા કહે છે અને જરૂરી ઉર્જા સ્તરોની ઉર્જાના તફાવત જેટલી હોય છે. અર્થાત્, જરૂરી ઉર્જા  $E_2 - E_1$ , જેટલી હોય છે.

ફેન્ક અને હર્ટ્ઝે મરક્ક્યુરી પરમાણુને તેની ઉત્તેજિત અવસ્થામાંથી ધરાસ્થિતિમાં પાછુ આવતા ઉત્સર્જિત થતા વિકિરણની ( $\lambda = 2357 \text{ Å}$ ) સાથે સંકળાયેલ ઉર્જાની ગણત્રી કરી હતી.

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2537 \times 10^{-10} \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = 4.9 \text{ eV}$$

આમ પારાના પરમાણુ માટે પ્રથમ અનુનાદ સ્થિતિમાન  $4.9 \text{ eV}$  મળે છે. એક વિદ્યુત સ્થિતિમાન એટલું જુદી રેખાઓ ધરાવતો વર્ણપત્ર પ્રાપ્ત થાય છે. આ માટેના વિજસ્થિતિમાનનું મૂલ્ય તેની ગતિઉર્જા  $\frac{1}{2}mv^2$  જેટલું હોય છે. જેનાથી ઈલેક્ટ્રોન પરમાણુની કક્ષાની બહાર ( $n = \infty$  કક્ષા)માં પહોંચી જાય છે. આ રીતે પરમાણુમાં વિભક્ત ફોટોનના નિયિત જથ્થા સ્વરૂપે અસતત થાય છે.” તેને પણ સમર્થન મળે છે.