પરમાણુનું બંધારણ 2

પ્રસ્તાવના

પરમાણુ એ ગ્રીક શબ્દ છે અને તેનો અર્થ અતૂટ છે. એટલે કે પરમ કણ જેને વધારે તોડી શકાતો નથી. જ્હોન ડાલ્ટન માનતા કે, “દરેક દ્રવ્ય પરમામુ તરીકે ઓળખાતા નાનામાં નાના અતૂટ કણનું બનેલું છે.”

ડાલ્ટનનો પરમાણુ વાદ

દળના સંરક્ષણના નિયમ અને નિશ્ચિત પ્રમાણના નિયમના આધારે ડાલ્ટને પરમાણુવાદ આપ્યો. તેણે આ વાદના તાર્કિક પરીણામ તરીકે ગુણક પ્રમાણનો નિયમ પણ આપ્યો. આ વાદની મુખ્ય લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.

(a) દરેક તત્ત્વ પરમાણુ તરીકે ઓળખાતા ખૂબ જ નાના કણોનો બનેલો છે.

(b) નિશ્ચિત તત્ત્વના પરમામુઓ દરેક એકસમાન છે પરંતુ અન્ય તત્ત્વોનાં પરમાણુઓથી અલગ પડે છે.

(c) દરેક તત્ત્વનો પરમાણુ એ પરમ કણ છે અને લાક્ષણિક દળ ધરાવે છે. પરંતુ બંધારણ રહિત છે.

(d) પરમાણુ અવિનાશી છે એટલેકે તેમાં નાશ કરી શકાતો નથી કે સાદી રાસાયણિક પ્રક્રિયા દ્વારા બનાવી શકાતો નથી.

(e) તત્ત્વનો પરમાણુ રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં ભાગ લઈને અણુ બનાવે છે.

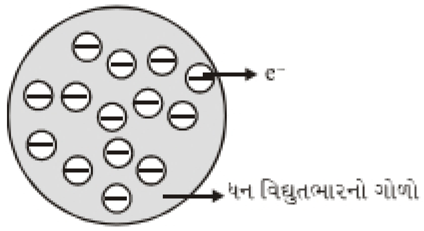
(f) આપેલ સંયોજનમાં, પરમાણુઓની સાપેક્ષ સંખ્યા અને પ્રકાર સમાન હોય છે.

(g) વિવિધ તત્ત્વોના પરમાણુઓ સંયોજિત પરમાણુઓ (હવે અણુઓ કહેવાય છે.) બનાવવા માટે નાની આખી સંખ્યાના ગુણોત્તરમાં જોડાય છે.

થોમસનનો પરમાણુ નમુનો [1904]

થોમસને પ્રથમ પરમાણુનો વિગતવાર નમુનો રજૂ કર્યો.

થોમસને જણાવ્યું કે પરમાણુ એ ધન વિદ્યુતભારનો એકરૂપ ગોળો છે જેમાં ઈલેક્ટ્રોન વધુ અથવા ઓછા એકરૂપ રીતે વિતરીત થયેલા છે.



પરમાણુના આ નમૂનાને “પ્લમ-પુડિંગ નમૂનો” અથવા “રાઇઝના પુડિંગ નમૂનો” અથવા “તડબૂચ નમૂનો” કહે છે.

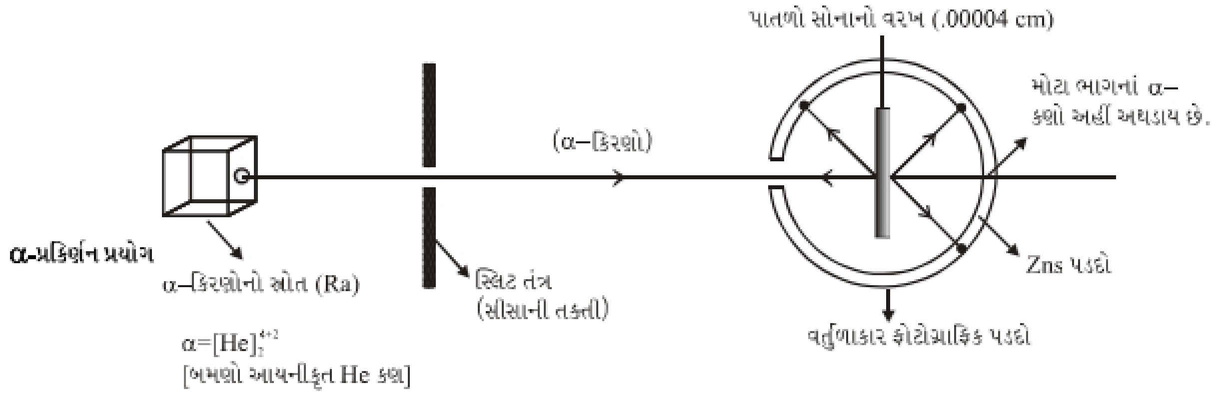
ખામીઓ :

આ નમૂનાની મહત્ત્વની ખામી એ છે કે પરમાણુમાં પરમાણુના દળને સમાન રૂપે વિતરીત ગણવામાં આવે છે.

તે સ્થિત નમૂનો છે. તે ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ દર્શાવતો નથી.

તે પરમાણુની સ્થાયિતા સમજાવી શક્યો નહીં.

રૂથરફોર્ડનો પ્રકીર્ણનો પ્રયોગ



રૂથરફોર્ડે અવલોકન કર્યું કે -

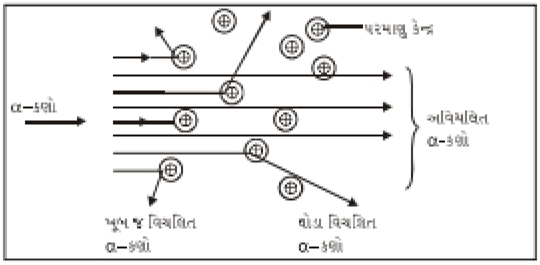
(i) મોટા ભાગના α-કણો (લગભગ 99.9%) વિચલિત થયા વગર સીધા પસાર થઈ ગયા.

(ii) તેમાંથી અમુક નાના ખૂણે વિચલિત થયાં.

(iii) ખૂબ જ થોડાક જ (20,000 માં એક) વરખમાંથી પસાર ન થયા પરંતુ મોટું વિચલન (90° કરતાં વધુ) પામ્યા અથવા તે દિશામાં પાછા ફર્યા. જયાંથી તે આવ્યા હતાં. એટલે કે 180° નું વિચલન.

ઉપરનાં અવલોકનો પરથી નિચેના તારણો કાઢવામાં આવ્યાં હતાં -

(1) મોટા ભાગનાં α-કણો ધાતુના વરખમાંથી વિચલિત થયા વગર સીધા પસાર થઈ ગયા, એટલે કે પરમાણુની અંદર વિશાળ ખાલી જગ્યા હોવી જોઈએ.



(2) α-કણોમાંથી થોડાક તેમના મૂળ માર્ગથી થોડા ખૂણે વિચલિત થયા. આથી એવું નક્કી કરવામાં આવ્યું કે બધો ધન વિદ્યુતભાર કેન્દ્રિત છે અને પરમાણુમાં આ ધન વિદ્યુતભારે રોકેલું કદ ખૂબ નાનું છે.

જયારે α- કણો આ બિંદુથી નજીક આવે છે, ત્યારે તે અપાકર્ષણ બળ અનુભવે છે અને તેમના માર્ગથી વિચલિત થાય છે.

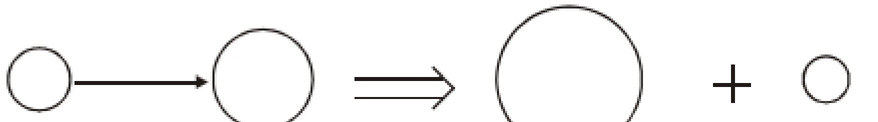
ધન વિદ્યુતભારીત ભારે દળ કે જે પરમાણુમાં માત્ર થોડું કદ રોકે છે. તેને પરમાણુ કેન્દ્ર કહે છે. તે પરમાણુના કેન્દ્ર પાસે હાજર હોવાનું ધારવામાં આવે છે.

(3) ખૂબ થોડા α-કણો પ્રબળ રીતે વિચલિત થયા અથવા તેના માર્ગે પાછા ફર્યા. જે સૂચવે છે કે પરમાણુ કેન્દ્ર દૃઢ છે અને ભારે ધન વિદ્યુતભારીત દળ સાથે સીધો અથડામણને કારણે α-કણો પાછળ તરફ ઊછળે છે.

ન્યુટ્રોન

1920 માં, રૂથરફોર્ડે સૂચવ્યું કે પરમાણુમાં ત્રિજા પ્રકારનો એક મૂળભૂત કણ હાજર હોવો જોઈએ. જે વિદ્યુતકિય રીતે તટસ્થ હોવો જોઈએ. તેણે આવા મૂળભૂત કણ માટે ન્યુટ્રોન નામ આપ્યું.

1932 માં, ચેડવિકે બેરેલિયમ પર α- કણોનો પ્રવાહ પ્રતાડિત કર્યો. તેણે અવલોકન કર્યું કે ભેદક વિકિરણો ઉત્પન્ન થયા કે જેના પર વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રની કોઈ અસર થઈ નહિં. આ વિકિરણો તટસ્થ કણોના બનેલા છે. જેને ન્યુટ્રોન કહે છે. ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયાને નિચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે.



α-કણો	Be-પરમાણુ	C-પરમાણુ	ન્યુટ્રોન
વિદ્યુતભાર=+2	પરમાણુ ક્રમાંક=4	પરમાણુ ક્રમાંક= 6	વિદ્યુતભાર = 0
દળ = 4 amu	દળ = 9 amu	દળ = 12 amu	દળ = 1 amu

$$\left[{}^{4}_{2}He + Be^{9}_{4} \longrightarrow C^{12}_{6} + n^{1}_{0}\right]$$

આમ, ન્યુટ્રોન પેટા પરમાણ્વીય કણ છે. જેનું દળ **1.675×10^{-24} g** આશરે 1amu અથવા લગભગ પ્રોટોન અથવા હાઈડ્રોજન પરમાણુના દળને સમાન છે અને કોઈ વિદ્યુતભાર ધરાવતો નથી.

ન્યુટ્રોનનો વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર (e/m મૂલ્ય) શૂન્ય છે.

રૂથરફોર્ડના નમૂનાની ઉપયોગીતાઓ

પ્રકિર્ણન પ્રયોગના આધારે રૂથરફોર્ડે પરમાણુનો નમૂનો રજૂ કર્યો જેને ન્યુક્લિયર પરમાણુ નમૂનો કહે છે. આ નમૂના અનુસાર -

(i) પરમાણુ ખૂબ જ ધન વિદ્યુતભારીત ન્યુક્લિયસનો બનેલો છે જ્યાં દરેક પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન હાજર છે. પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનને સામુહિક રીતે ન્યુક્લિયોન કહેવામાં આવે છે. પરમાણુનું લગભગ બધું જ દળ આ ન્યુક્લિયોનના કારણે હોય છે. ન્યુક્લિયસ પર ધન વિદ્યુતભારની માત્રા અન્ય પરમાણુઓ કરતાં અલગ હોય છે.

(ii) ન્યુક્લિયસનું કદ ખૂબ જ નાનું છે અને તે પરમાણુના કુલ કદનો ખૂબ જ નાનો ભાગ છે. ન્યુક્લિયસનો વ્યાસ 10^{-12} થી 10^{-13} cm ના ક્રમનો છે અને પરમાણુનો વ્યાસ 10^{-8} cm ના ક્રમનો છે.

$$\frac{D_A}{D_N} = \frac{\text{પરમાણુનો વ્યાસ}}{\text{ન્યુક્લિયસનો વ્યાસ}} = \frac{10^{-8}}{10^{-11}},$$

$D_A = 10^{5} D_N$

આમ, પરમાણુનો વ્યાસ (કદ) ન્યુક્લિયસના વ્યાસ કરતાં 10^5 ગણો છે.

ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા તેની અંદર રહેલા ન્યુક્લિયોનની સંખ્યાના ઘનમૂળના સમપ્રમાણમાં છે.

$$R \propto A^{1/3} \Rightarrow \qquad R = R_0 A^{1/3}\ \text{cm}$$

જ્યાં $R_0 = 1.33 \times 10^{-13}$(અચળ) અને A = દળ ક્રમાંક (p + n) અને R = ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા.

$$R = 1.33 \times 10^{-13}\ A^{1/3}\ cm$$

(iii) ન્યુક્લિયસની ફરતે ખાલી અવકાશ હોય છે જેને વધારાનો ન્યુક્લિયર ભાગ કહે છે. આ ભાગમાં ઇલેક્ટ્રોન હાજર હોય છે. પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા હંમેશા ન્યુક્લિયસમાં હાજર પ્રોટોનની સંખ્યા જેટલી હોય છે. પરમાણુનો કેન્દ્રિય ભાગ પરમાણુના દળ માટે જવાબદાર હોય છે તેમ વધારાનો ન્યુક્લિયર ભાગ તેના કદ માટે જવાબદાર હોય છે.

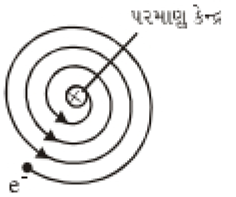
પરમાણુનું કદ ન્યુક્લિયસના કદ કરતાં આશરે 10^{15} ગણુ હોય છે.

$$\frac{\text{પરમાણુનું કદ}}{\text{ન્યુક્લિયસનું કદ}} = \frac{(10^{-8})^3}{(10^{-13})^3} = 10^{15}$$

(iv) ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસની ફરતે બંધ કક્ષામાં અતિ ઝડપે ભ્રમણ કરે છે. ભ્રમણ કરતાં e^- પર લાગતું કેન્દ્ર ત્યાગી બળ ન્યુક્લિયસ અને ઇલેક્ટ્રોન વચ્ચે લાગતા આકર્ષણ બળ વડે સંતુલિત થાય છે. આ નમૂનો સોલાર પ્રણાલીને સમાન હતો.
જેમાં ન્યુક્લિયસ સૂર્યને દર્શાવે છે અને ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનને ગ્રહ તરીકે દર્શાવાય છે.

રૂથરફોર્ડના નમૂનાની ખામીઓ -

(1) આ વાદ પરમાણુની સ્થાયીતા સમજાવી શક્યો નહિ. મેક્સવેલ અનુસાર ઇલેક્ટ્રોન વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણોના સ્વરૂપમાં સતત રીતે ઊર્જા ગુમાવે છે. આના પરીણામે, e^- ની ઊર્જા દરેક ભ્રમણમાં ઘટવી જોઈએ અને ગુંચળાકાર પથ પર ન્યુક્લિયસની નજીક ગતિ કરવા જોઈએ. અંત પરીણામ એ હશે કે તે કેન્દ્રમાં પડી જશે. આથી પરમાણુ અસ્થાયી બનશે.



(2) જો ઇલેક્ટ્રોન સતત રીતે ઊર્જા ગુમાવે તો જોવા મળતો વર્ણપટ સતત હોવો જોઈએ. પરંતુ વાસ્તવિક જોવા મળતો વર્ણપટ નિશ્ચિત આવૃત્તિઓની સુનિશ્ચિત રેખાઓનો બનેલો છે. આથી પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જામાં ઘટાડો સતત નથી.

ડાલ્ટનનો વાદના ફાયદાઓ અને ગેરફાયદાઓ :

(i) ફાયદાઓ :

(a) ડાલ્ટનનો વાદ દળના સંરક્ષણના નિયમ અને રાસાયણિક સંયોજનના કેટલાક અન્ય નિયમો સમજાવે છે.

(b) રાસાયણિક પ્રક્રિયામાં તત્ત્વના પરમાણુઓ ભાગ લે છે એ આજ સુધી સાચું છે.

(ii) ગેરફાયદાઓ :

(a) તત્ત્વોના પરમાણુ ભારનો કોઈ ઉલ્લેખ નથી.

(b) તે ન સમજાવી શક્યો કે સમાન તત્ત્વોના પરમાણુઓ શા માટે એકબીજા સાથે જોડાય છે.

(c) જો વિવિધ સમસ્થાનિકોનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો નિશ્ચિત પ્રમાણતાનો નિયમ ખોટો પડે છે.

મૂળભૂત કણો

A. ઇલેક્ટ્રોનના ગુણધર્મો

(a) ઇલેક્ટ્રોનની શોધ સર જે. જે. થોમસને કરી હતી.

(b) ઇલેક્ટ્રોન પર વિદ્યુતભાર 1.6×10^{-19} કુલંબ છે. (મિલિકેન)

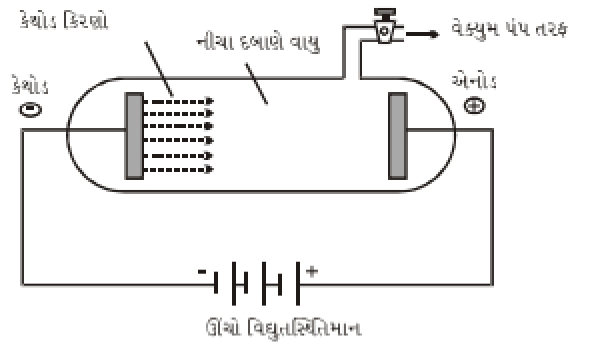
(c) ઇલેક્ટ્રોનનું મોલર દળ 5.48×10^{-4} gm/mole છે.

(d) 1897 માં, વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રોમાં કેથોડ કિરણોના વિચલનના અભ્યાસ દ્વારા જે. જે. થોમસને ઇલેક્ટ્રોનનું e/m મૂલ્ય (વિદ્યુતભાર/દળ) નક્કિ કર્યું. e/m નું મૂલ્ય -1.7588×10^8 કુલંબ છે.

(e) 1909 માં રોબર્ટ એ મિલિકેને તેલ બિંદુ પ્રયોગ દ્વારા ઇલેક્ટ્રોન પર વિદ્યુતભારનું પ્રથમ સચોટ માપન કર્યું. તેનું મૂલ્ય -1.6022×10^{-19} કુલંબ મળ્યું.

(f) e/m ના મૂલ્ય પરથી ઇલેક્ટ્રોનનું દળ ગણી શકાય છે. જે 9.1096×10^{-31} Kg છે.

કેથોડ કિરણો

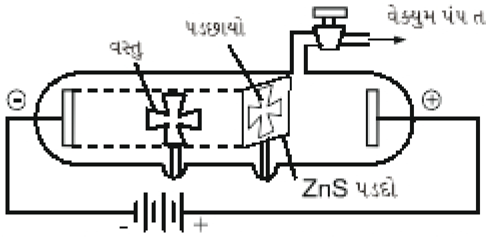


(a) ખૂબ નીચા દબાણે વાયુમાંથી વિદ્યુતના પસાર થવાના અભ્યાસ કે જેને ડિસ્ચાર્જ નળી પ્રયોગ કહે છે. તેના પરીણામ તરીકે ઇલેક્ટ્રોનની શોધ થઈ હતી.

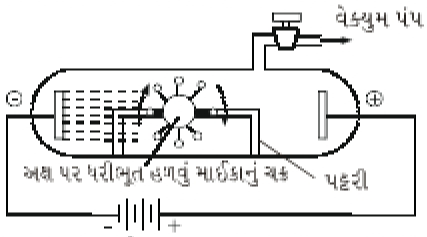
(b) જ્યારે ઇલેક્ટ્રોડની વચ્ચે 10,000 વોલ્ટ અથવા વધુ ક્રમનો ઊંચો વિદ્યુત સ્થિતિમાન લગાડવામાં આવે છે ત્યારે અમુક પ્રકારનાં અદ્રશ્ય કિરણો ઋણ ઇલેક્ટ્રોડથી ધન ઇલેક્ટ્રોડ તરફ ગયા. આ કિરણોને કેથોડ કિરણો કહે છે.

(c) કેથોડ કિરણોના ગુણધર્મો નીચે મુજબ છે :

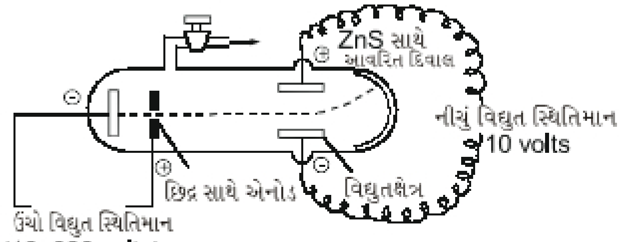
(i) મુસાફરીનો પથ ખૂબ ઊંચા વેગ સાથે કેથોડથી સીધો છે. કારણ કે તે તેના માર્ગમાં રહેલી વસ્તુનો પડછાયો ઉત્પન્ન કરે છે.



(ii) કેથોડ કિરણો યાંત્રિક અસર ઉત્પન્ન કરે છે. જો ઇલેક્ટ્રોડની વચ્ચે નાનું પેડલ ચક્ર મુકવામાં આવે, તો તે ભ્રમણ કરે છે. આ સૂચવે છે કે કેથોડ કિરણો દ્રવ્ય ભાગના બનેલા છે. કિરણો ઉષ્મીય અસર ધરાવે છે.



(iii) જ્યારે ડિસ્ચાર્જ નળીમાં કેથોડ કિરણો પર વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર લાગુ કરવામાં આવે છે, ત્યારે કિરણો વિચલિત થાય છે. આમ, સાબિત થાય છે કે તે વિદ્યુતભારીત કણોના બનેલા છે.



(iv) કેથોડ કિરણોને ટંગસ્ટન, કોપર વગેરે જેવી સખત ધાતુઓ સામે અથડાવવામાં આવે છે ત્યારે ક્ષ-કિરણો ઉત્પન્ન કરે છે.

(v) જ્યારે કેથોડ કિરણોને ધાતુના પાતળા વરખ પર અથડાવવામાં આવે, ત્યારે તે ગરમ થાય છે. આમ, કેથોડ કિરણો ઉષ્મીય અસર ધરાવે છે.

(vi) જ્યારે તે એનોડની પાછળ કાચની દિવાલ સાથે અથડાય છે ત્યારે લીલો ઝળકાટ ઉત્પન્ન કરે છે. જ્યારે તે ઝીંક સલ્ફાઈડના પડદા પર અથડાય છે ત્યારે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે.

(vii) કેથોડ કિરણો એલ્યુમિનિયમ અને અન્ય ધાતુઓના પાતળા વરખમાંથી પસાર થઈ જાય છે.

(viii) તેઓ ફોટોગ્રાફિક પ્લેટને અસર કરે છે.

(ix) નળીમાં ગમે તે વાયુનો ઉપયોગ કરવામાં આવે, પરંતુ દરેક કેથોડ કિરણો માટે વિદ્યુતભાર અને દળનો ગુણોત્તર એટલે કે વિદ્યુતભાર/દળ સમાન હોય છે.

B. પ્રોટોનના ગુણધર્મો

(a) પ્રોટોનની શોધ ગોલ્ડસ્ટીને કરી હતી.

(b) પ્રોટોન $+1.602 \times 10^{-19}$ કુલંબ વિદ્યુતભાર ધરાવે છે. એટલે કે એક એકમ ધન વિદ્યુતભાર.

(c) પ્રોટોનનું દળ 1.672×10^{-27} kg અથવા 1.0072 amu છે.

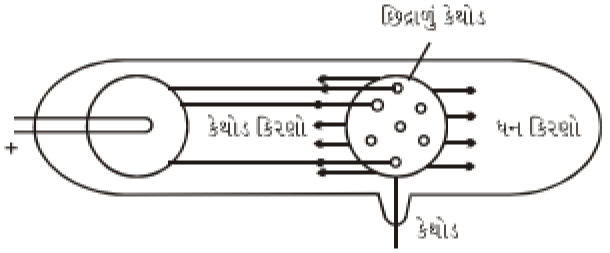
(d) પ્રોટોનને પેટા પરમાણ્વીય કણ તરીકે વ્યાખ્યાયીત કરવામાં આવે છે. જેનું દળ આશરે 1 amu અને વિદ્યુતભાર +1 એકમ છે.

ધન કિરણો - પ્રોટોનની શોધ

(a) 1886 માં, ઇ-ગોલ્ડસ્ટીને પરમાણુમાં ધન વિદ્યુતભારીત કણોનું અસ્તિત્વ દર્શાવ્યું.

(b) તેણે છિદ્રિત કેથોડના ઉપયોગ દ્વારા સમાન ડિસ્ચાર્જ નળી પ્રયોગ પુનરાવર્તિત કર્યો.

(c) તેણે અવલોકન કર્યું કે જ્યારે ઇલેક્ટ્રોડ પર ઊંચો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત લાગુ કરવામાં આવે છે, ત્યારે માત્ર કેથોડ કિરણો જ ઉત્પન્ન થતાં નથી પરંતુ એ જ સાથે એનોડથી કેથોડ તરફ ગતિ કરતા નવા પ્રકારનાં કિરણો ઉત્પન્ન થાય છે અને કેથોડના છિદ્રમાંથી પસાર થાય છે. આને કેનાલ કિરણો અથવા કેથોડ કિરણો કહે છે.



(d) એનોડ કિરણોની લાક્ષણિકતાઓ નીચે મુજબ છે.

(i) આ કિરણો સીધી રેખામાં ગતિ કરે છે અને તેના પથમાં મૂકેલ વસ્તુનો પડછાયો રચે છે.

(ii) કેથોડ કિરણોની જેમ એનોડ કિરણોનું વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિચલન થાય છે. પરંતુ દિશા અલગ છે એટલે કે આ કિરણો ધન વિદ્યુતભારીત છે.

(iii) આ કિરણો ગતિ ઊર્જા ધરાવે છે અને ઉષ્મીય અસર પણ ઉત્પન્ન કરે છે.

(iv) આ કિરણો માટે e/m ગુણોત્તર ઇલેક્ટ્રોનના e/m/ ગુણોત્તર કરતાં ઓછો હોય છે.

(v) કેથોડ કિરણોથી અલગ, તેમના e/m મૂલ્યો નળીમાં લીધેલા વાયુના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે.

(vi) આ કિરણો ZnS પડદા પર પ્રકાશના ઝબકારા ઉત્પન્ન કરે છે.

(vii) આ કિરણો ધાતુના પાતળા વરખમાંથી પસાર થઈ શકે છે.

(viii) તે વાયુમાં આયનીકરણ ઉત્પન્ન કરવા માટે સક્ષમ છે.

(ix) તે ભૌતિક અને રાસાયણિક ફેરફારો ઉત્પન્ન કરી શકે છે.

C. ન્યુટ્રોનના ગુણધર્મો

(a) રૂથરફોર્ડ પરમાણુનું બંધારણ સ્પષ્ટ કર્યું ત્યારબાદ 20 વર્ષ પછી ન્યુટ્રોનની શોધ થઈ હતી.

(b) હાઈડ્રોજન સિવાય દરેક પરમાણુઓ માટે એવું જોવા મળ્યું છે કે પરમાણુ ભાર પરમાણુ ક્રમાંક કરતાં વધારે છે. આમ, રૂથરફોર્ડે (1920) સૂચવ્યું કે પરમાણુમાં ત્રીજા પ્રકારનો મૂળભૂત કણ હાજર હોવો જોઈએ.

(c) તે વિદ્યુતકીય રીતે તટસ્થ છે અને લગભગ પ્રોટોનના દળ જેટલું દળ ધરાવે છે.

(d) ચેડવિકે (1932), બેરેલિયમ પર α-કણોનો પ્રવાહ પ્રતાડિત કર્યો અને વિદ્યુતકીય રીતે અને ચુંબકીય રીતે તટસ્થ વિકિરણનું અવલોકન કર્યું.

(e) તે પ્રાકૃતિક કણો હતાં જેને ન્યુટ્રોન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયા નીચે મુજબ છે.

$$_4Be^9 + _2He^4 \longrightarrow _6C^{12} + _0n^1$$

(f) ન્યુટ્રોન એક પેટા પરમાણ્વીય કણ છે. જેનું દળ 1.675×10^{-24}g, આશરે 1 amu અથવા લગભગ પ્રોટોન અથવા હાઈડ્રોજન પરમાણુના દળ જેટલું છે અને કોઈ વિદ્યુતભાર ધરાવતો નથી.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -1

કેથોડ કિરણો માટે e/m નું મૂલ્ય કેટલું છે ?

(A) કેથોડના પ્રકાર અને ડિસ્ચાર્જનળીમાં ભરેલા વાયુ પર આધારીત નથી.

(B) અચળ છે.

(C) -1.7588×10^8 coulomb/g છે.

(D) ઉપરનાં તમામ સાચાં છે.

જવાબ (D)

ઉકેલ. કેથોડ કિરણો ઈલેક્ટ્રોનના બનેલા છે. જે દ્રવ્યના મુળભૂત કણો છે.

ઉદાહરણ -2

શેનો e/m ગુણોત્તર સૌથી વધુ છે ?

(A) He^{2+} (B) H^+

(C) He^{1+} (D) H

જવાબ. (B)

ઉકેલ H^+ નું દળ લઘુત્તમ છે.

ઉદાહરણ -3

નીચેના કણોને e/m ગુણોત્તરના વધતા ક્રમમાં ગોઠવો : ઈલેક્ટ્રોન (e), પ્રોટોન (p), ન્યુટ્રોન (n) અને α-કણ (a) -

(A) n, p, e, a (B) n, a, p, e

(C) n, p, a, e (D) e, p, n, a

જવાબ. (B)

ઉકેલ.

	ઈલેક્ટ્રોન	પ્રોટોન	ન્યુટ્રોન	a-કણ
e	1 એકમ	1 એકમ	શૂન્ય	2 એકમ
m	1/1837 એકમ	1 એકમ	1 એકમ	4-એકમ
e/m	1837	1	શૂન્ય	1/2

ઉદાહરણ -4

ન્યુટ્રોનનું દળ ઈલેક્ટ્રોનના દળ કરતાં કેટલા ગણું છે ?

(A) 1840 (B) 1480

(C) 2000 (D) None

જવાબ (A)

ઉકેલ. ન્યુટ્રોનનું દળ = 1.675×10^{-27} kg ,

ઈલેક્ટ્રોનનું દળ = 9.108×10^{-31} kg.

થોમસનનો નમૂનો અથવા પ્લમ પુડિંગ નમૂનો અથવા પરમાણ્વીય ક્રમાંક (Z) અને દળ ક્રમાંક (A) :

તત્ત્વનો પરમાણુ ક્રમાંક (Z)

= ન્યુક્લિયસમાં હાજર પ્રોટોનની કુલ સંખ્યા

= પરમાણુમાં હાજર પ્રોટોનની કુલ સંખ્યા

• પરમાણુ ક્રમાંકને પ્રોટોન ક્રમાંક તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે. કારણ કે ન્યુક્લિયસનો વિદ્યુતભાર પ્રોટોનની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે.

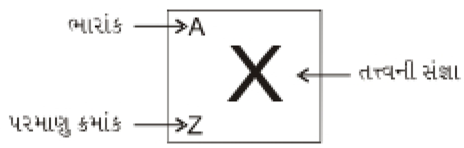
• ઈલેક્ટ્રોનનું દળ અવગણ્ય હોવાથી, પરમાણુનું બધું દળ મુખ્યત્વે માત્ર પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનના કારણે હોય છે. આ કણો ન્યુક્લિયસમાં હાજર હોવાને કારણે તેમને સામુહિક રીતે ન્યુક્લિયોન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

• પરમાણ્વીય દળ માપક્રમમાં આ દરેક કણોનું દળ એક એકમ હોવાથી પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનની સંખ્યાઓનો સરવાળો લગભગ પરમાણુના દળ જેટલો થશે.

તત્ત્વનો ભારાંક = પ્રોટોનની સંખ્યા (Z) + ન્યુટ્રોનની સંખ્યા (n).

• તત્ત્વનો ભારાંક તે તત્ત્વના પરમાણુ ભારાંકને લગભગ સમાન છે. જો કે બે વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત એ છે કે ભારાંક હંમેશા પૂર્ણ સંખ્યા છે. જ્યારે પરમાણુ ભાર સામાન્ય રીતે પૂર્ણ સંખ્યા નથી હોતી.

• તત્ત્વ 'X' નો પરમાણુ ક્રમાંક (Z) અને ભારાંક (A) સામાન્ય રીતે નીચે મુજબ તત્ત્વની સંજ્ઞા સાથે દર્શાવવામાં આવી છે.



i. સમસ્થાનીકો : સમાન પરમાણુ ક્રમાંક પરંતુ અલગ અલગ ભારાંક ધરાવતા સમાન તત્ત્વોના આવા પરમાણુઓને સમસ્થાનીકો કહે છે.

^1_1H, ^2_1D અને ^3_1T ને અનુક્રમે પ્રોટીયમ, ડ્યુટેરીયમ (D) અને ટ્રીટીયમ (T) તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. સામાન્ય હાઈડ્રોજન એ પ્રોટીયમ છે.

ii. સમભારકો : સમાન ભારાંક ધરાવતા અલગ અલગ તત્ત્વોના પરમાણુઓને (અને વિવિધ પરમાણુ ક્રમાંક ધરાવતા) સમભારકો કહે છે.

દા.ત. $^{40}_{18}Ar, ^{40}_{19}K, ^{40}_{20}Ca.$

iii. સમન્યુટ્રોનીક : વિવિધ તત્ત્વોના એવા ઈલેક્ટ્રોન કે જે ન્યુટ્રોનની સમાન સંખ્યા ધરાવે છે. તેને સમન્યુટ્રોનીક કહે છે.

દા.ત. $^{14}_6C, ^{15}_7N, ^{16}_8O.$

iv. સમઈલેક્ટ્રોનીક : ઈલેક્ટ્રોનની સમાન સંખ્યા ધરાવતી પ્રજાતિઓ (પરમાણુઓ અથવા આયનો) ને સમઈલેક્ટ્રોનીક કહે છે.

દા.ત. O^{2-}, F^-, Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}, Ne દરેક 10 ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને આથી સમઈલેક્ટ્રોનીક છે.

આયસોડાયફર : તે વિવિધ તત્ત્વોના પરમાણુઓ છે. જેમના ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોનની સંખ્યાનો તફાવત સમાન છે.

ઉદા.**1** $_5B^{11}$ $_6C^{13}$

$p = 5$	$p = 6$
$e = 5$	$e = 6$
$n = 6$	$n = 7$
$n - p = 1$	$n - p = 1$

ઉદા..**2** $_7N^{15}$ $_9F^{19}$

$p = 7$	$p = 9$
$n = 8$	$n = 10$
$e = 7$	$e = 9$
$n - p = 1$	$n - p = 1$

આયસોસ્ટર : તેઓ સમાન સંખ્યામાં પરમાણુઓ અને ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા અણુઓ છે.

ઉદા.1 CO_2 N_2O

પરમાણુઓ $= 1 + 2 = 3$ પરમાણુઓ $= 2 + 1 = 3$

ઇલેક્ટ્રોન $= 6 + 8 \times 2 = 22e$ ઇલેક્ટ્રોન $= 7 \times 2 + 8 = 22e$

ઉદા.2 CaO KF

પરમાણુઓ $= 2$ પરમાણુઓ $= 2$

ઇલેક્ટ્રોન $= 20 + 8 = 28\ e^-$ ઇલેક્ટ્રોન $= 19 + 9 = 28\ e^-$

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -5

નીચેનું કોષ્ટક પૂર્ણ કરો :

કણ	ભારાંક	પરમાણુ ક્રમાંક	પ્રોટોન	ન્યુટ્રોન	ઇલેક્ટ્રોન
નાઈટ્રોજન પરમાણુ	–	–	–	7	7
કેલ્શિયમ આયન	–	20	–	20	–
ઓક્સિજન પરમાણુ	16	8	–	–	–
બ્રોમાઈડ આયન	–	–	–	45	36

ઉકેલ. **નાઈટ્રોજન પરમાણુ માટે**

ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 7 (આપેલ છે.)

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા = 7 (આપેલ છે.)

$\therefore$ પ્રોટોનની સંખ્યા = Z = 7

($\therefore$ પરમાણુ વિદ્યુતકીય રીતે તટસ્થ છે.)

પરમાણુ ક્રમાંક = Z = 7

ભારાંક (A) = પ્રોટોનની સંખ્યા + ન્યુટ્રોનની સંખ્યા = 14

કેલ્શિયમ આયન માટે

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા = 20 (આપેલ છે.)

પરમાણુ ક્રમાંક (Z) = 20 (આપેલ છે.)

$\therefore$ પ્રોટોનની સંખ્યા = Z = 20 ;

કેલ્શિયમ પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા

= Z = 20

પરંતુ કેલ્શિયમ આયનની રચનામાં સમીકરણ $Ca \rightarrow Ca^{2+} + 2e^-$ અનુસાર વધારાના ન્યુક્લિયર ભાગમાંથી બે ઇલેક્ટ્રોનનો ઘટાડો થાય છે. પરંતુ ન્યુક્લિયસની સંરચના બદલાતી નથી.

$\therefore$ કેલ્શિયમ આયનમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા

$= 20 - 2 = 18$

ભારાંક (A) = પ્રોટોનની સંખ્યા + ન્યુટ્રોનની સંખ્યા

$= 20 + 20 = 40.$

ઓક્સિજન પરમાણુ માટે

ભારાંક (A) = પ્રોટોનની સંખ્યા + ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા

= 16 (આપેલ છે.)

પરમાણુ ક્રમાંક (Z) = 8 (આપેલ છે.)

પ્રોટોનની સંખ્યા = Z = 8,

ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = Z = 8

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા $= A - Z = 16 - 8 = 8$

બ્રોમાઈડ આયન માટે

ન્યુટ્રોનની સંખ્યા = 45 (આપેલ છે.)

ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 36 (આપેલ છે.)

પરંતુ બ્રોમાઈડ આયનની રચનામાં વધારાના ન્યુક્લિયર ભાગમાં એક ઇલેક્ટ્રોનની પ્રાપ્તિ થાય છે.

$Br + e^- \rightarrow Br^-$, પરંતુ ન્યુક્લિયસની સંરચના બદલાતી નથી.

$\therefore$ બ્રોમાઈડ પરમાણુમાં પ્રોટોનની સંખ્યા = બ્રોમાઈડ પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા $= 36 - 1 = 35$

પરમાણુ ક્રમાંક (Z) = પ્રોટોનની સંખ્યા = 35

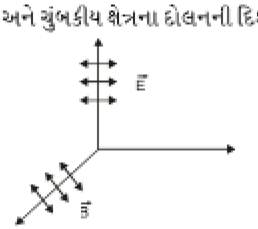
ભારાંક (A) = ન્યુટ્રોનની સંખ્યા + પ્રોટોનની સંખ્યા $= 45 + 35 = 80.$

દા.ત. e.g. $^{23}_{11}Na, ^{35}_{17}Cl$

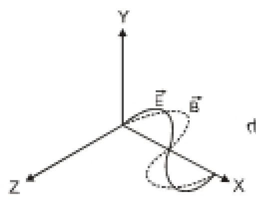
તરંગો અને તેની લાક્ષણિકતાઓ

વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગ વિકિરણ :

દોલિત વિદ્યુત/ચુંબકીય ક્ષેત્રો એ વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો છે. પ્રાયોગીક રીતે, વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રના દોલનની દિશા પરસ્પર લંબ છે.

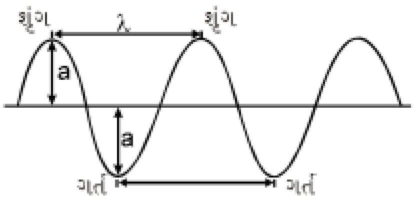


$\vec{E}$ = વિદ્યુત ક્ષેત્ર, $\vec{B}$ = ચુંબકીય ક્ષેત્ર



તરંગ પ્રસરણની દિશા

તરંગની કેટલીક મહત્ત્વની લાક્ષણિકતાઓ :



બે ક્રમિક શૃંગ અથવા ગર્ત વચ્ચેના અંતરને તરંગની તરંગ લંબાઈ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે. તેને λ (લેમ્બડા) તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે અને Å અથવા m અથવા cm અથવા nm (નેનોમીટર) અથવા pm (પાઈકોમીટર) માં રજૂ કરવામાં આવે છે.

$$1\ \text{Å} = 10^{-8}\ \text{cm} = 10^{-10}\ \text{m}$$

$$1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m},\ 1\ \text{pm} = 10^{-12}\ \text{m}$$

એક સેકન્ડમાં કોઈ બિંદુમાંથી પસાર થતા તરંગોની સંખ્યાને તરંગની આવૃત્તિ તરીકે વ્યાખ્યાયીત કરવામાં આવે છે. તેને ν (nu) દ્વારા દર્શાવવામાં આવે છે અને હર્ટ્ઝ અથવા ચક્ર/સેકન્ડ અથવા સાદી રીતે sec^{-1} અથવા s^{-1} માં રજૂ કરવામાં આવે છે.

$$1\ \text{Hz} = 1\ \text{cycle/sec}$$

એક સેકન્ડમાં તરંગ વડે કપાયેલા રેખીય અંતરને તરંગના વેગ તરીકે વ્યાખ્યાયીત કરવામાં આવે છે. તેને v વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને cm/sec અથવા m/sec (ms^{-1}) માં રજૂ કરવામાં આવે છે.

તરંગનો કંપવિસ્તાર એ શૃંગની ઊંચાઈ અથવા ગર્તની ઊંડાઈ છે. તેને 'a' વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને લંબાઈના એકમમાં રજૂ કરવામાં આવે છે.

1 cm લંબાઈમાં હાજર તરંગોની સંખ્યાને તરંગ સંખ્યા તરીકે વ્યાખ્યાયીત કરવામાં આવે છે. દેખીતી રીતે, તે તરંગ લંબાઈના વ્યસ્ત જેટલું થશે. તેને $\overline{\nu}$ વડે દર્શાવવામાં આવે છે. (ન્યુ બાર વાંચો).

$$\overline{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

જો λ (લેમ્ડા) ને cm માં દર્શાવવામાં આવે, તો $\overline{\nu}$ નો એકમ cm^{-1} હશે.

તરંગના વેગ, તરંગ લંબાઈ અને આવૃત્તિ વચ્ચેનો સંબંધ. આવૃત્તિ એ કોઈ બિંદુમાંથી પસાર થતાં તરંગોની સંખ્યા છે અને λ એ દરેક તરંગની લંબાઈ છે, આથી તેમનો ગુણાકાર તરંગનો વેગ આપશે.

વિદ્યુત ચુંબકીય વર્ણપટમાં તરંગ લંબાઈનો ક્રમ

બ્રહ્માંડીય કિરણો < g – કિરણો < ક્ષ-કિરણો< પારજાંબલી કિરણો < દશ્યમાન < પારરક્ત < સુક્ષ્મ તરંગો < રેડિયો તરંગો

તરંગનો પ્રકાર

- **મેક્સવેલનો વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગવા (પ્રકાશનો તરંગ સ્વભાવ) :**

  કોઈ પ્રવેગીત વિદ્યુતભારીત કણ વિદ્યુત અને ચુંબકીય તરંગો ઉત્પન્ન કરે છે અને પ્રસારણ કરે છે. આનું પ્રસારણ તરંગોના સ્વરૂપમાં થાય છે જેને વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો અથવા વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો કહે છે. તેણે નોંધ્યું કે પ્રકાશ પણ વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રો ધરાવે છે અને તેને વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો અથવા e.m.w. તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.

- **વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણોની લાક્ષણિકતાઓ :**

  i. આ વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણમાં વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રો પરસ્પર લંબ દોલનો કરે છે અને તે બંને ક્ષેત્રને લંબ દિશામાં પ્રસરણ કરે છે.

  ii. આ દરેક વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણોને માધ્યમની જરૂર નથી અને શૂન્યાવકાશમાં ગતિ કરી શકે છે.

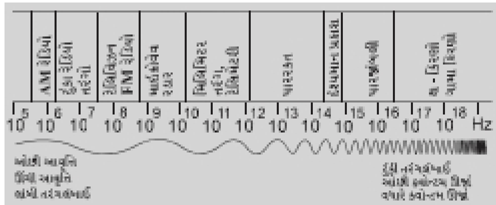
  iii. શૂન્યાવકાશમાં દરેક વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણનો વેગ 3×10^{8} m/s છે.

  iv. વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગની ઊર્જા તીવ્રતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે અને તે આવૃત્તિ પર આધારીત નથી.

  v. તે વિવર્તન અને વ્યતિકરણ પણ દર્શાવે છે અને આથી મેક્સવેલે તારવ્યું કે પ્રકાશ તરંગ સ્વભાવ ધરાવે છે.

પરંતુ મેક્સવેલનો વાદ ફોટો ઈલેક્ટ્રિક અસરનું પરીણામ અને કાળા પદાર્થના વિકિરણો સમજાવી શકતો નથી.

EM વર્ણપટ માટે ફોટોન ઊર્જાઓ



પ્લાન્કનો ક્વોન્ટમવાદ :

પ્રકાશનો કણ સ્વભાવ :

તેણે નોંધ્યું કે પદાર્થ અસતત ઊર્જા પેકેટના સ્વરૂપમાં ઊર્જા વિકિરીત કરે છે. ઊર્જાના દરેક પેકેટને ક્વોન્ટમ કહે છે અને પ્રકાશના ક્વોન્ટમને ફોટોન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

દરેક ક્વોન્ટમની ઊર્જા વિકિરણની આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$E \propto \nu$$

$$E = h\nu \qquad h = 6.62 \times 10^{-34}\ \text{J-s}$$

↓ પ્લાન્કનો અચળાંક

પદાર્થ વડે શોષાતી અથવા ઊત્સર્જાતી કુલ ઊર્જા એ ક્વોન્ટમની ઊર્જાનો પૂર્ણ ગુણાંક હશે.

$$E = \frac{nhc}{\lambda}$$

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -6

60 વોટના બલ્બ દ્વારા 10 કલાકમાં ઉત્સર્જાતા ફોટોનની સંખ્યા ગણો, તેના વડે 6000 Å તરંગ લંબાઈના પ્રકાશનું ઉત્સર્જન થાય છે.

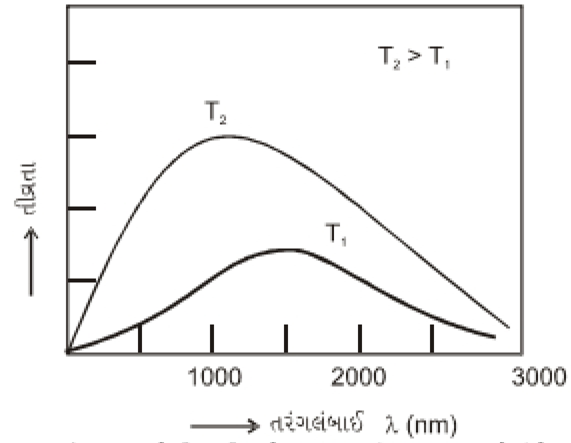
ઉકેલ. $E = \frac{nhc}{\lambda} = 6.5 \times 10^{24}$

પ્લાન્કના ક્વોન્ટમવાદના ઉપયોગો :

i. કાળા પદાર્થનું વિકિરણ :

જ્યારે ઘન પદાર્થને ગરમ કરવામાં આવે ત્યારે તે તરંગ લંબાઈની વિશાળ શ્રેણીમાં વિકિરણોનું ઉત્સર્જન કરે છે.

એવો આદર્શ પદાર્થ કે જે દરેક આવૃત્તિનું ઉત્સર્જન કરે અને શોષણ કરે તેને કાળો પદાર્થ કહે છે અને આવા પદાર્થ વડે ઉત્સર્જાતા વિકિરણોને કાળા પદાર્થના વિકિરણો કહે છે. કાળા પદાર્થમાંથી ઉત્સર્જાતા વિકિરણનું સચોટ આવૃત્તિ વિતરણ (એટલે કે વિકિરણનો તીવ્રતા વિરૂદ્ધ આવૃત્તિ વક્ર) માત્ર તેના તાપમાન પર આધાર રાખે છે.



ઉપરના પ્રાયોગીક પરીણામો પ્રકાશના તરંગવાદના આધારે સંતોષપૂર્વક સમજાવી શકતો નથી. પ્લાન્કે સૂચવ્યું કે પરમાણુઓ અને અણુઓ માત્ર અલગ અલગ જથ્થામાં જ ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરી શકે છે. અથવા શોષણ કરી શકે છે.

ઉદાહરણ -7

કાચમાં સમાવિષ્ટ થોડા AgCl અમુક સનગ્લાસ પર યોગ્ય તરંગ લંબાઈનો પ્રકાશ પડતા તે નીચેની પ્રક્રિયા અનુસાર ગ્રે કલરમાં ફેરવાઈને તેજ ઝાંખો કરે છે.

$$AgCl \xrightarrow{h\nu} Ag(Gray) + Cl$$

જો AgCl ના વિઘટન માટે પ્રક્રિયાની ઉષ્મા 248 kJ mol^{-1} હોય, તો ઇચ્છિત પ્રક્રિયા પ્રેરિત કરવા માટે મહત્તમ કેટલી તરંગ લંબાઈની જરૂર પડે ?

ઉકેલ. ફેરફાર માટે જરૂરી ઊર્જા = 248×10^3 J/mol

જો આ હેતુ માટે ફોટોનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો આઈન્સ્ટાઈનના નિયમ અનુસાર એક અણુ એક ફોટોનનું ઊત્સર્જન કરે છે. આથી,

$$\therefore \quad N_A \cdot \frac{hc}{\lambda} = 248 \times 10^3$$

$$\lambda = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8 \times 6.023 \times 10^{23}}{248 \times 10^3}$$

$$= 4.83 \times 10^{-7}\, m$$

ઉદાહરણ -8

5800 Å ની તરંગ લંબાઈ ધરાવતા પીળા વિકિરણની $\overline{\nu}$ cm^{-1} માં અને ν ગણો.

ઉકેલ. આપણે જાણીએ છીએ કે $\overline{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5800\,Å} = \frac{1}{5800 \times 10^{-8}\, cm}$

$$= \frac{10^8}{5800}\, cm^{-1} = 17241.44\, cm^{-1}$$

$$\nu = c\overline{\nu} = 3 \times 10^{10}\, cm\, s^{-1} \times 1.7 \times 10^4\, cm^{-1}$$

$$= 3 \times 1.7 \times 10^{14} = 5.1 \times 10^{14}\, s^{-1}$$

ઉદાહરણ -9

6×10^5 s^{-1} આવૃત્તિના રેડિયો તરંગને પૃથ્વીના દળથી 8×10^7 km ના અંતર સુધી ગતિ કરવા માટે કેટલો સમય લાગશે ?

ઉકેલ. પૃથ્વીના દળથી કાપવાનું અંતર

$= 8 \times 10^7\, km = 8 \times 10^{10}\, m$

$\because$ EM તરંગોનો વેગ

$= 3 \times 10^8\, m/s$

$$\therefore \quad સમય = \frac{Dis\,tan\,ce}{Velocity}$$

$$= \frac{8 \times 10^{10}\, m}{3 \times 10^8\, m/s}$$

$= 2.66 \times 10^2\, s = 4$ min 26 s

ઉદાહરણ -10

4000 Å તરંગ લંબાઈના ફોટોનની આવૃત્તિ અને ઊર્જા ગણો.

ઉકેલ. (a) આવૃત્તિની ગણતરી : λ = 4000 Å

$= 4000 \times 10^{-10}\, m$

$$\because \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8\, m/s}{4 \times 10^{-7}\, m}$$

$= 0.75 \times 10^{15}\, s^{-1}$

$= 7.5 \times 10^{14}\, s^{-1}$

(b) ઊર્જાની ગણતરી :

$E = h\nu = 6.626 \times 10^{-34}$ જૂલ સેકન્ડ $\times 7.5 \times 10^{14}\, s^{-1}$

$= 4.96 \times 10^{-19}$ જૂલ

ઉદાહરણ -11

કોની ઊર્જા વધુ છે ?

(a) 4000 Å તરંગ લંબાઈ સાથે જાંબલી રંગનો ફોટોન.

(b) 7000 Å તરંગલંબાઈ સાથે લાલ રંગનો ફોટોન.

ઉકેલ. (a) જાંબલી રંગ :

$$E_{violet} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}\, J\, s \times 3 \times 10^8\, m\, s^{-1}}{4000 \times 10^{-10}\, m}$$

$= 4.97 \times 10^{-19}$ joule

(b) લાલ રંગ :

$$E_{red} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}\, J\, s \times 3 \times 10^8\, m\, s^{-1}}{7000 \times 10^{-10}\, m}$$

$= 2.8 \times 10^{-19}$ joule

આથી, $E_{violet} > E_{red}$

ઉદાહરણ -12

હાઈડ્રોજનની 1લી, 2બીજી, 3જી, 4થી બોહર કક્ષાની ત્રિજ્યા ગણો.

ઉકેલ. બોહર કક્ષાની ત્રિજ્યા $r = 0.529 \times \frac{n^2}{Z}$ Å

(a) 1લી કક્ષાની ત્રિજ્યા : $r = 0.529 \times \frac{1^2}{1}$ Å $= 0.529$Å

(b) IIજી કક્ષાની ત્રિજ્યા : $r = 0.529 \times \frac{2^2}{1} = 0.529 \times 4$
$= 2.116$Å

(c) IIIજી કક્ષાની ત્રિજ્યા :$r = 0.529 \times \frac{3^2}{1} = 0.529 \times 9$
$= 4.761$Å

(d) 4થી કક્ષાની ત્રિજ્યા :$r = 0.529 \times \frac{4^2}{1} = 0.529 \times 16$
$= 8.464$Å

ઉદાહરણ -13

He^+ ની 3જી અને 5મી કક્ષકનો ત્રિજ્યા ગુણોત્તર કરો.

ઉકેલ. $\because r = 0.529 \times \frac{n^2}{Z}$ Å અને He નો પરમાણુ ક્રમાંક = 2

$\therefore r_3 = 0.529 \times \frac{(3)^2}{2} = 0.529 \times \frac{9}{2}$ અને

$r_5 = 0.529 \times \frac{(5)^2}{2} = 0.529 \times \frac{25}{2}$

આથી $$\frac{r_3}{r_5} = \frac{0.529 \times \frac{(3)^2}{2}}{0.529 \times \frac{(5)^2}{2}} = \frac{9}{25}$$

અથવા $r_3 : r_5 = 9 : 25$

ઉદાહરણ -14

He^+ ની 2જી કક્ષામાં એક પૂર્ણ ભ્રમણ માટે e^- કેટલો સમય લેશે ?

ઉકેલ. લાગતો સમય $= \frac{\text{distance}}{\text{velocity}}$

$$= \frac{2\pi r}{v} = \frac{2 \times 3.14 \times 0.529 \times \frac{4}{2} \times 10^{-10} \text{m}}{2.18 \times 10^6 \times \frac{2}{2} \text{ms}^{-1}}$$

$= 3.05 \times 10^{-16}$s

એક ઈલેક્ટ્રોન વોલ્ટ (e.v.) :

ઈલેક્ટ્રોનને સ્થિર સ્થિતિમાંથી 1 વોલ્ટના વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવતથી પ્રવેગિત કરવામાં આવે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોન પ્રાપ્ત કરેલી ઊર્જા

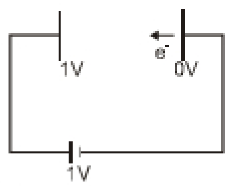
નોંધ : ધન વિદ્યુતભારને જો મુક્ત કરવામાં આવે તો હંમેશા ઊંચા વિદ્યુત સ્થિતિમાનથી નીચા વિદ્યુત સ્થિતિમાન તરફ ગતિ કરે છે અને ઋણ વિદ્યુતભાર હંમેશા નિચા વિદ્યુતસ્થિતિમાનથી ઊંચા વિદ્યુત સ્થિતિમાન તરફ વહે છે.

જો વિદ્યુતભાર 'q' ને 'V' વોલ્ટ વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવતથી પ્રવેગિત કરવામાં આવે, તો તેની ગતિ ઊર્જા $q \times V$ જેટલી વધશે.

$1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ C x 1 volt

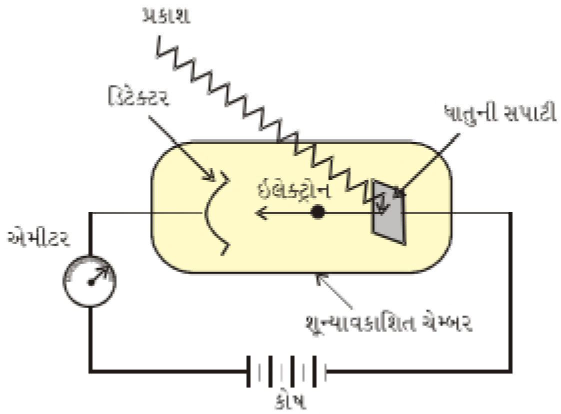
$\therefore 1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$J

$\therefore$ K.E. $= (6.626 \times 10^{-34})(5 \times 10^{14})$



ii. ફોટોઈલેક્ટ્રીક અસર :

જ્યારે નિશ્ચિત ધાતુઓ (ઉદાહરણ તરીકે પોટેશિયમ, રૂબિડિયમ, સીસીયમ વગેરે) ને આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પ્રકાશના પુંજમાં રાખવામાં આવે ત્યારે ઈલેક્ટ્રોન બહાર નીકળે છે.)



આ ઘટનાને ફોટો ઈલેક્ટ્રીક અસર કહે છે. આ પ્રયોગમાં નિચે મુજબના અવલોકનો જોવા મળ્યાં :

- પ્રકાશનું પુંજ ધાતુની સપાટી પર અથડાય એટલે તરત જ સપાટી પરથી ઈલેક્ટ્રોન બહાર નીકળે છે. એટલે કે પ્રકાશ પુંજના અથડાવા અને ધાતુ સપાટીથી ઈલેક્ટ્રોન બહાર નીકળવા વચ્ચે કોઈ સમય અંતર નથી.
- બહાર નીકળતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પ્રકાશની તીવ્રતા અથવા તેજસ્વીતાના સમપ્રમાણમાં હોય છે.
- દરેક ધાતુ માટે, એક લાક્ષણિક લઘુત્તમ આવૃત્તિ v_0 હોય છે. (થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ તરીકે પણ ઓળખાય છે.) જેની નીચે ફોટોઈલેક્ટ્રિક અસર જોવા મળતી નથી. $v > v_0$ આવૃત્તિએ બહાર નીકળતા ઈલેક્ટ્રોન નિશ્ચિત ગતિ ઊર્જા સાથે બહાર આવે છે. પ્રકાશની આવૃત્તિ વધારતા આ ઈલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા વધે છે.

જ્યારે પૂરતી ઊર્જા ધરાવતો ફોટોન ધાતુના પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન સાથે અથડાય છે, ત્યારે તે અથડામણ દરમ્યાન તેજ ક્ષણે ઇલેક્ટ્રોનમાં ઊર્જા સ્થાનાંતરીત કરે છે અને કોઈ સમય અંતર વગર ઇલેક્ટ્રોન બહાર નીકળે છે. ફોટોનની ઊર્જા વધારે, તેમ ઇલેક્ટ્રોનને અપાતી ઊર્જા વધુ હશે અને બહાર નીકળતા ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા વધુ હશે. અન્ય શબ્દોમાં મુક્ત થતાં ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણની આવૃત્તિના સમપ્રમાણમાં છે. અથડાતા ફોટોનની ઊર્જા $h\nu_0$ છે. (વર્ક ફંક્શન W_0 તરીકે પણ ઓળખાય છે.) આથી ઊર્જામાં તફાવત $(h\nu - h\nu_0)$ એ ફોટો ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા તરીકે સ્થાનાંતરીત થાય છે. ઊર્જાના સંરક્ષણના નિયમનું પાલન કરીને બહાર નીકળતા ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા સમીકરણ $h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}m_e v^2$ છે, જ્યાં m_e એ ઇલેક્ટ્રોનનું દળ છે અને v એ બહાર નીકળતા ઇલેક્ટ્રોન સાથે સંકળાયેલો વેગ છે.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -15

એક ધાતુ માટે થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ $6 \times 10^{14}\ s^{-1}$ છે. જ્યારે $\nu = 1.1 \times 10^{15}\ s^{-1}$ આવૃત્તિનું વિકિરણ ધાતુને અથડાય ત્યારે ઊત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા ગણો.

ઉકેલ. $K.E. = \frac{1}{2}m_e V^2 = h(\nu - \nu_0)$

$\therefore K.E. = (6.626 \times 10^{-34})(1.1 \times 10^{15} - 6 \times 10^{14})$ **જવાબ.** Unit

બોહરનો નમૂનો

તે પ્લાન્કના ક્વોન્ટમ વાદ પર આધારીત પ્રથમ નમૂનો હતો અને અ નમૂનો પરમાણુની સ્થાયીતા અને હાઈડ્રોજનનો રેખા વર્ણપટ સમજાવી શકે છે.

- **બોહરના નમૂનાની પૂર્વ ધારણાઓ**

i. પરમાણુ એ કેન્દ્ર સ્થિત નાનો, ઘટ્ટ, ધન વિદ્યુત ભારીત ન્યુક્લિયસ અને ન્યુક્લિયસની આસપાસ વર્તુળાકાર પથમાં ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનનો બનેલો છે. આ વર્તુળાકાર પથને વર્તુળાકાર કક્ષા કહે છે અને ઇલેક્ટ્રોન અને ન્યુટ્રોન વચ્ચેનું કુલંબીય આકર્ષણ બળ એ ભ્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનના કેન્દ્ર ત્યાગી બળ દ્વારા સંતુલિત થાય છે.

ii. અનંત વર્તુળાકાર કક્ષકોમાંથી માત્ર એ જ વર્તુળાકાર કક્ષકો શક્ય છે જેમાં ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન એ $h/2\pi$ નો પૂર્ણ ગુણાંક છે એટલે કે ઇલેક્ટ્રોનના કોણીય વેગમાના નિશ્ચિત મૂલ્યો છે જેમ કે $\frac{h}{2\pi}, \frac{2h}{2\pi}, \frac{3h}{2\pi}$ વગેરે. એટલે કે ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન ક્વોન્ટીકૃત છે.

$$mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

m અને v અનુક્રમે ઇલેક્ટ્રોનનું દળ અને વેગ છે અને r કક્ષાની ત્રિજ્યા છે અને n પૂર્ણાંક છે જે કક્ષાના ક્રમ અને કોષના ક્રમ સાથે સંબંધિત અક્ષર છે અને h પ્લાન્કનો અચળાંક છે.

iii. આ વર્તુળાકાર કક્ષકોની ઊર્જાનું નિશ્ચિત મૂલ્ય છે અને આથી પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન પાસે ઊર્જાનું માત્ર નિશ્ચિત મૂલ્ય હોઈ શકે છે. તે કક્ષાની લાક્ષણિકતા છે અને તેને તેનું પોતાનું કોઈ કક્ષા મૂલ્ય હોઈ શકે નહિ અને આથી ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા ક્વોન્ટીકૃત છે.

iv. ઇલેક્ટ્રોન આ નિશ્ચિત કક્ષામાં રહે, ત્યાં સુધી તે ઊર્જા ગુમાવતો નથી. એટલે કે ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા સ્થિર છે. (સમય સાથે બદલાતી નથી.) અને આથી આ કક્ષકોને માન્ય ઊર્જા સ્તરો અથવા સ્થિર અવસ્થા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને જે પરમાણુની સ્થાયીતા સમજાવે છે.

v. ઊર્જા સ્તરોને K, L, M, N વડે દર્શાવવામાં આવે છે અને 1, 2, 3, 4 વગેરે તરીકે ક્રમ આપવામાં આવે છે અને ન્યુક્લિયસથી કોષનું અંતર અથવા ઊર્જા સ્તર વધે તેમ ઊર્જા સ્તરની ઊર્જા પણ વધે છે એટલે કે $E_N > E_M > E_L > E_K$

vi. વિકિરણોના સ્વરૂપમાં ઊર્જાનું શોષણ અથવા ઊત્સર્જન માત્ર ત્યારે જ થઈ શકે છે જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન એક સ્થિર કક્ષાથી અન્ય કક્ષામાં કૂદકો લગાવે.

$$\Delta E = E_{higher} - E_{lower}$$

$\Delta E = h\nu$ જ્યાં $h\nu$ એ શોષાયેલા ફોટોનની અથવા ઉત્સર્જાતા ફોટોનની ઊર્જા છે જે ઊર્જા સ્તરમાં તફાવતને અનુરૂપ છે. જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન નીચા ઊર્જા સ્તર (ઊત્તેજિત, અસ્થાયી અવસ્થા)માં જાય છે ત્યારે ઊર્જા શોષાય છે અને જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ઊંચા ઊર્જા સ્તરથી નિચા ઊર્જા સ્તરમાં કૂદકો લગાવે છે ત્યારે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન થાય છે.

- **બોહરનો નમૂનો માત્ર એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિઓ જેમ કે, H, He^+, Li^{+2}, Be^{+3} વગેરે માટે લાગુ પડે છે.**

- **એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિઓમાં વિવિધ કક્ષકોની ત્રિજ્યાની ગણતરી (બોહરના નમૂનાનો ઉપયોગ કરીને)**

$$mvr = \frac{nh}{2\pi} \quad ....(1)$$

$$q_1 = e, \quad q_2 = Ze$$

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{kze^2}{r^2} \quad ....(2)$$

$$\Rightarrow \frac{mn^2h^2}{4\pi^2m^2r^2.r} = \frac{kZe^2}{r^2}$$

$$\Rightarrow r = \frac{mn^2h^2}{4\pi^2m^2kZe^2} \Rightarrow r = \frac{n^2h^2}{4\pi^2mkZe^2}$$

$$\Rightarrow \frac{h^2}{4\pi^2mke^2} \times \frac{n^2}{Z}$$

$$= \frac{(6.625 \times 10^{-34})^2}{4\pi^2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 9 \times 10^9 \times (1.6 \times 10^{-19})^2} \times \frac{n^2}{Z}$$

$$r = 0.529 \times \frac{n^2}{z} A^o$$

$$r \propto \frac{n^2}{z}$$

નિશ્ચિત પરમાણુ માટે $r \propto n^2$

H પરમાણુની 1લી કક્ષાની ત્રિજ્યા, $r = 0.529$ Å

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -16

H પરમાણુની 2જી કક્ષાની ત્રિજ્યાનો Li^{+2} આયનની 3જી કક્ષાની ત્રિજ્યા સાથેનો ગુણોત્તર શોધો.

ઉકેલ. $= \dfrac{\text{H પરમાણુની 2જી કક્ષાની ત્રિજ્યા}}{Li^{+2}\ \text{પરમાણુની 3જી કક્ષાની ત્રિજ્યા}} = \dfrac{n^2}{z} \times \dfrac{z_1}{n_1^2} = \dfrac{4}{3}$

- **બોહરની કક્ષામાં ઈલેક્ટ્રોનના વેગની ગણતરી**

$v = \dfrac{nh}{2\pi mr}$, r નું મૂલ્ય મુકતા.

$$v = \frac{nh \times 4\pi^2 mkZe^2}{2\pi mn^2h^2}$$

$$v = \frac{2\pi kZe^2}{h.n.} = \frac{2\pi ke^2}{h} \times \frac{Z}{n}$$

$$v = 2.18 \times 10^6 \frac{Z}{n}\ \text{m/s}$$

$$v \propto \frac{Z}{n}$$

- **2. ઈલેક્ટ્રોની ઊર્જા :** ધારો કે ઈલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા E છે. તે ગતિ ઊર્જા અને સ્થિતિ ઊર્જાનો સરવાળો છે.

એટલે કે, $E = K.E. + P.E.$

$$E = \left(\frac{1}{2}mv^2\right) + \left(\frac{Kq_1q_2}{r}\right) \left[P.E. = -\frac{Kze^2}{r}\right]$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{K.Ze.(-e)}{r} = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{KZe^2}{r}$$

સમીકરણ (1) માંથી mv^2 નું મૂલ્ય મુકતાં

$$E = \frac{KZe^2}{2r} - \frac{KZe^2}{r} = -\frac{KZe^2}{2r}$$

હવે સમીકરણ (3) માંથી r નું મૂલ્ય મુકતાં

$$E_n = -\frac{KZe^2 \times 4\pi^2 mKZe^2}{2n^2h^2}$$

અથવા $$\boxed{E_n = -\frac{2\pi^2 m \times K^2Z^2e^4}{n^2h^2}}$$

હવે π, K, e, m, h, નું મૂલ્ય મુકતા :

$$\boxed{E_n = -\frac{21.69 \times 10^{-19} \times Z^2}{n^2}\ \text{J / atom}}$$

અથવા $$\boxed{E_n = -13.6 \times \frac{Z^2}{n^2}\ \text{eV/ atom}}$$

આ સૂત્ર હાઈડ્રોજન પરમાણુ અને હાઈડ્રોજન જેવી પ્રજાતિએ એટલે કે એક ઈલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિઓને લાગુ પડે છે.

n નું મૂલ્ય માત્ર પૂર્ણાંક હોઈ શકે છે આથી કહી શકાય કે e^- ની કુલ ઊર્જા ક્વોન્ટીકૃત છે.

ઋણ સંજ્ઞા સૂચવે છે કે e–એ પરમાણુ કેન્દ્ર તરફ આકર્ષણ હેઠળ છે.

કેટલાક વધારે મુદ્દાઓ :

(i) $K.E = \dfrac{KZe^2}{2r}$ એટલે કે $K.E. \propto \dfrac{1}{r}$

ત્રિજ્યા વધારતા, ગતિ ઊર્જા ઘટે છે.

(ii) $P.E. = -\dfrac{KZe^2}{r}$ એટલે કે, $P.E. \propto -\dfrac{1}{r}$

ત્રિજ્યા વધારતા સ્થિતિ ઊર્જા વધે છે.

(iii) $E = -\dfrac{KZe^2}{2r}$ એટલે કે, $E. \propto -\dfrac{1}{r}$

પરિણામ : ત્રિજ્યા વધારતા, કુલ ઊર્જા વધે છે.

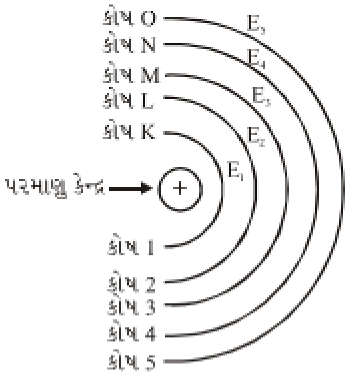
$\boxed{P.E = 2KE}$ $\boxed{KE = E}$

$\boxed{P.E = 2E}$

બે ઊર્જા સ્તરો વચ્ચે ઊર્જા તફાવત :

$$E_{n_2} - E_{n_1} = -13.6 \times Z^2 \left[\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right]$$

H પરમાણુ માટે ઊર્જા સ્તર નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે.



n = 6 અથવા P	$E_6 = -0.38$ eV	
n = 5 અથવા O	$E_5 = -0.54$ eV	
n = 4 અથવા N	$E_4 = -0.85$ eV	$E_5 - E_4 = 0.36$ eV
n = 3 અથવા M	$E_3 = -1.51$ eV	$E_4 - E_3 = 0.66$ eV
n = 2 અથવા L	$E_2 = -3.4$ eV	$E_3 - E_2 = 1.89$ eV
n = 1 અથવા K	$E_1 = -13.6$ eV	$E_2 - E_1 = 10.2$ eV

એટલે કે, $(E_2 - E_1) > (E_3 - E_2) > (E_4 - E_3) > (E_5 - E_4)$.....

નોંધ : આ પ્રકારની તમામ ઊર્જા હંમેશા ધન હોય છે.

અંતર વધે (n વધે) તેમ ઊર્જા સ્તરની ઊર્જા વધે છે પરંતુ ક્રમિક ઊર્જા સ્તરો વચ્ચે ઊર્જા તફાવત ઘટતો જાય છે. એટલે કે 2 અને 1 વચ્ચે ઊર્જા તફાવત મહત્તમ છે.

જો સંદર્ભ મૂલ્ય (∞ એ સ્થિતિ ઊર્જા) શૂન્ય કરતા કોઈ અન્ય મૂલ્ય રાખવામાં આવે તો -

(i) દરેક ગતિ ઊર્જા માહિતી સમાન રહે છે.

(ii) દરેક કોષની P.E./T.E. બદલાશે જોકે 2 કોષ વચ્ચે P.E./T.E. માં તફાવત બદલાશે.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -17

2જી ઉત્તેજિત અવસ્થા માટે Li^{+2} પરમાણુની ઊર્જા ગણો.

ઉકેલ. $E = -13.6 \times \frac{Z^2}{n^2}$

∵ Z = 3 અને e^- 2જી ઉત્તેજિત અવસ્થામાં છે, એટલે કે e^- 3જા કોષમાં છે એટલે કે, n = 3

$$\therefore \quad E = -13.6 \times \frac{(3)^2}{(3)^2} = -13.6 \text{ eV/atom}$$

ઊર્જાના સમીકરણ પરથી મેળવેલ તારણો :

(a) ઊર્જાની ઋણ સંજ્ઞા સૂચવે છે કે ધન વિદ્યુત ભારીત ઇલેક્ટ્રોન અને ધન વિદ્યુતભારીત પરમાણુ કેન્દ્ર વચ્ચે આકર્ષણ હોય છે.

(b) ઊર્જા સમીકરણમાં જમણી બાજુએ પરમાણુ ક્રમાંક Z ધરાવતાં તત્વ માટે 'n' સિવાય બધી રાશિઓ અચળ છે. 'n' પૂર્ણાંક છે. જેમ કે 1, 2, 3 વગેરે એટલે કે 'n' નું મૂલ્ય અચળ રાખવામાં આવે ત્યાં સુધી ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા અચળ છે.

(c) ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા એ ઋણ સંજ્ઞા સાથે 'n' ના વર્ગના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

બોહરના વાદની ખામીઓ / મર્યાદાઓ :

(a) તે એક કરતા વધુ ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા પરમાણુઓનો રેખા વર્ણપટ્ટ સમજાવી શક્યો નહિ.

(b) તે એકથી વધુ વર્ણપટ્ટ રેખાની હાજરી પણ સમજી શક્યો નહિ.

(c) તે ચુંબકિય ક્ષેત્રમાં (ઝિમેન અસર) અને વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં (સ્ટાર્ક અસર) વર્ણપટ્ટ રેખાઓનું વિભાજન સમજાવી શક્યો નહિ.

(d) કોણીય વેગમાનના ક્વોન્ટમીકરણના સિદ્ધાંત માટે કોઈ તારણ આપવામાં આવ્યું નહિ.

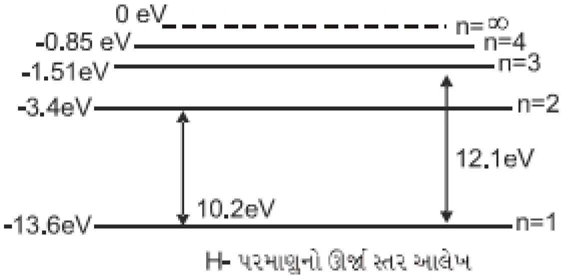
(e) તે દ્રવ્યના દ્વૈત સ્વભાવનો દિ-બ્રોગ્લીનો ખ્યાલ સમજાવી શક્યો નહિ.

(f) તે હાઇઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત સમજાવી શક્યો નહિ.

ઊર્જા સ્તર આલેખ :

(i) લઘુત્તમ ઊર્જાની કક્ષાને નીચે મુકવામાં આવે છે અને અન્ય દરેક કક્ષકોને આની ઉપર મુકવામાં આવે છે.

(ii) બે કક્ષકો વચ્ચેની જગ્યા કક્ષાઓના ઊર્જા તફાવતને સમપ્રમાણમાં હોય છે.



H- પરમાણુનો ઊર્જા સ્તર આલેખ

એકલ ઇલેક્ટ્રોન પ્રણાલી માટે યોગ્ય વ્યાખ્યાઓ :

(i) ધરા અવસ્થા :

કોઈપણ પરમાણુ અથવા આયનની લઘુત્તમ ઊર્જા અવસ્થાને પરમાણુની ધરા અવસ્થા કહે છે. તે n = 1 છે.

H–પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જા = – 13.6 ev

He^+ આયનની ધરા અવસ્થા ઊર્જા = – 54.4 ev

(ii) ઉત્તેજિત અવસ્થા :

પરમાણુની ધરા અવસ્થા સિવાયની અન્ય અવસ્થાઓને ઉત્તેજિત અવસ્થા કહે છે.

n = 2	પ્રથમ ઉત્તેજિત અવસ્થા
n = 3	બીજી ઉત્તેજિત અવસ્થા
n = 4	ત્રીજી ઉત્તેજિત અવસ્થા
n = (n + 1)	nમી ઉત્તેજિત અવસ્થા

(iii) આયનીકરણ ઊર્જા (IE) :

ઇલેક્ટ્રોનને ધરા અવસ્થાની n = ∞ માં સ્થાનાંતરીત કરવા માટે જરૂરી લઘુત્તમ ઊર્જાને પરમાણુ અથવા આયનની આયનીકરણ ઊર્જા કહે છે.

H– પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા = 13.6 ev

He^+ આયનની આયનીકરણ ઊર્જા = 54.4 ev

Li^{+2} આયનની આયનીકરણ ઊર્જા = 122.4 ev

(iv) આયનીકરણ સ્થિતિમાન (I.P.) :

મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા જેટલી થાય તે માટે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનને સ્થિર સ્થિતિમાંથી પ્રવેગિત કરવા માટે જેટલા સ્થિતિમાનના તફાવતની જરૂર પડે તેને પરમાણુનું આયનીકરણ સ્થિતિમાન કહે છે.

H પરમાણુનું I.P. = 13.6 V, He^+ આયનનું I.P. = 54.4 V

(v) ઉત્તેજન ઊર્જા :

ઇલેક્ટ્રોનને પરમાણુની ધરા અવસ્થાથી પરમાણુની અન્ય અવસ્થામાં ગતિ કરાવવા જરૂરી ઊર્જાને તે અવસ્થાની ઉત્તેજન ઊર્જા કહે છે.

2જી અવસ્થાની ઉત્તેજીત ઊર્જા = 1લી ઉત્તેજિત અવસ્થાની ઊત્તેજન ઊર્જા = 1લી ઉત્તેજન ઊર્જા = 10.2 ev.

(vi) ઉત્તેજન સ્થિતિમાન :

મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા કોઈ અવસ્થાની ઉત્તેજન ઊર્જા જેટલી થાય તે માટે મુક્ત ઇલેક્ટ્રોનને સ્થિર સ્થિતિમાંથી જેટલા સ્થિતિમાનના તફાવત સાથે પ્રવેગિત કરવો પડે તેને તે અવસ્થાનું ઉત્તેજન સ્થિતિમાન કહે છે.

ત્રિજી અવસ્થાનું ઉત્તેજન સ્થિતિમાન = બીજી ઉત્તેજિત અવસ્થાનું ઉત્તેજન સ્થિતિમાન = બીજુ ઉત્તેજન સ્થિતિમાન = 12.09 V.

(vii) બંધ ઊર્જા "અથવા" અલગીકરણ ઊર્જા :

ઇલેક્ટ્રોનને કોઈ અવસ્થાથી n = ∞ માં સ્થાનાંતરીક કરવા જરૂરી ઊર્જાને તે અવસ્થાની બંધ ઊર્જા કહે છે.

ધરા અવસ્થાની બંધ ઊર્જા = પરમાણુ અથવા આયનની આયનીકરણ ઊર્જા

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -18

એક એકલ ઇલેક્ટ્રોન પ્રણાલીની આયનીકરણ ઊર્જા 11180 kJ mol^{-1} છે. તંત્રના પરમાણુ કેન્દ્રમાં પ્રોટોનની સંખ્યા શોધો.

જવાબ. **Z = 3**

ઉકેલ. $I.E. = \frac{Z^2}{n^2} \times 21.69 \times 10^{-19}$ J/atom

$$\frac{11180\times10^3}{6.023\times10^{23}} = \frac{Z^2}{1^2} \times 21.69 \times 10^{-19}$$

ઉદાહરણ -19

હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં n = 5 અવસ્થાથી n = 2 અવસ્થામાં સંક્રમણ દરમ્યાન ઉત્સર્જાતા ફોટોનની આવૃત્તિ અને તરંગ લંબાઈ કેટલી છે ?

ઉકેલ. $n_i = 5$ અને $n_f = 2$ છે. આ સંક્રમણમાં બામર શ્રેણીના દૃશ્યમાન વિસ્તારમાં વર્ણપટ રેખાઓ મળે છે.

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} J \left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{2^2}\right] = -4.58 \times 10^{-19} J$$

તે ઉત્સર્જન ઊર્જા છે.

ફોટોનની આવૃત્તિ (મુલ્યના સ્વરૂપમાં ઊર્જા લઈને) નીચે મુજબ છે.

$$v = \frac{\Delta E}{h} = \frac{4.58\times10^{-19} J}{6.626\times10^{-34} Js}$$

$= 6.91 \times 10^{14}$ Hz

ઉદાહરણ -20

He^+ ની આયનીકરણ ઊર્જા 19.6×10^{-18} J $atom^{-1}$ છે. Li^{+2} ની પ્રથમ સ્થિર અવસ્થાની ઊર્જા કેટલી હશે ?

(A) 21.2×10^{-18} J/atom (B) 44.10×10^{-18} J/atom

(C) 63.2×10^{-18} J/atom (D) 84.2×10^{-18} J/atom

જવાબ. **(B)**

ઉકેલ. Li^{+2} માટે E_1 = H માટે $E_1 \times Z^2_{Li}$ = H માટે $E_1 \times 9$

He^+ માટે E_1 = H માટે $E_1 \times Z^2_{He}$ = H માટે $E_1 \times 4$

અથવા Li^{+2} માટે E_1 = He^+ માટે $\frac{9}{4} E_1$

$= 19.6 \times 10^{-18} \times \frac{9}{4} = \mathbf{44.10 \times 10^{-18}}$ **J/atom**

ઉદાહરણ -21

હાઈડ્રોજન પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા 13.6 eV છે. He^+ ની આયનીકરણ ઊર્જા કેટલી હશે ?

ઉકેલ. He^+ એ હાઈડ્રોજન જેવી પ્રજાતિ છે એટલે કે પ્રથમ કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોન આયનીકૃત છે.

$\therefore$ He^+ ની આયનીકરણ ઊર્જા $= \frac{Z^2 E_H}{n^2}$

$= \frac{4\times13.6}{1^2} =$ **54.4 eV**

ઉદાહરણ -22

H-પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા 13.6 eV છે. Li^{+2} આયનની આયનીકરણ ઊર્જા કેટલી હશે ?

(A) 13.6 eV (B) 27.2 eV

(C) 54.4 eV (D) 122.4 eV

જવાબ. **(D)**

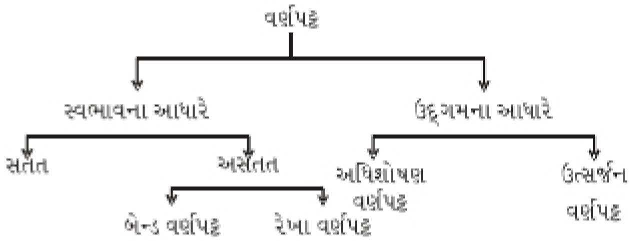
ઉકેલ. Li^{+2} માટે E_1 = H માટે $E_1 \times Z^2$ [Li માટે, Z = 3]

$= 13.6 \times 9 =$ **122.4 eV**

વર્ણપટ

ઉત્સર્જન અને અધિશોષણ વર્ણપટનો અભ્યાસ :

વિવિધ તરંગ લંબાઈઓ (અથવા આવૃત્તિઓના વિકિરણોને અલગ કરવા માટે વપરાતા સાધનને સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ અથવા સ્પેક્ટ્રોગ્રાફ કહે છે. નિર્ગમિત વિકિરણોના પડદા પર નોંધેલ ફોટોગ્રાફ (અથવા ભાત) ને સ્પેક્ટ્રોગ્રામ અથવા સાદી રીતે આપેલ વિકિરણનો વર્ણપટ કહે છે. વર્ણપટનો અભ્યાસ કરતી વિજ્ઞાનની શાખાને સ્પેક્ટ્રોસ્કોપી કહે છે.



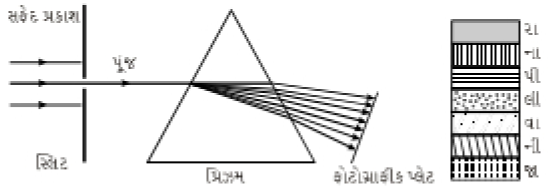
(a) ઉત્સર્જન વર્ણપટ :

જ્યારે કોઈ સ્રોત જેમ કે સૂર્ય અથવા નીચા દબાણે રાખેલા વાયુમાંથી વિદ્યુત ડિસ્ચાર્જ પસાર કરીને અથવા પદાર્થને ઊંચા તાપમાને ગરમ કરીને વગેરેમાંથી ઉત્સર્જીત થતા વિકિરણને સીધું પ્રિઝમમાંથી પસાર કરવામાં આવે અને પછી ફોટોગ્રાફિક પ્લેટ પર મેળવવામાં આવે, ત્યારે મળતા વર્ણપટને 'ઉત્સર્જન વર્ણપટ' કહે છે.

વિકિરણના સ્રોતના આધારે, ઉત્સર્જન વર્ણપટના મુખ્યત્વે બે પ્રકાર છેઃ

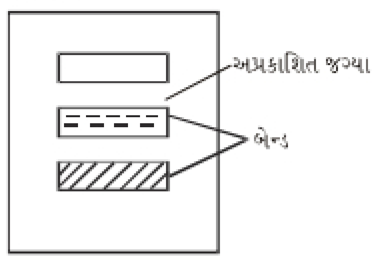
સતત વર્ણપટ :

જ્યારે સૂર્ય, બલ્બ અથવા કોઈ ગરમ ચમકતા પદાર્થ જેવા સ્રોતમાંથી સફેદ પ્રકાશને પ્રિઝમમાંથી પસાર કરીને વિશ્લેષણ કરવામાં આવે ત્યારે એવું જોવાં મળે છે કે તે જાંબલીથી લાલ રંગના સાત વિવિધ પહોળા પટ્ટામાં વહેંચાય છે. આ રંગો એટલા સતત હોય છે કે તે દરેક તેની આસપાસના રંગમાં સમાઈ જાય છે. આથી, વર્ણપટને સતત વર્ણપટ કહે છે.



અસતત વર્ણપટ : તે બે પ્રકારના છે

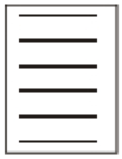
(i) બેન્ડ વર્ણપટ



બેન્ડ વર્ણપટમાં અમુક અપ્રકાશિત જગ્યા વડે અલગ કરેલ રંગીન સતત બેન્ડ હોય છે. સામાન્ય રીતે આણ્વીય વર્ણપટ બેન્ડ વર્ણપટ હોય છે.

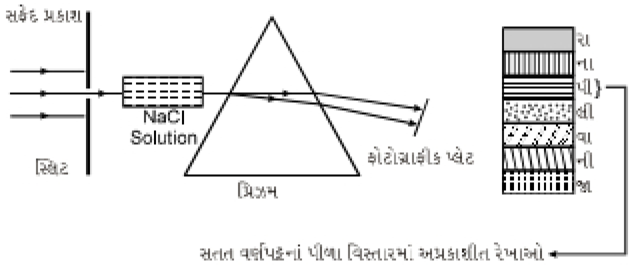
(ii) રેખા વર્ણપટ્ટ :

તે અપ્રકાશિત જગ્યા વડે અલગ થતી નિશ્ચિત તરંગ લંબાઈની રેખાઓની ક્રમિક ગોઠવણી છે. દા.ત. હાઈડ્રોજન વર્ણપટ્ટ પરમાણુઓમાંથી રેખા વર્ણપટ્ટ મેળવી શકાય છે.

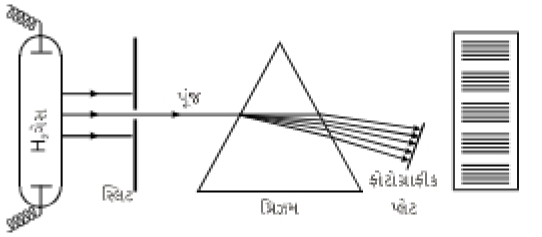


(b) શોષણ વર્ણપટ્ટ :

જ્યારે કોઈ સ્રોતમાંથી નીકળતા સફેદ પ્રકાશને પ્રથમ રાસાયણિક પદાર્થના દ્રાવણ અથવા બાષ્પમાંથી પસાર કરવામાં આવે અને પછી સ્પેક્ટ્રોસ્કોપની મદદથી વિશ્લેષણ કરવામાં આવે તો એવું જોવા મળે છે કે સતત વર્ણપટ્ટમાં કેટલી અપ્રકાશિત રેખાઓ મળે છે. જ્યારે સફેદ પ્રકાશ (ઘણી તરંગ લંબાઈઓના વિકિરણો ધરાવતા) ને રાસાયણિક પદાર્થમાંથી પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તત્ત્વના પ્રકારના આધારે નિશ્ચિત તરંગ લંબાઈના વિકિરણોનું શોષણ થાય છે. આ હકીકત પરથી અપ્રકાશિત રેખાઓ મળતી હોવાનું માનવામાં આવે છે.



હાઈડ્રોજનો ઉત્સર્જન વર્ણપટ્ટ :



જ્યારે ડિસ્ચાર્જ નળીમાં નીચા દબાણે હાઈડ્રોજન વાયુ લેવામાં આવે અને વિદ્યુત ડિસ્ચાર્જને પસાર કરતા ઉત્સર્જાતા પ્રકાશને સ્પેક્ટ્રોસ્કોપ વડે ચકાસવામાં આવે, ત્યારે મળતા વર્ણપટ્ટને હાઈડ્રોજનનો ઉત્સર્જન વર્ણપટ્ટ કહે છે.

• હાઈડ્રોજન વર્ણપટ્ટ (બોહરના નમૂનાની પહેલા)

H પરમાણુનો વર્ણપટ્ટ અસતત રેખા વર્ણપટ્ટ તરીકે જોવા મળે છે. 3 વિસ્તારો UV, દૃશ્યમાન અને IR માં રેખા વર્ણપટ્ટ અલગ અલગ છે. H વર્ણપટ્ટમાં જોવા મળતી વિવિધ રેખાઓને વિવિધ શ્રેણીઓમાં વર્ગીકૃત કરવામાં આવી છે અને તેમના શોધક પાછળ નામ આપવામાં આવ્યું છે.

રીડબર્ગે તરંગલંબાઈ ગણવા માટેનું પ્રાયોગીક સૂત્ર આપ્યું, જે દરેક શ્રેણી માટે લાગુ પડે છે.

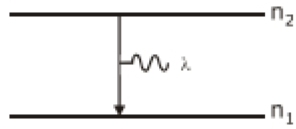
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

$R_H = 109677\ cm^{-1}$ રીડબર્ગ અચળાંક.

n_1 અને n_2 પૂર્ણાંકો છે.

• બોહરના નમૂનાના ઉપયોગથી હાઈડ્રોજન વર્ણપટ્ટની સમજૂતી

જ્યારે ઉત્તેજિત પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન ઊંચા ઊર્જા સ્તર (n_2) થી નીચા ઊર્જા સ્તર (n_1) માં પાછા આવે છે. તો તે ઊર્જા સ્તરોમાં તફાવતને સમાન ઊર્જા ધરાવતા ફોટોનનું ઉત્સર્જન કરે છે.



$$h\nu = \Delta E = E_{n_2} - E_{n_1}$$

$$h\nu = \frac{-2\pi^2 mk^2e^4z^2}{n_2^2h^2} - \left(-\frac{2\pi^2 mk^2e^4z^2}{n_1^2h^2}\right)$$

$$h\nu = \frac{2\pi mk^2e^4z^2}{h^2}\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi mk^2e^4z^2}{h^3C}\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

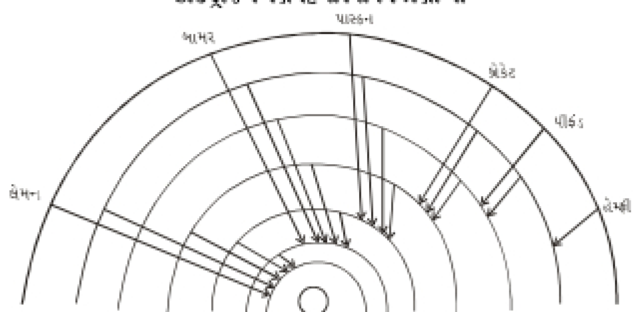
સૈદ્ધાંતિક મુલ્ય એ અવલોકિત મુલ્યથી ખુબ નજીક છે.

∴ બોહરનો નમૂનો H વર્ણપટ્ટની સૈદ્ધાંતિક સમજૂતી આપે છે.

કોઈ એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિની કોઈ રેખાની તરંગ લંબાઈ અથવા તરંગ સંખ્યા નીચે મુજબ ગણી શકાય છે.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right], \qquad \frac{hc}{\lambda} = \Delta E$$

હાઈડ્રોજન વર્ણપટ્ટમાં વિવિધ શ્રેણીઓ



લેમન શ્રેણી :	$n_f = 1$,	$n_i = 2, 3, 4, 5,$ -------- પારજાંબલી
બામર શ્રેણી :	$n_f = 2$,	$n_i = 3, 4, 5, 6,$ -------- દૃશ્યમાન
પાસ્કન શ્રેણી :	$n_f = 3$,	$n_i = 4, 5, 6, 7,$ -------- પારરક્ત
બ્રેકેટ શ્રેણી :	$n_f = 4$,	$n_i = 5, 6, 7,$ -------- પારરક્ત
પીફંડ શ્રેણી:	$n_f = 5$,	$n_i = 6, 7,$ -------- પારરક્ત
હેમ્ફ્રી શ્રેણી :	$n_f = 6$,	$n_i = 7, 8,$ -------- પારરક્ત

હાઈડ્રોજન પરમાણુની વર્ણપટ રેખાઓ :

લેમન શ્રેણી

* તે H ની પ્રથમ વર્ણપટ્ટ શ્રેણી છે.
* લેમને 1898 માં પારજાંબલી વિસ્તારમાં શોધી હતી.
* n_1 માટે તેનું મૂલ્ય = 1 અને n_2 માટે = 2,3,4 જ્યાં 'n_1' ધરા અવસ્થા છે અને 'n_2' ને H - પરમાણુમાં હાજર ઇલેક્ટ્રોનની ઉત્તેજિત અવસ્થા કહે છે.
* $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ જ્યાં હંમેશા $n_2 > 1$.
* દરેક શ્રેણી માટે સીમાંત રેખાની તરંગલંબાઈ = $\frac{n_1^2}{R_H}$

આથી લેમન શ્રેણી માટે $\lambda = \frac{1}{R_H}$.

* લેમન શ્રેણીની Iલી રેખા $\Rightarrow 2 \rightarrow 1$

લેમન શ્રેણીની IIજી રેખા = $3 \rightarrow 1$

લેમન શ્રેણીની છેલ્લી રેખા = $\infty \rightarrow 1$

$[10.2\ eV \leq (\Delta E)_{lyman} \leq 13.6\ eV]$

$\frac{12400}{13.6} \leq \lambda_{lyman} \leq \frac{12400}{10.2}$ **A°**

સૌથી લાંબી રેખા : સૌથી લંબાઈ તરંગલંબાઈ રેખા

$\lambda_{longest}$ or $\lambda_{max.} = \frac{12400}{(\Delta E)_{min}}$

* **સૌથી ટૂંકી રેખા :** સૌથી ટુંકી તરંગ લંબાઈ રેખા

$\lambda_{shortest}$ or $\lambda_{min} = \frac{12400}{(\Delta E)_{max}}$

* કોઈપણ વર્ણપટ્ટ શ્રેણીની પ્રથમ રેખા સૌથી લાંબી (λ_{max}) રેખા હોય છે.
* કોઈપણ વર્ણપટ્ટ શ્રેણીની છેલ્લી રેખા સૌથી ટુંકી (λ_{min}) રેખા હોય છે.

શ્રેણી સીમા :

તે કોઈપણ વર્ણપટ્ટ શ્રેણીની છેલ્લી રેખા છે.

લેમન શ્રેણીની I લી રેખાની તરંગ સંખ્યા

$= \frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = R \times 1^2\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$

$\bar{\nu} = R \times 1^2\left(\frac{4-1}{4}\right)$

$\bar{\nu} = \frac{R \times 3}{4} = \frac{3R}{4}$

$\therefore \left[\lambda = \frac{4}{3R}\right]$

લેમન શ્રેણીની છેલ્લી રેખાની તરંગ સંખ્યા

$\bar{\nu} = R \times 1^2\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$ $\qquad \bar{\nu} = R$

લેમન શ્રેણી માટે,

$\lambda_{longest} = \frac{12400}{(\Delta E)_{2-1}}$, $\lambda_{shortest} = \frac{12400}{(\Delta E)_{\infty \rightarrow 1}}$

બામર શ્રેણી :

* તે H-વર્ણપટ્ટની બીજી શ્રેણી છે.
* 1892 માં બામરે દશ્યમાન વિસ્તારમાં શોધી હતી.
* તેનું n_1 નું મૂલ્ય = 2 અને n_2 નું મૂલ્ય = 3,4,5,.............
* બામર શ્રેણીની સીમાંત રેખાની તરંગ લંબાઈ = $\frac{n_1^2}{R_H} = \frac{2^2}{R_H} = \frac{4}{R_H}$
* $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$ જ્યાં હંમેશા $n_2 > 2$.

$1.9 \leq (\Delta E)_{balmer} \leq 3.4$ eV.

H પરમાણુમાં બામર શ્રેણીની બધી રેખાઓ દશ્યમાન વિસ્તારમાં નથી.

હકીકતમાં માત્ર Iલી 4 રેખાઓ જ દશ્યમાન વિસ્તારમાં છે.

$\frac{12400}{3.4}$ A° $\leq \lambda_{balmer} \leq \frac{12400}{1.9}$ Å

3648 Å $\leq \lambda_{balmer} \leq$ 6536 Å

બામર શ્રેણીની રેખાઓ (H પરમાણુ માટે) દશ્યમાન વિસ્તારમાં છે.

બામર શ્રેણીની Iલી રેખા = $3 \rightarrow 2$

બામર શ્રેણીની છેલ્લી રેખા = $\infty \rightarrow 2$

($\bar{\nu}$) 1લી રેખા $= R \times 1\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = \frac{5R}{36}$

($\bar{\nu}$) છેલ્લે રેખા $= R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{4}$

પાસ્કન શ્રેણી :

(a) તે H - વર્ણપટ્ટની ત્રીજી શ્રેણી છે.

(b) પાસ્કને પારરક્ત વિસ્તારમાં તેની શોધ કરી હતી.

(c) તેનું n_1 નું મૂલ્ય = 3 અને n_2 નું મૂલ્ય = 4,5,6 ....

(d) પાસ્કન શ્રેણીની સીમાંત રેખાની તરંગ લંબાઈ

$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{3^2}{R_H} = \frac{9}{R_H}$.

(e) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ જ્યાં હંમેશા $n_2 > 3$.

બ્રેકેટ શ્રેણી :

(a) તે H - વર્ણપટ્ટની ચોથી શ્રેણી છે.

(b) બ્રેકેટ પારરક્ત વિસ્તારમાં તેની શોધ કરી હતી.

(c) તેનું n_1 નું મૂલ્ય = 4 અને n_2 નું મૂલ્ય = 5,6,7 ....

(d) બ્રેકેટ શ્રેણીની સીમાંત રેખાની તરંગ લંબાઈ

$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{4^2}{R_H} = \frac{16}{R_H}$

(e) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ જ્યાં હમેશા $n_2 > 4$.

પીફંડ શ્રેણી :

(a) તે H- વર્ણપટની પાંચમી શ્રેણી છે.

(b) પીફંડે પારરક્ત વિસ્તારમાં તેની શોધ કરી હતી.

(c) તેનું n_1 નું મુલ્ય = 5 અને n_2 નું મુલ્ય = 6,7,8 .... જ્યાં n_1 ધરા અવસ્થા છે અને n_2 ઉત્તેજિત અવસ્થા છે.

(d) પીફંડ શ્રેણીની સીમાંત રેખાની તરંગ લંબાઈ

$$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{5^2}{R_H} = \frac{25}{R_H}$$

(e) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ જ્યાં હંમેશા $n_2 > 5$.

હેમ્ફ્રી શ્રેણી :

(a) તે H - વર્ણપટની છઠ્ઠી શ્રેણી છે.

(b) હેમ્ફ્રીએ પારરક્ત વિસ્તારમાં તેની શોધ કરી હતી.

(c) તેનું n_1 નું મુલ્ય = 6 અને n_2 નું મુલ્ય = 7 , 8 , 9 ....

(d) હેમ્ફ્રી શ્રેણીની સીમાંત રેખાની તરંગ લંબાઈ

$$= \frac{n_1^2}{R_H} = \frac{6^2}{R_H} = \frac{36}{R_H}$$

(e) $\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{6^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$ જ્યાં હંમેશા $n_2 > 6$.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -23

હાઈડ્રોજન વર્ણપટમાં બામર શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગ લંબાઈ ગણો.

ઉકેલ. બામર શ્રેણીની પ્રથમ રેખા માટે $n_1 = 2, n_2 = 3$

$$\frac{1}{\lambda} = R(1)^2\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right] = R\left[\frac{9-4}{36}\right] = R\left[\frac{5}{36}\right]$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{36}{5R} = \frac{36}{5} \times \frac{1}{R} = \frac{36}{5} \times 9.12 \times 10^{-6}\ cm$$

$= 65.66 \times 10^{-6}\ cm = 6566\ Å$

ઉદાહરણ -24

હાઈડ્રોજન વર્ણપટની બામર શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગ સંખ્યા $15200\ cm^{-1}$ છે. તો Li^{+2} વર્ણપટની બામર શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગ સંખ્યા કેટલી હશે ?

ઉકેલ. હાઈડ્રોજન વર્ણપટની બામર શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગ સંખ્યા

$$\overline{v} = \frac{1}{\lambda} = RZ^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

(H માટે, Z = 1) $\overline{v} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) = 15200\ cm^{-1}$

Li^{+2} આયન માટે બામર શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગ સંખ્યા

$$\overline{v} = Z^2 \times R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \qquad \{\because LI^{+2} \text{ માટે } Z = 3\}$$

$$\therefore\ \overline{v} = 3^2 \times 15200 = 9 \times 15200 = 136800\ cm^{-1}$$

ઉદાહરણ -25

લેમન અને બામર શ્રેણીની મહત્તમ λ નો ગુણોત્તર ગણો.

ઉકેલ. $E \propto v \propto \frac{1}{\lambda}$

$$\frac{\text{લેમન શ્રેણીની મહત્તમ } \lambda}{\text{બામર શ્રેણીની મહત્તમ } \lambda} = \frac{\text{લેમન શ્રેણીની 1લી રેખા}}{\text{બામર શ્રેણીની 1લી રેખા}}$$

$$\frac{\lambda_{Lyman}}{\lambda_{Balmer}} = \frac{\frac{1}{\lambda_B}}{\frac{1}{\lambda_L}} = \frac{R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right]}{R\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right]}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} - \frac{1}{9}}{\frac{1}{1} - \frac{1}{4}} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{3}{4}}$$

$$= \frac{5}{36} \times \frac{4}{3} = \frac{5}{27}$$

ઉદાહરણ -26

He^+ આયનની બામર શ્રેણીની 2જી રેખા માટે તરંગ લંબાઈ ગણો.

ઉકેલ. $\frac{1}{\lambda} = R(2)^2\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$

$n_1 = 2 \quad n_2 = 4$

$$\frac{1}{\lambda} = R(2^2)\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right]$$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{3R}{4}\ \lambda = \frac{4}{3R}$ **જવાબ**

H પરમાણુના નમૂના વડે ઉત્સર્જાતા ફોટોનની સંખ્યા :

જો ઇલેક્ટ્રોન કોઈ ઊંચી અવસ્થા n = n માં હોય અને ધરા અવસ્થામાં કૂદકો લગાવે તો ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની કુલ સંખ્યા $\frac{n \times (n-1)}{2}$ છે.

જો ઇલેક્ટ્રોન કોઈ ઊંચી અવસ્થા $n = n_2$ માં હોય અને અન્ય ઉત્તેજિત અવસ્થા $n = n_1$ માં સંક્રમણ કરે, તો ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની કુલ સંખ્યા $\frac{\Delta n(\Delta n + 1)}{2}$ હશે, જ્યાં $\Delta n = n_2 - n_1$

નોંધ

એકલ અલગ કરેલા પરમાણુના કિસ્સામાં જો ઇલેક્ટ્રોન nમી અવસ્થાથી ધરા અવસ્થામાં સંક્રમણ કરે તો જોવા મળતી વર્ણપટ રેખાઓની મહત્તમ સંખ્યા = (n-1)

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -27

He^+ આયન માટે $(E_2 - E_1)$ અને $(E_4 - E_3)$ નો ગુણોત્તર આશરે કેટલો છે ? (જ્યાં E_n એ nમી કક્ષાની ઊર્જા છે.)

(A) 10 (B) 15

(C) 17 (D) 12

જવાબ. (B)

ઉકેલ.
$$\frac{13.6(2)^2\left[\frac{1}{(1)^2}-\frac{1}{(2)^2}\right]}{13.6(2)^2\left[\frac{1}{(3)^2}-\frac{1}{(4)^2}\right]}=15$$

ઉદાહરણ -28

જો હાઈડ્રોજન જેવા નમૂનાની 2જી ઉત્તેજિત અવસ્થાની બંધન ઊર્જા આશરે 24 eV હોય, તો નમૂનાની આયનીકરણ ઊર્જા આશરે કેટલી છે?

(A) 54.4 eV (B) 24 eV

(C) 122.4 eV (D) 216 eV

ઉકેલ. (D) $\frac{13.6(Z)^2}{(3)^2}=24$

I.E. $= 13.6(Z)^2 = (24 \times 9) = 216$ ev

ઉદાહરણ -29

H પરમાણુની આયનીકરણ ઊર્જા 21.79×10^{-19} J છે, તો Li^{2+} આયનની બીજી ઉત્તેજિત અવસ્થાની બંધન ઊર્જાનું મુલ્ય કેટલું છે ?

(A) $3^2 \times 21.7 \times 10^{-19}$ J

(B) 21.79×10^{-19} J

(C) $\frac{1}{3} \times 21.79 \times 10^{-19}$ J

(D) $\frac{1}{3^2} \times 21.79 \times 10^{-19}$ J

ઉદાહરણ -30

જો H પરમાણુ નમૂનામાં ઇલેક્ટ્રોન 7મી ઉત્તેજિત અવસ્થાથી 2જી ઉત્તેજીત અવસ્થામાં સંક્રમણ કરે તો જોવા મળતી વર્ણપટ રેખાઓની મહત્તમ સંખ્યા શોધો.

ઉકેલ. $\Delta n = 8 - 2 = 6$

વર્ણપટ રેખાઓ

$$=6\left(\frac{6+1}{2}\right)=6\times\frac{7}{2}=21$$

ઉદાહરણ -31

હાઈડ્રોજન વર્ણપટના ક્યા સંક્રમણની તરંગ લંબાઈ He^+ વર્ણપટના બામર સંક્રમણ n = 4 થી n = 2 ની લંબાઈને સમાન હશે ?

(A) $n_2 = 2$ to $n_1 = 1$

(B) $n_2 = 3$ to $n_1 = 1$

(C) $n_2 = 4$ to $n_1 = 2$

(D) $n_2 = 5$ to $n_1 = 3$

જવાબ. (A)

ઉકેલ. He^+ આયન માટે,

$$\frac{1}{\lambda}= R_HZ^2\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]= R_H[2]^2\left[\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right]$$

$$=\frac{3}{4}R_H \qquad \text{...(A)}$$

હવે H પરમાણુ માટે,

$$\frac{1}{\lambda}= R_H\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right] \qquad \text{...(B)}$$

સમીકરણ (A) અને (B) ને સરખાવતા

$$\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}=\frac{3}{4}$$

સહજ રીતે $n_1 = 1$ અને $n_2 = 2$ આથી હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં n = 2 થી n = 1 સંક્રમણની તરંગ લંબાઈ He^+ પ્રજાતિમાં n = 4 થી n = 2 સંક્રમણની તરંગલંબાઈ જેટલી હશે.

ઉદાહરણ -32

H પરમાણુ માટે 1લી અને 2જી બોહર કક્ષા વચ્ચે ઊર્જામાં તફાવત નક્કી કરો. ક્યાં લઘુત્તમ પરમાણુ ક્રમાંક માટે n = 2 થી n = 1 ઊર્જા સ્તરમાં સંક્રમણથી $\lambda = 3.0 \times 10^{-8}$ m સાથે ક્ષ-કિરણોનું ઉત્સર્જન થશે. હાઈડ્રોજન વર્ણપટ જેવી કઈ પ્રજાતિ આ પરમાણુ ક્રમાંકને અનુરૂપ છે ?

ઉકેલ. H માટે $E_1 = -13.6$ eV

$\therefore$ H માટે $E_2 = (-13.6/2^2) = -13.6/4 = -3.4$ eV

$\therefore$ $E_2 - E_1 = -3.4 - (-13.6) = \mathbf{+10.2\ eV}$

તેમજ H જેવા પરમાણુ માટે; $\lambda = 3.0 \times 10^{-8}$ m

$$\frac{1}{\lambda}=R_H.Z^2\left[\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right]$$

$$\frac{1}{3\times10^{-8}}=1.09\times10^7\times Z^2\times\frac{3}{4}$$

$\therefore$ $Z^2 = 4$ અને $\mathbf{Z = 2}$

ઉદાહરણ -33

જ્યારે $R_H = 109678\ cm^{-1}$ ત્યારે લેમન શ્રેણીના H વર્ણપટમાં સૌથી ટૂંકી તરંગ લંબાઈ કઈ છે ?

(A) 1215.67 Å (B) 911.7 Å

(C) 1002.7 Å (D) 1127.30 Å

જવાબ. (B)

ઉકેલ. લેમન શ્રેણી માટે $n_1 = 1$

લેમન શ્રેણીની સૌથી ટૂંકી 'λ' માટે સંક્રમણ દર્શાવતા બે સ્તરોમાં ઊર્જાનો તફાવત મહત્તમ હોવો જોઈએ. (એટલે કે $n_2 = \infty$).

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right] = 109678$$

$$\therefore \quad \lambda = 911.7 \times 10^{-8} \quad = \mathbf{911.7\ Å}$$

ઉદાહરણ -34

જોવા મળતા શક્ય વિકિરણોના વિવિધ મહત્તમ પ્રકારોની ગણતરી (ઊંચા ઊર્જા સ્તરથી નીચા ઊર્જા સ્તરમાં)

ઉકેલ. $n_2 = n, \quad n_1 = 1$

વિવિધ તરંગ લંબાઈ સાથે મળતા વિકિરણોની કુલ સંખ્યા = 1લા સ્તરે પૂર્ણ થતા સંક્રમણ + 2જા સ્તરે પૂર્ણ થતાં સંક્રમણ .... (n – 1) ઊર્જા સ્તરે પૂર્ણ થતાં સંક્રમણ.

= લેમન શ્રેણીમાં વિકિરણોની કુલ સંખ્યા + બામર શ્રેણીમાં વિકિરણોની કુલ સંખ્યા ....+ (n – 1) શ્રેણીમાં વિકિરણોની કુલ સંખ્યા

$= (n-1) + (n-2) + (n-3)$ .... $+ 2 + 1$

$$\Rightarrow \frac{(n-1)(n-1+1)}{2} \Rightarrow \frac{n(n-1)}{2}$$

$\Rightarrow (n_1 - n_1) + n_2 - (n_1 + 1)$ .... $+2+1$

વિવિધ વિકિરણોની કુલ સંખ્યા

$$= \frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2} = \frac{\Delta n(\Delta n + 1)}{2}$$

Δn = ઊંચા ઊર્જા સ્તર અને નીચા ઊર્જા સ્તરમાં તફાવત

ઉદાહરણ -35

1લા, 2જા અને ત્રીજા સ્તરો માટે પરમાણુના ઊર્જા સ્તરો અનુક્રમે E, 4E, 2E છે. જો 3 થી 1 સંક્રમણ માટે λ તરંગલંબાઈના ફોટોનનું ઉત્સર્જન થાય. તો 2 થી 1 સંક્રમણ માટે λ માં તરંગલંબાઈ ગણો.

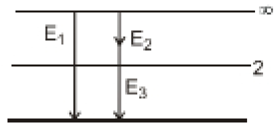
ઉકેલ. $2E - E = E = \frac{hc}{\lambda_1} \quad \frac{4E}{3} - E = \frac{E}{3} = \frac{hc}{\lambda_2}$

$\Rightarrow 3\lambda = \lambda_2$

ઉદાહરણ -36

ધારો કે લેમન શ્રેણીની શ્રેણી સીમાની આવૃત્તિ n_1 છે. લેમન શ્રેણીની 1લી રેખાની આવૃત્તિ n_2 છે. બામર શ્રેણીની શ્રેણી સીમાની આવૃત્તિ n_3 છે. તો n_1, n_2 અને n_3 વચ્ચે સંબંધ શોધો.

ઉકેલ.



$E_1 = E_2 + E_3$

$\Rightarrow h\nu_1 = h\nu_2 + h\nu_3 \Rightarrow n_1 = n_2 + n_3$

ઇલેક્ટ્રોનનો દ્વૈત સ્વભાવ (દી-બ્રોગ્લી પૂર્વધારણા)

(a) આઈન્સ્ટાઈને સૂચવ્યું હતું કે પ્રકાશ તરંગ તેમજ કણની જેમ વર્તી શકે છે એટલે કે તે દ્વૈત સ્વભાવ ધરાવે છે.

(b) 1924 માં, દી બ્રોગ્લીએ જણાવ્યું કે ઇલેક્ટ્રોન એ દ્રવ્ય કણ અને તરંગ બંને તરીકે વર્તે છે.

(c) આથી નવો વાદ મળ્યો, દ્રવ્યનો તરંગ યાંત્રીકીવાદ આ વાદ અનુસાર, ઇલેક્ટ્રોન, ફોટોન અને પરમાણુ પણ જ્યારે ગતિમાં હોય ત્યારે તરંગ ગુણધર્મો ધરાવે છે.

(d) દી બ્રોગ્લી અનુસાર, v વેગ સાથે ગતિ કરતાં m દળના કણ સાથે સંકળાયેલી તરંગલંબાઈ, $\lambda = \frac{h}{mv}$ છે. જ્યાં h પ્લાન્કનો અચળાંક છે.

દી બ્રોગ્લી સમીકરણની તારવણી :

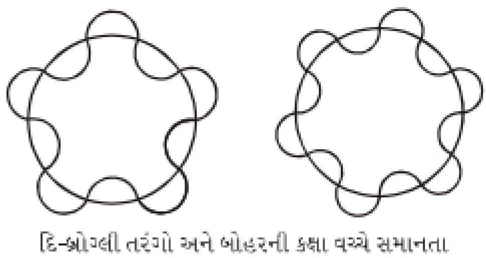
ફોટોન માટે,

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad ...(i)$$

$$E = mc^2 \quad ...(ii)$$

$$mc^2 = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{h}{mc} = \frac{h}{p}$$



દિ-બ્રોગ્લી તરંગો અને બોહરની કક્ષા વચ્ચે સમાનતા

તેણે તારવ્યું કે વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો પાસે થોડુંક સંકળાયેલું દળ અથવા સંકળાયેલું વેગમાન હોય છે, એ જ રીતે m દળના અને v વેગ સાથે ગતિ કરતાં દરેક કણ સાથે તરંગ સંકળાયેલ હોય છે અને આ સંકળાયેલા તરંગોને દ્રવ્ય તરંગો અથવા દી બ્રોગ્લી તરંગો કહે છે.

$$\lambda = h / mv = h / p$$

• દી બ્રોગ્લી પૂર્વધારણાની પ્રાયોગીક સાબિતિ ડેવિસન અને ગર્મર દ્વારા અપાયેલ :

તેમણે અવલોકન કર્યું કે ઇલેક્ટ્રોનનું પુંજ ક્ષ-કિરણોની જેમ જ નિકલ સ્ફટીક દ્વારા વિવર્તન પામે છે. તે ઊપરાંત વિવર્તન પ્રયોગ દ્વારા નક્કી કરેલ ઇલેક્ટ્રોનની તરંગલંબાઈ એ દી બ્રોગ્લી સમીકરણથી ગણેલા મૂલ્ય જેટલી જ છે.

દી બ્રોગ્લી સમીકરણ પરથી કોણીય વેગમાનના ક્વોન્ટમીકરણની બોહરની પૂર્વધારણાની તારવણી

દી બ્રોગ્લી અનુસાર, ગતિમાન ઇલેક્ટ્રોન સાથે સંકળાયેલ તરંગ પૂર્ણ રીતે કળામાં હોવું જોઈએ અને આથી માત્ર એ જ કક્ષકો શક્ય છે જ્યાં કક્ષકનો પરીઘ λ નો પૂર્ણ ગુણક હોય એટલે કે, $2\pi r = n\lambda$, જ્યાં n તરંગ સંખ્યા છે.

$$2\pi r = \frac{nh}{mv} \Rightarrow \quad mvr = \frac{nh}{2\pi}$$

ઊપરનાં સમીકરણ પરથી તે કહી શકાય કે કોષ તરંગોમાં તરંગ સંખ્યા = કોષ ક્રમાંક.

• જો કણની ગતિ ઊર્જા E હોય તો દી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈની ગણતરી :

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

$2E = mv^2$ $\qquad$ $2mE = m^2v^2 = p^2$

$$p = \sqrt{2mE}$$

$$\frac{h}{\lambda_{dB}} = \sqrt{2mE} \quad \Rightarrow \quad \lambda_{dB} = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$$

જો સ્થિર રહેલા વિદ્યુતભારીત કણ (વિદ્યુતભાર'q' ધરાવતા) ને વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવત 'V' વોલ્ટ વડે પ્રવેગીત કરવામાં આવે તો

$$\lambda_{dB} = \frac{h}{\sqrt{2mqv}}, \Rightarrow \lambda_{dB} = \sqrt{\frac{150}{V}}\,\text{Å}$$ (માત્ર ઇલેક્ટ્રોન માટે)

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -37

કણનું દળ 1 mg અને તેનો વેગ and 4.5×10^5 cm સેમી પ્રતિ સેકન્ડ છે. આ કણની તરંગલંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ $h = 6.652 \times 10^{-27}$ અર્ગ - સેકન્ડ.

(1) 1.4722×10^{-24} cm $\qquad$ (2) 1.4722×10^{-29} cm

(3) 1.4722×10^{-32} cm $\qquad$ (4) 1.4722×10^{-34} cm

ઉકેલ. આપેલ છે કે, $m = 1$ mg $= 1 \times 10^{-3}$ g, $v = 4.5 \times 10^5$ cm/s, $h = 6.652 \times 10^{-27}$ erg s.

$$\therefore \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.652 \times 10^{-27}\, erg\, s}{1 \times 10^{-3}\, g \times 4.5 \times 10^5\, cm/s}$$

$= 1.4722 \times 10^{-29}$ cm

ઉદાહરણ -38

25 g વજનનો દડો 6.6×10^4 cm/s ના વેગ સાથે ગતિ કરે છે, તો તેની સાથે સંકળાયેલી દી બ્રોગ્લી λ શોધો.

જવાબ. $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 10^7\, erg}{25 \times 6.6 \times 10^4\, cm/s} s$

$= 0.04 \times 10^{-31}$ cm

$= 4 \times 10^{-33}$ cm

ઉદાહરણ -39

3eV ગતિ ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનની λ_{dB} ગણો.

ઉકેલ. $\lambda_{dB} = \sqrt{\frac{150}{3}} = \sqrt{50}$ Å

ઉદાહરણ -40

4.55×10^{-25} J ગતિ ઊર્જા ધરાવતા ગતિમાન ઇલેક્ટ્રોનની તરંગલંબાઈ ગણો.

ઉકેલ. ગતિ ઊર્જા = (½mu²) = 4.55×10^{-23} J

$$\therefore \quad u^2 = \frac{2 \times 4.255 \times 10^{-25}}{9.108 \times 10^{-31}}$$

$$\therefore \quad u = 10^3\ m\ sec^{-1}$$

$$\therefore \quad \lambda = \frac{h}{mu} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.108 \times 10^{-31} \times 10^3}$$

$= \mathbf{7.27 \times 10^{-7}}$ **meter**

ઉદાહરણ -41

હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં, એક ઇલેક્ટ્રોન તેની ધરા અવસ્થામાં તેને પરમાણુથી બહાર છટકી જવા જરૂરી ઊર્જા (13.6 eV) કરતાં બે ગણી ઊર્જાનું શોષણ કરે છે. ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની તરંગ લંબાઈ કેટલી હશે?

(A) 1.34×10^{-10} m $\qquad$ (B) 2.34×10^{-10} m

(C) 3.34×10^{-10} m $\qquad$ (D) 4.44×10^{-10} m

જવાબ. (C)

ઉકેલ. પરમાણુ વડે શોષાતી ઊર્જા

$= 2 \times 13.6 = 27.2$ eV

બહાર છટકવામાં વપરાતી ઊર્જા = 13.6 eV

ગતિ ઊર્જામાં રૂપાંતરીત ઊર્જા = $13.6 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J

ઉદાહરણ -42

દર્શાવો કે 50 m sec^{-1} ના વેગ સાથે ગતિ કરતાં 150 g રબરના દડાની તરંગલંબાઈ અવલોકન કરી શકાય તેટલી ટૂંકી છે.

ઉકેલ. $\because \quad \lambda = \frac{h}{mu}$

આપેલ $u = 50 \text{ m sec}^{-1}$

$= 50 \times 10^2 \text{ cm sec}^{-1}$; $m = 150 \text{ g}$

$$\therefore \lambda = \frac{6.625\times10^{-27}}{150\times50\times10^2} = \mathbf{8.83\times10^{-33}\ cm}$$

આ તરંગલંબાઈ દૃશ્યમાન વિસ્તારની λ કરતાં ઘણી લાંબી છે. આથી તે દૃશ્યમાન નહીં હોય.

ઉદાહરણ -43

એક ઇલેક્ટ્રોન પૂંજ સ્ફટિક દ્વારા વિવર્તન પામે છે. ઇલેક્ટ્રોનના પૂંજને કેટલા વિદ્યુત સ્થિતિમાનથી પ્રવેગત કરવો જોઈએ કે જેથી તેની તરંગ લંબાઈ 1.54 Å જેટલી થાય ?

ઉકેલ. આપણે જાણીએ છીએ કે

$$\frac{1}{2}mu^2 = eV$$

અને $\lambda = \frac{h}{mu}$ અથવા $u = \frac{h}{m\lambda}$ અથવા $u^2 = \frac{h^2}{m^2\lambda^2}$

$$\therefore \frac{1}{2}m\times\frac{h^2}{m^2\lambda^2} = eV$$

અથવા $V = \frac{1}{2}m\times\frac{h^2}{m^2\lambda^2\times e} = \frac{1}{2}\times\frac{h^2}{m\lambda^2\times e}$

મૂલ્યો મૂકતાં,

$$V = \frac{1}{2}\times\frac{(6.62\times10^{-34})^2}{9.108\times10^{-31}\times(1.54\times10^{-10})^2\times1.602\times10^{-19}}$$

$= \mathbf{63.3\ volt}$

હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત :

ઝડપથી ગતિ કરતા કણનું ચોક્કસ સ્થાન અને વેગમાન એક જ સમયે ચોક્કસાઈપૂર્વક ગણી શકાય નહિ. જો કણના સ્થાનના માપનમાં ક્ષતિ Δx હોય અને જો કણના વેગમાનના માપનમાં ક્ષતિ Δp હોય, તો

$\Delta x \,.\, \Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$ અથવા $\Delta x \,.\, (m\Delta v) \geq \frac{h}{4\pi}$

જ્યાં, Δx = સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા

Δp = વેગમાનમાં અનિશ્ચિતતા

h = પ્લાન્કનો અચળાંક

m = કણનું દળ

Δv = વેગમાં અનિશ્ચિતતા

જો કણનું સ્થાન ચોક્કસાઈપૂર્વક માપવામાં આવે એટલે કે,

$\Delta x \to 0$ તો $\Delta p \to \infty$.

જો કણનું વેગમાન ચોક્કસાઈપૂર્વક માપવામાં આવે એટલે કે,

$\Delta p \to 0$ તો $\Delta x \to \infty$.

આ પ્રકાશ શાસ્ત્રના સિદ્ધાંતને કારણે છે કે જો કણનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે 'λ' તરંગલંબાઈના પ્રકાશનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો સ્થાનના માપનમાં લઘુત્તમ ક્ષતિ ± λ હશે.

એટલે કે, $\Delta x = \pm \lambda$

જો $\Delta x \to 0$; $\lambda \to 0$

પરંતુ, $p = \frac{h}{\lambda} \Rightarrow p \to \infty$

આથી, $\Delta x \to 0$, $\lambda \to 0$ માટે, તેનું સ્થાન નક્કી કરવા માટે ખૂબ ઊંચી ઊર્જાના ફોટોનનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

∴ જ્યારે આ ફોટોન ઇલેક્ટ્રોન સાથે અથડાશે ત્યારે ઇલેક્ટ્રોનનું વેગમાન મોટા પ્રમાણમાં બદલાશે.

$\Delta P.\Delta X \geq \frac{h}{4\pi}$ (Δt વડે ગુણીને ભાગતાં)

$$\frac{\Delta P}{\Delta t}\Delta t.\Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

($\frac{\Delta P}{\Delta t}$ = વેગમાનમાં ફેરફારનો દર = F)

$$F.\Delta x.\Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta E \,.\, \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$$

ΔE ⟶ ઊર્જામાં અનિશ્ચિતતા

Δt ⟶ સમયમાં અનિશ્ચિતતા

- ઊર્જાની અનિશ્ચિતતા ΔE, અને સમયમાં અનિશ્ચિતતા Δt ના સ્વરૂપમાં આ સિદ્ધાંતને નીચે મુજબ લખી શકાય છે.

$$\Delta E.\Delta t \geq \frac{h}{4\pi}.$$

- હાઈઝનબર્ગે નિશ્ચિત કક્ષકોના ખ્યાલને બદલે સંભાવનાનો ખ્યાલ આપ્યો.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -44

એક ગોલ્ફ દડાનું દળ 40 g છે અને ઝડપ 45 m/s છે. જો ઝડપ 2% ની ચોક્કસાઈ સાથે માપી શકીએ તો સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા ગણો.

ઉકેલ. ઝડપમાં અનિશ્ચિતતા 2% છે.

એટલે કે, $45 \times \frac{2}{100} = 0.9 \text{ m s}^{-1}$. સમીકરણનો ઉપયોગ કરતાં

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi m\,\Delta v} = \frac{6.626\times10^{-34}}{4\times3.14\times40\times10^{-3}\,(0.9\,\text{m s}^{-1})}$$

$= 1.46 \times 10^{-33}$ m

આ સામાનયૃ પરમાણુ કેન્દ્રના વ્યાસ કરતાં લગભગ ~ 10^{18} ગણું નાનું છે. અગાઉ નોંધ્યા મુજબ, મોટા કણો માટે, અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત માપનની ચોક્કસાઈમાં કોઈ અર્થપૂર્ણ સીમા આપતો નથી.

શ્રોડિંન્જર સમીકરણ :

શ્રોડિન્જર સમીકરણ એ નીચેના સમીકરણ અનુસાર તરંગ યાંત્રીકીનું કેન્દ્રીય સમીકરણ છે.

$$\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\Psi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\Psi}{\partial z^2}+\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\Psi = 0$$

Ψ = તરંગ વિધેય = f(x, y, z)

E = કણની કુલ ઊર્જા

V = કણની સ્થિતિ ઊર્જા

(i) શ્રોડિન્જર સમીકરણનો ઉકેલ અનંત ઉકેલ આપે છે.

(ii) મોટા ભાગનાં ઉકેલો વાસ્તવિક (અથવા સ્વીકાર્ય) નથી. માત્ર થોડા ઉકેલો જ સ્વીકાર્ય છે.

(iii) દરેક ઉકેલ - Ψ (x, y, z) નિશ્ચિત ઊર્જા અવસ્થાને અનુરૂપ છે. (ન્યૂટનના નિયમની સરખામણીમાં જ્યાં ઊર્જાનું મૂલ્ય ગમે તે હોઈ શકે છે.)

યોગ્ય ગાણિતિય ફેરફારો દ્વારા મુખ્ય સમીકરણને બે ભાગમાં તોડવામાં આવે છે અને અલગ અલગ ઉકેલવામાં આવે છે.

(a) ત્રિજ્યાકીય ભાગ માત્ર 'r' ધરાવે છે.

(b) કોણીય ભાગ θ અને ϕ ધરાવે છે.

દરેક Ψ જે તે નિશ્ચિત ક્વૉન્ટમ અવસ્થા વિશે બધી માહિતી ધરાવે છે.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -45

પરમાણુનો તરંગ યાંત્રીકી નમૂનો શેના પર આધારીત છે ?

(A) દ્રવ્યના દ્વૈત સ્વભાવનો દી બ્રોગ્લી ખ્યાલ

(B) હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

(C) શ્રોડિન્જર તરંગ સમીકરણ

(D) ઊપરના તમામ

જવાબ. **(D)**

ઉદાહરણ -46

કક્ષાને શેના દ્વારા સાચી રીતે વર્ણવી શકાય છે ?

(A) ψ^2 (B) ψ

(C) $|\psi^2|\psi$ (D) એકપણ નહિં

જવાબ. **(A)**

પરમાણુનો તરંગ યાંત્રિકી નમૂનો

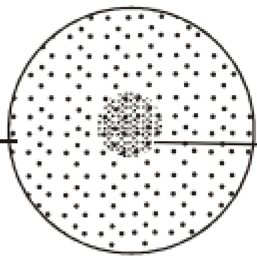
(A) ψ^2 [સંભાવના ઘનતા]

વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગવાદ અનુસાર, પ્રકાશની તીવ્રતા કંપવિસ્તારના વર્ગના સમપ્રમાણમાં છે. એ જ રીતે ψ^2 એ ઇલેક્ટ્રોન તરંગની તીવ્રતા એટલે કે તે બિંદુએ ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવનાનો ખ્યાલ આપે છે.

કક્ષકો

n કક્ષકને પરમાણુ કેન્દ્રની ફરતે જ્યા ઈલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના મહત્તમ હોય. (90% to 95%) તે અવકાશના વિસ્તાર તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે.

કક્ષકો ઈલેક્ટ્રોન માટે નિશ્ચિત પાથ વ્યાખ્યાયિત કરતી નથી, પરંતુ તેઓ પરમાણુ કેન્દ્રની ફરતેના અવકાશમાં વિવિધ વિસ્તારમાં ઈલેક્ટ્રોન હોવાની માત્ર સંભાવના આપે છે.



કક્ષા અને કક્ષક વચ્ચે તફાવત			
	કક્ષા		**કક્ષકો**
1.	તે ન્યુક્લિયસની આસપાસ ભ્રમણ કરતા ઈલેક્ટ્રોન દ્વારા અનુસરાતો સુવ્યાખ્યાયીત વર્તુળાકાર પથ છે.	1.	તે ન્યુક્લિયસની આસપાસના અવકાશનો વિસ્તાર છે. જ્યાં ઈલેક્ટ્રોન મળવાની શક્યતા વધુ છે.
2.	તે ઈલેક્ટ્રોનની ગ્રહીય ગતિ દર્શાવે છે.	2.	તે ન્યુક્લિયસની ફરતે ઈલેક્ટ્રોનની 3 પરમાણ્વીય ગતિ દર્શાવે છે.
3.	કક્ષાઓમાં ઈલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા છે. જ્યાં n કક્ષાનો ક્રમ છે.	3.	કક્ષકમાં 2 કરતાં વધુ ઈલેક્ટ્રોન હોઈ શકે નહિ.
4.	કક્ષાનો આકાર વર્તુળ છે.	4.	કક્ષકોના વિવિધ આકારો ધરાવે છે. દા.ત. s-કક્ષક ગોળાકાર છે, p- કક્ષક ડંબેલ આકારની છે.
5.	કક્ષાઓ બિન દિશાકીય પ્રકારની છે. આથી, તે અણુઓનો આકાર સમજાવી શકતી નથી.	5.	કક્ષકો (સિવાય કે s-કક્ષક) દિશાકીય લક્ષણ ધરાવે છે. આથી, તે અણુના આકારનું કારણ છે.
6.	સુવ્યાખ્યાયીત કક્ષાનો ખ્યાલ હાઈઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિદ્ધાંતની વિરુદ્ધ છે.	6.	કક્ષકોનો ખ્યાલ હાઈઝનબર્ગના સિદ્ધાંત અનુસાર છે.

(B) ક્વૉન્ટમ આંકો

હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે શ્રોડિંજર સમીકરણના ઉકેલમાં, ત્રણ ક્વૉન્ટમ આંકો ઉકેલની અવકાશીય ભૂમિતિ પરથી મળે છે અને ચોથો ક્વૉન્ટમ આંક ઈલેક્ટ્રોનની સ્પિનમાંથી મળે છે. પૌલી નિષેધ નિયમ અનુસાર કોઈપણ બે ઈલેક્ટ્રોનના ક્વૉન્ટમ આંકોનો સમૂહ એકમાન હોઈ શકે નહિ, આથી ક્વૉન્ટમ આંકો આપેલ અવસ્થા ધરાવતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પર મર્યાદા રાખે છે અને આથી તત્ત્વોનું આવર્ત કોષ્ટક બનાવવામાં સ્પષ્ટતા આપે છે.

a. મુખ્ય ક્વૉન્ટમ આંક (n) : (બોહરે રજૂ કર્યો)

હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે શ્રોડિંજર સમીકરણના ત્રિજ્યાકીય ભાગના ઉકેલથી મુખ્ય ક્વૉન્ટમ આંક અથવા કુલ ક્વૉન્ટમ આંક n મળે છે. હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોનની બંધન અવસ્થા ઊર્જા $E_n = \frac{-13.6eV}{n^2}$ દ્વારા આપવામાં આવે છે.

(i) n નું સ્વીકાર્ય મુલ્ય : 1 થી ∞ (અનંત) સુધી દરેક પૂર્ણાંકો

(ii) આ આંક પરમાણુમાં કોષની ઓળખ આપે છે.

(iii) તે સરેરાશ અંતર 'R' નો વિચાર આપે છે. [ન્યુક્લિયસથી કોઈ કક્ષકનું કદ, સરેરાશ અંતર વધારે હશે અને આથી કદ વધારે હશે.]

(iv) તે અમુક હદ સુધી ઈલેક્ટ્રોનની ઊર્જાનો ખ્યાલ આપે છે. n નું મુલ્ય વધારે, તેમ ઊર્જા વધુ હશે. (જો 'λ' અચળ હોય.) ઉદાહરણ તરીકે ઊર્જાનો ક્રમ 4s > 3s > 2s > 1s

(v) તે કોઈ કોષમાં હાજર કક્ષકોની કુલ સંખ્યાનું મુલ્ય આપે છે અને તે n^2 જેટલું છે.

(vi) તે ઈલેક્ટ્રોનની કુલ સંખ્યાનું મુલ્ય આપે છે. જે આપેલ કોષમાં હાજર હોઈ શકે છે. $= 2n^2$.

(vii) તે ઈલેક્ટ્રોનના કોણીય વેગમાનનું મુલ્ય આપે છે. એટલે કે, $\frac{nh}{2\pi}$

(viii) તે ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિતરણનો ફેરફાર આપે છે.

b. એઝીમ્યુથલ ક્વૉન્ટમ આંક અથવા કોણીય વેગમાન ક્વૉન્ટમ આંક (ℓ) :(સોમરફિલ્ડે રજૂ કર્યો)

ℓ નું સ્વીકાર્ય મુલ્ય 0 થી (n -1) છે. એટલે કે ℓ નું મૂલ્ય n દ્વારા મર્યાદિત છે.

n = 1, $\ell = 0$

n = 2, $\ell = 0, 1.$; એટલે કે ℓ ના 2 મૂલ્યો.

n = 3, $\ell = 0, 1, 2.$ એટલે કે ℓ ના 3 મૂલ્યો.

'ℓ' ના મૂલ્યોની સંખ્યા મુખ્ય ક્વૉન્ટમ આંક 'n' જેટલી છે.

તે પરમાણુમાં પેટા કોષની ઓળખ આપે છે.

'ℓ' નું મુલ્ય પેટા - કોષનું નામ અને કક્ષકનો આકાર આપે છે.

ℓ	સંજ્ઞા	નામ	આકાર
0	s	તીક્ષ્ણ	ગોળાકાર
1	p	મુખ્ય	ડંબેલ આકારનો
2	d	પ્રસાર	બમણા ડંબેલ આકારનો
3	f	મૂળભૂત	જટીલ

c. ચુંબકીય ક્વૉન્ટમ આંક (m)(લિન્ડેએ રજૂ કર્યો)

આ ક્વૉન્ટમ આંકનું સીધું સૂચન એ છે કે $L_z = m_l h / 2\pi$ અનુસાર કોણીય વેગમાનનો z - ઘટક ક્વૉન્ટીકૃત છે. તેને ચુંબકીય ક્વૉન્ટમ આંક કહે છે. કારણ કે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્ર લાગુ કરવાથી વર્ણપટ રેખામાં ફાટો પડે છે. જેને ઝિમેન અસર કહે છે. ચુંબકીય ક્વૉન્ટમ આંક વડે દર્શાવેલ કક્ષકીય કોણીય વેગમાનની વિવિધ દિશાકીય ગોઠવણીને સદિશ નમૂનાના સ્વરૂપમાં સમજી શકાય છે.

d. સ્પિન ક્વૉન્ટમ આંક (s) (સેમ્યુઅલ ગોલ્ડસ્મીટ અને યુલેનબેકે રજૂ કર્યો)

વિદ્યુતભાર અને દળ ઊપરાંત ઈલેક્ટ્રોન ચાક કોણીય વેગમાન પણ ધરાવે છે. જેને સામાન્ય રીતે સ્પિન (ચાક) કહે છે. ઈલેક્ટ્રોનનું સ્પિન કોણીય વેગમાન અચળ છે અને બદલી શકાતું નથી.

ઈલેક્ટ્રોન સ્પિન s = 1/2 એ ઈલેક્ટ્રોનનો આંતરીક ગુણધર્મ છે. ઈલેક્ટ્રોન પાસે આંતરીક કોણીય વેગમાન હોય છે. જેને ક્વૉન્ટમ આંક 1/2 વડે લાક્ષણિત કરવામાં આવે છે. અન્ય ક્વૉન્ટીકૃત કોણીય વેગમાનની રીતમાં, આ કુલ કોણીય વેગમાન આપે છે. જોવા મળતું પરીણામી સૂક્ષ્મ બંધારણ. કોણીય વેગમાન z-ઘટક માટે બે શક્યતાઓને અનુરૂપ છે.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -47

શ્રોડિન્જર તરંગ સમીકરણમાંથી ન મળતો ક્વૉન્ટમ આંક ક્યો છે ?

(A) n (B) ℓ

(C) m (D) s

ઉકેલ. **(D)** શ્રોડિંજરનું તરંગ સમીકરણ e⁻ ની દિશા સાથે સંબંધિત નથી. આથી ચોથો ક્વૉન્ટમ આંક s મળતો નથી.

ઉદાહરણ -48

પરમાણુમાં ઈલેક્ટ્રોન માટે લાગુ ન પડતો ક્વૉન્ટમ આંકનો સમૂહ ક્યો છે ?

(A) n = 1, ℓ = 1, m = 1, s = + 1/2

(B) n = 1, ℓ = 0, m = 0, s = + 1/2

(C) n = 1, ℓ = 0, m = 0, s = – 1/2

(D) n = 2, ℓ = 0, m = 0, s = + 1/2

ઉકેલ. (A) કારણ કે n > ℓ

n = 1, ℓ = 1, m = 1, s = + ½ શક્ય નથી.

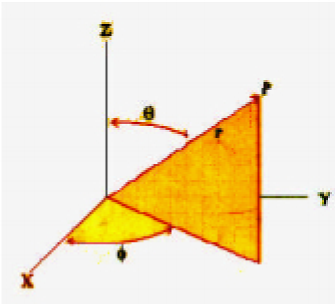
ઉદાહરણ -49

નીચેનામાંથી કઈ ગોઠવણી અશક્ય છે ?

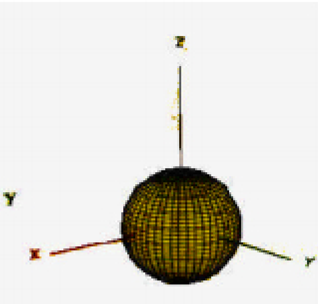
	n	ℓ	m	s
(A)	3	2	–2	½
(B)	4	0	0	½
(C)	3	2	–3	½
(D)	5	3	0	½

ઉકેલ. **(C)** કારણ કે n > ℓ, આથી m = – ℓ થી + ℓ

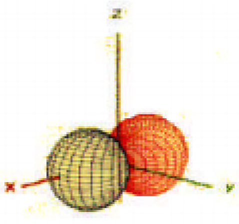
પરમાણ્વીય કક્ષકોના આકારો



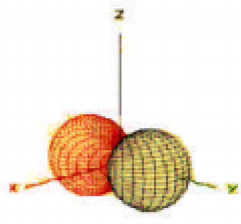
ગોળાકાર ધ્રુવીય યામ



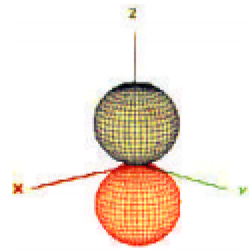
S



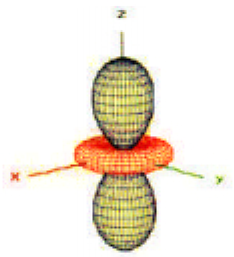
P_X



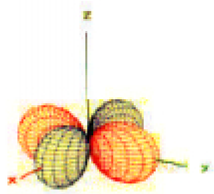
P_Y



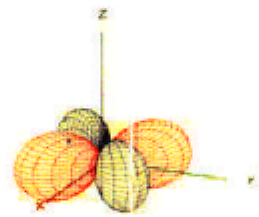
P_z



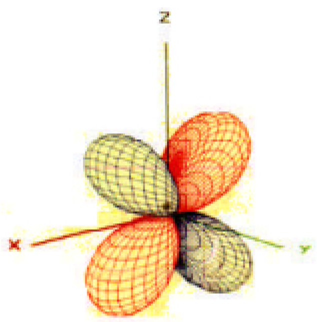
d_{z^2}



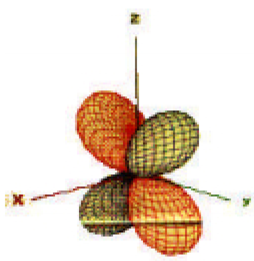
$d_{x^2-y^2}$



d_{xy}



d_{xz}



d_{yz}

પરમાણુમાં કક્ષકો ભરાવી :

વિવિધ પરમાણુની કક્ષકોમાં ઇલેક્ટ્રોનની ગોઠવણી 3 સિદ્ધાંતોને આધારે થાય છે.

(a) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત

વિવિધ કક્ષકોમાં ઇલેક્ટ્રોનનો ઉમેરો સામાન્ય રીતે સૌથી ઓછી ઊર્જાની કક્ષકથી શરૂ કરીને ક્રમિક રીતે વધતી ઊર્જાના ક્રમમાં થાય છે.

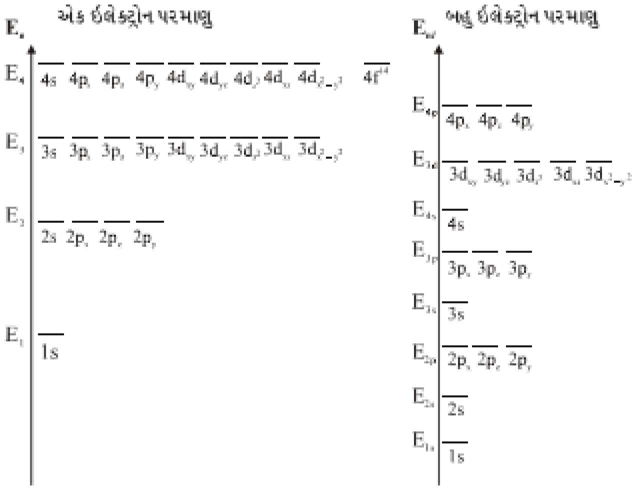
કક્ષકોની ઊર્જાઓ

(i) **હાઈડ્રોજન પરમાણુ :** હાઈડ્રોજન પરમાણુના કિસ્સામાં, કક્ષકોની ઊર્જા મુખ્યત્વે મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક દ્વારા નક્કી કરવામાં આવે છે.

$$\therefore n\uparrow,\ E\uparrow$$

H પરમાણુ માટે

$1s < 2s = 2p < 3s = 3p = 3d < 4s = 4p$



(ii) **બહુઇલેક્ટ્રોનિક પરમાણુઓ :** બહુ ઇલેક્ટ્રોનીક પરમાણુઓના કિસ્સામાં, કક્ષકોની ઊર્જા n અને l બંને પર આધાર રાખે છે અને આથી કક્ષકોની ઊર્જાને સામાન્ય રીતે $(n + l)$ નિયમના આધારે સરખાવવામાં આવે છે.

$\Rightarrow$ **n + l નિયમ :**

(iii) $(n + l)$ મુલ્ય વધે તેમ કક્ષકોની કુલ ઊર્જા વધે છે.

(iv) જો વિવિધ કક્ષકોનું $(n + l)$ મુલ્ય સમાન હોય તો ઓછું n મુલ્ય ધરાવતી કક્ષકની ઊર્જા ઓછી હશે.

$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s < 3d < 4p < 5s < 4d < 5p < 6s < 4f < 5d < 6p < 7s$

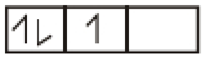
(b) પૌલીનો નિષેધ નિયમ

આ સિદ્ધાંત સૂચવે છે કે પરમાણુમાં કોઈપણ બે ઇલેક્ટ્રોનના ચારેય ક્વોન્ટમ આંકના સમૂહો સમાન હોઈ શકે નહિ.

(c) હુંડનો મહત્તમ ભ્રમણ (ગુણકતા) નો નિયમ

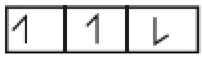
સમાન ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકોમાં (ડિજનરેટ કક્ષકો તરીકે પણ ઓળખાય છે.) ઇલેક્ટ્રોન ભરાતા સમયે અડધી ભરાયેલી કક્ષકમાં અન્ય ઇલેક્ટ્રોન સાથે યુગ્મ બનાવતા પહેલા ઇલેક્ટ્રોન સમાન ઊર્જા ધરાવતી દરેક કક્ષકોમાં ભરાશે. ધરા અવસ્થાએ પરમાણુ શક્ય તેટલા અયુગ્મીત ઇલેક્ટ્રોન ધરાવવાનું વલણ ધરાવે છે. આ પ્રક્રિયા સમજવામાં જો ચુંબકોના સમાન ધ્રુવોને સંપર્કમાં લાવવામાં આવે તો તે કેવી રીતે વર્તે છે. તેમ ઇલેક્ટ્રોન સમાન રીતે વર્તે છે. તેવું ધ્યાનમાં લો. ઋણ વિદ્યુત ભારીત ઇલેક્ટ્રોન કક્ષકોમાં ભરાય છે, ત્યારે તે યુગ્મ બનાવતા પહેલા એકબીજાથી શક્ય તેટલા દૂર જવાનો પ્રયત્ન કરશે.

ગુણકતાને $2|s| + 1$ તરીકે દર્શાવવામાં આવે છે જ્યાં s કુલ સ્પિન દર્શાવે છે.



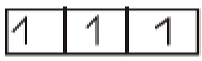
$$s = +\frac{1}{2} - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = +\frac{1}{2}$$

$2|s| + 1 = 2$



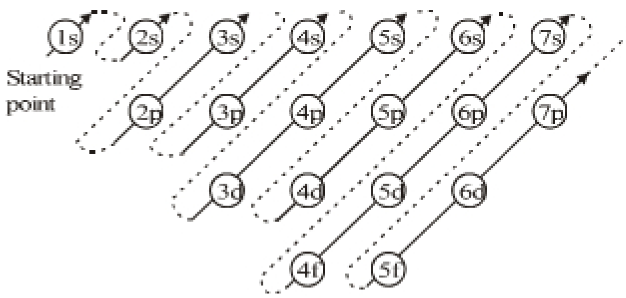
$$s = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2} - \frac{1}{2} = +\frac{1}{2},$$

$2|s| + 1 = 2$



$$s = +\frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = +\frac{3}{2},$$

$2\left|\frac{3}{2}\right| + 1 = 4$ (તેનું ગુણકતા મહત્તમ છે.)



$1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2, 3d^{10}, 4p^6, 5s^2, 4d^{10}, 5p^6, 6s^2, 4f^{14}, 5d^{10}, 6p^6, 7s^2, 5f^{14}, 6d^{10}, ...$

પરમાણુની ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચના

પરમાણુના વિવિધ કોષ પેટા કોષ અને કક્ષકોમાં પરમાણુના ઇલેક્ટ્રોનના વિતરણને ઇલેક્ટ્રોન સંરચના કહે છે.

સંયોજકતા કોષ અથવા બાહ્યત્તમ કોષ $\rightarrow$ nમોકોષ

ઉપાંત્ય કોષ - બાહ્યત્તમ કોષની અંદરનો કોષ $\rightarrow (n-1)$ કોષ

પ્રતિ ઉપાંત્ય કોષ $\rightarrow (n-2)$ કોષ

ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચનાને નિચેની રીતોમાં દર્શાવી શકાય છે.

(i) કક્ષકીય સંકેત પદ્ધતિ : $n\ell^x$

$Li \rightarrow 3 \rightarrow 1s^2\, 2s^1$

(ii) કક્ષકીય આલેખ પદ્ધતિ :

$Li \rightarrow 3 \rightarrow$ [↑↓] [↑]
1s 2s

(iii) ઘટ્ટ સ્વરૂપ :

[He] $2s^1$

$H \rightarrow 1 \rightarrow 1s^1 \rightarrow$ [↑]
1s

$He \rightarrow 2 \rightarrow 1s^2 \rightarrow$ [↑↓]
1s

$Li \rightarrow 3 \rightarrow 1s^2\,2s^1 \rightarrow$ [↑↓] [↑]
1s 2s

$Be \rightarrow 4 \rightarrow 1s^2\,2s^2 \rightarrow$ [↑↓] [↑↓]
1s 2s

$B \rightarrow 5 \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^1 \rightarrow$ [↑↓] [↑↓] [↑| |]
1s 2s 2p

$C \rightarrow 6 \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^2 \rightarrow$ [↑↓] [↑↓] [↑|↑|]
1s 2s 2p

$N \rightarrow 7 \rightarrow 1s^2\,2s^2\,2p^3 \rightarrow$ [↑↓] [↑↓] [↑|↑|↑]
1s 2s 2p

- **આયનોની ઈલેક્ટ્રોનીક સંરચના :**

  Al $[Ne]3s^2\,3p^1$,

  $Al^{+1} \rightarrow [Ne]3s^2$,

  $Al^{+3} \rightarrow [Ne]$

એજ રીતે સંક્રમણ તત્ત્વોના કિસ્સામાં ઈલેક્ટ્રોન nમાં કોષમાંથી દૂર થાય છે. ઊદાહરણ તરીકે 3d શ્રેણીના કિસ્સામાં 4થો કોષ.

$Sc \rightarrow [Ar]4s^2\,3d^1$,

$Sc^{+2} \rightarrow [Ar]3d^1\,4s^0$

Cl : $[Ne]3s^2.3p^5$

Cl^- : $[Ne]3s^2.3p^6$

અપવાદરૂપ સંરચનાઓ

અપેક્ષિત સંરચના $Cr - 24 \rightarrow [Ar]4s^2\;3d^4$

અવલોકિત સંરચના $Cr - 24 \rightarrow [Ar]4s^1\;3d^5$

અપેક્ષિત સંરચના $Cu - 29 \rightarrow [Ar]4s^2\;3d^9$

અપેક્ષિત સંરચના $Cu - 29 \rightarrow [Ar]4s^1\;3d^{10}$

ઉપરની અપવાદરૂપ સંરચનાઓને નિચેના પરીબળોના આધારે સમજાવી શકાય છે.

(i) સંમમિત ઈલેક્ટ્રોનિક સંરચના :

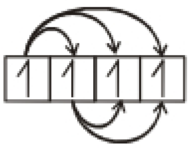
તે સુવિખ્યાત હકીકત છે કે સંમમિતિથી સ્થાયીતા મળે છે, તેથી અર્ધ ભરાયેલી અથવા પૂર્ણ ભરાયેલી (એટલે કે ઈલેક્ટ્રોનનું સંમમિત વિતરણ ધરાવતી) સંરચના ધરાવતા પેટા કોષની કક્ષકો વધારે સ્થાયી હોય છે. d અને f પેટા કોષમાં આ અસર મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

$\therefore$ d^5, d^{10}, f^7, f^{14} સંરચના વધુ સ્થાયી છે.

(ii) વિનિમય ઊર્જા :

તેવું માનવામાં આવે છે કે ડિજનરેટ કક્ષકોમાં ઈલેક્ટ્રોન નિશ્ચિત કક્ષામાં બંધાયેલા રહેતા નથી પરંતુ સમાન સ્પિન અને સમાન ઊર્જા ધરાવતા ઈલેક્ટ્રોન (સમાન ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકમાં હાજર ઈલેક્ટ્રોન) સાથે તેનું સ્થાન બદલતા રહે છે. આ પ્રક્રિયામાં ઊર્જા મુક્ત થાય છે જેને વિનિમય ઊર્જા કહે છે. જે પરમાણુને સ્થાયીતા પ્રદાન કરે છે. વિનિમયની સંખ્યા વધારે, તેમ મુક્ત થતી ઊર્જા વધારે હશે, ઊર્જા વધુ મુક્ત થાય તેમ સ્થાયીતા વધુ હશે.

$Cr \rightarrow 24$

$[Ar]4S^2\,3d^4$  $\rightarrow 3 + 2 + 1 = 6$

$\frac{n(n-1)}{2}$

$[Ar]4S^1\,3d^5$ [↑|↑|↑|↑|↑]

જ્યાં n સમાન સ્પિન ધરાવતા ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા દર્શાવે છે.

$Cr - 24 \rightarrow [Ar]4s^1\,3d^5$

$Cu - 29 \rightarrow [Ar]4s^1\,3d^{10}$ અનુક્રમે

ચુંબકીય મોમેન્ટ (μ) :

તે પદાર્થના ચુંબકીય સ્વભાવનું માપન છે.

$\mu = \sqrt{n(n+2)}$ B.M.

જ્યાં n અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા છે.

જ્યારે $\mu = 0$, તો તે પ્રજાતિમાં કોઈ અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોન નથી અને તેને પ્રતિચુંબકીય પ્રજાતિ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

જ્યારે અનુચુંબકીય પ્રજાતિઓ માટે $\mu \neq 0$, આ પ્રજાતિઓ અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોન ધરાવે છે અને ચુંબકીય ક્ષેત્રથી નબળી રીતે આકર્ષાય છે. નીચેની પ્રજાતિઓની ચુંબકીય મોમેન્ટ ગણો.

(i) Cr (ii) N

(iii) Cl (iv) Ar

(i) Cr : અયુગ્મિત ઈલેક્ટ્રોનની સંખ્યા = 6.

$= \sqrt{6(6+2)} = \sqrt{48}$ BM

સામાન્ય રીતે અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિઓ રંગીન હોય છે અથવા જ્યોતમાં રંગ આપે છે. અયુગ્મીત ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતી પ્રજાતિઓ દશ્યમાન પ્રકાશને અનુરૂપ તરંગ લંબાઈ દ્વારા સરળતાથી ઉત્તેજીત થાય છે અને આથી તે લાક્ષણિક રંગ ધરાવતા વિકિરણોનું ઉત્સર્જન કરે છે.

સાબિત કરેલાં ઉદાહરણો

ઉદાહરણ -50

$7P_y$ કક્ષક માટે n, ℓ અને m નું મુલ્ય ગણો.

ઉકેલ. $n = 7$, $\ell = 1$, $m = +1$ અથવા -1

ગોળાકાર (અથવા ત્રિજ્યાકીય) નોડ અને નોડલ સમતલો

ગોળાકાર નોડ : એવી ગોળાકાર સપાટી કે જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના શુન્ય છે તેને ગોળાકાર નોડ કહે છે.

a. **ગોળાકાર નોડ અથવા ત્રિજ્યાકીય નોડ**

સામાન્ય રીતે, કક્ષકમાં ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $n - l - 1$. જ્યાં n એ મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક અને l એઝીમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક છે. ઉદાહરણ તરીકે,

i. 1s માટે, $n = 1$ અને $l = 0$
∴ ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $1 - 0 - 1 = 0$

ii. 2s માટે , $n = 2$ અને $l = 0$
∴ ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $2 - 0 - 1 = 1$

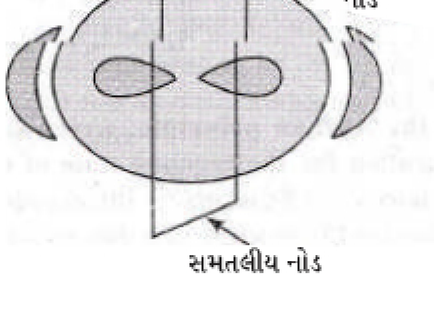
iii. 2p માટે, $n = 2$ અને $l = 1$
∴ ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $2 - 1 - 1 = 0$

iv. 3s માટે, $n = 3$ અને $l = 0$
∴ ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $3 - 0 - 1 = 2$

v. 3*p* માટે, $n = 3$ અને $l = 1$
∴ ગોળાકાર નોડની સંખ્યા = $3 - 1 - 1 = 1$

b. **નોડલ સમતલ :** જે સમતલમાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના શુન્ય હોય તેને નોડલ સમતલ કહે છે. કક્ષક માટે નોડલ સમતલની સંખ્યા = l. ઉદાહરણ તરીકે, (i) s-કક્ષક ($l - 0$) માં કોઈ નોડલ સમતલ નથી, (ii) p-કક્ષક ($l = 1$) માં એક નોડલ સમતલ છે, (iii) *d*-કક્ષક ($l = 2$) માં બે નોડલ સમતલ છે. (iv) *f*-કક્ષક ($l - 3$) માં ત્રણ નોડલ સમતલ છે.

c. **નોડની કુલ સંખ્યા** = $n - 1$



કક્ષકીય તરંગ વિધેય, સંભાવના વિતરણ અને કક્ષકોનો આકાર

પરમાણ્વીય કક્ષક એ હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે શ્રોડિન્જર સમીકરણના ઉકેલથી મળતુ બિન ઇલેક્ટ્રોન વિદ્યુત તરંગ $\psi(r, \theta, \varphi)$ છે. તે ઇલેક્ટ્રોનના ત્રણ યામો (r, θ, φ) નું ગાણીતીય વિધેય છે અને ત્રણ અલગ ભાગોમાં અવયવીકરણ કરી શકાય છે. જે દરેક માત્ર એક યામનું વિધેય છે.

$$\psi(r, \theta, \varphi) = R(r)\Theta(\theta)\Phi(\varphi)$$

જ્યાં R(r) એ ત્રિજ્યાકીય વિધેય છે કે જે ન્યુક્લિયસથી ઇલેક્ટ્રોનના અંતર *r* પર કક્ષકની આધારીતતા આપે છે અને $\Phi(\theta)$ અને $\Phi(\varphi)$ કોણીય વિધેયો છે. જે અનુક્રમે θ અને φ પર કક્ષકની કોણીય આધારીતતા આપે છે. વધુમાં, ત્રિજ્યાકીય વિધેય ક્વોન્ટમ આંક *n* અને *l* પર આધાર રાખે છે. જ્યારે કોણીય ભાગએ ક્વોન્ટમ આંક *l* અને m_l પર આધાર રાખે છે. અને *n* પર આધારીત નથી. આથી, કુલ તરંગ વિધેય ψ ને વધુ સ્પષ્ટ રીતે નીચે મુજબ લખી શકાય.

$$\psi(r, \theta, \varphi) = \underbrace{R_{n,l}(r)}_{\text{Radial Part}} \quad \underbrace{\Theta_{l,m}(\theta) \quad \Phi_m(\varphi)}_{\text{Angular Part}}$$

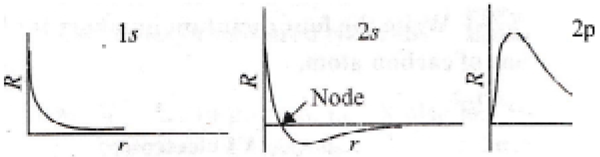
કક્ષકીય તરંગ વિધેય ψ નું કોઈ ભૌતિક મહત્ત્વ નથી. કક્ષકીય તરંગ વિધેયના નિરપેક્ષ મુલ્યના વર્ગ $|\psi|^2$ નું ભૌતિક મહત્ત્વ છે. તે પરમાણુમાં કોઈ બિંદુ પાસે ઇલેક્ટ્રોન સંભાવના ઘનતા માપે છે. આથી વિવિધ કક્ષકો માટે *r*, θ, અને φ ત્રણ યામોના વિધેય તરીકે ψ અને $|\psi|^2$ કેવી રીતે બદલાય છે તે જાણવુ રસપ્રદ હશે. જો કે અવકાશમાં ψ અને $|\psi|^2$ ના ફેરફારની આવી રજૂઆત માટે ચાર પરીમાણીય આલેખની જરૂર પડે - ત્રણ પરીમાણો યામ માટે અને ચોથું ψ અથવા $|\psi|^2$ માટે. કાગળ પર આપણે માત્ર બે પરીમાણ દોરી શકીએ છીએ. આથી આવો ફેરફાર દર્શાવવો શક્ય નથી. આપણે (i) ત્રિજ્યાકિય વિધેયના ફેરફાર અને (ii) કોણીય વિધેયના ફેરફાર માટે અલગ અલગ આલેખ દોરીને આ સમસ્યાનો ઉકેલ લાવી શકીએ.

ત્રિજ્યાકીય તરંગ વિધેય R ના ફેરફારો

a. **ત્રિજ્યાકીય તરંગ વિધેય R વિરુદ્ધ અંતર *r* ના આલેખો.**

આકૃતિ 4.33 માં 1s, 2s, અને 2p કક્ષકો માટે કક્ષકીય તરંગ વિધેયોના ત્રિજ્યાકીય ભાગનો ફેરફારો આપેલા છે. આ દરેક કિસ્સાઓમાં *r* અનંત તરફ જાય તેમ R શુન્ય તરફ જાય છે. 2p કક્ષકીય આલેખમાં જોઈ શકાય કે ત્રિજ્યાકીય વિધેય મુલ્ય ધનથી શુન્ય તરફ અને પછી ઋણ તરફ બદલાય છે. જે વિસ્તારમાં આ વિધેય શુન્ય થાય છે તેને નોડલ સપાટીઓ અથવા નોડ કહે છે. સામાન્ય રીતે, એવું જોવા મળ્યું છે કે, *ns* કક્ષકમાં $(n - 1)$ નોડ છે. એટલે કે મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક n માં વધારા સાથે નોડની સંખ્યા વધે છે. એટલે કે 2s માટે નોડની સંખ્યા એક છે અને 3s માટે બે

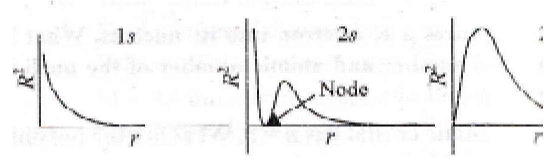
છે અને એ જ રીતે આગળ આ આલેખોનું મહત્ત્વ એ છે કે તે અંતર r સાથે ત્રિજ્યાકીય તરંગ વિધેય કેવી રીતે બદલાય છે અને તેમજ R ની સંજ્ઞામાં ફેરફાર થાય ત્યાં નોડની હાજરી વિશે માહિતી આપે છે.



આકૃતિ : R અને r વચ્ચે આલેખ

b. **ત્રિજ્યાકીય સંભાવના ઘનતા (R^2):** ત્રિજ્યાકીય તરંગ વિધેયનો વર્ગ R^2, એ નિશ્ચિત બિંદુની ફરતે એકમ કદમાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવનાનું માપ છે અને સંભાવના ઘનતા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

આકૃતિ 4.34 માં આપેલ આલેખ ત્રિજ્યાના વિધેય તરીકે બિંદુ પાસે સાપેક્ષ ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા અથવા સંભાવના ઘનતા વિશે માહિતિ આપે છે. એવું જોવાં મળ્યું છે કે s કક્ષકો માટે, મહત્તમ ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા ન્યુક્લિયસ પાસે છે, જ્યારે અન્ય દરેક કક્ષકમાં ન્યુક્લિયસ પાસે ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા શુન્ય છે. 1s કક્ષક માટે, ન્યુક્લિયસથી દૂર જઈએ તેમ સંભાવના ઘનતા તીવ્રતાથી ઘટે છે. જ્યારે બિજી બાજુ, 2s કક્ષક માટે તે પ્રતમ તીવ્રતાથી શૂન્ય સુધી ઘટે છે. (નોડલ બિંદુ અથવા નોડ) અને ફરીથી વધવાનું શરૂ કરે છે.



આકૃતિ : 1s, 2s, અને 2p કક્ષકો માટે R2 વિરૂદ્ધ (પરમાણવીય ત્રિજ્યા) ના આલેખ

c **ત્રિજ્યાકીય વિતરણ વિધેય ,($4\pi r^2 R^2$) :** આગળ ચર્ચા કર્યા મુજબ, કક્ષક માટે ત્રિજ્યા ઘનતા R^2 ન્યુક્લિયસથી r અંતરે આવેલા બિંદુએ ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના ઘનતા આપે છે. પરમાણુની ગોળાકાર સમમિતિ હોવાથી, ત્રિજ્યાઓ $r + dr$ અને r વચ્ચે ગોળાકાર કોષમાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની ઘનતા વિશે ચર્ચા કરવી વધુ ઉપયોગી છે.

આમ, ત્રિજ્યાકીય સંભાવના એ ન્યુક્લિયસની ફરતે તેનાથી ચોક્કસ અંતરે નાના ગોળાકાર કવચમાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના છે.

નાના કોષનું કદ

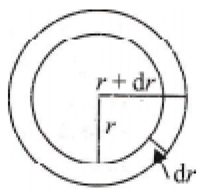
=(મોટા ગોળાનું કદ) – (નાના ગોળાનું કદ)

$$= \frac{4}{3}\pi(r + dr)^3 - \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3}\pi(r^3 + dr^3 + 3r^2dr + 3r\ dr^2) - \frac{4}{3}\pi r^3$$

dr અતિ સૂક્ષ્મ છે. આથી તેની મોટી ઘાતને અવગણી શકાય.

$$\frac{4}{3}\pi(r^3 + 3r^2dr) - \frac{4}{3}\pi r^3$$

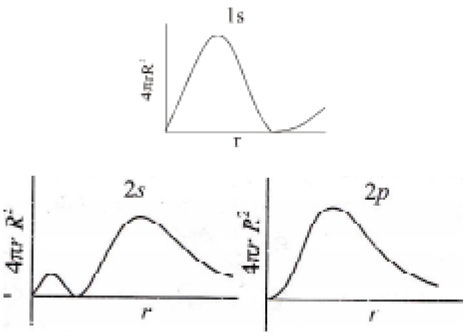


$$= \frac{4}{3}\pi r^3 + 4\pi r^2 dr - \frac{4}{3}\pi r^3 = 4\pi r^2 \text{dr}$$

આમ, ત્રિજ્યાકીય ઘનતા $= 4\pi r^2 dr\psi^2$

ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિધેય ($4\pi r^2 R^2$) ગમે તે દિશામાં, ન્યુક્લિયસથી r અંતરે ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના આપે છે.

1s, 2s, અને 2p કક્ષકો માટે ન્યુક્લિયસથી r અંતર વિરૂદ્ધ ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિધેયનો આલેખ દોરીને મળતા ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિતરણ વક્ર નીચે આકૃતિમાં દર્શાવેલ છે.



આ આલેખોની મહત્ત્વની લાક્ષણીકતાઓ ની ચર્ચા નીચે કરેલ છે.

1s કક્ષક :

1s કક્ષક માટે ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિધેય શરૂઆતમાં ન્યુક્લિયસથી અંતરમાં વધારા સાથે વધે છે. ન્યુક્લિયસથી ખૂબ નજીકના અંતરે તે મહત્તમ સુધી પહોંચે છે અને પછી ઘટે છે. વક્રમાં મહત્તમ એ n અંતરને અનુરૂપ છે. જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના મહત્તમ છે. આ અંતરને મહત્તમ સંભાવનાની ત્રિજ્યા કહે છે અને હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે તેનું મુલ્ય 52.9 pm છે.

એ નોંધનીય છે કે બોહરનો નમૂનો ઇલેક્ટ્રોનને ન્યુક્લિયરની નિશ્ચિત અંતરે નિશ્ચિત કક્ષામાં મર્યાદિત કરે છે. જ્યારે ક્વોન્ટમ યાંત્રીકી નમૂનો ન્યુક્લિયસથી 52.9 pm અંતરે ઇલેક્ટ્રોન મળવાની માત્ર મહત્તમ સંભાવના આપે છે. બોહરના નમૂના અનુસાર, હાઈડ્રોજન પરમાણુના કિસ્સામાં, ઇલેક્ટ્રોન હંમેશા 52.9 pm અંતરે રહે છે. જો કે ક્વોન્ટમ યાંત્રીકી નમૂના અનુસાર હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન કોઈપણ અંતરે હોઈ શકે છે. પરંતુ, ઇલેક્ટ્રોન મળવા માટેનું સૌથી વધુ સંભિવત અંતર 52.9 pm છે.

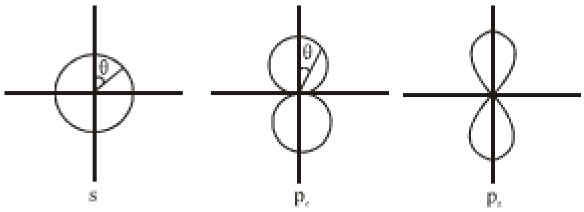
2s અને 2p કક્ષકો :

2s કક્ષક માટે ત્રિજ્યાકીય સંભાવના વિધેય બે અધિકતમ દર્શાવે છે. - એક ન્યુક્લિયસની આસપાસ નાનું અને વધુ અંતરે બિજું મોટું. આ બે અધિકતમની વચ્ચે, તે શુન્ય મુલ્યમાંથી પસાર થાય છે. જે તે અંદરે ઇલેક્ટ્રોન મળવાની શુન્ય સંભાવના સૂચવે છે. જે બિંદુ પાસે ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના શુન્ય હોય તેને નોડલ બિંદુ કહે છે.

2p ઇલેક્ટ્રોન માટે મહત્તમ સંભાવના અંતર 2s ઇલેક્ટ્રોન માટે મહત્તમ સંભાવના અંતર કરતાં થોડું ઓછું છે. જો કે 2p વકથી વિરૂદ્ધ 2s ઇલેક્ટ્રોનમાં નાનું વધારાનું મહત્તમ ન્યુક્લિયસથી થોડું વધારે નજીક સુધી જાય છે અને આથી 2p ઇલેક્ટર્ન કરતાં વધું મજબુત રીતે પકડાયેલ હોય છે. તે જ કારણે 2s ઇલેક્ટ્રોન વધુ સ્થાયી છે અને 2p ઇલેક્ટ્રોન કરતાં ઓછી ઊર્જા ધરાવે છે.

કોણીય તરંગ વિધેય 'ΘΦ' નો આલેખ

અગાઉ ઉલ્લેખ કર્યા મુજબ, કોણીય તરંગ વિધેય 'ΘΦ'માત્ર ક્વોન્ટમ આંકો *l* અને m_l પર આધાર રાખે છે અને કક્ષકના આપેલ પ્રકાર માટે મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક *n* પર આધાર રાખતું નથી. આથી તેનો અર્થ એ છે કે દરેક s કક્ષકનું કોણીય તરંગ વિધેય સમાન હશે. s અને p_z કક્ષકો માટે કોણીય તરંગ વિધેય 'ΘΦ' અને કોણીય સંભાવના ઘનતા |'ΘΦ' |^2 નો આલેખ આકૃતિ (a, b) માં દર્શાવેલ છે. ચાલો આપણે બંને આલેખો વિશે અલગ અલગ ચર્ચા કરીએ.



(a) (b)

a. કોણીય તરંગ વિધેય ΘΦ [આકૃતિ (a)] : s કક્ષક માટે, કોણીય ભાગ ખૂણા પર આધારીત નથી અને આથી અચળ મૂલ્યનું છે. આથી આ આલેખ વર્તુળાકાર છે અથવા સ્પષ્ટ રીતે તે ત્રિપરીમાણમાં ગોળાકાર છે. p_z કક્ષક માટે, બે સ્પર્શક ગોળાઓ મળે છે. p_x અને p_y કક્ષકોનો આકાર એકસમાન છે. પરંતુ અનુક્રમે x- અને y- દિશામાં ગોઠવાયેલ છે. d અને f કક્ષકો માટે કોણીય તરંગ વિધેય આલેખો અનુક્રમે ચાર ગોળા અને છ ગોળાના બનેલા છે. તે ધ્યાનમાં રાખવું જરૂરી છે કે કોણીય તરંગ વિધેય આલેખોમાં, કેન્દ્રથી અંતર દિશામાં 'ΘΦ' ના આંકડાકીય મૂલ્યના સમપ્રમાણમાં છે અને ન્યુક્લિયસના કેન્દ્રથી અંતર નથી.

b. કોણીય સંભાવના ઘનતા |ΘΦ|^2 [આકૃતિ (b)]: આકૃતિ (a) માં દર્શાવેલ કોણીય વિધેય આલેખોનો વર્ગ કરીને કોણીય સંભાવના ઘનતા મેળવી શકાય છે. વર્ગ કરતા, વિવિધ કક્ષકો વિવિધ રીતે બદલાય છે. s કક્ષક માટે વર્ગ કરતા આકારમાં કોઈ ફેરફાર થતો નથી. કારણ કે વિધેય દરેક જગ્યાએ સમાન છે, આમ, અન્ય ગોળો મળે છે. જો કે p અને d બંને કક્ષકો માટે, વર્ગ કરતા આકૃતિ (b) માં pz માટે દર્શાવ્યા મુજબ આલેખ બહુ લાંબો થવાનું વલણ ધરાવે છે.

EXERCISE-I

પેટા પરમાણ્વિય કણ, પરમાણ્વિય નમૂનાઓ, ન્યુક્લિયસની શોધ

Q.1 એક તટસ્થ પરમાણુ (પરમાણ્વિય આંક > 1) શું ધરાવે છે ?
(1) માત્ર પ્રોટોન
(2) ન્યુટ્રોન + પ્રોટોન
(3) ન્યુટ્રોન + ઇલેક્ટ્રોન
(4) ન્યુટ્રોન + પ્રોટોન + ઇલેક્ટ્રોન

Q.2 પરમાણુનું કેન્દ્ર શું ધરાવે છે ?
(1) પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોન
(2) પ્રોટોન અને ઇલેક્ટ્રોન
(3) ન્યુટ્રોન અને ઇલેક્ટ્રોન
(4) પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન અને ઇલેક્ટ્રોન

Q.3 ન્યુક્લિયસનું કદ ક્યાં ક્રમનું છે ?
(1) $10^{-12} m$ (2) $10^{-8} m$
(3) $10^{-15} m$ (4) $10^{-10} m$

Q.4 તટસ્થ પરમાણુમાંથી ધન આયન શેના દ્વારા બને છે ?
(1) કેન્દ્રિય વિદ્યુતભાર વધારવાથી
(2) પ્રોટોન મેળવીને
(3) ઇલેક્ટ્રોન ગુમાવીને
(4) પ્રોટોન ગુમાવીને

Q.5 ઇલેક્ટ્રોન શું છે?
(1) α -કિરણ કણ (2) β -કિરણ કણ
(3) હાઈડ્રોજન આયન (4) પોઝિટ્રોન

Q.6 ન્યુટ્રોનની શોધ કોણે કરી?
(1) જેમ્સ ચાડવિક (2) વિલિયમ ક્રુક
(3) જે. જે. થોમસન (4) રૂથરફોર્ડ

Q.7 વિદ્યુતભાર અને દળનો ગુણોત્તર કોના માટે મોટો હોય છે?
(1) પ્રોટોન (2) ઇલેક્ટ્રોન
(3) ન્યુટ્રોન (4) આલ્ફા

Q.8 ન્યુટ્રોનની શોધ ખૂબ મોડી થઈ કારણ કે
(1) ન્યુટ્રોન કેન્દ્રમાં આવેલ છે.
(2) ન્યુટ્રોન ખૂબ જ અસથાયી કણ છે.
(3) ન્યુટ્રોન વિદ્યુતભાર રહીત છે.
(4) ન્યુટ્રોન ગતિ કરતા નથી.

Q.9 પરમાણુના કેન્દ્રમાં હાજર મુળભુત કણો ક્યાં છે ?
(1) આલ્ફા કણો અને ઇલેક્ટ્રોન
(2) ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોન
(3) ન્યુટ્રોન અને ઇલેક્ટ્રોન
(4) ઇલેક્ટ્રોન, ન્યુટ્રોન અને પ્રોટોન

Q.10 કેથોડ કિરણો શું છે?
(1) પ્રોટોન (2) ઇલેક્ટ્રોન
(3) ન્યુટ્રોન (4) α -કણો

Q.11 C^{12} માં ન્યુટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?
(1) 6 (2) 7 (3) 8 (4) 9

Q.12 સૌથી ભારે કણ ક્યો છે?
(1) મેસોન (2) ન્યુટ્રોન (3) પ્રોટોન (4) ઇલેક્ટ્રોન

Q.13 પ્રોટોનનો ભેદન પાવર
(1) ઇલેક્ટ્રોન કરતા વધારે છે. (2) ઇલેક્ટ્રોન કરતા ઓછો છે.
(3) ન્યુટ્રોન કરતા વધારે છે. (4) એક પણ નહીં

Q.14 હિલિયમનું કેન્દ્ર શું ધરાવે છે?
(1) ચાર પ્રોટોન
(2) ચાર ન્યુટ્રોન
(3) બે ન્યુટ્રોન અને બે પ્રોટોન
(4) ચાર પ્રોટોન અને બે ઇલેક્ટ્રોન

Q.15 પ્રોટોન માટે સાચું વિધાન ક્યું છે?
(1) પ્રોટોન એ ડ્યુટેરિયમનું કેન્દ્ર છે.
(2) પ્રોટોન એ આયનિકકૃત હાઈડ્રોજન અણુ છે.
(3) પ્રોટોન એ આયનિકૃત હાઈડ્રોજન પરમાણુ છે.
(4) પ્રોટોન એ α - કણ છે.

Q.16 કેથોડ કિરણ શેના બનેલા હોય છે ?
(1) ધન વિદ્યુતભારીત કણોના
(2) ઋણ વિદ્યુતભારીત કણોના
(3) તટસ્થ કણોના
(4) આપેલ એકપણ નહીં

Q.17 એનોડ કિરણ કોના દ્વારા શોધવામાં આવ્યું?
(1) ગોલ્ડસ્ટીન (2) જે. સ્ટોની
(3) રૂધરફોર્ડ (4) જે. જે. થોમસન

Q.18 કોઈપણ કણ પરનો લઘુત્તમ કેટલો વાસ્તવિક વિદ્યુતભાર અસ્તિત્વ ધાવે છે ?
(1) 1.6×10^{-19} કુલંબ (2) 1.6×10^{-10} કુલંબ
(3) 4.8×10^{-10} કુલંબ (4) શૂન્ય

Q.19 CO_2 ના એક મોલના ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?
(1) 22 (2) 44 (3) 66 (4) 88

Q.20 એક એનાયન X^{3-} ની ભારાંક 14 છે. જો એનાયનમાં દસ ઇલેક્ટ્રોન હોય તો તત્ત્વનો પરમાણુ X_2 ના કેન્દ્રમાં ન્યુટ્રોનની સંખ્યા કેટલી હશે ?
(1) 10 (2) 14 (3) 7 (4) 5

Q.21 નીચેનામાંથી કઈ પ્રજાતિઓ સમઇલેક્ટ્રોનિક છે?
$I = CH_3^+, II - NH_2, III - NH_4^+, IV - NH_3$
(1) I, II, III (2) II, III, IV (3) I, II, IV (4) I અને II

Q.22 રૂથરફોર્ડના કણોના પ્રકિર્ણન પરના પ્રયોગ પરથી પ્રથમ વખત જોવા મળ્યું કે પરમાણુ પાસે
(1) ઇલેક્ટ્રોન છે. (2) પ્રોટોન છે.
(3) ન્યુક્લિયસ છે. (4) ન્યુટ્રોન છે.

Q.23 રૂથરફોર્ડનો પ્રકિર્ણનનાં પ્રયોગ શેના કદ સાથે સંબંધીત છે ?
(1) ન્યુક્લિયસ (2) પરમાણુ (3) ઇલેક્ટ્રોન (4) ન્યુટ્રોન

Q.24 જ્યારે પરમાણુઓ પર આલ્ફા કણો પ્રતાડિત કરવામાં આવે છે ત્યારે મિલિયનમાં અમુક જ વિચલન પામે છે, આ શાના કારણે થાય છે ?
(1) ગતિ કરતા આલ્ફા કણ પર લાગતું અપાકર્ષણ બળ નાનું હોય છે.
(2) આલ્ફા કણ પર વિરૂદ્ધ વિદ્યુતભારીત ઇલેક્ટ્રોનનું આકર્ષણ બળ ખૂબ જ નાનું છે.
(3) અહીં માત્ર એક ન્યુક્લિયસ છે અને ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા વધારે છે.
(4) ન્યુક્લિયસ પરમાણુના કદ કરતાં ખૂબ જ નાનું કદ રોકે છે.

Q.25 રૂથરફોર્ડનાં α - કણોના પ્રકિર્ણનના પ્રયોગ પરથી તારણ મળ્યું કે
(1) ન્યુક્લિયસ પ્રોટોન અને ન્યુટ્રોનનું બને છે.
(2) ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પરમાણુમાં રહેલા પ્રોટોનની સંખ્યા જેટલી જ હોય છે.
(3) પરમાણુનો ધન વિદ્યુતભાર ખૂબ જ નાની જગ્યામાં કેન્દ્રિત છે.
(4) ઇલેક્ટ્રોન અસતત ઊર્જા સ્તરો ધરાવે છે.

Q.26 રૂથરફોર્ડ દ્વારા તેના પ્રખ્યાત પ્રકિર્ણનનાં પ્રયોગમાં ઉપયોગમાં લીધેલું તત્ત્વ ક્યું હતું?
(1) સોનુ (2) ટીન (3) ચાંદી (4) લેડ

પ્રકાશનો ક્વોન્ટમ વાદ અને ફોટો ઇલેક્ટ્રીક અસર

Q.27 વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણની આવૃત્તી $2\times10^{6}\,Hz$ છે. તરંગ લંબાઈ મીટરમાં કેટલી થશે ?
(પ્રકાશનો વેગ $= 3\times10^{8}\,ms^{-1}$)
(1) 6.0×10^{14} (2) 1.5×10^{4}
(3) 1.5×10^{2} (4) 0.66×10^{-2}

Q.28 ઊર્જાના પેકેટને શું કહે છે ?
(1) ઇલેક્ટ્રોન (2) ફોટોન (3) પોઝિટોન (4) પ્રોટોન

Q.29 નીચેનામાંથી ક્યું પ્રકાશને કણોના પ્રવાહ અને તરંગ ગતિ તરીકે સમજાવે છે ?
(1) વિવર્તન
(2) $\lambda = h/p$
(3) વ્યતિકરણ
(4) ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર

બોહરનો નમૂનો

Q.30 કક્ષામાં ગતિ ઊર્જાનું મુલ્ય કોના જેટલું છે?
(1) સ્થિતિ ઊર્જા કરતા અડધું
(2) સ્થિતિ ઊર્જા કરતાં બમણું
(3) સ્થિતિ ઊર્જા કરતાં ચોથા ભાગનું
(4) આપેલ એકપણ નહીં

Q.31 બોહરનો નમૂના શું સમજાવે છે?
(1) માત્ર હાઈડ્રોજન પરમાણુના વર્ણપટ
(2) માત્ર એક ઇલેક્ટ્રોન ધરાવતા પરમાણુ અથવા આયનના વર્ણપટ
(3) હાઈડ્રોજન અણુના વર્ણપટ
(4) સૂર્ય વર્ણપટ

Q.32 જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન L થી K કોષમાં કુદકો લગાવે છે, ત્યારે
(1) ઊર્જા શોષાય છે
(2) ઊર્જા મુક્ત થાય છે
(3) ઊર્જા ક્યારેક શોષાય છે અને ક્યારેક મુક્ત થાય છે.
(4) ઊર્જા શોષાતી નથી કે મુક્ત થતી નથી

Q.33 કક્ષાની ઊર્જા
(1) ન્યુક્લિયસથી દૂર જતા વધે છે.
(2) ન્યુક્લિયસથી દુર જતા ઘટે છે.
(3) ન્યુક્લિયસથી દૂર જતા સમાન રહે છે.
(4) આપેલ એકપણ નહીં

Q.34 જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ઊંચા ઉર્જા સ્તરથી નીચા ઉર્જા સ્તરમાં જાય છે, ત્યારે
(1) ઊર્જા ઉત્સર્જીત થાય છે.
(2) ઊર્જા શોષાય છે.
(3) પરમાણ્વિય આંક વધે છે.
(4) પરમાણ્વિય આંક ઘટે છે.

Q.35 નીચેનામાંથી ક્યું વિધાન હાઈડ્રોજન પરમાણુના બોહરના નમુનાનો ભાગ નથી?
(1) કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ઉર્જા ક્વોન્ટિકૃત છે.
(2) ન્યુક્લિયસથી સૌથી નજીકની કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ઉર્જા ઓછી હોય છે.
(3) ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસની આસપાસ વિવિધ ભ્રમણકક્ષામાં ફરશે.
(4) કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનું સ્થાન અને વેગ એકસાથે નક્કી કરી શકાતા નથી.

Q.36 બોહરના વાદની પૂર્વધારણા એ છે કે ________ અનુસાર ઇલેક્ટ્રોનનું વહન થવા કરતા ઇલેક્ટ્રોન એક કક્ષામાંથી બીજી કક્ષામાં કુદકો લગાવે છે?
(1) ક્વોન્ટમીકરણ ખ્યાલ
(2) ઇલેક્ટ્રોનનો તરંગ સ્વભાવ
(3) ઇલેક્ટ્રોન માટે સંભાવના સમીકરણ
(4) હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

Q.37 હાઈડ્રોજન પરમાણુની n^{th} કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા કેટલી છે ?
(1) $-\frac{13.6}{n^4}eV$ (2) $-\frac{13.6}{n^3}eV$
(3) $-\frac{13.6}{n^2}eV$ (4) $-\frac{13.6}{n}eV$

Q.38 જો ઇલેક્ટ્રોન $n = 3$ થી $n = 2$ માં પડે તો ઉત્સર્જીત થતી ઊર્જા કેટલી છે?
(1) $10.2eV$ (2) $12.09eV$
(3) $1.9eV$ (4) $0.65eV$

Q.39 હાઈડ્રોજન ઉત્સર્જન વર્ણપટ માટે ઊર્જા ફેરફાર ΔE (જુલમાં) માટેનું સમીકરણ સાચું છે. જ્યાં $\Delta E = 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)$J જ્યાં n_1 = 1, 2, 3….. અને n_2 = 2, 3, 4……. શેમાં વર્ણપટ રેખાઓ પાસ્કન શ્રેણીને અનુરૂપ છે?

(1) $n_1 = 1$ અને $n_2 = 2, 3, 4$

(2) $n_1 = 3$ અને $n_2 = 4, 5, 6$

(3) $n_1 = 1$ અને $n_2 = 3, 4, 5$

(4) $n_1 = 2$ અને $n_2 = 3, 3, 5$

વર્ણપટ

Q.40 હાઈડ્રોજન વર્ણપટમાં લેમન શ્રેણીની વિવિધ રેખાઓ શેમાં હાજર છે?

(1) *UV* ક્ષેત્ર (2) *IR* ક્ષેત્ર

(3) દૃશ્યમાન ક્ષેત્ર (4) દુર *IR* ક્ષેત્ર

દિ - બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ અને હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

Q.41 ગતિ કરતાં કણ પાસે તરંગ ગતિ હોય છે જો

(1) તેનું દળ ખૂબ જ વધારે હોય

(2) તેનો વેગ અવગણ્ય હોય

(3) તેનું દળ અવગણ્ય હોય

(4) તેનું દળ ખૂબ જ વધારે અને વેગ અવગણ્ય હોય.

Q.42 ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ સાથે સંકળાયેલ તરંગલંબાઈ

(1) ઇલેક્ટ્રોનની ગતિમાં વધારે સાથે વધે છે.

(2) ઇલેક્ટ્રોનની ગમે તે ગતિ માટે સમાન રહે છે.

(3) e - ની ગતિમાં વધારે સાથે ઘટે છે.

(4) શુન્ય છે.

Q.43 દિ-બ્રોગ્લી સમીકરણ ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ સાથે સંકળાયેલ તરંગ લંબાઈનો શેની સાથેનો સંબંધ વર્ણવે છે?

(1) દળ (2) ઊર્જા

(3) વેગમાન (4) વિદ્યુતભાર

Q.44 ઇલેક્ટ્રોનનો તરંગ સ્વભાવ સૌપ્રથમ કોણે આપ્યો?

(1) દિ બ્રોગ્લી (2) હાઈઝનબર્ગ

(3) મોસલે (4) સોમરફિલ્ડ

Q.45 દિ-બ્રોગ્લી સમીકરણ ક્યું છે?

(1) $n\lambda = 2d\sin\theta$ (2) $E = hv$

(3) $E = mc^2$ (4) $\lambda = \frac{h}{mv}$

Q.46 $1gm$ અને વેગ $100 m/\sec$ સાથેના કણની દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(1) $6.63\times10^{-11} m$ (2) $6.63\times10^{-34} m$

(3) $6.63\times10^{-35} m$ (4) $6.65\times10^{-35} m$

Q.47 દિ-બ્રોગ્લી સમીકરણ કોને લાગુ પડે છે?

(1) માત્ર ઇલેક્ટ્રોન (2) માત્ર ન્યુટ્રોન

(3) માત્ર પ્રોટોન (4) દરેક ગતિમાન દ્રવ્ય પદાર્થ

Q.48 હાઈઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતાનાં સિદ્ધાંત મુજબ

(1) $E = mc^2$ (2) $\Delta x\times\Delta p \geq \frac{h}{4\pi}$

(3) $\lambda = \frac{h}{p}$ (4) $\Delta x\times\Delta p = \frac{h}{6\pi}$

Q.49 ઇલેક્ટ્રોન માટે જો વેગમાં અનિશ્ચિતતા Δv હોય, તો તેના સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા (Δx) શેના દ્વારા આપવામાં આવશે ?

(1) $\frac{hm}{4\pi\Delta v}$ (2) $\frac{4\pi}{hm\Delta v}$

(3) $\frac{h}{4\pi m\Delta v}$ (4) $\frac{4\pi m}{h.\Delta v}$

ક્વોન્ટમ આંક અને ઇલેક્ટ્રોનિક સંરચના

Q.50 ઇલેક્ટ્રોન કોઈપણ કક્ષકમાં યુગ્મ થાય તે પહેલા ઉપલબ્ધ કક્ષકમાં એકલ રીતે કબજો કરે છે. તે

(1) પૌલીનો નિષેધ નિયમ છે. (2) હુંડનો નિયમ છે.

(3) હાઈઝનબર્ગનો સિદ્ધાંત છે. (4) પ્રાઉટનું અનુમાન છે.

Q.51 આપેલ પરમાણુમાં બે ઇલેક્ટ્રોનના ચાર ક્વોન્ટમ આંક સરખા હોતા નથી. આને કોનો નિયમ કહે છે?

(1) હુંડનો નિયમ

(2) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત

(3) અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

(4) પૌલીનો નિષેધનો નિયમ

Q.52 નાઈટ્રોજન ઇલેક્ટ્રોન સંરચના $1s^2, 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ છે કે નહીં કે $1s^2, 2s^2 2p_x^2 2p_y^1 2p_z^0$ એ શેના દ્વારા નક્કી થાય છે?

(1) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત (2) પૌલીનો નિષેધનો નિયમ

(3) હુંડનો નિયમ (4) અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

Q.53 મુખ્ય એઝિમ્યુથલ અને ચુંબકીય ક્વોન્ટ આંક અનુક્રમે કોની સાથે સંબંધિત છે?

(1) કદ, આકાર અને દિશાકિય ગોઠવણી

(2) આકાર, કદ અને દિશાકીય ગોઠવણી

(3) કદ, દિશાકિય ગોઠવણી અને આકાર

(4) ઉપરનામાંથી એકપણ નહીં

Q.54 રૂબિડિયમના (Z = 37) સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન માટે ચાર ક્વોન્ટમ આંકનો સાચો સમુહ ક્યો છે?

(1) $5, 0, 0, +\frac{1}{2}$ (2) $5, 1, 0, +\frac{1}{2}$

(3) $5, 1, 1, +\frac{1}{2}$ (4) $6, 0, 0, +\frac{1}{2}$

Q.55 ક્રોમિયમ પરમાણુની સાચી ધરા અવસ્થા ઇલેક્ટ્રોનિક સંરચના કઈ છે?

(1) $[Ar]3d^5 4s^1$ (2) $[Ar]3d^4 4s^2$

(3) $[AR]3d^6 4s^0$ (4) $[Ar]4d^5 4s^1$

Q.56 પરમાણુનો મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક શું દર્શાવે છે?

(1) કક્ષકનું કદ

(2) સ્પિન કોણીય વેગમાન

(3) કક્ષકીય કોણીય વેગમાન

(4) કક્ષકની અવકાશમાં દિશાકિય ગોઠવણી

Q.57 નીચેનામાંથી ક્વોન્ટ આંકોનો ક્યો સમુહની અશક્ય ગોઠવણી દર્શાવે છે?

	n	l	m	m_s
(1)	3	2	−2	$(+)\frac{1}{2}$
(2)	4	0	0	$(-)\frac{1}{2}$
(3)	3	2	−3	$(+)\frac{1}{2}$
(4)	5	3	0	$(-)\frac{1}{2}$

Q.58 જો $n = 3$, તો 'l' ની કઇ કિંમત સાચી નથી?

(1) 0 (2) 1 (3) 2 (4) 3

Q.59 K પેટા કોષમાં બે ઇલેક્ટ્રોન શેમાં અલગ હોય છે?

(1) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક

(2) એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક

(3) ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક

(4) સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક

Q.60 નીચેનામાંથી ક્વોન્ટમ આંકોનો ક્યો સમુહ શક્ય નથી?

(1) $n = 3, l = 2, m = 0, s = -\frac{1}{2}$

(2) $n = 3, l = 2, m = -2, s = -\frac{1}{2}$

(3) $n = 3, l = 3, m = -3, s = -\frac{1}{2}$

(4) $n = 3, l = 0, m = 0, s = -\frac{1}{2}$

Q.61 નાઈટ્રોજન પરમાણુમાં ત્રણ અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોનની હાજરી શેના દ્વારા સમજાવી શકાય છે?

(1) પૌલીનો નિષેધ સિદ્ધાંત (2) હુંડનો નિયમ

(3) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત (4) અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

Q.62 ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન કોના પર આધાર રાખે છે?

(1) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક (2) એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક

(3) ચુંબકિય ક્વોન્ટમ આંક (4) આપેલ તમામ

Q.63 કોપર ($_{29}Cu$) ની ઇલેક્ટ્રોન સંરચના કઈ છે?

(1) $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^9, 4s^2$

(2) $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}, 4s^1$

(3) $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6, 4s^2 4p^6$

(4) $1s^2, 2s^2 2p^6, 3s^2 3p^6 3d^{10}$

Q.64 $n = 3$ ઊર્જા સ્તર માટે, શક્ય કક્ષકોની (બધા પ્રકારની) સંખ્યા કેટલી છે?

(1) 1 (2) 3 (3) 4 (4) 9

Q.65 જો એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટ આંકની કિંમત 3 છે, તો ચુંબકિય ક્વોન્ટમ આંકની શક્ય કિંતમ કેટલી હશે?

(1) 0, 1, 2, 3 (2) 0, − 1, − 2, − 3

(3) 0, ± 1, ± 2, ± 3 (4) ± 1, ± 2, ± 3

Q.66 ક્રોમિયમની ઇલેક્ટ્રોન સંરચના કઈ છે?

(1) $[Ne]3s^2 3p^6 3d^4, 4s^2$ (2) $[Ne]3s^2 3p^6 3d^5, 4s^1$

(3) $[Ne]3s^2 3p^6, 4s^2 4p^4$ (4) $[Ne]3s^2 3p^6 3d^1, 4s^2 4p^3$

Q.67 નીચેનામાંથી ક્વોન્ટમ સંખ્યાઓનો ક્યો સમુહ ઉચ્ચ ઊર્જા સાથે સંબંધ ધરાવે છે?

(1) $n = 4, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

(2) $n = 3, l = 0, m = 0, s = +\frac{1}{2}$

(3) $n = 3, l = 1, m = 1, s = +\frac{1}{2}$

(4) $n = 3, l = 2, m = 1, s = +\frac{1}{2}$

Q.68 $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$ ઇલેક્ટ્રોન સંરચના કોની છે?

(1) ઓક્સિજન (2) નાઈટ્રોજન

(3) હાઈડ્રોજન (4) ફ્લોરિન

Q.69 'f' પેટા કોષમાં ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી હોઈ શકે?

(1) 2 (2) 8 (3) 32 (4) 14

Q.70 $5f$ કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી હોઈ શકે?

(1) 5 (2) 10 (3) 14 (4) 18

Q.71 $1s^2, 2s^2 2p^4$ માં અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?

(1) 4 (2) 2 (3) 0 (4) 1

Q.72 નીચેનામાંથી ક્યાં સિદ્ધાંત અનુસાર ઇલેક્ટ્રોન પ્રથમ નિચા સ્તરમાં જશે અને પછી ઉચ્ચ ઊર્જા સ્તરમાં જશે?

(1) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત

(2) પૌલીનો નિષેધ સિદ્ધાંત

(3) હુંડનો મહત્તમ ભ્રમણ ગુણકતાનો નિયમ

(4) હાઈઝનબર્ગનો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત

EXERCISE-II

Q.1 ક્યાં તત્વના પરમાણુ કેન્દ્રમાં ન્યુટ્રોન નથી?
(1) હાઈડ્રોજન (2) નાઈટ્રોજન
(3) હિલિયમ (4) બોરોન

Q.2 ઇલેક્ટ્રોન અને α કણનો "e/m" નો ગુણોત્તર (વિશિષ્ટ વિદ્યુતભાર) કેટલો છે?
(1) 2 : 1 (2) 1 : 1
(3) 1 : 2 (4) આપેલ પૈકી એકપણ નહીં

Q.3 પરમાણુના કુલ કદની સાપેક્ષે ન્યુક્લિયસ દ્વારા રોકેલ કદનો અંશ કેટલો છે.
(1) 10^{-15} (2) 10^{-5} (3) 10^{-30} (4) 10^{-10}

Q.4 નીચેનામાંથી ક્યું નિયોન સાથે સમ ઇલેક્ટ્રોનીક છે?
(1) O^{2-} (2) F^{-} (3) Mg (4) Na

Q.5 H, He^{+}, Li^{2+}, Be^{3+} ની પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યાનો સાચો ક્રમ ક્યો છે?
(1) $H > He^{+} > Li^{2+} > Be^{3+}$ (2) $Be^{3+} > Li^{2+} > He^{+} > H$
(3) $He^{+} > Be^{3+} > Li^{2+} > H$ (4) $He^{+} > H > Li^{2+} > Be^{3+}$

Q.6 1-kW નું રેડિયો ટ્રાન્સમીટર 880 Hz ની આવૃત્તિએ કાર્ય કરે છે. પ્રતિ સેકન્ડે કેટલા ફોટોન ઉત્સર્જીત થશે?
(1) 1.71×10^{21} (2) 1.71×10^{33}
(3) 6.02×10^{23} (4) 2.85×10^{26}

Q.7 વર્ક ફંક્શન = 12.8 eV ધરાવતી ધાતુની પ્લેટ પર $\lambda = 310$ Å ધરાવતું વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણ આપાત કરવામાં આવે છે. મહત્તમ ગતિ ઊર્જા ધરાવતા ફોટો ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ કેટલો હશે?
(1) 0, ઉત્સર્જન થશે નહીં
(2) 2.18×10^{6} m/s
(3) $2.18\sqrt{2} \times 10^{6}$ m/s
(4) 8.72×10^{6} m/s

Q.8 ઊર્જાના સ્વતંત્ર જથ્થા સાથે પ્રકાશના વિકિરણને શું કહેવાય છે?
(1) ફોટોન (2) લેસર
(3) રડાર (4) ફોટો ઇલેક્ટ્રોન

Q.9 2000 Å તરંગલંબાઈનાં વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જાનો 4000 Å ના વિકિરણના ફોટોનની ઊર્જા સાથેનો ગુણોત્તર કેટલો છે?
(1) 1/4 (2) 4 (3) 1/2 (4) 2

Q.10 MRI (ચુંબક્યિ સ્પંદન તસ્વિર) શરીર સ્કેનર 400 MHz રેડિયો આવૃત્તિ સાથે હોસ્પિટલમાં ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. આ રેડિયો આવૃત્તિને અનુરૂપ તરંગલંબાઈ કેટલી છે?
(1) 0.75 m (2) 0.75 cm
(3) 1.5 m (4) 2 cm

Q.11 ક્યાં પ્રકાશનાં ફોટોનની ઊર્જા મહત્તમ હશે?
(1) લાલ (2) વાદળી
(3) જાંબલી (4) લીલો

Q.12 242 nm તરંગલંબાઈનું વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણ સોડિયમ પરમાણુને આયનિકૃત કરવા માટે પુરતું છે. તો સોડિયમની આયનિકરણ ઊર્જા kJ $mole^{-1}$ માં કેટલા છે?
(1) 494.65 (2) 400
(3) 247 (4) 600

Q.13 λ તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ વર્ક ફંક્શન hc/λ_0 ધરાવતી ધાતુ પર પડે છે. ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસર તો જ થશે જો
(1) $\lambda \geq \lambda_0$ (2) $\lambda \geq 2\lambda_0$ (3) $\lambda \leq \lambda_0$ (4) $\lambda \leq \lambda_0/2$

Q.14 વર્ક ફંક્શન w < hv ધરાવતી ધાતુના મુક્ત ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા ઊર્જા hv નો ફોટોન શોષાય છે. તો
(1) ઇલેક્ટ્રોન ચોક્કસ પણે બહાર આવશે.
(2) ઇલેક્ટ્રોન (hv – w) ગતિ ઊર્જા સાથે બહાર આવશે.
(3) ઇલેક્ટ્રોન બહાર આવશે નહિ અથવા તે (hv – w) ગતિઊર્જા સાથે બહાર આવશે.
(4) તે (hv – w) કરતાં ઓછી ગતિ ઊર્જા સાથે બહાર આવી શકે

Q.15 નિશ્ચિત પરમાણુના ત્રણ ઊર્જા સ્તરો P, Q, R માટે $E_P < E_Q < E_R$ છે. જો λ_1, λ_2, અને λ_3 એ અનુક્રમે $R \rightarrow Q$: $Q \rightarrow P$ અને $R \rightarrow P$ સંક્રમણને અનુરૂપ વિકિરણની તરંગલંબાઈ છે. λ_1, λ_2 અને λ_3 વચ્ચે સાચો સંબંધ ક્યો છે?
(1) $\lambda_1 + \lambda_2 = \lambda_3$ (2) $\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$
(3) $\lambda_3 = \sqrt{\lambda_1\lambda_2}$ (4) $\frac{2}{\lambda_3} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$

Q.16 હાઈડ્રોજન પરમાણુની બોહર ત્રિજ્યાની કિંમત કેટલી છે?
(1) 0.529×10^{-7} cm
(2) 0.529×10^{-8} cm
(3) 0.529×10^{-9} cm
(4) 0.529×10^{-10} cm

Q.17 બોહરના નમુનાને આધારે 3rd કક્ષાની ત્રિજ્યા કેટલી છે?
(1) પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યા જેટલી
(2) પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યા કરતા ત્રણ ગણી
(3) પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યા કરતાં પાંચ ગણી
(4) પ્રથમ કક્ષાની ત્રિજ્યા કરતાં નવ ગણી

Q.18 ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા ક્યા મહત્તમ હોય છે?
(1) ન્યુક્લિયસમાં
(2) ધરા અવસ્થામાં
(3) પ્રથમ ઉત્તેજીત અવસ્થામાં
(4) ન્યુક્લિયસથી અનંત અંતરે

Q.19 જો આપણે બોહર કક્ષાને મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક વડે દર્શાવેલ કક્ષા તરીકે ધારીએ તો હાઈડ્રોજન પરમાણુની 20 nm વ્યાસની વર્તુળાકાર કક્ષા માટે કક્ષાનો ક્રમ ક્યો હશે?

(1) 10 (2) 14
(3) 12 (4) 16

Q.20 ક્યો સંબંધ સાચો છે?

(1) E_1 of H = 1/2 E_2 of He^+ = 1/3 E_3 of Li^{2+} = 1/4 E_4 of Be^{3+}
(2) $E_1(H) = E_2(He^+) = E_3(Li^{2+}) = E_4(Be^{3+})$
(3) $E_1(H) = 2E_2(He^+) = 3E_3(Li^{2+}) = 4E_4(Be^{3+})$
(4) કોઈપ સંબંધ નહી

Q.21 જો H પરમાણુની I કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ V છે. તો Li^{+2} ની ત્રીજી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ કેટલો હશે?

(1) V (2) V/3 (3) 3 V (4) 9 V

Q.22 હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં પ્રારંભિક અવસ્થા (1) થી અંતિમ અવસ્થા (2), નિશ્ચિત ઇલેક્ટ્રોનિક સંક્રમણમાં કક્ષકીય ત્રિજ્યામાં તફાવત $(r_1 - r_2)$ એ પ્રથમ બોહર ત્રિજ્યા કરતાં 24 ગણો છે. સંક્રમણ ઓળખો.

(1) $5 \rightarrow 1$ (2) $25 \rightarrow 1$ (3) $8 \rightarrow 3$ (4) $6 \rightarrow 5$

Q.23 નીચેના જોડકાં જોડો

(a) He^+ ની ધરા અવસ્થાની ઊર્જા	(i) +6.04 eV
(b) H પરમાણુની I કક્ષાની સ્થિતિ ઊર્જા	(ii) –27.2 eV
(c) He^+ ના II ઉત્તેજીત અવસ્થાની ગતિ ઊર્જા	(iii) 54.4 V
(d) He^+ નું આયનિકરણ સ્થિતિમાન	(iv) – 54.4 eV

(1) A – (i), B – (ii), C – (iii), D – (iv)
(2) A – (iv), B – (iii), C – (ii), D – (i)
(3) A – (iv), B – (ii), C – (i), D – (iii)
(4) A – (ii), B – (iii), C – (i), D – (iv)

Q.24 S_1 : બોહરનો નમુનો Be^{2+} આયન માટે લાગુ પાડી શકાય છે.
S_2 : કોઈપણ પ્રકાશના ઉદ્‌ગમમાંથી બહાર આવતી કુલ ઊર્જા એક ફોટોનની ઊર્જાનો પૂર્ણ ગુણક છે.
S_3 : એકમ લંબાઈમાં હાજર તરંગોની સંખ્યાને તરંગ સંખ્યા કહે છે.
S_4 : કેથોડ કિરણ પ્રયોગમાં e/m ગુણોત્તર વાયુના સ્વભાવ પર આધારીત નથી.

(1) F F T T (2) T T F F
(3) F T T T (4) T F F F

Q.25 S_1 : બે વિજાતીય વિદ્યુતભારીત પ્રણાલીની સ્થિતિ ઊર્જા અંતરમાં ઘટાડા સાથે વધે છે.
S_2 : જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ઊંચી કક્ષામાંથી નીચી કક્ષામાં સંક્રમણ કરે છે ત્યારે તેની ગતિઊર્જા વધે છે.
S_3 : જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન નીચા ઊર્જા સ્તરથી ઊંચા ઊર્જા સ્તરમાં સંક્રમણ કરે છે ત્યારે તેની સ્થિતિ ઊર્જા વધે છે.
S_4 : 11eV ફોટોન He^+ આયનની પ્રથમ ઉત્તેજીત અવસ્થામાંથી ઇલેક્ટ્રોનને મુક્ત કરી શકે.

(1) T T T T (2) F T T F
(3) T F F T (4) F F F F

Q.26 જો દ્વિતિય સ્થિર કક્ષાની (બોહરના પરમાણુમાં) ત્રિજ્યા R છે. તો ત્રીજી કક્ષાની ત્રિજ્યા કેટલી થશે ?

(1) R/3 (2) 9R
(3) R/9 (4) 2.25R

Q.27 હાઈડ્રોજન પરમાણુની ઊર્જા તેની ધરા અવસ્થામાં –13.6 eV છે. n = 5 ને અનુરૂપ સ્તરમાં ઊર્જા કેટલી છે?

(1) –0.54 eV (2) –5.40 eV
(3) –0.85 eV (4) –2.72 eV

Q.28 ઇલેક્ટ્રોનિક સંક્રમણ માટે વર્ણપટ રેખાઓની તરંગલંબાઈ કોના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે?

(1) સંક્રમણ કરતા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા
(2) પરમાણુના કેન્દ્રિય વિદ્યુતભાર
(3) સંક્રમણ કરતાં ઇલેક્ટ્રોનના વેગ
(4) સંક્રમણના સામેલ ઊર્જાના તફાવત

Q.29 પરમાણુના બંધારણને સમજાવવા માટે ક્વોન્ટમ વાદનો ઉપયોગ પ્રથમ કોના દ્વારા કરવામાં આવ્યો?

(1) હાઈઝનબર્ગ (2) બોહર
(3) પ્લાન્ક (4) આઈન્સ્ટાઈન

Q.30 H-પરમાણુમાં જો પ્રથમ બોહર કક્ષાની ત્રિજ્યા 'x' છે. તો ત્રીજી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની દિબ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(1) $3\pi x$ (2) $6\pi x$ (3) $\frac{9x}{2}$ (4) $\frac{x}{2}$

Q.31 H-પરમાણુની પ્રથમ અને દ્વિતિય કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનો આવર્તકાળ ગુણોત્તર કેટલો છે?

(1) 1 : 18 (2) 1 : 8 (3) 1 : 2 (4) 2 : 1

Q.32 બામર શ્રેણીમાં ત્રીજી રેખા એ કઈ બોહર કક્ષા વચ્ચે ઇલેક્ટ્રોનીક સંક્રમણને અનુરૂપ છે?

(1) $5 \longrightarrow 3$ (2) $5 \longrightarrow 2$ (3) $4 \longrightarrow 3$ (4) $4 \longrightarrow 2$

Q.33 બામર શ્રેણીમાં He પરમાણુની સૌથી ટુંકી તરંગલંબાઈ x છે. તો Li^{+2} પાસ્કન શ્રેણીમાં સૌથી લાંબી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(1) $\frac{36x}{5}$ (2) $\frac{16x}{7}$ (3) $\frac{9x}{5}$ (4) $\frac{5x}{9}$

Q.34 હાઈડ્રોજન પરમાણુ ઇલેક્ટ્રોન તેની ધરા અવસ્થામાં Li^{+2}ની આયનિકરણ ઊર્જા કેટલી ઊર્જા શોષે છે. ઉત્સર્જીત ઇલેક્ટ્રોનની તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(1) 3.32×10^{-10} m (2) 1.17 Å
(3) 2.32×10^{-9} nm (4) 3.33 pm

Q.35 H–પરમાણુમાં લેમન શ્રેણીની પહેલી અને બીજી રેખાની તરંગલંબાઈઓમાં તફાવત અને એજ શ્રેણીની બીજી અને ત્રીજી રેખાઓ માટે તરંગલંબાઈઓમાં તફાવતનો ગુણોત્તર કેટલો છે?

(1) 2.5 : 1 (2) 3.5 : 1 (3) 4.5 : 1 (4) 5.5 : 1

Q.36 H પરમાણુમાં લેમન શ્રેણીની રેખા α–રેખા અને He^+માં બામર શ્રેણીની β–રેખાને અનરૂપ ફોટોનની તરંગલંબાઈનો ગુણોત્તર કેટલો છે?

(1) 1 : 1 (2) 1 : 2 (3) 1 : 4 (4) 3 : 16

Q.37 પરમાણ્વિય વર્ણપટમાં He^+ આયન માટે $(n_2 + n_1)$ અને $\left(n_2^2 - n_1^2\right)$ ની કિંમત અનુક્રમે 4 અને 8 છે. જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન n_2 થી n_1 માં કુદકો લગાવે છે. ત્યારે ઉત્સર્જાતા ફોટોનની તરંગલંબાઈ કેટલી હશે?

(1) $\frac{32}{9} R_H$ (2) $\frac{9}{32} R_H$

(3) $\frac{9}{32R_H}$ (4) $\frac{32}{9R_H}$

Q.38 જો H પરમાણુમાં 9 માં ઉત્તેજિત સ્તરમાં હાજર ઇલેક્ટ્રોન ધરા અવસ્થામાં પાછો ફરે તો બ્રેકેટ શ્રેણીમાં ઉત્સર્જનની વર્ણપટ્ટ રેખાઓની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે?

(1) 21 (2) 6 (3) 45 (4) 5

Q.39 H વર્ણપટ્ટની લેમન શ્રેણીમાં રેખાઓની કુલ સંખ્યા કેટલી હશે ? (જ્યાં n = કક્ષાની સંખ્યા)

(1) n (2) n – 1 (3) n – 2 (4) n (n + 1)

Q.40 He^+ ના વર્ણપટ્ટ કોના વર્ણપટ્ટને સમાન હોય છે?

(1) Li^{2+} (2) He (3) H (4) Na

Q.41 H વર્ણપટ્ટમાં જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન 5મી કક્ષામાંથી ધરા અવસ્થામાં પાછો ફરે છે ત્યારે દશ્યમાન રેખાઓની સંખ્યા કેટલી છે?

(1) 5 (2) 4 (3) 3 (4) 10

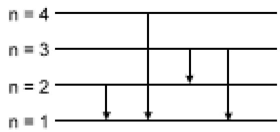
Q.42 પાસ્કન શ્રેણીમાં He^+ ની લાંબામાં લાંબી તરંગલંબાઈ "m" છે તો પાસ્કન શ્રેણીમાં Be^{3+} ની ટુંકામાં ટુંકી તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ? (m ના સંદર્ભમાં):

(1) $\frac{5}{36}$ m (2) $\frac{64}{7}$ m (3) $\frac{53}{8}$ m (4) $\frac{7}{64}$ m

Q.43 H-પરમાણુના નમુનામાં 5 મી ઉત્તેજીત અવસ્થાથી ધરા અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રોનના સંક્રમણથી બધા શક્ય પ્રકારોના ફોટોન ઉત્પન્ન થાય છે, તો પારરક્ત વિસ્તારમાં રેખાઓની સંખ્યા કેટલી છે?

(1) 4 (2) 5 (3) 6 (4) 3

Q.44 ધારો કે કાલ્પનિક પરમાણુ લાલ, લીલા, વાદળી અને જાંબલી રેખા વર્ણપટ્ટ આપે છે. આકૃતિ અનુસાર ક્યો કુદકો લાલ વર્ણપટ્ટ રેખાઓ આપશે?



(1) 3 → 1 (2) 2 → 1 (3) 4 → 1 (4) 3 → 2

Q.45 Li^{2+} આયન માટે બામર શ્રેણીની પહેલી રેખાની તરંગ સંખ્યા અને પાસ્કન શ્રેણીની છેલ્લી રેખાની તરંગ સંખ્યા વચ્ચેનો તફાવત કેટલો છે?

(1) $\frac{R}{36}$ (2) $\frac{5R}{36}$ (3) 4R (4) $\frac{R}{4}$

Q.46 એક α-કણને સ્થિર સ્થિતિમાથી V વોલ્ટના વિદ્યુત સ્થિતિમાન તફાવત વડે પ્રવેગીત કરવામાં આવે છે. તેની સાથે સંકળાયેલ દિ બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(1) $\sqrt{\frac{150}{V}}$ Å (2) $\frac{0.286}{\sqrt{V}}$ Å (3) $\frac{0.101}{\sqrt{V}}$ Å (4) $\frac{0.983}{\sqrt{V}}$ Å

Q.47 Li^{2+} આયનની દ્વિતિય કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ________ માં ઇલેક્ટ્રોનની દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ જેટલી છે?

(1) H - પરમાણુના n = 3 (2) C^{5+} આયનના n = 4

(3) Be^{3+} આયનના n = 6 (4) He^+ આયનના n = 3

Q.48 વિદ્યુતભારીત કણની તરંગલંબાઈ એ તેને જે વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવતથી પ્રવેગીત કરવામાં આવે તેના વર્ગના

(1) વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે. (2) સમપ્રમાણમાં છે.

(3) આધારીત નથી. (4) સંબંધિત નથી.

Q.49 શુન્ય પ્રારંભિક ઊર્જા ધરાવતા બે ઇલેક્ટ્રોનને 50 વોલ્ટ અને 200 વોલ્ટથી પ્રવેગિત કરવામાં આવે તો તેની દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈનો શક્ય ગુણોત્તર કેટલો હોઈ શકે?

(1) 3 : 10 (2) 10 : 3 (3) 1 : 2 (4) 2 : 1

Q.50 200 g નું વજન ધરાવતા અને 5 m/h ની ઝડપે ગતિ કરતા સોનાના દડા સાથે સંકળાયેલ અંદાજીત તરંગલંબાઈ ક્યાં ક્રમની છે?

(1) 10^{-1} m (2) 10^{-20} m (3) 10^{-30} m (4) 10^{-40} m

Q.51 ઇલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન અને આલ્ફા કણની ગતિ ઊર્જાઓ અનુક્રમે 16E, 4E અને E છે. તેઓની દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈઓનો ગુણાત્મક ક્રમ ક્યો છે?

(1) $\lambda_e > \lambda_p = \lambda_\alpha$ (2) $\lambda_p = \lambda_\alpha > \lambda_e$

(3) $\lambda_p > \lambda_e > \lambda_\alpha$ (4) $\lambda_\alpha < \lambda_e >> \lambda_p$

Q.52 200g વજન અને 5m/h ની ઝડપે ગતિ કરતાં ગોલ્ફના દડા સાથે સંકળાયેલ તરંગલંબાઈ ક્યાં ક્રમની છે?

(1) 10^{-10} m (2) 10^{-20} m (3) 10^{-30} m (4) 10^{-40} m

Q.53 તરંગલંબાઈ 5000 Å ના ફોટોનના સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા કેટલી છે અહીં તરંગલંબાઈ 1 pm ની ચોક્કસાઈ સાથે જાણીતી છે?

(1) 7.96×10^{-14} m (2) 0.02 m

(3) 3.9×10^{-8} m (4) એકપણ નહીં

Q.54 ઇલેક્ટ્રોનના વેગમાનમાં અનિશ્ચિતતા 1.0×10^{-5} kg m s^{-1} છે. તેના સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા કેટલી હશે ? ($h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js)

(1) 1.05×10^{-28} m (2) 1.05×10^{-26} m

(3) 5.27×10^{-30} m (4) 5.25×10^{-28} m

Q.55 ઇલેક્ટ્રોન પ્રકાશના વેગમાં 10% વેગ સાથે ગતિ કરે છે. તેની દિ બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ કેટલી હશે?

(1) 2.4×10^{-12}cm (2) 2.4×10^{-18}cm

(3) 2.4×10^{-9}Cm (4) આપેલ એકપણ નહીં

Q.56 ચુંબકીય ક્ષેત્રની હાજરીમાં d-પેટા કક્ષક

(1) 5 - ગણી ડિજનરેટ છે. (2) 3-ગણી ડીજનરેટ છે.

(3) 7-ગણી ડીજનરેટ છે. (4) નોન ડિજનરેટ છે.

Q.57 નીચેનામાંથી કઈ જોડમાં બંને કક્ષકો માટે xy-સમતલમાં ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના શુન્ય છે?

(1) $3d_{yz}, 4d_{x^2-y^2}$ (2) $2p_z, dz^2$

(3) $4d_{zx}, 3p_z$ (4) બધા માટે

Q.58 d_{xy} કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનની મળવાની મહત્તમ સંભાવના ક્યાં છે?
(1) x અક્ષ પર છે.
(2) y અક્ષ પર છે.
(3) x અને y અક્ષથી 45^{o} ના ખૂણે
(4) x અને y અક્ષથી 90^{o} ના ખૂણે

Q.59 3s માં કોણીય અને ગોળાકાર નોડ કેટલા છે?
(1) 1, 1 (2) 1, 0 (3) 2, 0 (4) 0, 2

Q.60 નીચેની પ્રજાતીઓમાં ચુંબકીય મોમેન્ટનો વધતો ક્રમ ક્યો છે?
$Na^{+}, Fe^{+3}, Co^{2+}, Cr^{+2}$
(1) $Na^{+}<Fe^{+3}<Co^{2+}<Cr^{+2}$ (2) $Na^{+}<Co^{2+}<Cr^{2+}<Fe^{+3}$
(3) $Na^{+}<Cr^{2+}<Co^{2+}<Fe^{+3}$ (4) $Na^{+}<Fe^{3+}<Cr^{2+}<Co^{+2}$

Q.61 2s કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનનું કક્ષકીય કોણીય વેગમાન કેટલું છે?
(1) $+\frac{1}{2}\cdot\frac{\hbar}{2\pi}$ (2) Zero (3) $\frac{\hbar}{2\pi}$ (4) $\sqrt{2}.\frac{\hbar}{2\pi}$

Q.62 ક્યો ક્વોન્ટમ આંક શ્રોડિન્જર સમીકરણ સાથે સંબંધીત નથી?
(1) મુખ્ય (2) એઝિમ્યુથલ
(3) ચુંબકીય (4) સ્પિન

Q.63 કાર્બન પરમાણુમાં અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?
(1) 2 (2) 4 (3) 1 (4) 3

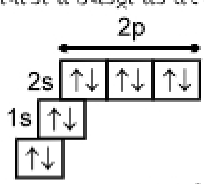
Q.64 જ્યારે 4d પેટા કોષ પૂર્ણ હોય છે. ત્યારે દાખલ થતો નવો ઇલેક્ટ્રોન ક્યાં જશે?
(1) 5f (2) 5s (3) 5p (4) 6d કક્ષક

Q.65 શૂન્ય કક્ષકીય કોણીય વેગમાન સાથેની કક્ષક કઈ છે?
(1) s (2) p (3) d (4) f

Q.66 નીચેનામાંથી Cu^{2+} (Z = 29) ની ઇલેક્ટ્રનીક સંરચના કઈ છે?
(1) $[Ar]4s^{1}\,3d^{8}$ (2) $[Ar]4s^{2}\,3d^{10}\,4p^{1}$
(3) $[Ar]4s^{1}\,3d^{10}$ (4) $[Ar]\,3d^{9}$

Q.67 X^{n+} (Z = 26) નું ચુંબકિય મોમેન્ટ $\sqrt{24}$ B.M. છે. આથી અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા અને n ની કિંમત અનુક્રમે કઈ છે?
(1) 4, 2 (2) 2, 4 (3) 3, 1 (4) 0, 2

Q.68 નીચેના તત્વોમાંથી કોની ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચના નીચે દર્શાવ્યા મુજબ છે



(1) નાઇટ્રોજન (2) ફ્લોરિન
(3) ઓક્સિજન (4) નિયોન

Q.69 Fe^{2+} (પરમાણુ ક્રમાંક 26) માં d ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કોના જેટલી નથી?
(1) Ne (પરમાણુ ક્રમાંક 10) માં p ઇલેક્ટ્રોન
(2) Mg (પરમાણુ ક્રમાંક 12) માં s ઇલેક્ટ્રોન
(3) Fe પરમાણુમાં d-ઇલેક્ટ્રોન
(4) Cl^{-} આયન (પરમાણુ ક્રમાંક 17) માં p ઇલેક્ટ્રોન

Q.70 3d શ્રેણીના X^{3+} આયનનું ચુંબકીય મોમેન્ટ $\sqrt{35}$ BM છે. X^{3+} નો પરમાણુ ક્રમાંક ક્યો છે?
(1) 25 (2) 26 (3) 27 (4) 28

Q.71 નીચેનામાંથી ક્યાં આયન પાસે અયુગ્મીત d-ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા મહત્તમ છે?
(1) Zn^{2+} (2) Fe^{2+} (3) Ni^{3+} (4) Cu^{+}

Q.72 d^{7} સંરચનામાંથી મળતી કુલ સ્પીન કેટલી છે?
(1) 1 (2) 2 (3) 5/2 (4) 3/2

Q.73 X તત્વની ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચના નીચે આપેલ છે

K	L	M	N
2	8	11	2

X તત્વનાં પરમાણુમાં $\ell = 2$ સાથે હાજર ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?
(1) 3 (2) 6 (3) 5 (4) 4

Q.74 1s, 3s, 3d, અને 2p કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનના કક્ષકીય કોણીય વેગમાનનું મુલ્ય કેટલું છે?
(1) 0, 0, $\sqrt{6}\hbar$, $\sqrt{2}\hbar$ (2) 1, 1, $\sqrt{4}\hbar$, $\sqrt{2}\hbar$
(3) 0, 1 $\sqrt{6}\hbar$, $\sqrt{3}\hbar$ (4) 0, 0, $\sqrt{20}\hbar$, $\sqrt{6}\hbar$

Q.75 Cl^{-} આયનમાં છેલ્લા ઇલેક્ટ્રોન માટે ℓ અને m ની શક્ય કીંમત કેટલી છે?
(1) 1 and 2 (2) 2 and + 1 (3) 3 and – 1 (4) 1 and – 1

Q.76 n = 3 સાથે ઇલેક્ટ્રોન પાસે માત્ર એક ત્રિજ્યાકિય નોડ છે. ઇલેક્ટ્રોનનું કક્ષકીય કોણીય વેગમાન કેટલું છે?
(1) 0 (2) $\sqrt{6}\,\frac{h}{2\pi}$ (3) $\sqrt{2}\,\frac{h}{2\pi}$ (4) $3\left(\frac{h}{2\pi}\right)$

Q.77 ક્લોરિનના અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોન માટે ક્વોન્ટમ આંકનો સાચો સમુહ ક્યો છે?

	n	ℓ	m
(1)	2	1	0
(2)	2	1	1
(3)	3	1	1
(4)	3	0	0

Q.78 V^{4+} આયનનું ચુંબકીય મોમેન્ટ કેટલું છે
(1) 1.73 (2) 1.41 (3) 3.46 (4) 2

Q.79 કઈ કક્ષક n = 3, ℓ = 0, m = 0, s = +1/2 ક્વોન્ટમ આંકનો સમુહ દર્શાવે છે?
(1) 3p (2) 2s (3) 3s (4) 2p

Q.80 Zn^{+2} માં અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?
(1) 0 (2) 1 (3) 2 (4) 3

EXERCISE-III

MCQ/COMPREHENSION/MATCHING

Q.1 સોડિયમનો શેરી દીવો 600 nm ની તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ ફેંકે છે. તો (ફોટોનની ઊર્જા $E = \frac{12400\ eV\ Å}{\lambda(Å)}$)

(A) આ પ્રકાશની આવૃત્તિ $7\times10^{14}\ s^{-1}$ છે.

(B) આ પ્રકાશની આવૃત્તિ $5\times10^{14}\ s^{-1}$ છે.

(C) આ પ્રકાશની તરંગ સંખ્યા $3\times10^{6}\ m^{-1}$ છે.

(D) આ ફોટોનની ઊર્જા આશરે 2.07 eV છે.

Q.2 સાચું વિધાન પસંદ કરો.

(A) શૂન્યાવકાશમાં દરેક વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણો પ્રકાશની ઝડપ સાથે ગતિ કરે છે.

(B) UV પ્રકાશના ફોટોનની ઊર્જા પીળા પ્રકાશના ફોટોનની ઊર્જા કરતાં ઓછી છે

(C) He^{+} અને H ના વર્ણપટ સમાન છે.

(D) એક ઇલેક્ટ્રોનીક પ્રજાતિમાં ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા શૂન્ય કરતાં વધું છે.

Q.3 હાઈડ્રોજન જેવા પરમાણુની ધરા અવસ્થા બંધન ઊર્જા 122.4 eV છે. તો

(A) તેનો પરમાણુ ક્રમાંક 3 છે.

(B) 90 eV નો ફોટોન તેને ઊંચી અવસ્થામાં ઉત્તેજિત કરી શકે છે.

(C) 80 eV નો ફોટોન તેને ઊંચી અવસ્થામાં ઉત્તેજિત કરી શકતો નથી.

(D) એકપણ નહિં.

Q.4 સાચું વિધાન પસંદ કરો.

(A) તરંગલંબાઈનો વધતો ક્રમ સૂક્ષ્મ તરંગો > રેડિયો તરંગો > IR તરંગો > દશ્યમાન તરંગો > UV તરંગો

(B) બોહર ત્રિજ્યાનો ક્રમ (r_n : જ્યાં n એ આપેલ પરમાણુ માટે કક્ષાનો ક્રમ છે.) $r_1 < r_2 < r_3 < r_4$

(C) કુલ ઊર્જાનો ક્રમ (E_n : જ્યાં n એ આપેલ પરમાણુ માટે કક્ષાનો ક્રમ છે) $E_1 > E_2 > E_3 > E_4$

(D) H, He^{+}, Li^{+}, Be^{3+} પ્રજાતિમાં બિજી બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનના વેગનો ક્રમ $Be^{3+} > Li^{+2} > He^{+} > H$

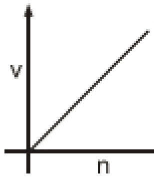
Q.5 સાચો વક્ર પસંદ કરો.

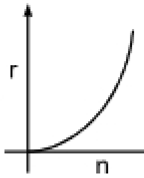
v = બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ

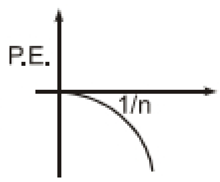
r = બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ત્રિજ્યા

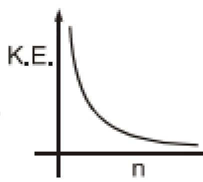
P.E. = બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની સ્થિતિ ઊર્જા

K.E. = બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા

(A)


(B)


(C)


(D)


Q.6 સાચું વિધાન ક્યું છે?

(A) H- પરમાણુની ક્રમિક કક્ષકોમાં હાજર ઇલેક્ટ્રોન સાથે સંકળાયેલ કોણીય વેગમાનમાં તફાવત $(n-1)\frac{h}{2\pi}$ છે.

(B) જો અનંત અંતરે સ્થિતિ ઊર્જાનું મુલ્ય શૂન્ય કરતાં અન્ય કોઈ લેવામાં આવે, તો ઊર્જા સ્તરો વચ્ચે ઊર્જા તફાવત બદલાશે.

(C) H-પરમાણુમાં વર્ણપટ રેખાની આવૃત્તિનો ક્રમ $(2\rightarrow1) < (3\rightarrow1) < (4\rightarrow1)$ છે.

(D) ન્યુક્લિયસથી દૂર તરફ જતા, ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા ઘટે છે

Q.7 બોહરના વાદના આધારે સાચો સંબંધ પસંદ કરો.

(A) ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ $\propto \frac{1}{n}$

(B) ભ્રમણની આવૃત્તિ $\propto \frac{1}{n^3}$

(C) કક્ષાની ત્રિજ્યા $\propto n^2Z$

(D) ઇલેક્ટ્રોન પર લાગતું બળ $\propto \frac{1}{n^4}$

Q.8 હાઈડ્રોજન જેવા એક નિશ્ચિત પરમાણુની ધરા અવસ્થાની બંધન ઊર્જા 122.4 eV છે. તો

(A) તેનો પરમાણુ ક્રમાંક 3 છે.

(B) 90eV નો ઇલેક્ટ્રોન તેને ઉત્તેજિત કરી શકે છે.

(C) આ પરમાણુ દ્વારા લગભગ 91.8 eV ગતિ ઊર્જા ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનને સ્થિર કરી શકાય છે

(D) જ્યારે 125 eV ગતિ ઊર્જાનો ઇલેક્ટ્રોન આ પરમાણુ સાથે અથડાય છે. ત્યારે પરમાણુમાંથી 2.6 eV ગતિ ઊર્જાનો ઇલેક્ટ્રોન બહાર આવી શકે છે.

Q.9 હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન $n_1 \longrightarrow n_2$ સંક્રમણ બનાવે છે, જ્યાં n_1 અને n_2 બે અવસ્થાનાં મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક છે. ધારો કે બોહર નમૂનો સાચો છે. પ્રારંભિક અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રોનનો આવર્તકાળ અંતિમ અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રોનના આવર્તકાળ કરતાં આઠ ગણો છે. n_1 અને n_2 ના શક્ય મૂલ્યો ક્યાં છે?

(A) $n_1 = 4, n_2 = 2$

(B) $n_1 = 8, n_2 = 2$

(C) $n_1 = 8, n_2 = 1$

(D) $n_1 = 6, n_2 = 3$

Q.10 જો માત્ર બે H-પરમાણુઓ છે. જે દરેક 3જી ઉત્તેજિત અવસ્થામાં છે. તો

(A) ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની મહત્તમ સંખ્યા 4 છે.

(B) ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની મહત્તમ સંખ્યા 3 છે.

(C) ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની મહત્તમ સંખ્યા 1 છે.

(D) ઉત્સર્જાતા વિવિધ ફોટોનની મહત્તમ સંખ્યા 2 છે.

Q.11 ઇલેક્ટ્રોન, પ્રોટોન અને α કણ માટે દિબ્રોગ્લી તરંગલંબાઈનો ગુણાત્મક ક્રમ $\lambda_e > \lambda_p > \lambda\alpha$ ક્યારે હોય?
(A) જો દરેક કણો માટે ગતિ ઊર્જા સમાન હોય
(B) જો દરેક કણો (સ્થિર અવસ્થાથી) માટે પ્રવેગક સ્થિતિમાનનો તફાવત **'V'** સમાન હોય.
(C) જો દરેક કણો માટે વેગ સમાન હોય.
(D) આમાંથી એકપણ નહીં

Q.12 જ્યારે 4.25 eV ઊર્જાનો ફોટોન ધાતુ A ની સપાટી પર અથડાય છે, ત્યારે બહાર નીકળતા ફોટો ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા T_A eV અને દિ બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ λ_A મહત્તમ હશે. 4.70 eV ઊર્જાના ફોટોન વડે અન્ય ધાતુ B થી છુટ્ટા પડતા ફોટો ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ગતિ ઊર્જા $T_B = (T_A - 1.50)$ eV છે. જો આ ફોટોઇલેક્ટ્રોનની દી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ $\lambda_B = 2\lambda_A$ હોય, તો સાચું વિધાન પસંદ કરો.
(A) A નું વર્કફંક્શન 2.25 eV છે.
(B) B નું વર્ક ફંક્શન 4.20 eV છે.
(C) $T_A = 2.00$ eV.
(D) $T_B = 2.75$ eV.

Q.13 થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ કરતા વધુ આવૃત્તિ ધરાવતા પ્રકાશનો ઉપયોગ કરીને ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસર પરના પ્રયોગમાં, ક્યાં ફોટોપ્રવાહ નિશ્ચિત પણે વધશે?
(A) એનોડ વિદ્યુતસ્થિતિમાન વધારવામાં આવે
(B) કેથોડ સપાટીનું ક્ષેત્રફળ વધારવામાં આવે
(C) આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા વધારવામાં આવે
(D) એનોડ પર કેથોડ વચ્ચેનું અંતર વધારવામાં આવે

Q.14 હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોન પ્રથમ બિજી ઉત્તેજીત અવસ્થાથી પ્રથમ ઉત્તેજિત અવસ્થામાં કુદકો મારે છે અને પછી પ્રથમ ઉત્તેજિત અવસ્થાથી ધરા અવસ્થામાં કુદકો મારે છે. ધારો કે બે કિસ્સામાં ફોટોનની તરંગલંબાઈ, વેગમાન અને ઊર્જાનો ગુણોત્તર x, y અને z છે. તો ખોટો જવાબ પસંદ કરો.
(A) $z = 1/x$
(B) $x = 9/4$
(C) $y = 5/27$
(D) $z = 5/27$

Q.15 નીચેનામાંથી ખોટું વિધાન પસંદ કરો :
(A) ત્રિજ્યાકીય વિતરણ વિધેય ($\psi^2.4\pi r^2 dr$) કોઈપણ પસંદ કરેલ દિશામાં નિશ્ચિત અંતર સંભાવના આપે છે.
(B) $\psi^2(r)$ ગોળાકાર સપાટી પર નિશ્ચિત અંતરે સંભાવના ઘનતા આપે છે.
(C) 's' કક્ષકો માટે $\psi(r)\psi(\theta)\psi(\phi) = \psi(x, y, z)$ એ θ અને ϕ પર આધારીત નથી.
(D) ક્વોન્ટમ આંકો n = 2, l = 1, m = 0, સાથે '2P' કક્ષક કોણીય આધારીતતા પણ દર્શાવે છે

Q.16 $3p_y$ કક્ષક વિશે સાચું વિધાન ક્યું છે?
(A) તરંગવિધેયનો કોણીય ભાગ એ ખૂણા (θ અને ϕ) ની આધારીતતા છે.
(B) $4\pi r^2 R^2(r)$ વિરૂદ્ધ r વચ્ચે વક્ર દોરવામાં આવે ત્યારે અધિકતમની સંખ્યા '2' છે.
(C) 'xz' સમતલ નોડલ સમતલ તરીકે વર્તે છે.
(D) ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક '–1' હોવો જોઈએ.

Q.17 ક્વોન્ટમ આંકો n = 4 અને m = 2 ના ઇલેક્ટ્રોન માટે નિચેનામાંથી સાચું વિધાન ક્યું છે?
(A) ℓ નું મુલ્ય 2 હોઈ શકે છે.
(B) ℓ નું મુલ્ય 3 હોઈ શકે છે.
(C) s નું મુલ્ય +1/2 હોઈ શકે છે.
(D) ℓ નું મુલ્ય 0, 1, 2, 3 હોઈ શકે છે.

Q.18 નીચેનામાંથી ક્યાં વિધાનો સાચા છે?
(A) Cr ની ઇલેક્ટ્રોનિક સંરચના [Ar] $(3d)^5 (4s)^1$ છે. (Cr નો પરમાણુ ક્રમાંક = 24)
(B) ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંકનું મુલ્ય શૂન્ય હોઈ શકે છે.
(C) સિલ્વરના પરમાણુમાં, 23 ઇલેક્ટ્રોનની સ્પિન એક પ્રકારની અને 24 ઇલેક્ટ્રોનની સ્પિન વિરૂદ્ધ પ્રકારની છે.
(Atomic number of Ag = 47)
(D) આમાંથી એકપણ નહિં.

ફકરો # 1 (Q. No. 19 થી 21)

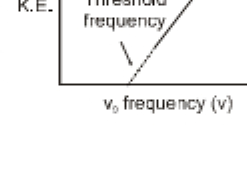
ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસરમાં થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ તરીકે ઓળખાતી અમુક લઘુત્તમ આવૃત્તિ જેટલી અથવા વધુ આવૃત્તિના વિકિરણથી આપેલ ધાતુની તક્તીને વિકરીત કરવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી તે જ ક્ષણે ઇલેક્ટ્રોનનું ઉત્સર્જન થાય છે. પ્લાન્કના વિચાર અનુસાર, પ્રકાશને અલગ અલગ કણોનો બનેલો ગણવામાં આવે છે જેને ફોટોન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. દરેક ફોટોન hv જેટલી ઊર્જા ધરાવે છે. જ્યારે આ ફોટોન, ધાતુના ઇલેક્ટ્રોન સાથે અથડાય છે ત્યારે ઇલેક્ટ્રોન ફોટોનની ઊર્જા જેટલી ઊર્જા મેળવે છે. આમ, ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા નીચે મુજબ આપવામાં આવે છે.

$$h\nu = K.E_{maximum} + P.E. = \frac{1}{2}mu^2 + PE$$

જો આપાત વિકિરણ થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિનું હોય તો ઇલેક્ટ્રોન ગતિ ઊર્જા વગર ઉત્સર્જીત થશે એટલે કે $h\nu_0 = PE$

$$\therefore \frac{1}{2}mu^2 = h\nu - h\nu_0$$

ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોન ગતિ ઊર્જા વિરૂદ્ધ આપાત વિકિરણની આવૃત્તિનો આલેખ દર્શાવ્યા મુજબ સીધી રેખા આપે છે.



Q.19 સફેદ પ્રકાશનું પુંજ ક્વાર્ટ્ઝના પ્રિઝમ વડે તેની તરંગલંબાઈ ઘટકોમાં વિભાજીત થાય છે અને પોટેશિયમ ધાતુની પાતળી પ્લેટ પર પડે છે. વિવિધ પ્રકાશ ઘટકો વડે ઉત્સર્જાતા ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જાનો ઘટતો ક્રમ ક્યો છે

(A) વાદળી > લીલો > નારંગી > પીળો
(B) જાંબલી > વાદળી > નારંગી > લાલ
(C) પીળો > લીલો > વાદળી > જાંબલી
(D) નારંગી > પીળો > વાદળી > જાંબલી

Q.20 વિવિધ તરંગલંબાઈનો એકવર્ણીય પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરતા લેસરનો ઉપયોગ $6.15 \times 10^{14}\ s^{-1}$ થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ ધરાવતી સોનાની પ્લેટ પરથી ઇલેક્ટ્રોન છુટ્ટા કરવા માટે થાય છે. ઇલેક્ટ્રોનને છુટ્ટા કરવા માટે નિચેનામાંથી ક્યું આપાત વિકિરણ યોગ્ય રહેશે?

(A) $3.05 \times 10^{14}\ s^{-1}$ આવૃત્તિ ધરાવતા ફોટોનના 1.5 મોલ
(B) $12.3 \times 10^{12}\ s^{-1}$ આવૃત્તિના ફોટોનના 0.5 મોલ
(C) $5.16 \times 10^{15}\ s^{-1}$ આવૃત્તિનો એક ફોટોન
(D) આપેલ તમામ

Q.21 ઊત્સર્જાતા ફોટો ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા શેના પર આધાર રાખે છે?

(A) આપાત વિકિરણની તીવ્રતા
(B) આપાત વિકિરણની આવૃત્તિ
(C) આપાત વિકિરણની તીવ્રતા અને આવૃત્તિનો ગુણાકાર
(D) આમાંથી એકપણ નહીં

ફકરો # 2 (Q.No. 22 થી 25)

એકલ ઇલેક્ટ્રોન પરમાણુનો કેન્દ્રીય વિદ્યુતભાર +Ze છે. જ્યાં Z પરમાણુ ક્રમાંક છે અને 'e' ઇલેક્ટ્રોનીક વિદ્યુતભાર છે. 2જી બોહર કક્ષાથી 3જી બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનને ઉત્તેજિત કરવા માટે 47.2ev ની જરૂર પડે છે. ઉપર આપેલ માહિતી પરથી નિચેના પ્રશ્નો ઉકેલો.

Q.22 તત્ત્વનો પરમાણુ ક્રમાંક ક્યો છે?

(A) 4 (B) 3
(C) ∞ (D) 5

Q.23 પ્રથમ બોહર કક્ષાથી ઇલેક્ટ્રોનને અનંત સુધી દૂર કરવા માટે જરૂરી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

(A) 83×10^{-12} erg (B) 13.25×10^{-12} erg
(C) 26.5×10^{-12} erg (D) 10.6×10^{-11} erg

Q.24 પ્રથમ બોહર કક્ષાથી ઇલેક્ટ્રોનને અનંત સુધી દૂર કરવા માટે જરૂરી તરંગલંબાઈ કેટલી છે?

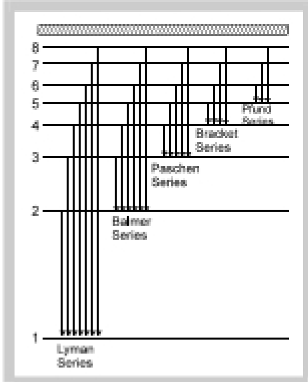
(A) 36.5 Å (B) 146 Å
(C) 73 Å (D) 18.5 Å

Q.25 પ્રથમ બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા કેટલી છે?

(A) 2.25×10^{-12} erg (B) 11×10^{-12} erg
(C) 5.5×10^{-10} erg (D) 27.2×10^{-11} erg

ફકરો # 3 (Q. No. 26 થી 28)

હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં પ્રથમ કક્ષામાં સામાન્ય પરિસ્થિતિ હેઠળ માત્ર એક ઇલેક્ટ્રોન રહે છે. જ્યારે ઊર્જા આપવામાં આવે ત્યારે શોષાયેલી ઊર્જાના જથ્થાના આધારે ઇલેક્ટ્રોન ઊંચી ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકમાં જાય છે. જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન કોઈપણ નીચી કક્ષામાં પાછો ફરે છે. ત્યારે તે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે છે. ઇલેક્ટ્રોન સૌથી નીચી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે લેમન શ્રેણી રચાય છે જ્યારે બિજી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે બામર શ્રેણી રચાય છે. એ જ રીતે જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ઉંચી ઊર્જા કક્ષામાંથી ત્રીજી, ચોથી અને પાંચમી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે અનુક્રમે પાસ્કન, બ્રેકેટ અને પીફંડ શ્રેણી રચાય છે. (આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ)



જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન n માં સ્તરથી ધરા અવસ્થામાં કુદકો મારે છે ત્યારે ઉત્પન્ન થતી રેખાઓની મહત્તમ સંખ્યા $\frac{n(n-1)}{2}$ છે.

ઉદાહરણ તરીકે, n = 4 ના કિસ્સામાં, ઉત્પન્ન થતી રેખાઓની સંખ્યા 6 છે. ($4 \to 3, 4 \to 2, 4 \to 1, 3 \to 2, 3 \to 1, 2 \to 1$). જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન n_2 થી n_1 અવસ્થામાં પાછો ફરે છે ત્યારે વર્ણપટ્ટમાં રેખાઓની સંખ્યા $\frac{(n_2-n_1)(n_2-n_1+1)}{2}$ જેટલી હશે.

જો ઇલેક્ટ્રોન ઊર્જા E_2 ધરાવતા ઊર્જા સ્તરથી ઊર્જા E_1 ધરાવતા સ્તરમાં પાછો ફરે તો, ફોટોનની ઊર્જાના સંદર્ભમાં તફાવતને નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે.

$$E_2 - E_1 = \Delta E,\ \lambda = \frac{hc}{\Delta E}, \Delta E = h\nu\ (\nu\text{ - આવૃત્તિ})$$

h અને c અચળ હોવાથી, ΔE નિશ્ચિત ઊર્જાને અનુરૂપ છે. આમ એક ઊર્જા સ્તરથી અન્ય ઊર્જા સ્તરમાં દરેક સંક્રમણ નિશ્ચિત તરંગલંબાઈન પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરશે. આ વાસ્તવિક રીતે હાઈડ્રોજન પરમાણુના વર્ણપટ્ટમાં રેખા તરીકે જોવા મળશે.

રેખાની તરંગ સંખ્યા નીચેના સુત્ર દ્વારા આપવામાં આવે છે.

$$\bar{\nu} = RZ^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right).$$

જ્યાં R રિડબર્ગ અચળાંક છે. ($R = 1.1 \times 10^7 m^{-1}$)

(i) શ્રેણીની પ્રથમ રેખા : તેને સૌથી લાંબી તરંગલંબાઈની રેખા અથવા સૌથી ઓછી ઊર્જાની રેખા તરીકે ઓળખળામાં આવે છે.

(ii) શ્રેણી સીમા અથવા શ્રેણીની છેલ્લી રેખા : તે સૌથી ટુંકી તરંગલંબાઈની રેખા અથવા સૌથી વધુ ઊર્જાની રેખા છે.

Q.26 H–પરમાણુ માટે બ્રેકેટ શ્રેણીની છેલ્લી રેખાની તરંગ લંબાઈ λ_1 Å છે અને લેમન શ્રેણીની 2જી રેખાની તરંગલંબાઈ λ_2 Å છે, તો

(A) $\frac{128}{\lambda_1} = \frac{9}{\lambda_2}$ (B) $\frac{16}{\lambda_1} = \frac{9}{\lambda_2}$

(C) $\frac{4}{\lambda_1} = \frac{1}{\lambda_2}$ (D) $\frac{128}{\lambda_1} = \frac{8}{\lambda_2}$

Q.27 નીચેના વિધાનો ધ્યાનમાં લો.

1. He^+ આયનની બામર શ્રેણીની વર્ણપટ્ટ રેખા દશ્યમાન વિસ્તારમાં નથી.
2. H-પરમાણુની બામર શ્રેણીમાં મહત્તમ રેખાઓ પારજાંબલી વિસ્તારમાં છે.
3. He^+ આયનની લેમન શ્રેણીની 2જી રેખાની ઊર્જા 48.4 eV છે.

ઉપરના વિધાનો 1, 2, 3 અનુક્રમે (T = સાચું, F = ખોટું,)

(A) T F F (B) F T T

(C) T F T (D) T T T

Q.28 Be^{3+} આયનમાં પાસ્કન શ્રેણીની પ્રથમ રેખાની તરંગ સંખ્યા કેટલી છે?

(A) $\frac{7R}{16}$ (B) $\frac{7R}{144}$ (C) $\frac{7R}{9}$ (D) $\frac{R}{144}$

ફકરો # 4 (પ્ર. No. 29 થી 32)

હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં પ્રથમ કક્ષામાં સામાન્ય પરિસ્થિતિ હેઠળ માત્ર એક ઇલેક્ટ્રોન રહે છે. જ્યારે ઊર્જા આપવામાં આવે ત્યારે શોષાયેલી ઊર્જાના જથ્થાના આધારે ઇલેક્ટ્રોન ઊંચી ઊર્જા ધરાવતી કક્ષકમાં જાય છે. જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન કોઈપણ નીચી કક્ષામાં પાછો ફરે છે. ત્યારે તે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે છે. ઇલેક્ટ્રોન સૌથી નીચી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે લેમન શ્રેણી રચાય છે જ્યારે બિજી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે બામર શ્રેણી રચાય છે. એ જ રીતે જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ઉંચી ઊર્જા કક્ષામાંથી ત્રીજી, ચોથી અને પાંચમી કક્ષામાં પાછો ફરે છે ત્યારે અનુક્રમે પાસ્કન, બ્રેકેટ અને પીફંડ શ્રેણી રચાય છે.

જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન n માં સ્તરથી ધરા અવસ્થામાં કુદકો મારે છે ત્યારે ઉત્પન્ન થતી રેખાઓની મહત્તમ સંખ્યા $\frac{n(n-1)}{2}$ છે.

ઉદાહરણ તરીકે, n = 4 ના કિસ્સામાં, ઉત્પન્ન થતી રેખાઓની સંખ્યા 6 છે. ($4 \rightarrow 3, 4 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 1$). જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન n_2 થી n_1 અવસ્થામાં પાછો ફરે છે ત્યારે વર્ણપટ્ટમાં રેખાઓની સંખ્યા $\frac{(n_2 - n_1)(n_2 - n_1 + 1)}{2}$ જેટલી હશે.

જો ઇલેક્ટ્રોન ઊર્જા E_2 ધરાવતા ઊર્જા સ્તરથી ઊર્જા E_1 ધરાવતા સ્તરમાં પાછો ફરે તો, ફોટોનની ઊર્જાના સંદર્ભમાં તફાવતને નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય છે.

$E_2 - E_1 = \Delta E$, $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$, $\Delta E = h\nu$ (ν - આવૃત્તિ)

h અને c અચળ હોવાથી, ΔE નિશ્ચિત ઊર્જાને અનુરૂપ છે. આમ એક ઊર્જા સ્તરથી અન્ય ઊર્જા સ્તરમાં દરેક સંક્રમણ નિશ્ચિત તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરશે. આ વાસ્તવિક રીતે હાઈડ્રોજન પરમાણુના વર્ણપટ્ટમાં રેખા તરીકે જોવા મળશે.

રેખાની તરંગ સંખ્યા નીચેના સુત્ર દ્વારા આપવામાં આવે છે.

$$\overline{\nu} = RZ^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right).$$

જ્યાં R રિડબર્ગ અચળાંક છે. ($R = 1.1 \times 10^7 m^{-1}$)

(i) શ્રેણીની પ્રથમ રેખા : તેને સૌથી લાંબી તરંગલંબાઈની રેખા અથવા સૌથી ઓછી ઊર્જાની રેખા તરીકે ઓળખળામાં આવે છે.

(ii) શ્રેણી સીમા અથવા શ્રેણીની છેલ્લી રેખા : તે સૌથી ટુંકી તરંગલંબાઈની રેખા અથવા સૌથી વધુ ઊર્જાની રેખા છે.

Q.29 n = 3 થી n = 1 સંક્રમણને અનુરૂપ ઊત્સર્જાતા ફોટોનની ઊર્જા કેટલી છે? **[$h = 6 \times 10^{-34}$ J-sec]**

(A) 1.76×10^{-18} J (B) 1.98×10^{-18} J

(C) 1.76×10^{-17} J (D) આમાંથી એકપણ નહિં.

Q.30 H–પરમાણુના સંગ્રહમાં, ઇલેક્ટ્રોન 5મી ઉત્તેજિત અવસ્થાથી 2જી ઉત્તેજિત અવસ્થામાં સંક્રમણ કરે છે તો જોવા મળતા વિવિધ પ્રકારનાં ફોટોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે?

(A) 3 (B) 4 (C) 6 (D) 15

Q.31 હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં લેમન શ્રેણીની 1લી રેખાની તરંગલંબાઈ અને બામર શ્રેણીની 2જી રેખાની તરંગલંબાઈમાં કેટલો તફાવત છે?

(A) $\frac{9}{2R}$ (B) $\frac{4}{R}$ (C) $\frac{88}{15R}$ (D) એકપણ નહિં

Q.32 Li^{2+} આયનના બે સ્તરો કે જેના મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંકોનો સરવાળો 4 અને તફાવત 2 છે. તે બે સ્તરો વચ્ચે ઇલેક્ટ્રોનના સંક્રમણ દરમ્યાન ઉત્સર્જાતા વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણની તરંગ સંખ્યા કેટલી છે?

(A) 3.5 R (B) 4 R (C) 8 R (D) 8/9 R

ફકરો # 5 (પ્ર. No. 33 થી 35)

દી બ્રોગ્લીએ તેનું પ્રખ્યાત સમીકરણ $\lambda = \frac{h}{mv}$ આપીને ઇલેક્ટ્રોન માટે દ્વૈત સ્વભાવ રજૂ કર્યો. ત્યારબાદ હાયઝનબર્ગે $\Delta p.\ \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$ મુજબ અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત રજૂ કર્યો. તેમ છતાં ઇલેક્ટ્રોનનો કણ સ્વભાવ ફોટો ઇલેક્ટ્રિક અસરના આધારે સાબિત થયો. જ્યારે ફોટોન ધાતુની સપાટી પર આપાત થાય છે, ત્યારે તે તેની ઊર્જા ઇલેક્ટ્રોનને આપી દે છે. આ ઊર્જાનો એક ભાગ (ધારો કે W) ઇલેક્ટ્રોન વડે ધાતુમાંથી બહાર છટકવામાં વપરાય છે અને બાકીની ઊર્જા, મુક્ત થતાં ઇલેક્ટ્રોનને ગતિ ઊર્જા ($1/2\ mv^2$) આપે છે. ફોટો ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ શૂન્ય સુધી ઘટાડવા માટે સપાટી પર લાગુ કરવા પડતા વિદ્યુત સ્થિતિમાનને સ્ટોપિંગ વિદ્યુત સ્થિતિમાન કહે છે.

Q.33 0.001% સાથે ચોક્કસ 300 ms^{-1} વેગ સાથે ગતિ કરતાં ઇલેક્ટ્રોન (દળ 9.1×10^{-31} kg) ના સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા કેટલી હશે ?

($\frac{\hbar}{2m_e} = 5.8 \times 10^{-5}$)

(A) 19.2×10^{-2} m (B) 5.76×10^{-2} m

(C) 3.84×10^{-2} m (D) 1.92×10^{-2} m

Q.34 જ્યારે વર્ક ફંક્શન = (40 eV) ધરાવતી એક નિશ્ચિત ધાતુની સપાટી પર નિશ્ચિત ઊર્જાના ફોટોનનું પુંજ આપાત થાય છે, ત્યારે ઉત્સર્જાતા કેટલાક ફોટો ઇલેક્ટ્રોનનો સ્ટોપિંગ વિદ્યુત સ્થિતિમાન 22 V હતો, કેટલાકનો 12 V હતો અને બાકીનાનો નીચા મૂલ્યનો હતો. મહત્તમ શક્ય ગતિ ઊર્જા સાથે ઓછામાં ઓછો એક ઇલેક્ટ્રોન મુક્ત થાય છે. તેમ ધારતા આપાત ફોટોનની તરંગલંબાઈ ગણો.

(A) 310 Å (B) 298 Å (C) 238 Å (D) 200 Å

Q.35 એકલ ઇલેક્ટ્રોન પ્રજાતિની ત્રીજી કક્ષાનો પરીઘ 3 nm છે. કક્ષામાંથી ઇલેક્ટ્રોનને માત્ર આયનીકૃત કરવા જરૂરી ફોટોનની તરંગલંબાઈ આશરે કેટલી હોવી જોઈએ?

(A) 91.1 nm (B) 364.7 nm (C) 821 nm (D) 205 nm

ફકરો # 6 (પ્ર. No. 36 થી 38)

1924 માં ફ્રેન્ચ ભૌતિક શાસ્ત્રી લૂઈસ દી બ્રોગ્લીએ પૂર્વ ધારણા આપી કે વિકિરણની જેમ દ્રવ્ય પણ દ્વૈત સ્વભાવ દર્શાવવો જોઈએ. તેણે દ્રવ્યકરણની તરંગલંબાઈ λ , તેના રેખીય વેગમાન p અને પ્લાન્ક અચળાંક h વચ્ચે નીચે મુજબ સંબંધ આપ્યો.

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

દી બ્રોગ્લી સંબંધ સૂચવે છે કે કણનો વેગ વધે તેમ કણની તરંગલંબાઈ ઘટવી જોઈએ. તે એમ પણ સૂચવે છે કે આપેલ વેગ માટે ભારે કણની તરંગલંબાઈ હળવા કણની તરંગલંબાઈ કરતાં ટૂંકી હોવી જોઈએ. ગતિમાન કણ સાથે સંકળાયેલા તરંગોને દ્રવ્ય તરંગો અથવા દી બ્રોગ્લી તરંગો કહે છે. આ તરંગો વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગોથી નીચે મુજબ અલગ પડે છે.

(i) તેમના વેગ ઓછા હોય છે.

(ii) વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રો હોતા નથી અને

(iii) ધ્યાનમાં લીધેલા કણ દ્વારા ઊત્સર્જાતા નથી.

જ્યારે 1927 માં, ડેવિસન અને ગર્મરે અવલોકન કર્યું કે નિકલ પ્રિઝમ દ્વારા ઇલેક્ટ્રોન પૂંજનું વિવર્તન થાય છે. ત્યારે દી બ્રોગ્લી સમીકરણની પ્રાયોગીક સાબિતિ મળી. વિવર્તન એ તરંગનો લાક્ષણિક ગુણધર્મ છે, આથી દિ બ્રોગ્લી એ જણાવ્યા મુજબ ઇલેક્ટ્રોન પૂંજ તરંગ તરીકે વર્તે છે. વર્નર હાઈઝનબર્ગે ઇલેક્ટ્રોન અથવા ઇલેક્ટ્રોન જેવા અન્ય માઈક્રોસ્કોપિક કણોના ગુણધર્મોને કેટલી ચોક્કસાઈથી માપી શકીએ તેની મર્યાદાઓ ધ્યાનમાં લીધી. તેણે તારવ્યું કે સ્થાન અને વેગમાન બંનેને કેટલી ચોક્કસાઈપૂર્વક માપી શકાય. તેની મુળભૂત મર્યાદા છે. આપણે કણનું વેગમાન વધુ ચોક્કસાઈપૂર્વક માપીએ તેમ આપણે તેનું સ્થાન ઓછી ચોક્કસાઈપૂર્વક નક્કી કરી શકીએ. તેનાથી ઊલટું પણ સાચું છે. આનો સારાંશ કરવામાં આવ્યો. જેને હવે આપણે હાઈઝનબર્ગનો સિદ્ધાંત અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત કહે છે. :કણનું સ્થાન અને વેગમાન બંને ચોક્કસાઈપૂર્વક એકસાથે નક્કી કરવા અશક્ય છે. સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા Δx અને વેગમાનમાં અનિશ્ચિતતા Δ(mv) નો ગુણાકાર h/4π જેટલો અથવા વધારે હોવો જોઈએ. એટલે કે $\Delta x\, \Delta(mv) \geq \frac{h}{4\pi}$

Q.36 સમાન ગતિ ઊર્જા સાથે ગતિ કરતા હાઈડ્રોજન ($_1H^1$), ડ્યુટેરિયમ ($_1H^2$) અને ટ્રિટિયમ ($_1H^3$) ની તરંગલંબાઈનો સાચો ક્રમ ક્યો છે ?

(A) $\lambda_H > \lambda_D > \lambda_T$ (B) $\lambda_H = \lambda_D = \lambda_T$

(C) $\lambda_H < \lambda_D < \lambda_T$ (D) $\lambda_H < \lambda_D > \lambda_T$

Q.37 ક્યા સંક્રમણ માટે He^+ આયનના ઇલેક્ટ્રોનની દિ - બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ તેના પ્રારંભીક મુલ્ય કરતાં ત્રણ ગણી થશે?

(A) $2 \rightarrow 5$ (B) $3 \rightarrow 2$ (C) $2 \rightarrow 6$ (D) $1 \rightarrow 2$

Q.38 જો વેગ અને સ્થાનમાં અનિશ્ચિતતા સમાન છે. તો વેગમાનમાં અનિશ્ચિતતા કેટલી હશે?

(A) $\sqrt{\frac{hm}{4\pi}}$ (B) $m\sqrt{\frac{h}{4\pi}}$ (C) $\sqrt{\frac{h}{4\pi m}}$ (D) $\frac{1}{m}\sqrt{\frac{h}{4\pi}}$

ફકરો # 7 (પ્ર. 39 થી 41)

ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા, કોણીય વેગમાન, વર્ણપટ્ટ રેખાઓ વગેરે વિશે ઇલેક્ટ્રોનની પૂર્ણ માહિતી મેળવવા માટે ક્વોન્ટમ આંક આપવામાં આવે છે. ચાર ક્વોન્ટમ આંકો જાણીતા છે. એટલે કે મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક જે ન્યુક્લિયસથી ઇલેક્ટ્રોનનું અંતર, નિશ્ચિત કોષમાં ઇલેક્ટ્રોનથી ઊર્જા અને તેનું કોણીય વેગમાન જણાવે છે. એઝીમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક આપેલ કોષમાં પેટા કોષ વિશે અને કક્ષકના આકાર વિશે જણાવે છે ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક દિશાકીય ગોઠવણી અથવા પેટા કોષની ડિજનરસી વિશે અભ્યાસ કરે છે. સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક ઇલેક્ટ્રોનની સ્પિનને વ્યાખ્યાયીત કરે છે. જેને $+\frac{1}{2}$ અથવા $-\frac{1}{2}$ આંક આપેલ છે અને અનુક્રમે ↑ અને ↓ વડે દર્શાવવામાં આવે છે. કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોન આઉફબાઉના નિયમ, પોલીના નિષેધ નિયમ અને હુંડના મહત્તમ ભ્રમણ ગુણકતાના નિયમના આધારે ભરાય છે. આના આધારે નિચેના પ્રશ્નોના જવાબ આપો.

Q.39 કાર્બન પરમાણુમાં હાજર બે અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોન તેના ________ ની સાપેક્ષે અલગ પડે છે?

(A) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક

(B) એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક

(C) ચુંબકિય ક્વોન્ટમ આંક

(D) સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક

Q.40 Zn^{+2} આયનના n = 4, ℓ = 0, s = $-\frac{1}{2}$ ક્વોન્ટમ આંક ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?

(A) 1 (B) 0 (C) 2 (D) 5

Q.41 સોડિયમમાં (પરમાણુ ક્રમાંક = 11) અયુગ્મિત ઇલેક્ટ્રોન માટે સ્પિન કોણીય વેગમાન કેટલું છે?

(A) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (B) 0.866 h/2π

(C) $-\frac{\sqrt{3}}{2}\frac{h}{2\pi}$ (D) આપેલ એકપણ નહીં

Q.42

હરોળ I	હરોળ II
(A) કેથોડ કિરણ	(p) હિલિયમ ન્યુક્લિયસો
(B) ડેબીલ	(q) અનિશ્ચિતતા સિદ્ધાંત
(C) આલ્ફા કણો	(r) વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણ
(D) મોસલે	(s) p-કક્ષક
(E) હાઈઝનબર્ગ	(t) પરમાણુ ક્રમાંક
(F) X-કિરણ	(u) ઇલેક્ટ્રોન

Q.43 આવૃત્તિ = f, આવર્તકાળ = T, n મી કક્ષાની ઊર્જા = E_n , n મી કક્ષાની ત્રિજ્યા = r_n , પરમાણુ ક્રમાંક = Z, કક્ષાનો આંક = n

હરોળ I	હરોળ II
(A) f	(p) n^3
(B) T	(q) Z^2
(C) E_n	(r) $\frac{1}{n^2}$
(D) $\frac{1}{r_n}$	(s) Z

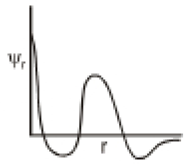
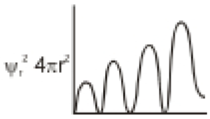
Q.44

હરોળ –I	હરોળ–II
(A) He^+ આયનમાં બીજી કક્ષામાં ગતિ કરતો ઇલેક્ટ્રોન	(p) જે કક્ષામાં ગતિમાં છે. તે કક્ષાની ત્રિજ્યા 0.529 Å છે.
(B) H–પરમાણુમાં ત્રીજી કક્ષામાં ગતિ કરતો ઇલેક્ટ્રોન	(q) ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા (–)13.6 × 9 eV
(C) Li^{+2} આયનમાં પ્રથમ કક્ષામાં ગતિ કરતો ઇલેક્ટ્રોન	(r) ઇલેક્ટ્રોનનો વેગ $\frac{2.188 \times 10^6}{3}$ m/s છે.
(D) Be^{+3} આયનમાં બીજી કક્ષામાં ગતિ કરતા ઇલેક્ટ્રોન	(s) ઇલેક્ટ્રોનની દિ-બ્રોગ્લીની તરંગલંબાઈ $\sqrt{\frac{150}{13.6}}$ Å છે.

Q.45

હરોળ I	હરોળ II
(A) લેમન શ્રેણી	(a) વર્ણપટ્ટ રેખાઓની જોવા મળતી મહત્તમ સંખ્યા= 6
(B) બામર શ્રેણી	(b) વર્ણપટ્ટ રેખાઓની જોવા મળતી મહત્તમ સંખ્યા = 2
(C) H-પરમાણુના નમુનામાં 5 → 2 સંક્રમણ માટે	(c) બીજી રેખાનો તરંગ સંખ્યા $\frac{8R}{9}$ છે.
(D) એકલ અલગ કરેલ H-પરમાણુમાં 3 → 1 સંક્રમણ માટે	(d) બીજી રેખા પાસે તરંગ સંખ્યા $\frac{3R}{16}$ છે.
	(e) વર્ણપટ્ટ રેખાની કુલ સંખ્યા 10 છે.

Q.46 હરોળ –I અને હરોળ –II શ્રોડિન્જર તરંગ યાંત્રિકી નમુના વિશે માહિતી આપેલ છે. જ્યાં સંજ્ઞાઓનો સામાન્ય અર્થ છે. હરોળ જોડો.

હરોળ –I	હરોળ–II
(A) 	(p) 4s
(B) 	(q) $5p_x$
(C) ψ(θ, φ) = K (θ અને φ થી સ્વતંત્ર)	(r) 3s
(D) ઓછામાં ઓછું એક કોણીય નોડ હાજર છે.	(s) $6d_{xy}$

Q.47

હરોળ I	હરોળ II
(A) આઉફબાઉનો સિદ્ધાંત	(p) દશ્યમાન વિસ્તારમાં રેખા વર્ણપટ
(B) દિ બ્રોગ્લી	(q) ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ ગુણકતા
(C) કોણીય વેગમાન	(r) ફોટોન
(D) હુંડનો નિયમ	(s) $\lambda = h/(mv)$
(E) બામર શ્રેણી	(t) ઇલેક્ટ્રોનિક સંરચના
(F) પ્લાન્કનો નિયમ	(u) mvr

આંકડાકીય મુલ્ય આધારીત

Q.48 C^{12} માં ન્યુટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે ?

Q.49 CO_2 માં એક મોલમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?

Q.50 જો આપણે બોહર કક્ષાને મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક વડે દર્શાવેલ કક્ષાને સમાન ગણીએ તો હાઈડ્રોજન પરમાણુની 20 nm વ્યાસની વર્તુળાકાર કક્ષા માટે કક્ષાનો ક્રમ કેટલો હશે?

Q.51 જો H પરમાણુમાં 9માં ઉત્તેજીત સ્તરમાંથી ઇલેક્ટ્રોન ધરા અવસ્થામાં પાછા ફરે તો બ્રેકેટ શ્રેણીમાં ઉત્સર્જાતી વર્ણપટ રેખાઓની શક્ય સંખ્યા કેટલી હશે?

Q.52 જ્યારે H વર્ણપટમાં ઇલેક્ટ્રોન 5મી કક્ષામાંથી ધરા અવસ્થામાં પાછો ફરે છે ત્યારે દશ્યમાન રેખાઓની સંખ્યા કેટલી છે?

Q.53 H-પરમાણુના નમુનામાં ઇલેક્ટ્રોન 5મી ઉત્તેજીત અવસ્થામાંથી ધરા અવસ્થામાં સંક્રમણ કરે છે. ત્યારે બધા શક્ય પ્રકારના ફોટોન ઉત્પન્ન થાય છે. તો પારરક્ત વિસ્તારમાં રેખાઓની સંખ્યા કેટલી છે?

Q.54 સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક $s = +1/2$ ધરાવતાં 3d ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે ?

Q.55 '*f*' પેટા કોષમાં મહત્તમ કેટલા ઇલેક્ટ્રોન સમાય શકે છે?

Q.56 કાર્બન પરમાણુમાં અયુગ્મીત ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા કેટલી છે?

Q.57 3d શ્રેણીના X^{3+} આયનની ચુંબકીય મોમેન્ટ $\sqrt{35}$ BM છે. X^{3+}નો પરમાણુ ક્રમાંક કેટલો છે ?

PREVIOUS YEAR'S

NEET/AIPMT

Q.1 બે વિકિરણોની ઊર્જાઓ E_1 અને E_2 અનુક્રમે 25 eV અને 50 eV છે. તેમની તરંગલંબાઈઓ એટલે કે λ_1 અને λ_2 વચ્ચેનો સંબંધ ક્યો છે? **[CBSE AIPMT 2011]**

(1) $\lambda_1 = \frac{1}{2}\lambda_2$ (2) $\lambda_1 = \lambda_2$
(3) $\lambda_1 = 2\lambda_2$ (4) $\lambda_1 = 4\lambda_2$

Q.2 પરમાણુના ચોથા ઊર્જા સ્તરમાં પરમાણ્વીય કક્ષકોની કુલ સંખ્યા કેટલી છે? **[CBSE AIPMT 2011]**

(1) 4 (2) 8
(3) 16 (4) 32

Q.3 જો n = 6, તો ઇલેક્ટ્રોન ભરાવાનો સાચો ક્રમ ક્યો હશે ? **[CBSE AIPMT (Final) 2011]**

(1) $ns \rightarrow np \rightarrow (n-1)d \rightarrow (n-2)f$
(2) $ns \rightarrow n(n-2)f \rightarrow (n-1)d \rightarrow np$
(3) $ns \rightarrow (n-1)d \rightarrow (n-2)f \rightarrow np$
(4) $ns \rightarrow (n-2)f \rightarrow np \rightarrow (n-1)d$

Q.4 $l = 3$ અને n = 4 સાથેના પેટાકોષમાં ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે ? **[CBSE 2012]**

(1) 14 (2) 16
(3) 10 (4) 12

Q.5 રૂબિડિયમ પરમાણુ (Z = 37) ના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન માટે ચાર ક્વોન્ટમ આંકોનો સાચો સમૂહ ક્યો છે? **[CBSE 2012]**

(1) 5, 1, + 1/2 (2) 6, 0, 0 + 1/2

(3) 5, 0, 0 + 1/2 (4) 5, 1, 0 + 1/2

Q.6 પ્લાન્ક અચળાંકનું મુલ્ય 6.63×10^{-34} Js છે. પ્રકાશની ઝડપ 3×10^{17} nm s^{-1} છે. નીચેનામાંથી ક્યું મુલ્ય 6×10^{15} s^{-1} ની આવૃત્તિ સાથેના પ્રકાશમાં ક્વોન્ટમની તરંગલંબાઈ (નેનોમીટરમાં) છે? **[NEET 2013]**

(1) 25 (2) 50

(3) 75 (4) 10

Q.7 ક્વોન્ટમ આંકોના નિચેના સમૂહ સાથે સંકળાયેલા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે ? n = 3, l = 1 અને m = –1 **[NEET 2013]**

(1) 6 (2) 4

(3) 2 (4) 10

Q.8 નીચેના ક્વોન્ટમ આંકો સાથે ઓળખી શકાય તેવી કક્ષકોની મત્તમ સંખ્યા કેટલી છે ? n = 3, l = 1, m_l = 0 **[AIPMT 2014]**

(1) 1 (2) 2

(3) 3 (4) 4

Q.9 Be^{2+} એ નિચેનામાંથી ક્યાં આયન સાથે સમઇલેક્ટ્રોનીક છે ? **[AIPMT-2014]**

(1) H^+ (2) Li^+ (3) Na^+ (4) Mg^{2+}

Q.10 45 nm તરંગલંબાઈના પ્રકાશને અનુરૂપ ઊર્જા જૂલમાં ગણો. (પ્લાન્કનો અચળાંક, h = 6.63×10^{-34} Js, પ્રકાશની ઝડપ, c = 3×10^8 m s^{-1}) **[AIPMT-2014]**

(1) 6.67×10^{15} (2) 6.67×10^{11}

(3) 4.42×10^{-15} (4) 4.42×10^{-18}

Q.11 Fe^{2+} (Z = 26) માં d ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા નિચેનામાંથી ક્યાં એકમાં ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યાને સમાન નથી? **[AIPMT 2015, cancelled]**

(1) Fe (Z = 26) માં d ઇલેક્ટ્રોન

(2) Ne (Z = 10) માં p ઇલેક્ટ્રોન

(3) Mg (Z = 12) માં s ઇલેક્ટ્રોન

(4) Cl (Z = 17) માં p ઇલેક્ટ્રોન

Q.12 'd' કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન કેટલું છે? **[AIPMT 2015,cancelled]**

(1) $2\sqrt{3}\hbar$ (2) $\hbar$

(3) $\sqrt{6}\hbar$ (4) $\sqrt{2}\hbar$

Q.13 ટાઈટેનિયમના પરમાણુમાં સુચિત કક્ષકોની ઊર્જાનો વધતો ક્રમ ક્યો છે? **[AIPMT 2015]**

[પરમાણુ ક્રમાંક Z = 22]

(1) 4s 3s 3p 3d (2) 3s 3p 3d 4s

(3) 3s 3p 4s 3d (4) 3s 4s 3p 3d

Q.14 પ્રકાશ રાસાયણિક સંયોજકતાના નિયમ અનુસાર શોષાતી ઊર્જા (ergs / mole માં) કેટલી છે?

(h = 6.62×10^{-27} ergs, c = 3×10^{10} cms^{-1} , N_A = 6.02×10^{23}) **[NEET-2016]**

(1) $\frac{1.196\times10^{8}}{\lambda}$ (2) $\frac{2.859\times10^{5}}{\lambda}$

(3) $\frac{2.859\times10^{16}}{\lambda}$ (4) $\frac{1.196\times10^{16}}{\lambda}$

Q.15 n = 3 અને ℓ = 1 ધરાવતી કક્ષકોમાં કેટલા ઇલેક્ટ્રોન સમાઈ શકે? **[NEET Phase II -2016]**

(1) 2 (2) 6

(3) 10 (4) 14

Q.16 d-કક્ષકોની નિચેનામાંથી કઈ જોડ માટે ઇલેક્ટ્રોન ઘનતા અક્ષ પર હશે ? **[NEET Phase II -2016]**

(1) d_{z^2}, d_{xz} (2) d_{xz}, d_{yz}

(3) $d_{z^2}, d_{x^2-y^2}$ (4) $d_{xy}, d_{x^2-y^2}$

Q.17 Eu(પરમાણુ ક્રમાંક 63), Gd (પરમાણુ ક્રમાંક 64) અને Tb(પરમાણુ ક્રમાંક 65) ની ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચના કઈ છે? **[NEET Phase II -2016]**

(1) [Xe] $4f^6$ $5d^1$ $6s^2$, [Xe] $4f^7$ $5d^1$ $6s^2$ and [Xe] $4f^8$ $5d^1$ $6s^2$

(2) [Xe] $4f^7$ $5d^1$ $6s^2$, [Xe] $4f^7$ $5d^1$ $6s^2$ and [Xe] $4f^9$ $6s^2$

(3) [Xe] $4f^7$ $6s^2$, [Xe] $4f^8$ $6s^2$ and [Xe] $4f^8$ $5d^1$ $6s^2$

(4) [Xe] $4f^6$ $5d^1$ $6s^2$, [Xe] $4f^7$ $5d^1$ $6s^2$ and [Xe] $4f^9$ $6s^2$

Q.18 સમાન કક્ષકમાં રહેલા બે ઇલેક્ટ્રોનને કઈ રીતે અલગ પાડી શકાય? **[NEET Phase II -2016]**

(1) એઝીમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક (2) સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક

(3) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક (4) ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક

Q.19 નિચેનામાંથી ક્યું વિધાન ખોટું છે? **[NEET 2017]**

(1) અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત $\Delta E \times \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ છે.

(2) અર્ધ ભરાયેલી અને પૂર્ણ ભરાયેલી કક્ષકોની સ્થાયીતા, વધુ વિનિમય ઊર્જા, વધુ સમમિતિ અને વધુ સંતુલિત ગોઠવણીને કારણે વધુ હોય છે.

(3) હાઈડ્રોજન જેવા પરમાણુઓના કિસ્સામાં 2s-કક્ષકની ઊર્જા 2p-કક્ષકની ઊર્જા કરતા ઓછી હોય છે.

(4) દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ $\lambda = \frac{h}{mv}$, દ્વારા આપવામાં આવે છે, જ્યાં m = કણનું દળ, v = કણનો સમુહ વેગ છે.

Q.20 નિચેનામાંથી ખોટું વિધાન ક્યું છે ? **[NEET-2018]**

(1) N પરમાણુની ઇલેક્ટ્રોનીક સંરચના

[↑↓] $1s^2$ [↑↓] $2s^2$ [↑][↑][↓] $2p_x^1\ 2p_y^1\ 2p_z^1$ છે.

(2) કક્ષકને ત્રણ ક્વોન્ટમ આંકો આપવામાં આવે છે જ્યારે પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનને ચાર ક્વોન્ટમ આંકો આપવામાં આવે છે.

(3) 's' કક્ષકમાં ઇલેક્ટ્રોનનું કુલ કક્ષકીય કોણીય વેગમાન શુન્ય છે.

(4) d_{z^2} માટે m નું મૂલ્ય શૂન્ય છે.

Q.21 4d, 5d, 5f અને 6p કક્ષકોની ઘટતી ઊર્જાના ક્રમમાં ગોઠવવામાં આવે છે. સાચો વિકલ્પ ક્યો છે? **[NEET-2019]**

(1) 5f > 6p > 5p > 4d (2) 6p > 5f > 5p > 4d

(3) 6p > 5f > 4d > 5p (4) 5f > 6p > 4d > 5p

Q.22 હાઈડ્રોજન પરમાણુના વર્ણપટ્ટમાં સંક્રમણની નિચેનામાંથી કઈ શ્રેણી દશ્યમાન વિસ્તારમાં છે ? **[NEET-2019]**

(1) લેમન શ્રેણી

(2) બામર શ્રેણી

(3) પાસ્કન શ્રેણી

(4) બ્રેકેટ શ્રેણી

JEE-MAIN

Q.1 Cl_2 માં Cl – Cl બંધના એક મોલને તોડવા માટે જરૂરી ઊર્જા 242 kJ mol^{-1} છે. એક Cl – Cl બંધને તોડવા માટે સક્ષમ પ્રકાશની લાંબામાં લાંબા તરંગલંબાઈ કેટલી છે ?

($c = 3 \times 10^8$ m s^{-1} અને $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ mol^{-1}) **[AIEEE-2010]**

(1) 594 nm (2) 640 nm

(3) 700 nm (4) 494 nm

Q.2 He^+ ની આયનીકરણ ઊર્જા 19.6×10^{-18} J $atom^{-1}$ છે. Li^{2+} ની પ્રથમ સ્થિર અવસ્થા (n = 2) ની ઊર્જા કેટલી છે? **[AIEEE-2010]**

(1) 4.41×10^{-16} J $atom^{-1}$

(2) -4.41×10^{-17} J $atom^{-1}$

(3) -2.2×10^{-15} J $atom^{-1}$

(4) 8.82×10^{-17} J $atom^{-1}$

Q.3 એક વાયુ 355 nm ના ફોટોનનું શોષણ કરે છે અને બે તરંગલંબાઈઓએ ઉત્સર્જીત કરે છે. જો એક ઉત્સર્જન 680 nm એ હોય, તો બિજુ કેટલી તરંગલંબાઈએ છે ? **[AIEEE-2011]**

(1) 1035 nm (2) 325 nm

(3) 743 nm (4) 518 nm

Q.4 He^+ ના n = 4 થી n = 2 સંક્રમણ માટે ઉત્સર્જાતા પ્રકાશની આવૃત્તિ H પરમાણુમાં નિચેનામાંથી ક્યાં સંક્રમણની આવૃત્તિને સમાન છે? **[AIEEE-2011]**

(1) n = 2 થી n = 1 (2) n = 3 થી n = 2

(3) n = 4 થી n = 3 (4) n = 3 થી n = 1

Q.5 ક્વોન્ટમ આંક n અને ℓ દ્વારા ઓળખાતા ઇલેક્ટ્રોનને ઊર્જાના વધતા ક્રમમાં કઈ રીતે મુકી શકાય? **[AIEEE-2012]**

(a) n = 4, ℓ = 1 (b) n = 4, ℓ = 0

(c) n = 3, ℓ = 2 (d) n = 3, ℓ = 1

can be placed in order of increasing energy as :

(1) (c) < (d) < (b) < (a)

(2) (d) < (b) < (c) < (a)

(3) (b) < (d) < (a) < (c)

(4) (a) < (c) < (b) < (d)

Q.6 ઇલેક્ટ્રોનની ઊર્જા $E = -2.178 \times 10^{-18} J\left(\frac{Z^2}{n^2}\right)$ દ્વારા આપવામાં આવે છે. હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં ઇલેક્ટ્રોનને n = 1 થી n = 2 ઊર્જા સ્તરમાં ઉત્તેજીત કરવા માટે જરૂરી પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કેટલી હશે ?

($h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js અને $c = 3.0 \times 10^8$ ms^{-1}) **[JEE Main-2013]**

(1) 1.214×10^{-7} m

(2) 2.816×10^{-7} m

(3) 6.500×10^{-7} m

(4) 8.500×10^{-7} m

Q.7 રૂબિડિયમ પરમાણુ (Z = 37) ના સંયોજકતા ઇલેક્ટ્રોન માટે ચાર ક્વોન્ટમ આંકોનો સાચો સમુહ ક્યો છે? **[JEE Main-2014]**

(1) $5, 0, 0, +\frac{1}{2}$ (2) $5, 1, 0, +\frac{1}{2}$

(3) $5, 1, 1, +\frac{1}{2}$ (4) $5, 0, 1, +\frac{1}{2}$

Q.8 હાઈડ્રોજનની શક્ય ઉત્તેજિત અવસ્થાની ઊર્જા નીચેનામાંથી કઈ છે? **[JEE Main-2015]**

(1) +13.6 eV (2) –6.8 eV

(3) –3.4 eV (4) +6.8 eV

Q.9 ગરમ કરેલ ફિલામેન્ટથી ઇલેક્ટ્રોનનો પ્રવાહ *V* વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવતે રાખેલી બે વિદ્યુતભારીત પ્લેટો વચ્ચેથી પસાર કરવામાં આવે છે. જો *e* અને *m* અનુક્રમે ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર અને દળ હોય તો h/λ નું મુલ્ય કેટલું છે ? (જ્યાં λ એ ઇલેક્ટ્રોન તરંગ સાથે સંકળાયેલી તરંગલંબાઈ છે.) **[JEE Main-2016]**

(1) meV (2) $2meV$

(3) $\sqrt{meV}$ (4) $\sqrt{2meV}$

Q.10 હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે બિજી બોહર કક્ષાની ત્રિજ્યા કેટલી છે ? (પ્લાન્ક અચળાંક $h = 6.6262 \times 10^{-34}$ Js; ઇલેક્ટ્રોનનું દળ $= 9.1091 \times 10^{-31}$ kg; ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર $e = 1.60210 \times 10^{-19}$ C ; પરમીટીવીટી $\varepsilon_0 = 8.854185 \times 10^{-12}$ kg^{-1} m^{-3} A^2) **[JEE Main-2017]**

(1) 1.65 Å (2) 4.76 Å

(3) 0.529 Å (4) 212 Å

Q.11 પરમાણ્વીય કક્ષકોના અર્થઘટન વિશે નિચેનામાંથી ક્યાં વિધાનો સાચાં છે? **[JEE Main - 2019 (January)]**

(a) ઊંચા કોણીય વેગમાનની કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોન ઇલેક્ટ્રોન નિચા કોણીય વેગમાનની કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોન કરતાં ન્યુક્લિયસથી દૂર રહે છે.

(b) મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંકના આપેલ મૂલ્ય માટે, કક્ષાનું કદ એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંકના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે.

(c) તરંગ યાંત્રિકી અનુસાર, ધરા અવસ્થા કોણીય વેગમાન $\frac{h}{2\pi}$ જેટલું છે.

(d) વિવિધ એઝીમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંકો માટે ψ વિરૂદ્ધ r નો આલેખ, ઊંચા r મુલ્ય તરફ તીવ્ર સ્થાનાંતર દર્શાવે છે.

(1) (a), (d) (2) (a), (b)
(3) (a), (c) (4) (2), (3)

Q.12 ફોટો ઇલેક્ટ્રોન સાથે સંકળાયેલ દિ-બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ (λ) આપાત વિકિરણની આવૃત્તિ (ν) સાથે કઈ રીતે ચલે છે [ν_0 થ્રેશોલ્ડ આવૃત્તિ છે]:? **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) $\lambda \propto \frac{1}{(\nu-\nu_0)}$ (2) $\lambda \propto \frac{1}{(\nu-\nu_0)^{\frac{1}{2}}}$

(3) $\lambda \propto \frac{1}{(\nu-\nu_0)^{\frac{3}{2}}}$ (4) $\lambda \propto \frac{1}{(\nu-\nu_0)^{\frac{1}{2}}}$

Q.13 સ્નાયુના દુઃખાવાની ઉષ્મીય સારવારમાં આશરે 900 nm તરંગલંબાઈના વિકિરણનો ઉપયોગ થાય છે.
આ હેતુ માટે H પરમાણુની કઈ વર્ણપટ્ટ રેખા યોગ્ય છે?
[$R_H = 1 \times 10^5\ cm^{-1}$, $h = 6.6 \times 10^{-34}$ Js $= 3 \times 10^8\ ms^{-1}$] **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) પાસ્કન, $\infty \rightarrow 3$ (2) પાસ્કન, $5 \rightarrow 3$
(3) બામર, $\infty \rightarrow 2$ (4) લેમન, $\infty \rightarrow 1$

Q.14 પરમાણ્વીય હાઈડ્રોજનની $n_i = 8$ થી $n_f = n$, ની ઊત્સર્જન રેખા માટે, તરંગ સંખ્યા ($\bar{\nu}$) વિરૂદ્ધ $\left(\frac{1}{n^2}\right)$ નો આલેખ ક્યો હશે? (રિડબર્ગ અચળાંક, R_H તરંગ સંખ્યા એકમમાં છે) **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) આંતર્છેદ - R_H સાથે રેખીય
(2) અરેખીય
(3) R_H ઢાળ સાથે રેખીય
(4) R_H ઢાળ સાથે રેખીય

Q.15 હાઈડ્રોજનના સમસ્થાનીકો ક્યાં છે **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) માત્ર ટ્રીટીયમ અને પ્રોટીયમ
(2) માત્ર પ્રોટીયમ અને ડ્યુટેરીયમ
(3) પ્રોટીયમ, ડ્યુટેરીયમ અને ટ્રીટીયમ
(4) માત્ર ડ્યુટેરીયમ અને ટ્રીટીયમ

Q.16 જો 4000 Å તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ ધાતુમાંથી $6 \times 10^5\ ms^{-1}$ વેગનો ફોટો ઇલેક્ટ્રોન ઉત્પન્ન કરે તો ધાતુનું વર્કફંક્શન કેટલું છે?
(ઇલેક્ટ્રોનનું દળ $= 9 \times 10^{-31}$ kg
પ્રકાશનો વેગ $= 3 \times 10^8\ ms^{-1}$
પ્લાન્ક અચળાંક $= 6.626 \times 10^{-34}$ Js
ઇલેક્ટ્રોનનો વિદ્યુતભાર $= 1.6 \times 10^{-19}\ JeV^{-1}$) **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) 0.9 eV (2) 3.1 eV
(3) 2.1 eV (4) 4.0 eV

Q.17 પરમાણુ ક્રમાંક 71 સાથેના તત્ત્વ X નો 71મો ઇલેક્ટ્રોન કઈ કક્ષામાં દાખલ થાય છે? **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) 6p (2) 4f
(3) 5d (4) 6s

Q.18 હાઈડ્રોજન પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જા –13.6 eV છે. He^+ આયનની બિજી ઊત્તેજીત અવસ્થાની ઊર્જા eV માં કેટલી છે? **[JEE Main - 2019 (January)]**

(1) –54.4 (2) –3.4
(3) –6.04 (4) –27.2

Q.19 જો હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં n મી બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની દી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ $1.5\pi a_0$ (a_0 બોહર ત્રિજ્યા છે.), તો n/z નું મુલ્ય કેટલું છે? **[JEE Main - 2019 (January)]**

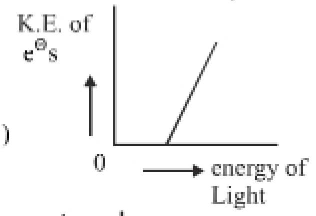
(1) 0.40 (2) 1.50
(3) 1.0 (4) 0.75

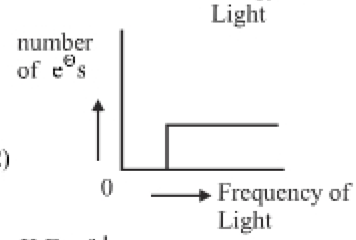
Q.20 હાઈડ્રોજન સમસ્થાનીકોની કુલ સંખ્યા અને તેમાંથી રેડિયો સક્રિય સમસ્થાનીકોની સંખ્યા અનુક્રમે કેટલી છે? **[JEE Main - 2019 (January)]**

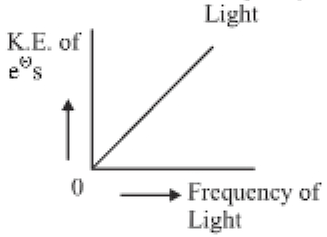
(1) 3 અને 1 (2) 3 અને 2
(3) 2 અને 1 (4) 2 અને 0

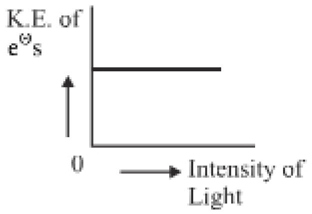
Q.21 નીચે દર્શાવેલ આલેખમાંથી ક્યો આલેખ આપાત પ્રકાશ અને ધાતુની સપાટીથી મુક્ત થતા ઇલેક્ટ્રોન વચ્ચેનો સંબંધ દર્શાવતો નથી?

[JEE Main - 2019 (January)]

(1)


(2)


(3)


(4)


Q.22 ચાર ઇલેક્ટ્રોનના ક્વોન્ટમ આંક નીચે આપેલા છે?

[JEE Main 2019]

(i) $n = 4, l = 2, m_l = -2, m_s = -\frac{1}{2}$

(ii) $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

(iii) $n = 4, l = 1, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

(iv) $n = 3, l = 1, m_l = 1, m_s = -\frac{1}{2}$

તેમની વધતી ઊર્જાનો સાચો ક્રમ ક્યો છે

(1) IV < III < II < I

(2) IV < II < III < I

(3) I < II < III < IV

(4) I < III < II < IV

Q.23 સમઇલેક્ટ્રોનીક પ્રજાતિઓ Cl^-, Ar અને Ca^{2+} ના કદ પર શેની અસર છે? **[JEE Main 2019]**

(1) સંયોજકતા કોષનો મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક

(2) ન્યુક્લિયર વિદ્યુતભાર

(3) સંયોજકતા કોષનો એઝિમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક

(4) બાહ્ય કક્ષકોમાં ઇલેક્ટ્રોન - ઇલેક્ટ્રોન આંતરક્રિયા

Q.24 પ્રથમ અને બીજી આયનીકરણ ઊર્જામાં મહત્તમ તફાવત ધરાવતું તત્ત્વ ક્યું છે ? **[JEE Main 2019]**

(1) Ca (2) K

(3) Ba (4) Sc

Q.25 પરમાણ્વીય હાઈડ્રોજનની વર્ણપટ રેખાની કોઈપણ આપેલ શ્રેણી માટે ધારો કે $\Delta\bar{v} = \bar{v}_{max} - \bar{v}_{min}$ એ મહત્તમ અને લઘુત્તમ આવૃત્તિમાં તફાવત cm^{-1} માં છે. તો $\Delta\bar{v}_{Lyman} / \Delta\bar{v}_{Balmer}$ ગુણોત્તર કેટલો છે ?

[JEE Main 2019]

(1) 27 : 5 (2) 4 : 1

(3) 5 : 4 (4) 9 : 4

Q.26 જો λ તરંગલંબાઈના પ્રકાશનું વિકિરણ આપાત થયા બાદ ધાતુની સપાટીથી સૌથી વધુ ઝડપે બહાર નીકળતા ઇલેક્ટ્રોનનું વેગમાન p હોય, તો 1.5 p વેગમાનના ફોટો ઇલેક્ટ્રોન માટે પ્રકાશની તરંગલંબાઈ કેટલી હોવી જોઈએ ?
(ધારો કે વર્ક ફંક્શનની સરખામણીમાં મુક્ત થતા ફોટો ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા ઘણી વધુ છે). **[JEE Main 2019]**

(1) $\frac{1}{2}\lambda$ (2) $\frac{3}{4}\lambda$

(3) $\frac{2}{3}\lambda$ (4) $\frac{4}{9}\lambda$

Q.27 હાઈડ્રોજન પરમાણુમાં s કક્ષક ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોન વિશે નિચેનામાંથી ક્યું વિધાન ખોટું છે ? (બોહર ત્રિજ્યા a_o વડે દર્શાવેલ છે)

[JEE Main 2019]

(1) ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસથી $2a_o$ અંતરે મળી શકે છે.

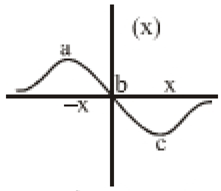
(2) ન્યુક્લિયસ પાસે ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના ઘનતા મહત્તમ છે

(3) સ્થિતિ ઊર્જાનું મુલ્ય તેની ગતિ ઊર્જાના મુલ્ય કરતાં સરેરાશ બમણું હોય છે.

(4) જ્યારે ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસથી a_o અંતરે હોય છે ત્યારે ઇલેક્ટ્રોનની કુલ ઊર્જા મહત્તમ છે.

Q.28 ઇલેક્ટ્રોન ક્યાં મળશે?

[JEE Main 2019]



(1) a અને b વિસ્તારમાં

(2) a અને c વિસ્તારમાં

(3) માત્ર c વિસ્તારમાં

(4) માત્ર a વિસ્તારમાં

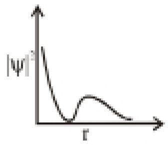
Q.29 આયનોનો સમઈલેક્ટ્રોનીક સમુહ ક્યો છે? **[JEE Main 2019]**

(1) N^{3-}, Li^+, Mg^{2+} અને O^{2-} (2) Li^+, Na^+, O^{2-} અને F^-

(3) F^-, Li^+, Na^+ અને Mg^{2+} (4) N^{3-}, O^{2-}, F^- અને Na^+

Q.30 નીચે $|\psi|^2$ અને r (ત્રિજ્યાકીય અંતર) વચ્ચેનો આલેખ દર્શાવેલ છે. આ શું દર્શાવે છે?

[JEE Main 2019]



(1) 3s કક્ષક (2) 1s કક્ષક

(3) 2p કક્ષક (4) 2s કક્ષક

Q.31 હાઈડ્રોજન વર્ણપટની બે વર્ણપટ શ્રેણીની સૌથી ટુંકી તરંગલાબઈનો ગુણોત્તર આશરે 9 છે. આ વર્ણપટ રેખાઓ કઈ છે?

[JEE Main 2019]

(1) પાસ્કન અને પી ફંડ શ્રેણી

(2) લેમન અને પાસ્કન શ્રેણી

(3) બ્રેકેટ અને પીફંડ શ્રેણી

(4) બામર અને બ્રેકેટ શ્રેણી

JEE-ADVANCED

પ્ર. 1 થી 3 માટે ફકરો

હાઈડ્રોજન જેવી પ્રજાતિ Li^{2+} એ એક ત્રિજ્યાકીય નોડ સાથે ગોળાકાર સંમમિત અવસ્થા S_1 માં છે. પ્રકાશનું શોષણ કરીને આયન અવસ્થા S_2 માં સંક્રમણ પામે છે. અવસ્થામાં S_2 માં એક ત્રિજ્યાકીય નોડ છે અને તેની ઊર્જા હાઈડ્રોજન પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જા જેટલી છે

Q.1 અવસ્થા S_1 કઈ છે? **[JEE-2010]**

(A) 1s (B) 2s (C) 2p (D) 3s

Q.2 હાઈડ્રોજન પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જાના એકમમાં અવસ્થા S_1 ની ઊર્જા કેટલી છે ? **[JEE-2010]**

(A) 0.75 (B) 1.50 (C) 2.25 (D) 4.50

Q.3 અવસ્થા S_2 નો કક્ષકીય કોણીય વેગમાન ક્વોન્ટમ આંક કેટલો છે?

[JEE-2010]

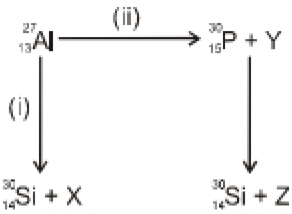
(A) 0 (B) 1 (C) 2 (D) 3

Q.4 કેટલીક ધાતુના વર્ક ફંક્શન (ϕ) નીચે લખેલા છે. જ્યારે ધાતુ પર 300 nm તરંગલંબાઈનો પ્રકાશ પડે છે ત્યારે ફોટોઇલેક્ટ્રિક અસર દર્શાવતી ધાતુઓની સંખ્યા કેટલી છે? **[JEE-2011]**

Metal	Li	Na	K	Mg	Cu	Ag	Fe	Pt	W
ϕ (eV)	2.4	2.3	2.2	3.7	4.8	4.3	4.7	6.3	4.75

Q.5 મુખ્ય ક્વોન્ટમ આંક n = 3 અને સ્પિન ક્વોન્ટમ આંક $m_s = -1/2$, ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનની મહત્તમ સંખ્યા કેટલી છે ? **[JEE-2011]**

Q.6 α-કણો દ્વારા એલ્યુમિનિયમના પ્રતાડનથી (I) અને (ii) માં દર્શાવ્યા મુજબ બે રીતે તેનું કૃત્રિમ વિઘટન થાય છે. નિપજો **X, Y** અને **Z** અનુક્રમે કઈ છે ? **[JEE-2011]**



(A) પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન, પ્રોઝીટ્રોન (B) ન્યુટ્રોન, પોઝીટ્રોન, પ્રોટોન

(C) પ્રોટોન, પ્રોઝીટોન, ન્યુટ્રોન (D) પોઝીટ્રોન, પ્રોટોન, ન્યુટ્રોન

Q.7 હાઈડ્રોજન પરમાણુની બીજી બોહર કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા કેટલી છે ? [a_0 બોહર ત્રિજ્યા છે] : **[JEE-2012]**

(A) $\frac{h^2}{4\pi^2 m a_0^2}$ (B) $\frac{h^2}{16\pi^2 m a_0^2}$

(C) $\frac{h^2}{32\pi^2 m a_0^2}$ (D) $\frac{h^2}{64\pi^2 m a_0^2}$

Q.8 આવર્ત કોષ્ટક 18 સમુહોનું બનેલું છે. પ્રોટોનના પ્રતાડનથી તાંબાનો સમસ્થાનિક ન્યુક્લિયર પ્રક્રિયા કરીને નીચે દર્શાવ્યા મુજબ તત્વ X ઉત્પન્ન કરે છે. આવર્ત કોષ્ટકમાં તત્વ X ક્યાં સમુહમાં છે?

$${}^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{1}H \rightarrow 6\,{}^{1}_{0}n + {}^{4}_{2}\alpha + 2\,{}^{1}_{1}H + X$$ **[JEE-2012]**

Q.9 ન્યુક્લિયર પરિવર્તન

${}^{9}_{4}Be + X \longrightarrow {}^{8}_{4}Be + Y$ માં **(X, Y)** શું છે?

[JEE Advanced-2013]

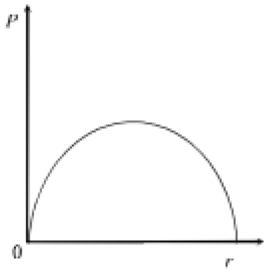
(A) (γ , n) (B) (p, D)

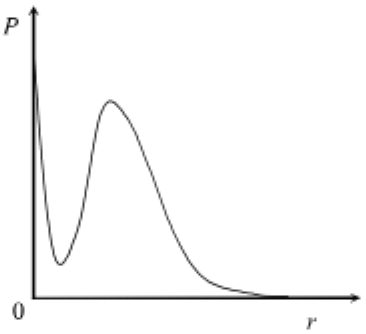
(C) (n, D) (D) (γ , p)

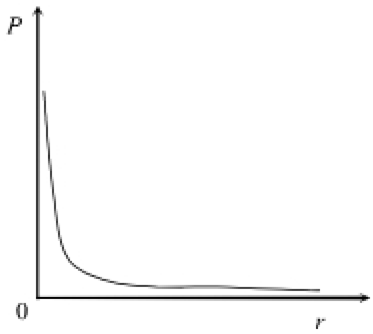
Q.10 પરમાણુમાં n = 4, $|m_l| = 1$ અને $m_s = -1/2$ ક્વોન્ટમ આંકો ધરાવતા ઇલેક્ટ્રોનની કુલ સંખ્યા કેટલી છે? **[JEE Advanced-2014]**

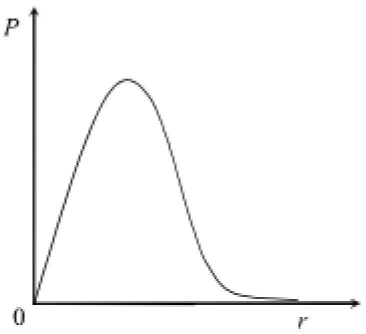
Q.11 ઇલેક્ટ્રોનની સ્પિન ધ્યાનમાં ન લેતા, H પરમાણુની બીજી ઉત્તેજીત અવસ્થા (n = 3) ની ડિજનરસી 9 છે, જ્યારે H^- ની બીજી ઉત્તેજીત અવસ્થાની ડિજનરસી કેટલી છે ? **[JEE Advanced-2015]**

Q.12 ન્યુક્લિયસથી r અંતરે અતિસૂક્ષ્મ જાડાઈ dr ના ગોળાકાર કોષમાં હાઈડ્રોજન પરમાણુના 1s ઇલેક્ટ્રોન મળવાની સંભાવના P છે. આ કોષનું કદ $4\pi r^2 dr$ છે. r પર P ની આધારીતતાનું ગુણાત્મક રેખાચિત્ર ક્યું છે? **[JEE Advanced-2016]**

(A)


(B)


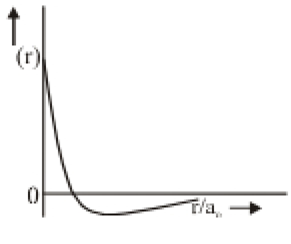
(C)


(D)


નીચેના કોષ્ટકમાં ત્રણ હરોળમાં આપેલ માહિતી યોગ્ય રીતે જોડીને Q.13, Q.14 અને Q.15 ના જવાબ આપો.

તરંગ વિધેય Ψ_{n} l, m_l એ ગાણિતિય વિધેય છે. જેનું મૂલ્ય ઇલેક્ટ્રોનના ગોળાકાર ધ્રુવીય યામો (r, θ, ϕ) પર આધાર રાખે છે અને ક્વોન્ટમ આંકો n, l અને m_l દ્વારા લાક્ષણિક કરવામાં આવે છે. અહીં r એ ન્યુક્લિયસથી અંતર છે, θ એ સહઅક્ષાંશ છે અને ϕ એઝીમ્યુથ છે, કોષ્ટકમાં આપેલ ગાણિતિય વિધેયમાં, Z એ પરમાણુ ક્રમાંક છે અને a_0 એ બોહર ત્રિજ્યા છે.

[JEE Advanced-2017]

હરોળ 1	**હરોળ 2**	**હરોળ 3**
(I) 1s કક્ષક	(i) $\Psi_{n,l,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\left(\frac{Zr}{a_0}\right)}$	(P) Ψ_{n,l,m_l} 
(II) 2s કક્ષક	(ii) એક ત્રિજ્યાકીય નોડ	(Q) ન્યુક્લિયસની સંભાવના ઘનતા $\propto \frac{1}{a_0^3}$
(III) $2p_z$ કક્ષક	(iii) $\Psi_{n,l,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_0}\right)^{\frac{5}{2}} re^{-\left(\frac{Zr}{2a_0}\right)} \cos\theta$	(R) ન્યુક્લિયસ પાસે સંભાવના ઘનતા મહત્તમ છે.
(IV) $3d_z^2$ કક્ષક	(iv) xy-સમતલ એ નોડલ સમતલ છે.	(S) ઇલેક્ટ્રોનને n = 2 અવસ્થાથી n = 4 અવસ્થામાં ઉત્તેજીત કરવા માટે જરૂરી ઊર્જા એ n = 2 અવસ્થાથી n = 6 અવસ્થામાં ઊત્તેજિત કરવા માટે જરૂરી ઊર્જા કરતાં $\frac{27}{32}$ ગણી છે.

Q.13 He^+ આયન માટે, માત્ર ખોટું સંયોજન ક્યું છે ?

(A) (I) (i) (S) (B) (II) (ii) (Q) (C) (I) (iii) (R) (D) (I) (i) (R)

Q.14 આપેલ કક્ષક માટે હરોળ 1 માં કોઈપણ હાઈડ્રોજન જેવી પ્રજાતિ માટે માત્ર સાચું સંયોજન ક્યું છે?

(A) (II) (ii) (P) (B) (I) (ii) (S) (C) (IV) (iv) (R) (D) (III) (iii) (P)

Q.15 હાઈડ્રોજન પરમાણુ માટે, માત્ર સાચું સંયોજન ક્યું છે ?

(A) (I) (i) (P) (B) (I) (iv) (R) (C) (II) (i) (Q) (D) (I) (i) (S)

Q.16 હાઈડ્રોજન પરમાણુની ધરા અવસ્થા ઊર્જા –13.6 eV છે. He^+ની ઇલેક્ટ્રોનીક અવસ્થા ψ ધ્યાનમાં લો, જેની ઊર્જા એઝીમ્યુથલ ક્વોન્ટમ આંક અને ચુંબકીય ક્વોન્ટમ આંક અનુક્રમે –3.4 eV, 2 અને 0 છે. અવસ્થા ψ માટે નીચેનામાંથી ક્યું વિધાન સાચું છે? **[JEE Advanced - 2019]**

(A) તેમાં 2 કોણીય નોડ છે.

(B) તેમાં 3 ત્રિજ્યાકીય નોડ છે.

(C) તે 4d અવસ્થા છે.

(D) આ અવસ્થામાં ઇલેક્ટ્રોન દ્વારા અનુભવાતો ન્યુક્લિયર વિદ્યુતભાર 2e કરતાં ઓછો છે, જ્યાં e એ ઇલેક્ટ્રોનીક વિદ્યુતભારનું મૂલ્ય છે.

ફકરામાં આપેલ માહિતીના આધારે સુચીઓને યોગ્ય રીતે જોડીને નીચેના જવાબ લખો.

એક ઇલેક્ટ્રોન પરમાણુનો બોહર નમૂનો ધ્યાનમાં લો. જ્યાં ઇલેક્ટ્રોન ન્યુક્લિયસની ફરતે ગતિ કરે છે. નિચેની સુચી -I માં પરમાણુની n મી કક્ષા માટે કેટલીક રાશિઓ છે અને સુચી - II માં તેઓ n પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે. તેના વિકલ્પો આપેલા છે.

[JEE Advanced - 2019]

સુચી-I	**સુચી-II**
(I) nમી કક્ષાની ત્રિજ્યા	(P) $\propto n^{-2}$
(II) nમી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનનું કોણીય વેગમાન	(Q) $\propto n^{-1}$
(III) nમી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની ગતિ ઊર્જા	(R) $\propto n^{0}$
(IV) nમી કક્ષામાં ઇલેક્ટ્રોનની સ્થિતિ ઊર્જા	(S) $\propto n^{1}$
	(T) $\propto n^{2}$
	(U) $\propto n^{1/2}$

Q.17 સુચી - I અને સુચી - II ધ્યાનમાં લેતા નિચેનામાંથી ક્યાં વિકલ્પનું સંયોજન સાચું છે?

(A) (II), (R) (B) (I), (P) (C) (I), (T) (D) (II), (Q)

Q.18 સુચી - I અને સુચી - II ધ્યાનમાં લેતા નિચેનામાંથી ક્યાં વિકલ્પનું સંયોજન સાચું છે?

(A) (III), (S) (B) (IV), (Q) (C) (IV), (U) (D) (III), (P)

ANSWER KEY

EXERCISE-I

Q.1 (4)	**Q.2** (1)	**Q.3** (3)	**Q.4** (3)	**Q.5** (2)	**Q.6** (1)	**Q.7** (2)	**Q.8** (3)	**Q.9** (2)	**Q.10** (2)
Q.11 (1)	**Q.12** (2)	**Q.13** (2)	**Q.14** (3)	**Q.15** (3)	**Q.16** (2)	**Q.17** (1)	**Q.18** (1)	**Q.19** (1)	**Q.20** (3)
Q.21 (2)	**Q.22** (3)	**Q.23** (1)	**Q.24** (4)	**Q.25** (3)	**Q.26** (1)	**Q.27** (3)	**Q.28** (2)	**Q.29** (2)	**Q.30** (1)
Q.31 (2)	**Q.32** (2)	**Q.33** (1)	**Q.34** (1)	**Q.35** (4)	**Q.36** (1)	**Q.37** (3)	**Q.38** (3)	**Q.39** (2)	**Q.40** (1)
Q.41 (3)	**Q.42** (3)	**Q.43** (3)	**Q.44** (1)	**Q.45** (4)	**Q.46** (1)	**Q.47** (4)	**Q.48** (2)	**Q.49** (3)	**Q.50** (2)
Q.51 (4)	**Q.52** (3)	**Q.53** (1)	**Q.54** (1)	**Q.55** (1)	**Q.56** (1)	**Q.57** (3)	**Q.58** (4)	**Q.59** (4)	**Q.60** (3)
Q.61 (2)	**Q.62** (2)	**Q.63** (2)	**Q.64** (4)	**Q.65** (3)	**Q.66** (2)	**Q.67** (4)	**Q.68** (2)	**Q.69** (4)	**Q.70** (3)
Q.71 (2)	**Q.72** (1)								

EXERCISE-II

Q.1 (1)	**Q.2** (4)	**Q.3** (1)	**Q.4** (1)	**Q.5** (1)	**Q.6** (2)	**Q.7** (3)	**Q.8** (1)	**Q.9** (4)	**Q.10** (1)
Q.11 (3)	**Q.12** (1)	**Q.13** (3)	**Q.14** (4)	**Q.15** (2)	**Q.16** (2)	**Q.17** (4)	**Q.18** (4)	**Q.19** (2)	**Q.20** (2)
Q.21 (1)	**Q.22** (1)	**Q.23** (3)	**Q.24** (3)	**Q.25** (2)	**Q.26** (4)	**Q.27** (1)	**Q.28** (4)	**Q.29** (2)	**Q.30** (2)
Q.31 (2)	**Q.32** (2)	**Q.33** (2)	**Q.34** (2)	**Q.35** (2)	**Q.36** (1)	**Q.37** (3)	**Q.38** (2)	**Q.39** (2)	**Q.40** (1)
Q.41 (3)	**Q.42** (4)	**Q.43** (3)	**Q.44** (4)	**Q.45** (4)	**Q.46** (3)	**Q.47** (2)	**Q.48** (1)	**Q.49** (4)	**Q.50** (3)
Q.51 (1)	**Q.52** (3)	**Q.53** (2)	**Q.54** (3)	**Q.55** (3)	**Q.56** (1)	**Q.57 (3)**	**Q.58** (3)	**Q.59** (4)	**Q.60** (2)
Q.61 (2)	**Q.62** (4)	**Q.63** (1)	**Q.64** (3)	**Q.65** (1)	**Q.66** (4)	**Q.67** (1)	**Q.68** (4)	**Q.69** (4)	**Q.70** (2)
Q.71 (2)	**Q.72** (4)	**Q.73** (1)	**Q.74 (1)**	**Q.75** (4)	**Q.76** (3)	**Q.77** (3)	**Q.78** (1)	**Q.79** (3)	**Q.80** (1)

EXERCISE-III

MCQ/COMPREHENSION/MATCHING

Q.1 (B,D)	**Q.2** (A,C)	**Q.3** (A,C)	**Q.4** (A,C)	**Q.5** (B,C,D)
Q.6 (C,D)	**Q.7** (A,B,D)	**Q.8** (A,C,D)	**Q.9** (A, D)	**Q.10** (A,C)
Q.11 (A,B,C)	**Q.12** (A,B,C)	**Q.13** (B,C)	**Q.14** (C, D)	**Q.15** (C, D)
Q.16 (B,C)	**Q.17** (A,B,C)	**Q.18** (A,B,C)	**Q.19** (B)	**Q.20** (C)
Q.21 (A)	**Q.22** (D)	**Q.23** (C)	**Q.24** (A)	**Q.25** (C)
Q.26 (A)	**Q.27** (D)	**Q.28** (C)	**Q.29** (A)	**Q.30** (C)
Q.31 (B)	**Q.32** (C)	**Q.33** (D)	**Q.34** (D)	**Q.35** (C)
Q.36 (A)	**Q.37** (C)	**Q.38** (A)	**Q.39** (C)	**Q.40** (B)
Q.41 (B)				

Q.42 (A) – u ; (B) – s ; (C) – p ; (D) – t ; (E) – q ; (F) – r

Q.43 (A) – b , (B) – a, (C) – b, c , (D) – c, d.

Q.44 (A) – s, (B) – r, (C) – q, (D) – p

Q.45 (A) – c, (B) – d, (C) – a, (D) – b.

Q.46 (A) – p, (B) – pqs, (C) – pr, (D) – qs

Q.47 (A) – s ; (B) – s ; (C) – u ; (S) – q ; (E) – p ; (F) – r

Q.48 (6)	**Q.49** (22)	**Q.50** (14)	**Q.51** (6)	**Q.52** (3)	**Q.53** (6)	**Q.54** (5)	**Q.55** (14)	**Q.56** (2)	**Q.57** (26)

PREVIOUS YEAR'S

NEET/AIPMT

Q.1 (3)	**Q.2** (3)	**Q.3** (2)	**Q.4** (1)	**Q.5** (3)	**Q.6** (2)	**Q.7** (3)	**Q.8** (1)	**Q.9** (2)	**Q.10** (4)
Q.11 (4)	**Q.12** (3)	**Q.13** (3)	**Q.14** (1)	**Q.15** (1)	**Q.16** (3)	**Q.17** (2)	**Q.18** (2)	**Q.19** (3)	**Q.20** (1)
Q.21 (1)	**Q.22** (2)								

JEE-MAIN

Q.1 (4)	**Q.2** (2)	**Q.3** (3)	**Q.4** (1)	**Q.5** (2)	**Q.6** (1)	**Q.7** (1)	**Q.8** (3)	**Q.9** (4)	**Q.10**(4)
Q.11 (1)	**Q.12** (4)	**Q.13** (1)	**Q.14** (4)	**Q.15** (3)	**Q.16** (3)	**Q.17** (3)	**Q.18** (3)	**Q.19** (4)	**Q.20** (1)
Q.21 (3)	**Q.22** (2)	**Q.23** (2)	**Q.24** (2)	**Q.25** (4)	**Q.26** (4)	**Q.27** (4)	**Q.28** (2)	**Q.29** (4)	**Q.30** (4)
Q.31 (2)									

JEE-ADVANCED

Q.1 (B)	**Q.2** (C)	**Q.3** (B)	**Q.4** 4	**Q.5** 9	**Q.6** (A)	**Q.7** (C)	**Q.8** (8)	**Q.9** (A,B)	**Q.10** 6
Q.11 3	**Q.12** (D)	**Q.13** (C)	**Q.14** (A)	**Q.15** (D)	**Q.16** (A,C)	**Q.17** (C)	**Q.18** (D)		