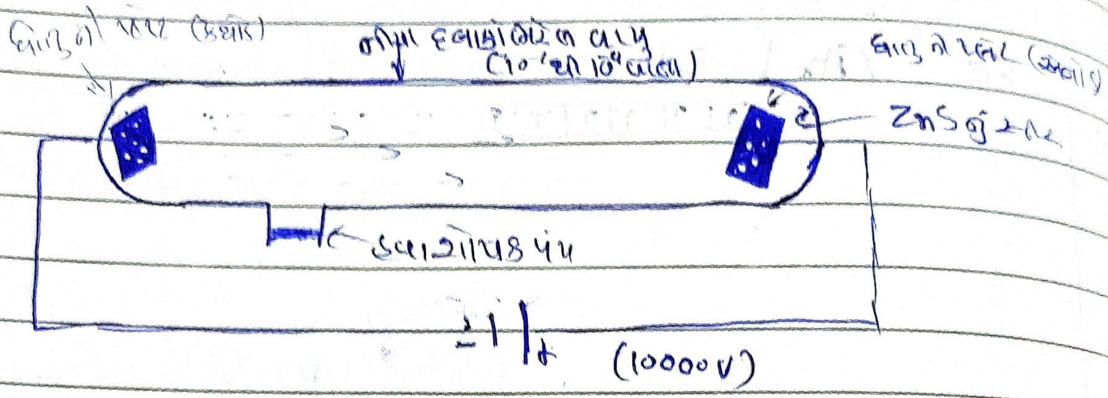
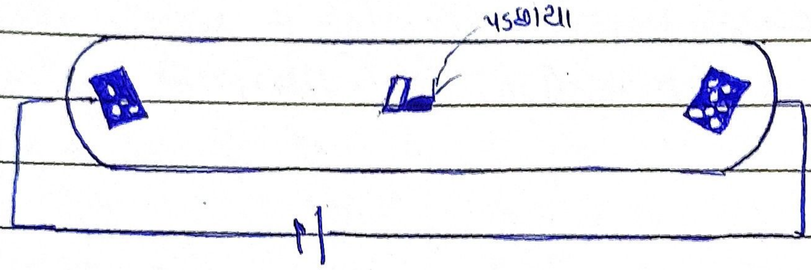
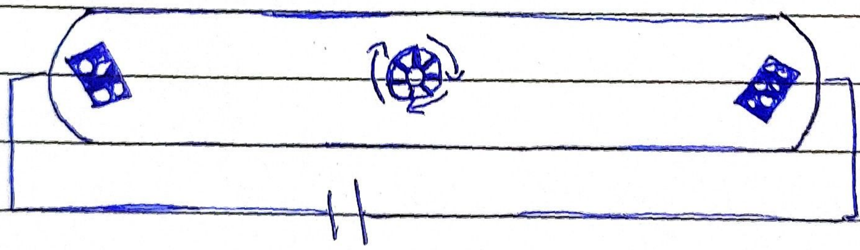
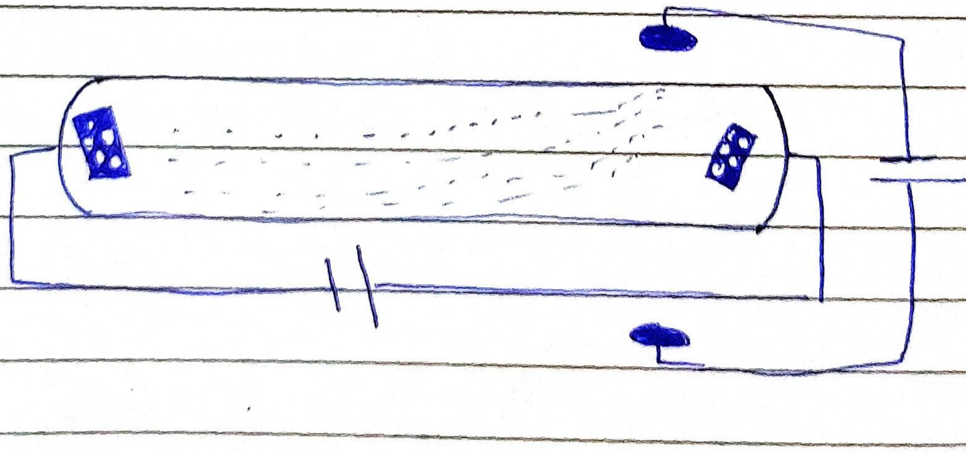
* પરમાણુ બંધારણ (Atomic structure)

- Cathode Ray Tube (વિદ્યુત વિભાર નળી)









કૅથોડ કિરણો (કૅથોડ કણો)

- તે કૅથોડ થી એનોડ તરફ સીધી રેખા માં ગતિ કરે છે.
  (તેના માર્ગમાં કોઇ અપારદર્શક વસ્તુ મૂકતાં તેના પડછાયો દેખાય)

- ~~તે દળ ધરાવે છે~~
- ~~કૅથોડ કિરણના માર્ગમાં ઘર્ષણ રહિત કૅથોડ કિરણના માર્ગમાં~~

- તે દળ ધરાવે છે
- કૅથોડ કિરણના માર્ગ માં ઘર્ષણ રહિત wheel (ચકરડી) મૂકતાં તેને ફેરવી શકે છે. જે તેમના યાંત્રિક ગુણધર્મોની હાજરી દર્શાવે છે

- તે ઋણ વિજભાર ધરાવે છે.
  તેમની ગતિના માર્ગને લંબરૂપે જો વિદ્યુત ક્ષેત્ર લગાડવામાં આવે તો આ કણો ધન ધ્રુવ વિજભાર તરફ આકર્ષાય છે.
  જે દર્શાવે છે કે કૅથોડ કિરણો ઋણ વીજભારીત છે.

- તેમના ગતિના માર્ગની લંબરૂપે ચુંબકીય ક્ષેત્ર લગાડતાં તે કોઇ એક ધ્રુવ તરફ આકર્ષાય છે જે તેમનામાં વિજભારની હાજરી દર્શાવે છે.

- કૅથોડ કિરણો ના ગુણધર્મો (e/m ગુણોત્તર) એ નળીમાં ભરેલા વાયુ ઉપર આધાર રાખતો નથી
  કૅથોડ કિરણો માટે

$$\frac{e}{m} = \frac{\text{charge}(c)}{\text{mass}(g)}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19} c}{9.109 \times 10^{-28} g}$$

$$= 1.75 \times 10^{8} \, c/g$$

$$= 1.75 \times 10^{11} \, c/kg$$

- કેથોડ કિરણોને ઇલેક્ટ્રોન તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા
- કેથોડ કિરણો ધાતુના અતિ પાતળા સ્તરમાંથી પસાર થઇ જાય છે. પણ જો આ સ્તરની જાડાઇ વધે તો તેમાંથી પસાર થઇ શકતા નથી.

- ટંગસ્ટન જેવી ભારે ધાતુઓ સાથે અથડાવાથી કેથોડ કિરણ X-Ray ઉત્પન્ન કરે છે.

- કેથોડ કિરણો ધાતુ સાથે અથડાય તો તેને ગરમ કરે છે. (heting effect)

- તે ફોટોગ્રાફીક પ્લેટ ઉપર અસર કરે છે

• એક e ધરાવતા પરમાણુ કે આયન માટે 3S = 3P = 3d = 3f
• Coloured ion :- જેમાં d & f કક્ષમાં અયુગ્મી e હાજર હોય તે રંગીન આયન હોય.

- તે ZnS ની પ્લેટ સાથે અથડાય ત્યારે પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે.

- તે જે વાયુ સાથે અથડાય છે તે વાયુનું આયનીકરણ કરે છે

- કેથોડ કણોને ઇલેક્ટ્રોન તરીકે ઓળખવામાં આવ્યા.
- e ની શોધ J. J Thomson એ કરી.

* એનોડ કિરણો (એનોડ કણો) (Anode Rays)

- તે કેથોડ કણોની જેમ જ સીધી રેખામાં ગતિ કરે છે.
પણ તેની દિશા કેથોડ કિરણોની દિશાથી વિરુદ્ધ એનોડ (+ve) છેડા થી કેથોડ (-ve) છેડા તરફ હોય છે

- તે દળ ધરાવે છે, યાંત્રિક ગુણધર્મો ધરાવે છે.
- એનોડ કણોનો e/m ગુણોત્તર એ નળી માં ભરેલા વાયુના પરમાણુ ઉપર આધાર રાખે છે

- નળીમાં જ્યારે હાઇડ્રોજન પરમાણુ ભરેલ હોય ત્યારે એનોડ કિરણોનો e/m ગુણોત્તર મહત્તમ હોય છે

- H દ્વારા બનતા એનોડ કિરણો માટે e/m ગુણોત્તર

$$\frac{e}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} C}{1.67 \times 10^{-24} g}$$

$$\approx 1 \times 10^{5} C/g$$ → H^+ માટે

$$\approx 1 \times 10^{8} C/kg$$

- H પરમાણુના આયનીકરણથી બનેલા એનોડ કણોને પ્રોટોન કહેવામાં આવ્યા.

- એનોડ કિરણો ZnS સાથે પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે
- તે ફોટોગ્રાફીક પ્લેટ ઉપર અસર કરે છે
- તેઓ વિદ્યુત અને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વિચલન પામે છે

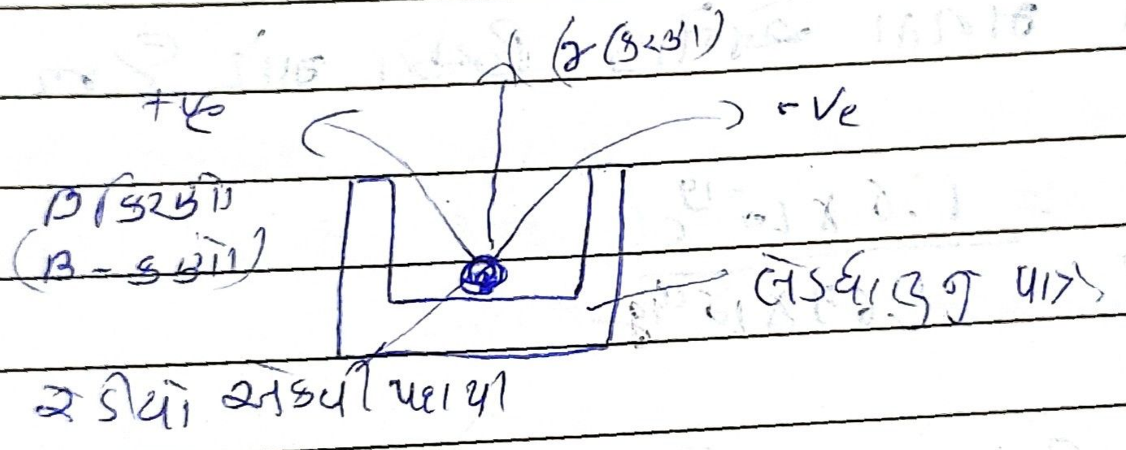
• ન્યુટ્રોન ની શોધ

$$_4^9Be + _2^4He^{+2} \longrightarrow _6^{12}C + _0^1n$$

બેરીલીયમનું ↓ ન્યુટ્રોન
ન્યુક્લીયસ (He ન્યુક્લિયસ) α કણો

જ્યારે Be ન્યુક્લિયસ ઉપર He ન્યુક્લિયસ (α કણો) આઘાત કરવામાં આવ્યા ત્યારે ^{12}C ની સાથે તટસ્થ કણ કે જેનું દળ પ્રોટોન જેટલું હતું તે મળ્યા. જેને ન્યુટ્રોન કહેવાય.

રેડિયો એક્ટીવીટી દ્વારા મળતા કિરણો (કણો) γ-gama



કણ	અણુસૂત્ર	વીજભાર	ઝડપ
α	$_2^4He^{+2}$	+2	પ્રકાશ ઝડપના દશમા ભાગનો
β	$_{-1}e^0$	−1	$\approx 2 \times 10^8$ m/s
γ	—	—	3×10^8 m/s

- ભેદન શક્તિ $\gamma > \beta > \alpha$

- આયનિકરણ શક્તિ :- કોઈપણ ઘટકનું આયનિકરણ કરવાની શક્તિ

$$\alpha > \beta > \gamma$$

- કેટલાક અન્ય કણો

β^+ (પોઝીટ્રોન)	$_{+1}e^0$
n (ન્યુટ્રોન)	$_0n^1$
p પ્રોટોન	$_1H^1$
ન્યુટ્રીનો અને એન્ટીન્યુટ્રીનો	$_0e^0$
મેસોન (π)	(e કરતા 273 / 273 ગણો ભાર)
એન્ટી પ્રોટોન	$_{-1}P$

* સમઇલેક્ટ્રોનીય ઘટકો :-
(iso electronic)

જે ઘટકો જેમાં e^- ની સંખ્યા સમાન હોય તેમને સમ ઇલેક્ટ્રોનીય કહેવાય.

દા.ત. CO અને N_2 ($14e^-$)
Mg^{+2}, Na^+, F^-, O^{-2} ($10e^-$)

* Isosteres :-

એવા ઘટકો જેમાં પરમાણુની સંખ્યા સમાન હોય અને ઇલેક્ટ્રોનની સંખ્યા પણ સમાન હોય

દા.ત. CO_2 અને N_2O

	CO_2	N_2O
પરમાણુ	3	3
e^-	22	22

આઇસોટોન્સ (Isotones)

જે પરમાણુઓ જેમના પરમાણુ ક્રમાંક અને પરમાણુ દળ અસમાન હોય પણ ન્યુટ્રોનની સંખ્યા સમાન હોય.

દા.ત.

	$_6^{14}C$	$_7^{15}N$	$_8^{16}O$
Z :	6	7	8
A :	14	15	16
n :	8	8	8

* Isobars (સમભારીય) :-

જે તત્વોના દળ સમાન પણ પરમાણુ ક્રમાંક જુદા જુદા તેમને એકબીજાના સમભારીય કહેવાય

દા.ત.

$^{14}_{7}N$ અને $^{14}_{6}C$

* સમસ્થાનિક (Isotopes)

- જે તત્વોના પરમાણુ ક્રમાંક સમાન હોય પણ પરમાણુ દળ જુદા જુદા તેમને એકબીજાના સમસ્થાનિકો કહેવાય.

દા.ત.

$^{12}_{6}C$ & $^{14}_{6}C$

* Charge (વીજભાર)

① વીજભાર $(q) = ne^{-}$

જ્યાં $n = 1, 2, 3, \ldots$

$e^{-} = 1.6 \times 10^{-19}$ (કુલંબ)

② બે વીજભાર q_1 અને q_2 ને એકબીજાથી r અંતરે રાખતાં, તેમની વચ્ચે લાગતું બળ

$$F = \left| \frac{k q_1 q_2}{r^2} \right|$$ બળ હંમેશા ધન હોય

જ્યાં q_1 અને q_2 = બે વીજભાર

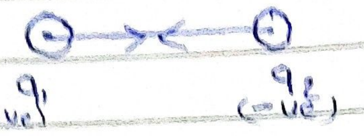
r = q_1 અને q_2 વચ્ચેનું અંતર

K = કુલંબિક અચળાંક = $9 \times 10^{9}\ N\text{-}m^2/C^2$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ (ε_0 = Epsilon (શૂન્યાવકાશ) Permittivity)

→ જો q_1 અને q_2 સમાન વીજભાર હોય તો તેમની વચ્ચે અપાકર્ષણ બળ લાગે.

q_1 અને q_2 અસમાન વીજભાર ધરાવતા તેમની વચ્ચે આકર્ષણ બળ લાગે.



③ સ્થિતિ ઊર્જા (Potential Energy)

જો સ્થિતિ ઊર્જા વધે તો અસ્થિરતા વધે.

$$P.E. = \frac{Kq_1q_2}{r}$$

→ જો q_1 અને q_2 બંને ધન અથવા બંને ઋણ હોય તો
જેમ r↓ તેમ PE↑ અપાકર્ષણ↑ અસ્થિરતા↑

→ જો q_1 અને q_2 અસમાન વીજભાર હોય તો,
જેમ r↓ તેમ P.E.↓ આકર્ષણ↑ સ્થિરતા↑

④ જો q વિજભારને V-વોલ્ટ ધરાવતા વિદ્યુતક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો સ્થિતિ ઊર્જા

$$P.E. = q.V$$

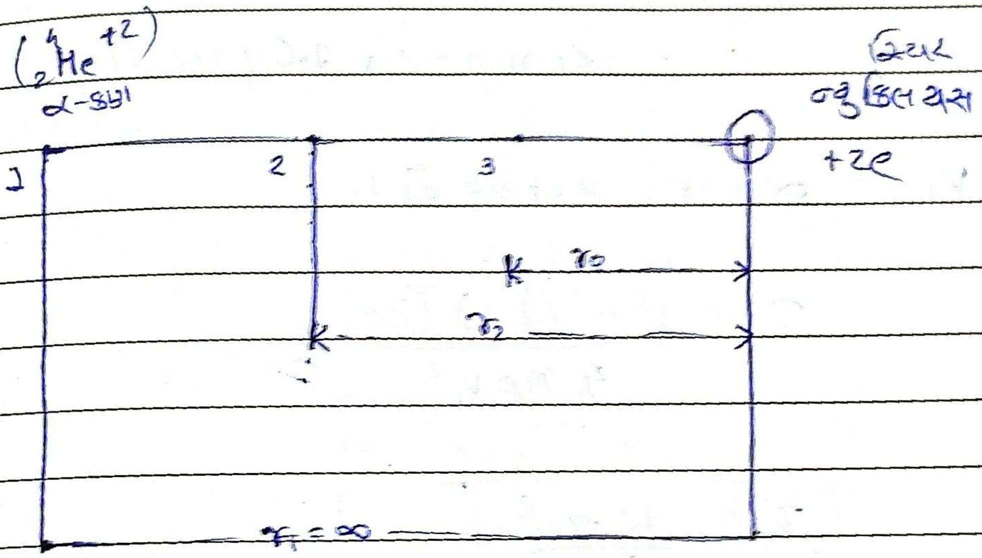
એકમ (કુલંબ વોલ્ટ = Joule)

⑤ ન્યુક્લિયસ નો વીજભાર

$q = +Ze$ જ્યાં Z = પરમાણુ ક્રમાંક

* Distance of closest approach
(શક્ય લઘુતમ અંતર)

- જ્યારે α કણ ($_2^4He^{+2}$) એ $+Ze$ વીજભાર ધરાવતા ન્યુક્લિયસ તરફ ગતિ કરીને જાય ત્યારે તે વધુમાં વધુ કેટલો નજીક થઈ શકશે?



વેગ v_1 = maximum	વેગ $= v_2$	વેગ $v_3 = 0$
ગતિ ઊર્જા $KE_1 = \frac{1}{2} m v_1^2$	$KE_2 = \frac{1}{2} m v_2^2$	$KE_3 = 0$
સ્થિતી ઊર્જા $PE_1 = 0$	$PE_2 = \frac{k q_1 q_2}{r_2}$	$PE_3 = \frac{k q_1 q_2}{r_0}$
કુલ ઊર્જા		
$TE_1 = KE_1 + PE_1$	$TE_2 = KE_2 + PE_2$	$TE_3 = KE_3 + PE_3$

જ્યાં r_0 = Distance of closest approach

ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમ પ્રમાણે

$$TE_1 = TE_2 = TE_3$$

$$KE_1 + PE_1 = KE_1 + PE_1 = KE_1 + PE_1$$

1 અને 3 માટે

$$TE_1 = TE_3$$

$$KE_1 + PE_1 = KE_3 + PE_3$$

$$\frac{1}{2} m v_1^2 + 0 = 0 + \frac{k q_1 q_2}{r_0}$$

$$r_0 = \frac{2k q_1 q_2}{m v_1^2}$$

જ્યાં q_1 = α કણનો વીજભાર = 2e

q_2 = ન્યુક્લીયસનો વીજભાર = Ze

m = α કણનું દળ = 4 × પ્રોટોનનું દળ

$= 4 m_p = 4 \times 1.67 \times 10^{-27}$ kg

v_1 = α કણનો પ્રારંભિક વેગ

$$r_0 = \frac{2k (2e)(Ze)}{4 m_p v_1^2}$$

$$\boxed{r_0 = \frac{k Z e^2}{m_p v_1^2}}$$

2025/08/28 20:56

શરૂઆતનો વેગ $2\times10^5 m/s$ ધરાવતા α-કણને Cu ના ન્યુક્લીયસ તરફ અનંત અંતરેથી ગતિ કરાવતા closest distance of approach ($Z=29$ કોપર)

$$r_0 = \frac{kZe^2}{m_p v_1^2}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 29 \times (1.6\times10^{-19})^2}{1.67\times10^{-27} \times (2\times10^5)^2}$$

$$= ~~1\times10^{-14}~~ \; 2m \quad 1\times10^{-10} m$$

ઉપરના પ્રશ્નમાં ન્યુક્લીયસથી કેટલા અંતરે α કણનો વેગ તેના પ્રારંભિક વેગથી અડધો થશે?

$$r_0 \; ~~1\times10^{-14}~~ = \frac{9\times10^9 \times 29 \times (1.6\times10^{-19})^2}{1.67\times10^{-27} (10^5)^2}$$

$TE_1 = T_2$

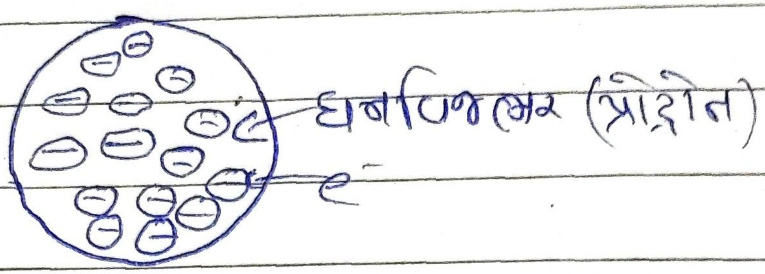
$$= \frac{9\times10^9 \times 29 \times (16\times10^{-20})^2}{167\times10^{-29} (10^5)^2}$$

$$= \frac{9\times10^9 \times 29 \times 256\times10^{29}}{167\times10^{10} \times 10^{40}}$$

$$= \frac{9\times29\times256}{167\times10^{12}}$$

$$= 4\times10^{-10} m$$

* થોમસનનો પરમાણુ નમૂનો



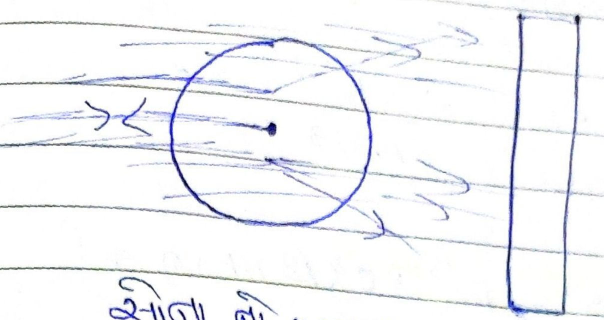
- પરમાણુ ગોળાકાર છે.
- પરમાણુનું દળ અને ધનવીજભાર એ આખા પરમાણુ માં સમાન રીતે વહેંચાયેલા છે.

- ઋણભારીત e^- એ ધનવીજભારમાં વચ્ચે ખૂંપેલા છે.

• મર્યાદા:-

- તે પરમાણુ ની સ્થિરતા સમજાવી શક્તો નથી.
- તે રુથરફોર્ડના α-પ્રકીર્ણન ના પ્રયોગને સમજાવી શક્તો નથી.

* રુધરફોર્ડ નો પરમાણુ નમૂનો :- (α પ્રકીર્ણન નો પ્રયોગ)



- રુધરફોર્ડ સોનાના પરમાણુ ઉપર α-કણોને પ્રકીર્ણન કર્યા ને નીચે મુજબ અવલોકનો મળ્યાં

- મોટાભાગના α - કણો વિચલન પામ્યાં વિના પરમાણુ માંથી સીધા જ પસાર થઈ જાય છે. (99.9%)

- કેટલાક α - કણો થોડાક ખૂણે વિચલન પામે છે.
- ખૂબ જ ઓછા α-કણો (20000 માંથી 1) 180° ના ખૂણે પાછા ફરે છે.

• રુધરફોર્ડનો પરમાણુ નમૂનો :-

- પરમાણુનો મોટો ભાગ ખાલી છે. તેમાં દળ અને ધનવિદ્યુતભાર ખૂબ જ નાના ભાગમાં કેન્દ્રીત થયેલું છે. જેને ન્યુક્લિયસ કહેવાય છે.

- ઇલેક્ટ્રોન એ ન્યુક્લિયસની આસપાસ ચોક્કસ અંતરે આવેલા વર્તુળાકાર માર્ગમાં ભ્રમણ કરે છે જેને કક્ષા કહેવાય છે.

- ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા 10^{-15} m અને કક્ષાની ત્રિજ્યા 10^{-10} m છે. પરમાણુની ત્રિજ્યા એ તેના ન્યુક્લિયસ ની ત્રિજ્યા કરતાં 10^{5} ગણી છે.

- $\dfrac{\text{પરમાણુ નું કદ}}{\text{ન્યુક્લિયસનું કદ}} = \dfrac{\frac{4}{3}\pi r_1^3}{\frac{4}{3}\pi r_2^3} = \dfrac{r_1^3}{r_2^3}$

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

પરમાણુનું કદ $= 10^{15} \times$ ન્યુક્લિયસનું કદ

- ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા :

$$R = R_0 (A)^{1/3}$$

જ્યાં R_0 = અચળાંક

$= 1.33 \times 10^{-15}\ m$

A = પરમાણુ દળ

દા.ત. Al પરમાણુના ન્યુક્લિયસની ત્રિજ્યા ગણો.

$R = R_0 (A)^{1/3}$

$= 1.33 \times 10^{-15} \times 27^{1/3}$

$= 1.33 \times 10^{-15} \times 3$

$$R = 3.99 \times 10^{-15}\ m$$

- પરમાણુ ના કેન્દ્ર અને e વચ્ચે કુલંબિક આકર્ષણ બળો હોય છે જેના કારણે e કેન્દ્રની આસપાસ ચોક્કસ અંતરે ભ્રમણ કરે છે.

- રૂથરફોર્ડના પ્રયોગને ગેગર-માર્સડન પ્રયોગ પણ કહેવાય છે.

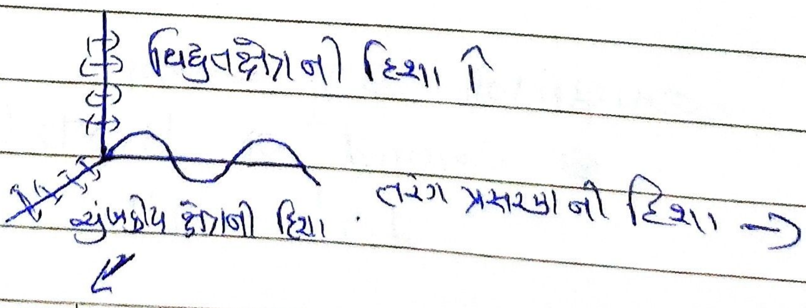
રુથરફોર્ડના પરમાણુ નમૂનાની મર્યાદા :

- રુથરફોર્ડનો નમૂનો પરમાણુની સ્થિરતા સમજાવી શક્યો નહિ
- ઇલેક્ટ્રોન એ કેન્દ્રથી ચોક્કસ અંતરે વર્તુળાકાર માર્ગમાં ભ્રમણ
- પણ મેક્સવેલના સિદ્ધાંત પ્રમાણે જ્યારે કોઈ વીજભારીત કણ પ્રવેગિત ગતિ કરે ત્યારે તે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે છે.
- આ રીતે e પણ ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે અને તે થોડાક જ સમયમાં ન્યુક્લિયસમાં ખેંચાઇ જાય
- આ પરમાણુ નમૂનો પરમાણુ વર્ણપટ અસતત છે તેવું સમજાવી શકતો નથી
- પરમાણુમાં ન્યુક્લીયસ અને e વચ્ચે લાગતા બળોને સૂર્ય અને ગ્રહો વચ્ચેના બળો સાથે સરખાવવામાં આવ્યા જે સરખામણી યોગ્ય નથી.

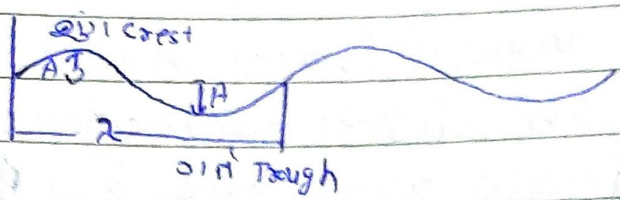
* વિદ્યુત ચુંબકીય તરંગો
(Electro magnetic waves)

દા.ત. સૂર્યપ્રકાશના તરંગો

- તેમનો વેગ પ્રકાશના વેગ જેટલો હોય છે.
- તેમના પ્રસરણ માટે માધ્યમની જરૂર પડતી નથી.
- આ તરંગ સાથે વિદ્યુત ક્ષેત્ર અને ચુંબકીય ક્ષેત્ર સંકળાયેલું હોય છે. દિશા અને તરંગની પ્રસરણની દિશા એ ત્રણે પરસ્પર એકબીજાને લંબ હોય છે.



• ચુંબકીય તરંગના ગુણધર્મો



⇒ તરંગની તરંગ લંબાઈ (λ) (Lambda):-

- બે ક્રમીક શ્રૃંગ અથવા બે ક્રમીક ગર્ત વચ્ચેના અંતરને તરંગની તરંગ લંબાઈ કહેવાય છે.

- તરંગલંબાઈનો SI એકમ :- m

અન્ય એકમો :- nm (10^{-9}m)

A° (10^{-10}m)

Pm (10^{-12}m)

⇒ તરંગનો કંપવિસ્તાર (Amplitude) (A)

શ્રૃંગની ઊંચાઈ અથવા ગર્તની ઊંડાઈ ને તરંગનો કંપવિસ્તાર કહેવાય.

એકમ :- m

⇒ તરંગની આવૃત્તિ:-
Frequency (ν) (વંચાય : nu)

- કોઈ એક બિંદુ આગળથી એકમ સમયમાં પસાર થતા તરંગોની સંખ્યાને તરંગની આવૃત્તિ કહેવાય.

આવૃત્તિનો SI એકમ

Second^{-1} or Hertz (Hz)

$1 s^{-1} = 1 Hz$

2025/08/28 20:57

=) આવર્તકાળ (Time Period) (T)

એક બિંદુ આગળથી તરંગને પસાર થતા લાગતા સમયને આવર્તકાળ કહેવાય છે.

એકમ :- second

આવર્તકાળ = $\frac{1}{\text{આવૃત્તિ}}$

$$T = \frac{1}{\nu}$$

=) તરંગ નો વેગ (V)

એકમ સમયમાં તરંગો કાપેલા અંતરને તરંગનો વેગ કહેવાય

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

પ્રકાશના વેગનો 'c' વડે દર્શાવાય

$$c = \frac{\lambda}{T}$$

$$c = \lambda \cdot \nu$$

$$\nu = \frac{c}{\lambda}$$

2025/08/28 20:57

=> તરંગ સંખ્યા (wave number) ($\bar{\nu}$) (Read :- nu bar)

- એકમ લંબાઈમાં રહેલા તરંગોની સંખ્યા (or) (તરંગલંબાઈની સંખ્યા) ને તરંગ સંખ્યા કહેવાય છે.

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

એકમ :- m^{-1}

પ્રકાશનો દ્વૈસ્વભાવ (Dual nature of light

- પ્રકાશ તરંગ સ્વરૂપે (વિકિરણ સ્વરૂપે) ગતિ કરે છે. જેને પ્રકાશની તરંગ પ્રકૃતિ કહેવાય છે

- નીચેની ઘટના ઓ પ્રકાશને તરંગ પ્રકૃતિ છે તેવું દર્શાવે છે

- વિવર્તન :- પ્રકાશ ના માર્ગમાં જ્યારે કોઈ અપારદર્શક પદાર્થ આવે ત્યારે પ્રકાશ પોતાનો માર્ગ બદલે છે. આ ઘટનાને વિવર્તન કહે છે.

- વ્યતિકરણ :-

પ્રકાશના ~~[illegible]~~ કિરણોને કોઈ પડદા પર આપાતકરતા તે ફેલાઈ જાય છે. જેને વ્યતિકરણ કહેવાય

આ ઉપરાંત પ્રકાશ પરાવર્તન વક્રીભવન જેવી ઘટના ઓ દર્શાવે છે. જે પ્રકાશની તરંગ પ્રકૃતિ છે એમ સાબિત કરે છે

- મેક્સ પ્લાંકે દર્શાવ્યું કે પ્રકાશ એ કણ સ્વરૂપે ગતિ કરે છે જેને પ્રકાશની કણ પ્રકૃતિ કહેવાય.

- કણ પ્રકૃતિ સાબિત કરતી ઘટનાઓ
1. ફોટો ઇલેક્ટ્રીક અસર
2. Black Body Radiation (કાળા પદાર્થનું વિકિરણ)

- પ્રકાશની તરંગ પ્રકૃતિ (wave nature)

અને કણ પ્રકૃતિ (Particle nature) એમ બે સ્વભાવ છે જેને પ્રકાશનો દ્વિસ્વભાવ કહેવાય.

- પ્રકાશનો ક્વોન્ટમ

- પ્રકાશના નાનામાં નાના કણોને quanta (ક્વોન્ટા) કહેવાય છે.

- દૃશ્ય પ્રકાશના ક્વોન્ટા ને Photon (ફોટોન) કહેવાય છે.

- પ્રકાશનું કણ સ્વરૂપ એ તેનું discontinuous (descrete) સ્વરૂપ છે.

- જ્યારે તરંગ સ્વરૂપ એ (continuous) (સતત) સ્વરૂપ છે.

- એક ફોટોનની ગતિથી એક ફોટોન મળે.

- પ્રકાશના કણ ફોટોનની ઊર્જા અને તેના તરંગની આવૃત્તિ એ સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$E \propto \nu$

$E = h\nu$

h = પ્લાંક અચળાંક
$= 6.626 \times 10^{-34}$ J.s
$= 6.626 \times 10^{-27}$ erg.s

E = ફોટોનની ઊર્જા

ν = વિકિરણની આવૃત્તિ

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$ *

λ = તરંગની તરંગ લંબાઈ
c = 3×10^8 m/s

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

n ફોટોનની ઊર્જા
n = ફોટોનની સંખ્યા

=> 1 મોલ ફોટોનની કુલ ઊર્જા ને ઊર્જાનું આઇનસ્ટાઇન મૂલ્ય કહેવાય છે

$$E = \frac{N_A \cdot hc}{\lambda}$$ *

* જો ઊર્જા E ને eV (electron Volt) એકમ માં દર્શાવવામાં આવે અને તરંગલંબાઈ ને Å માં દર્શાવવામાં આવે તો,

$$E(eV) = \frac{12400}{\lambda(Å)}$$ *

એક વિજળીનો ગોળો 10^{15} Hz આવૃતિ ધરાવતા પ્રતિ સેકન્ડમાં 10^{10} ફોટોન ઉત્સર્જન કરે છે. તો તેની ઊર્જા ગણો.

$$E = nh\nu$$
$$= 10^{10} \times 6.626 \times 10^{-34} \times 10^{15}$$
$$= 6.626 \times 10^{-9} J$$

100 watt ના એક ગોળા દ્વારા 10 sec માં ઉત્સર્જિત થતા ફોટોન ની સંખ્યા ગણો. ઉત્સર્જિત વિકિરણની તરંગલંબાઈ 3000 A° છે.

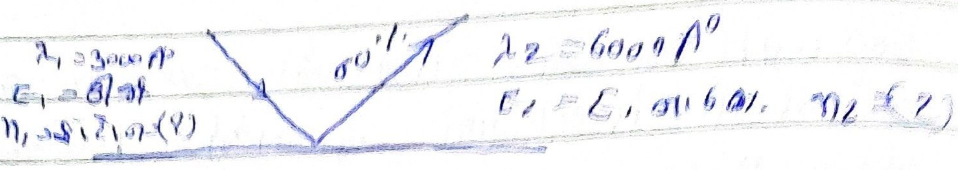
$$P = \frac{E}{t} = 1000 J/s$$

1 sec માં 100 J ઊર્જા ઉત્સર્જિત થાય

∴ 10 sec (?)

$$E = 1000 J$$
$$E = \frac{nhc}{\lambda}$$
$$1000 = \frac{n \times 6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{3 \times 1000 \times 10^{-10} m}$$
$$n = \frac{1}{6.626 \times 10^{-22}}$$
$$n = 1.5 \times 10^{21}$$ ફોટોન

પ્રશ્ન 3000 Å તરંગલંબાઈ નો પ્રકાશ એક સપાટી ઉપર આપાત થાય છે તે આશરે 60% પ્રકાશ પરાવર્તન પામે છે. પરાવર્તિત પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ 6000 Å હોય તો આપાત થતા અને પરાવર્તન પામતા ફોટોનની સંખ્યાનો ગુણોત્તર શોધો



$$E_2 = E_1 \text{ ના } 60\%$$

$$= \frac{E_1 \times 60}{100}$$

આપાત પ્રકાશની ઊર્જા

$$E_1 = \frac{n_1 hc}{\lambda_1}$$

પરાવર્તિત પ્રકાશની ઊર્જા

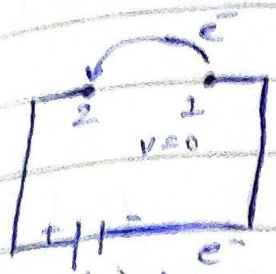
$$E_2 = \frac{n_2 hc}{\lambda_1}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{n_1 hc}{\lambda_1} \times \frac{\lambda_2}{n_2 hc}$$

$$\frac{E_1}{\frac{E_1 \times 60}{100}} = \frac{n_1 \times 6000}{n_2 \times 3000}$$

$$\boxed{\frac{n_1}{n_2} = \frac{5}{6}}$$

electron volt (eV)



V વોલ્ટની બેટરી

- જ્યારે સ્થિર સ્થિતિમાં રહેલો e^- V વોલ્ટના વિદ્યુતસ્થિતિમાનથી પ્રવેગીત કરવામાં ~~આવ્યા~~ આવે ત્યારે e વારે તેની ગતિ ઊર્જામાં 1eV જેટલો વધારો થાય છે.

$$TE_1 = TE_2$$

$$KE_1 + PE_1 = KE_2 + PE_2$$

$$|KE_1 - KE_2| = |PE_1 - PE_2|$$

$$|KE_2| = |qV_1 - qV_2|$$

$$KE_2 = q|(V_1 - V_2)|$$

$$\boxed{KE_2 = eV}$$

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

$$\boxed{1\,eV = 1.6 \times 10^{-19}\,Joule}$$

Que. જો ઇલેક્ટ્રોનને સ્થિરસ્થિતિમાંથી 2Volt ના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતના તફાવતથી પ્રવેગીત કરવામાં આવે તો તેની અંતિમગતિ ઊર્જા ગણો.

$KE_1 = 0$

$KE_2 = (?)$

$$|KE_2 - KE_1| = |PE_1 - PE_2|$$
$$KE_2 - 0 = \Delta PE$$
$$KE_2 = q(V_2 - V_1)$$
$$KE_2 = e(2V)$$
$$KE_2 = 2eV$$

Que. e ને 8eV ની શરૂઆતની ગતિઊર્જા માંથી 3Volt વડે પ્રવેગીત કરતા તેની અંતિમ ગતિઊર્જા ગણો.

પ્રવેગીત કરતા $KE_2 > KE_1$ થાય

$$|KE_2 - KE_1| = \Delta PE$$
$$KE_2 - 8eV = q(V_2 - V_1)$$
$$KE_2 - 8eV = e(3V)$$
$$KE_2 = 11eV$$

Que. ઉપરના પ્રશ્નમાં પ્રવેગીતની જગ્યા એ પ્રતિપ્રવેગીત (Retarted) કરવામાં આવે તો eની અંતિમ ગતી ઊર્જા ગણો.

પ્રતિપ્રવેગીત કરતા $KE_2 < KE_1$

$$|KE_1 - KE_2| = \Delta PE$$
$$|8eV - KE_2| = q(V_2 - V_1)$$
$$8eV - KE_2 = e(3V)$$
$$KE_2 = 5eV$$

બોર કણને 8eV ગતિઊર્જાથી 3વોલ્ટ વડે પ્રવેગિત કરવામાં આવે તો તેની અંતિમ ગતિઊર્જા શું?

પ્રવેગિત : $KE_2 > KE_1$

$$|KE_2 - KE_1| = \Delta PE$$

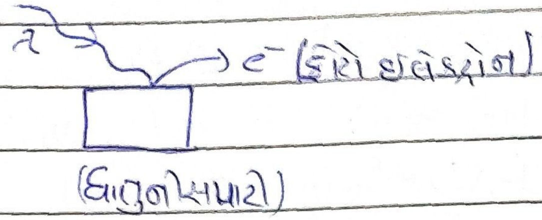
$$|KE_2 - 8eV| = q(V_2 - V_1)$$

$$KE_2 - 8eV = 2e(3V)$$

$$KE_2 = 14eV$$

* Photo electric effect

- જ્યારે ધાતુની સપાટી ઉપર પ્રકાશનું કિરણ આપાત કરવામાં આવે ત્યારે તે સપાટીમાંથી e^- મુક્ત થાય છે.



- મુક્ત થતા ઇલેક્ટ્રોનને ફોટોઇલેક્ટ્રોન કહેવાય.

⇒ ધાતુનું (Work Function) કાર્ય વિધેય
(W_0) (દેહલી ઊર્જા) (Threshold Energy)

- ધાતુની સપાટી માંથી કોઈ e^- મુક્ત કરવા માટે આપવી પડતી ન્યુનતમ ઊર્જાને ધાતુનું કાર્ય વિધેય (W_0) કહેવાય છે

$$W_0 = E_0 = h\nu_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

જ્યાં ν_0 = ધાતુની દેહલી આવૃત્તિ (Threshold Frequency)
λ_0 = ધાતુની દેહલી તરંગ લંબાઈ (Threshold wavelength)

⇒ જો ધાતુની સપાટી ઉપર E ઊર્જાનું વિકિરણ આપાત કરવામાં આવે અને $E \geq W_0$ હોય તો ધાતુ માંથી કોઈ e^- મુક્ત થશે.

$$E = W_0 + KE$$

E = આપાત પ્રકાશની ઊર્જા
W_0 = ધાતુનું કાર્ય વિધેય
KE = ઉત્સર્જિત થયેલા કોઈ e^- ની ગતિઊર્જા

- જો $E < w_0$ તો ધાતુમાંથી e^- મુક્ત થશે નહિ એટલે કે ફોટો ઇલેક્ટ્રીક અસર જોવા મળશે નહી.

- જો $E \geq w_0$ તો જ ફોટોઇલેક્ટ્રીક અસર જોવા મળશે.
- જો $E = w_0$ તો ધાતુમાંથી e^- માત્ર મુક્ત થશે તેની ગતિ ઊર્જા શૂન્ય હશે.

- $E > w_0$ તો ધાતુમાંથી મુક્ત થતા e^- ની ગતિ ઊર્જા $(E - w_0)$ થશે.

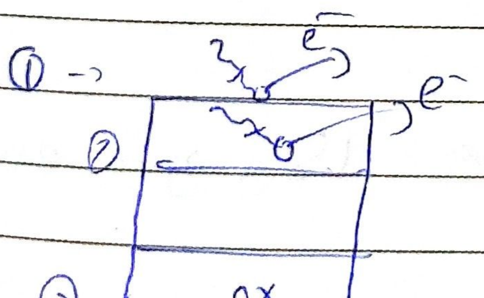
પ્રકાશની તીવ્રતા :- Intensity of light (I)

- પ્રકાશના સ્ત્રોતમાંથી ઉત્સર્જાતા ફોટોન નો (કિરણોની) સંખ્યાને પ્રકાશની તીવ્રતા કહેવાય છે.

- જો પ્રકાશની તીવ્રતા વધારવામાં આવે તો તેની ઊર્જા વધતી નથી.

- w_0 કરતા ઓછી ઊર્જા ધરાવતા પણ વધારે તીવ્રતા ધરાવતા પ્રકાશને ધાતુની સપાટી ઉપર આપાત કરતા ધાતુની સપાટીમાંથી e મુક્ત થઇ શકતા નથી.

- જો આપાત પ્રકાશની ઊર્જા $E > w_0$ હોય તો મુક્ત થતા ફોટો e ની KE.



2025/08/28 20:58

સપાટી ઉપરથી મુક્ત થતા e^- માટે ગતિઊર્જા મહત્તમ હશે.

$$KE = KE_{(maximum)}$$

② અંદરની સપાટી પર હોયતો e ની ગતિઊર્જા.

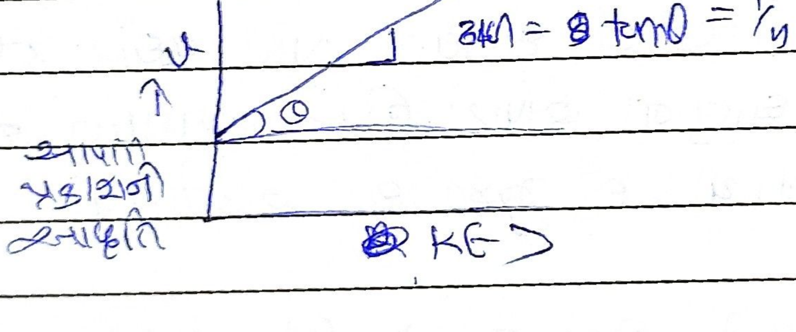
$$KE < KE_{(maximum)}$$

③ ધાતુમાં ખુબજ અંદરની સપાટી પર રહેલ e ને મુક્ત કરવા વધારે ઊર્જા જોઈએ તેથી તે મુક્ત થશે નહિ

⇒ BE (Binding Energy) : (બંધન ઊર્જા)

ધાતુમાંથી e મુક્ત કરવા જરૂરી ન્યુનતમ ઊર્જા

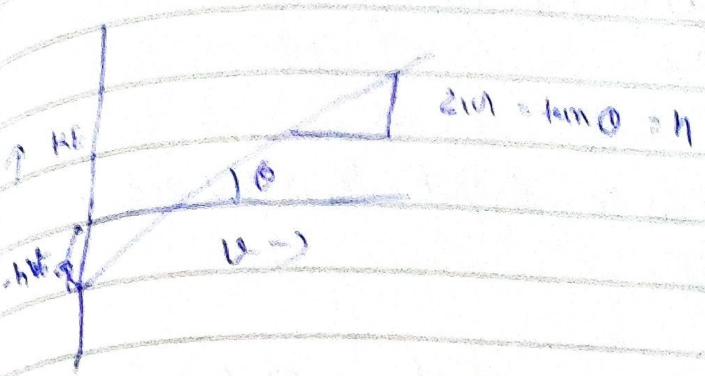
$$E = W_0 + KE$$
$$h\nu = h\nu_0 + KE$$
$$\nu = \nu_0 + \frac{KE}{h}$$
$$y = c + mx$$



ν → KE નો આલેખ દોરતા ઢાળ = 1/h આવે આલેખનો

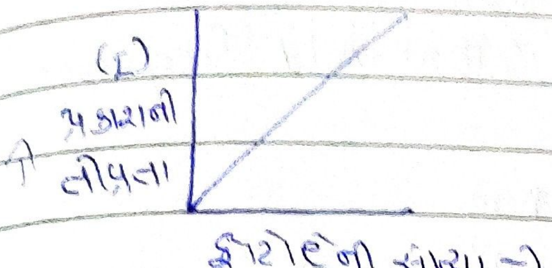
ν અક્ષ સાથે આંતર છેદ ν_0 નું મૂલ્ય આપે

KE → ν નો આલેખ



$$h\nu = h\nu_0 + KE$$
$$KE = h\nu - h\nu_0$$
$$y = mx + c$$

પ્રકાશની તીવ્રતા → ફોટો e ની સંખ્યા



જો આપાત પ્રકાશના તરંગોની ઊર્જા એ ω_0 કરતા વધારે હોય તો
($I \propto$ ફોટો e ની સંખ્યા)

* Stopping Potential :-

ફોટો e ધાતુ થી મુક્ત થયેલા ફોટો e ને અટકાવવા માટે જરૂરી ન્યુનતમ Potential ને stopping Potential કહેવાય.

⇒ ફોટો કરંટ (Photo current)

$$I = \frac{V(q)}{t} \quad \Big| \quad I = \frac{ne^-}{t}$$

⇒ ધાતુની સપાટી માંથી પ્રતિ સેકન્ડ મુક્ત થતા ફોટો e ની સંખ્યાને ફોટો કરંટ કહેવાય.

$$E = W_0 + KE$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + KE$$

=> જો $\lambda < \lambda_0$ હોય તો જ ફોટોન મુક્ત થઈ શકે.

310 nm તરંગ લંબાઈ ધરાવતું વિકિરણ 2eV કાર્ય વિધેય ધરાવતી ધાતુની સપાટી ઉપર પડે છે તો.
(1) આપાત ફોટોનની ઊર્જા ગણો
(2) આપાત ફોટોનની આવૃત્તિ ગણો
(3) ધાતુની દહેલી આવૃત્તિ (Threshold frequency) ગણો

(1) $E = \frac{hc}{\lambda}$ $\qquad \lambda = 310\ nm = 3100\ A^0$

$$E = \frac{12400}{\lambda(A)}$$

$$\boxed{E = 4eV}$$

(2) આપાત ફોટોનની આવૃત્તિ ગણો

$$E = h\nu$$

$$4eV = 6.626 \times 10^{-34}\ J.S \times \nu$$

$$4 \times 1.6 \times 10^{-19} J = 6.626 \times 10^{-34}\ J.s \times \nu$$

$$\nu = \frac{4 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J}{6.626 \times 10^{-34}\ J\ s}$$

$$\nu = \frac{4 \times 16 \times 10^{-20}}{6626 \times 10^{-37}}\ s^{-1}$$

109

$$= 9 \times 10^{14}\ s^{-1}$$

③ ધાતુનો હ્રેશ્વ્ડ

$w_0 = h\nu_0$

$2eV = 6.626 \times 10^{-34} JS \cdot \nu_0$

$\nu_0 = \frac{2 \times 1.6 \times 10^{-19} J}{6.626 \times 10^{-34} JS} = 5 \times 10^{14} s^{-1}$

④ મુક્ત થયેલા e^- ની ગતિ ઊર્જા ગણો.

$E = w_0 + KE$

$4eV = 2eV + KE$

$KE = 2eV$

$= 2 \times 1.6 \times 10^{-19} J$

$KE = 3.2 \times 10^{-19} J$

⑤ મુક્ત થયેલા e^- નો મહત્તમ વેગ ગણાવો.

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

$3.2 \times 10^{-19} = \frac{1}{2} \times 9.109 \times 10^{-31} \times v^2$

$v = 8 \times 10^5 m/s$

⑥ e^- નો stopping potential ગણો.

stopping energy = 2eV

∴ stopping potential = 2V

⑦ દેહલી. તરંગ ~~લબાઈ~~ લંબાઈ ગણો.

$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_0}$

$5 \times 10^{14} s^{-1} = \frac{3 \times 10^8 ms^{-1}}{\lambda_0}$ ∴ $\lambda_0 = 6 \times 10^{-7} m$

Photo intensity (P.I)

પ્રતી સેકન્ડ પ્રતિ ચોરસમીટર ધાતુની સપાટી ઉપર આપાત થતા ફોટોનની ઊર્જા ને ફોટો Intensity કહેવાય.

$$PI = \frac{E}{At}$$

$$= \frac{nh\nu}{A.t}$$

જ્યાં n = આપાત થતા ફોટોનની સંખ્યા

$$PI \propto n$$

4×10^{-7} m તરંગ લંબાઈ ધરાવતો ફોટોન ધાતુની સપાટી ઉપર ~~અથડા~~ અથડાય છે. ધાતુનું work function 2.13 eV છે. તો

① ફોટોનની ઊર્જા (eV) માં ગણો
② ફોટો e નો K.E = (?)
③ ફોટો e નો વેગ = (?) 5.74×10^5

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

$$= \frac{12400}{\lambda(\mathring{A})}$$

$$= \frac{12400}{4\times10^{-17}}$$

$$= 31\times10^{19}$$

$$= 3.1\ eV$$

$E = W_0 + KE$

$3.1 = 2.13 + KE$

$KE = 0.97$

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

$0.97 = \frac{1}{2}\times9.109\times10^{-31}\times v^2$

$184 = 9.109\times10^{-31}\times v^2$

$184 = 910.9\times10^{-32}\times v^2$

$\frac{184\times10^{32}}{9109} = v^2$

$$v = 5.74\times10^5$$

300 nm ના વિકિરણ જ્યારે સોડિયમની સપાટી ઉપર પડે ત્યારે 1.68×10^5 J/mol ગતિઊર્જા ધરાવતા e મુક્ત થાય છે. સોડિયમ માંથી e મુક્ત કરવા માટે જરૂરી ન્યૂનતમ ઊર્જા કેટલી હશે? મહત્તમ કેટલી તરંગ લંબાઈ વડે e મુક્ત થશે?

⇒ મુક્ત થતા e ની ગતિઊર્જા

$$KE = 1.68 \times 10^5 \text{ J/mol}$$

$$\therefore 1e \text{ ની ગતિઊર્જા} = \frac{1.68 \times 10^5 \text{ J}}{6.022 \times 10^{23}} = 1.75 \text{ eV}$$

$$\lambda = 300 \text{ nm} = 3 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3 \times 10^{-7}}$$

$$= 6.626 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 4.14 \text{ eV}$$

$$E = W_0 + KE$$

$$4.14 - 1.75 = W_0$$

$$W_0 = 2.39 \text{ eV} = 3.84 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{3.84 \times 10^{-19}}$$

$$\boxed{\lambda_0 = 5.2 \times 10^{-7} \text{ m}}$$

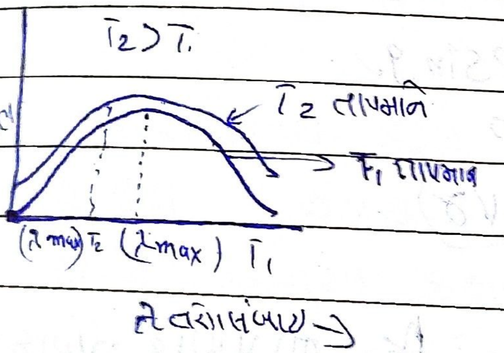
Black Body Radiation

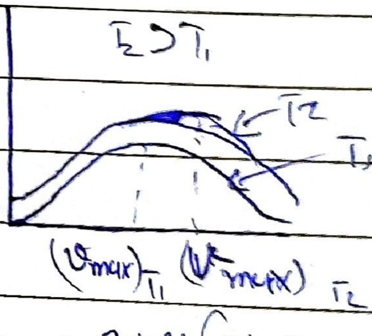
Black Body (કાળો પદાર્થ)

- જે પદાર્થ બધા જ પ્રકારના વિકિરણોનું શોષણ કરે અથવા બધા જ પ્રકારના વિકિરણોનું ઉત્સર્જન કરે તેને કાળો પદાર્થ Black Body કહેવાય.

- જુદા જુદા તાપમાને કાળા પદાર્થ માંથી નીકળતા ફોટોનની તીવ્રતા જુદી જુદી હોય છે જેના કારણે પદાર્થોનાં જુદાં જુદાં તાપમાને જુદા જુદા રંગ જોવા મળે છે.

દા.ત. લોખંડને ગરમ કરતાં જેમ તાપમાન વધે તેમ પહેલા લાલ, ઓરેન્જ, પીળો અને સફેદ રંગ દેખાય છે.





$T \lambda_{max} =$ અચળ

$$T_1 (\lambda_{max})_{T_1} = T_2 (\lambda_{max})_{T_2}$$

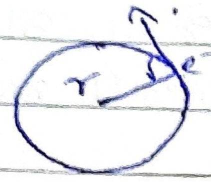
Wein's law

→ Black Body Radiation ને કણ પ્રકૃતિ દ્વારા સમજી શકાય છે.

બોહર પરમાણુ નમૂનો :-
(Bohr's atomic Model):-

- પરમાણુ નું દળ અને ધન વીજભાર એ ન્યુક્લિયસ માં હોય છે ઋણ વીજભારો e એ ન્યુક્લિયસની આસપાસ વર્તુળાકાર કક્ષાઓ માં ભ્રમણ કરે છે

- e જ્યારે વર્તુળાકાર કક્ષામાં ભ્રમણ કરતા હોય ત્યારે તેનું કોણીય વેગમાન :-



$\vec{v}$ = e નો રેખીય વેગ

e નું રેખીય વેગમાન $p = mv$

e વર્તુળાકાર માર્ગ પર ભ્રમણ કરતો હોય ત્યારે તેનું

કોણીય વેગમાન $= \vec{r} \times \vec{p}$

$= r p \sin\theta$

$= r p \sin 90$

$= rp$

કોણીય વેગમાન = mvr

=> જ્યારે e નું કોણીય વેગમાન $\frac{h}{2\pi}$ ના પૂર્ણાંક ગુણાંક જેટલું થાય તે અંતરે જ e ભ્રમણ કરી શકે છે. અન્ય અંતરે e ભ્રમણ કરી શકે નહીં.

કોણીય વેગમાન

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

જ્યાં $n = 1, 2, 3, \ldots$
= કક્ષાનો ક્રમ

- જ્યાં e નું કોણીય વેગમાન $\frac{nh}{2\pi}$ થાય તે કક્ષાઓને (permissible Orbits) (માન્ય કક્ષાઓ) કહેવાય

2025/08/28 20:59

- માન્ય કક્ષાઓમાં ફરતા e માટે,

કેન્દ્ર તરફથી લાગતું આકર્ષણબળ = કેન્દ્રત્યાગી બળ

$$\frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

જ્યાં $K = 9 \times 10^9 \, N m^2 c^{-2}$

q_1 = ન્યુક્લિયસનો વીજભાર
$= (+Ze)$

q_2 = e નો વીજભાર
$= (-e)$

r = કક્ષાની ત્રિજ્યા

m = e નું દળ
$= 9.109 \times 10^{-31} \, kg$

v = e નો રેખીય વેગ

- e જ્યારે માન્ય કક્ષામાં ભ્રમણ કરતો હોય ત્યારે તે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કે શોષણ કરી શકતો નથી તેથી તેની ઊર્જા ચોક્કસ હોય છે. આથી કક્ષાને 'ઊર્જા સ્તર' (Energy level) તરીકે પણ દર્શાવવામાં આવે છે

- ચોક્કસ કક્ષામાં e ની ઊર્જા 'quantized' (Fix) હોય છે તેથી તે કક્ષાને સ્થિર કક્ષા (stationary orbit) કહે છે

* બોહર કક્ષાની ત્રિજ્યા
(Radius of Bohr orbit)

સ્થિર કક્ષા માટે

$$\frac{Kq_1q_2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{k(Ze)e}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

$$\frac{kZe^2}{r} = mv^2 \quad \text{--- (1)}$$

e નું કોણીય વેગમાન $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

$$\therefore v = \frac{nh}{2\pi mr}$$

v નું મૂલ્ય સમી (1) માં મૂકતા

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

$$r_n = \frac{n^2 h^2}{4\pi^2 m k Z e^2}$$

n મી કક્ષાની ત્રિજ્યા

$$r_n = \frac{0.529 \times 10^{-10} n^2}{Z} \, m$$

$$r_n = \frac{0.529 n^2}{Z} \, A^0$$

જેમ n ↑ તેમ r ↑
જેમ Z ↑ તેમ r ↓

H પરમાણુ માટે પ્રથમ કક્ષા
ની ત્રિજ્યા r_H માટે $Z=1, n=1$

$$r_H = 0.529 \, A^0$$

∴ H પરમાણુની n મી કક્ષાની ત્રિજ્યા

~~r_n = 0.529~~

$$r_n = 0.529 \, n^2 \, A^0$$

કોઈ પણ પરમાણુ માટે $r_n = \frac{r_H \cdot n^2}{Z}$

બોહર કક્ષાની ઊર્જા (Energy in Bohr orbit) :

nમી બોહર કક્ષામાં e^- માટે

કુલ ઊર્જા = સ્થિતિ ઊર્જા + ગતિઊર્જા

$T.E. = P.E. + K.E.$ — ②

e^-ની સ્થિતિ ઊર્જા

$PE = \frac{k q_1 q_2}{r}$

$= \frac{k(ze)(-e)}{r}$

$PE = \frac{-kze^2}{r}$ — ③

ગતિઊર્જા $KE = \frac{1}{2} mv^2$

સમી ① ઉપરથી,

$mv^2 = \frac{kze^2}{r}$

$\frac{1}{2} mv^2 = \frac{kze^2}{2r}$

$KE = \frac{kze^2}{2r}$ — ④

e^-ની કુલ ઊર્જા

$TE = PE + KE$

$TE = \frac{-kze^2}{r} + \frac{kze^2}{2r}$

$TE = \frac{-kze^2}{2r}$ — ⑤

સમી ⑤માં r નું મુલ્ય મુકતા

$TE = \frac{-kze^2 \, 4\pi^2 mkze^2}{2n^2h^2}$

$E_n = \frac{-2\pi^2 me^4 k^2 z^2}{n^2 h^2}$ — ⑥

$E_n = \frac{-2.18 \times 10^{-18} z^2}{n^2}$ J/atom

$E_n = -2.18 \times 10^{-18} \frac{Z^2}{n^2}$ J/atom

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

$E_n = -\frac{1312 Z^2}{n^2}$ kJ/mol

$E_n = -\frac{313.6 Z^2}{n^2}$ kcal/mol

$$E_n \propto \frac{-Z^2}{n^2}$$

જેમ $n \uparrow$ તેમ $E_n \downarrow$

જેમ $Z \uparrow$ તેમ $E_n \downarrow$

$n = \infty$ માટે e^- ની ઊર્જા મહત્તમ હોય $E_n = 0$ થાય.
તેથી અન્ય કક્ષા માં $(n < \infty)$ માટે ઊર્જા ઋણ -ve દર્શાવવામાં આવે છે

n મી કક્ષા ની સ્થિતિ ઊર્જા

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

$$PE = 2 \times T.E.$$

n મી કક્ષા ની ગતિ ઊર્જા

$$KE = |TE| = \left|\frac{PE}{2}\right|$$

→ n મી કક્ષામાં સ્થિતિઊર્જા નું મૂલ્ય ગતિ ઊર્જા કરતા બમણું હોય

→ n મી કક્ષામાં કુલ ઊર્જા નું મૂલ્ય ગતિ ઊર્જા જેટલું હોય

→ n મી કક્ષામાં કુલ ઊર્જા નું મૂલ્ય સ્થિતિઊર્જા કરતા અડધું હોય.

A n મી કક્ષામાં e નો વેગ

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

$$v = \frac{nh}{2\pi m r}$$

$$v = \frac{nh \; 4\pi^2 m k Z e^2}{2\pi m n^2 h^2}$$

$$v = 2.188 \times 10^6 \frac{Z}{n} \; m/s$$

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

2025/08/28 20:59

nમી કક્ષામાં 1 sec માં થતા e ના ભ્રમણની સંખ્યા = nમી કક્ષામાં e ના ભ્રમણની આવૃત્તિ

$$e \text{ નો વેગ } v = \frac{\text{અંતર}}{t}$$

e એક ભ્રમણ પૂર્ણ કરે તે માટે $2\pi r$ અંતર કાપે એ તે n ભ્રમણ કરેલો.

$$\text{આવૃત્તિ} = \frac{v_n}{2\pi r_n}$$

$$\nu_n = \frac{2.188 \times 10^6 \, Z/n \ m/s}{2 \times 3.14 \times 0.529 \times \frac{n^2}{Z} \times 10^{-10} m}$$

$$\nu_n = 6.658 \times 10^{15} \frac{z^2}{n^3} \ s^{-1} \quad \text{— (13)}$$

$$\nu_n \propto \frac{z^2}{n^3}$$

⇒ nમી કક્ષામાં e ને એક ભ્રમણ પૂર્ણ કરવામાં લાગતો સમય = nમી કક્ષામાં e નો આવર્તકાળ (t)

$$t_n = \frac{1}{\nu_n}$$

$$= \frac{1}{6.658 \times 10^{15}} \frac{n^3}{z^2} \ sec$$

$$T_n = 1.5 \times 10^{-16} \frac{n^3}{z^2} \ sec$$

$$T_n \propto \frac{n^3}{z^2}$$

$r_n \propto n^2/Z$

$E_n \propto (-Z^2/n^2)$

$V_n \propto (Z/n)$

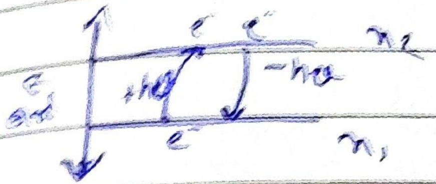
$\omega_n \propto (Z^2/n^3)$

$T_n \propto (n^3/Z^2)$

* e^- જ્યારે એક કક્ષામાંથી બીજી કક્ષામાં સંક્રાંતિ (transition) કરે ત્યારે શોષાતી કે ઉત્સર્જાતી ઊર્જા.

e^- n_1 મી કક્ષામાંથી n_2 મી કક્ષામાં જાય $(n_2 > n_1)$ ત્યારે ઊર્જાનું શોષણ કરે છે.

· n_2 માંથી n_1 માં જાય ત્યારે ઊર્જાનું ઉત્સર્જન કરે છે



n_1 મી કક્ષામાં e^- ની ઊર્જા

$$E_{n_1} = -13.6\frac{Z^2}{n_1^2}\ eV$$

n_2 મી કક્ષામાં e^- ની ઊર્જા

$$E_{n_2} = -13.6\frac{Z^2}{n_2^2}\ eV$$

જ્યારે e^- n_1 માંથી n_2 માં જાય ત્યારે શોષાતી ઊર્જા

$$E_{n_2} - E_{n_1}$$

$$\Delta E = -\frac{13.6 Z^2}{n_2^2} + \frac{13.6 Z^2}{n_1^2}$$

$$\Delta E = 13.6 Z^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) eV$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = 2.18 \times 10^{-18} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = \frac{2.18 \times 10^{-18}}{hc} Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \bar{\nu} = R_H \cdot Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

તરંગસંખ્યા

R_H = Rydberg's constant or (Ritz constant)

$R_H = 109678 \ cm^{-1}$

$$\frac{1}{R_H} = 912 \ A^{\circ}$$

=> Z = પરમાણુ ક્રમાંક

=> $1e^-$ ધરાવતા આયનો માટે જ બોહર પરમાણુ નમૂનો લાગુ પડે છે.

H $(Z = 1)$

He^{+} $(Z = 2)$

Li^{+2} $(Z = 3)$

Be^{+3} $(Z = 4)$

e^- નો આયનીકરણ ઊર્જા :- (I.E)
(Ionisation Energy of e^-)

- પરમાણુના પ્રથમ ઊર્જા સ્તરમાં રહેલો e^- ને પરમાણુ માંથી દૂર કરવા અને ધન આયન બનાવવા માટે આપવી પડતી ઊર્જા

(or) પરમાણુમાં $n_1 = 1$ થી e^- ને $n_2 = \infty$ માં મોકલવા આપવી પડતી ઊર્જા

$\Rightarrow$ $\Delta E = 13.6\, z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) eV$

જ્યારે $n_1 = 1$

$n_2 = \infty$ ત્યારે $\Delta E = I.E.$

$I.E. = 13.6\, z^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$

$I.E. = 13.6\, z^2\, eV$

↑ એક e^- ધરાવતા ઘટકોની આયનીકરણ ઊર્જા

$\Rightarrow$ H - પરમાણુ માં e^- ને $n_1 = 2$ માંથી $n_2 = \infty$ માં મોકલવા જરૂરી ઊર્જા

$E_2 = 13.6(1)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = 3.4 eV$

$\Rightarrow$ $n_1 = 3$ માંથી $n_2 = \infty$ માં e^- માટે ઊર્જા

$E_3 = 13.6(1)^2 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{13.6}{9} = 1.51 eV$

$\Rightarrow$ $n_1 = 4$ માંથી $n_2 = \infty$ માં e^- માટે ઊર્જા

$E_4 = 13.6(1)^2 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = 0.85 eV$

ધરા અવસ્થા (Ground state) (ભૂમિ અવસ્થા)

- e તેની મૂળભૂત e રચના પ્રમાણે જે કક્ષામાં હોય તે કક્ષાને (ઊર્જા સ્તર) ને ધરા અવસ્થા કહેવાય

દા.ત. H પરમાણુ નો e $n=1$ માં હોય તેથી પ્રથમ કક્ષાને H-માં ધરા અવસ્થા કહેવાય છે

⇒ પ્રથમ ઉત્તેજીત અવસ્થા (First excited level)

- ધરા અવસ્થાની કક્ષા થી તરત જ આગળનું સ્તર એ પ્રથમ ઉત્તેજીત સ્તર કહેવાય

દા.ત. H પરમાણુ માટે
$n=1$ ⇒ ધરા અવસ્થા
$n=1+1=2$ ⇒ પ્રથમ ઉત્તેજીત અવસ્થા

⇒ દ્વીતીય ઉત્તેજીત અવસ્થા (2^{nd} excited level)

દ્વીતીય ઉત્તેજીત અવસ્થા = ધરા અવસ્થા + 2

દા.ત. H પરમાણુ માટે દ્વીતીય ઉત્તેજીત અવસ્થા $= 1+2=3$

2025/08/28 21:00

Page No.:
Date:
YOUVA

* આયનીકરણ પોટેન્શિયલ Ionisation Potential (I.P.)

- આયનીકરણ ઊર્જા સાથે સંકળાયેલા પોટેન્શીયલને આયનીકરણ પોટેન્શીયલ કહેવાય.

દા.ત. H - પરમાણુ માટે $n_1 = 1$ માં છે
$IE = 13.6 eV$

∴ આયનીકરણ પોટેન્શિયલ (IP) $= 13.6 V$

* ઉત્તેજન ઊર્જા [Excitation Energy]

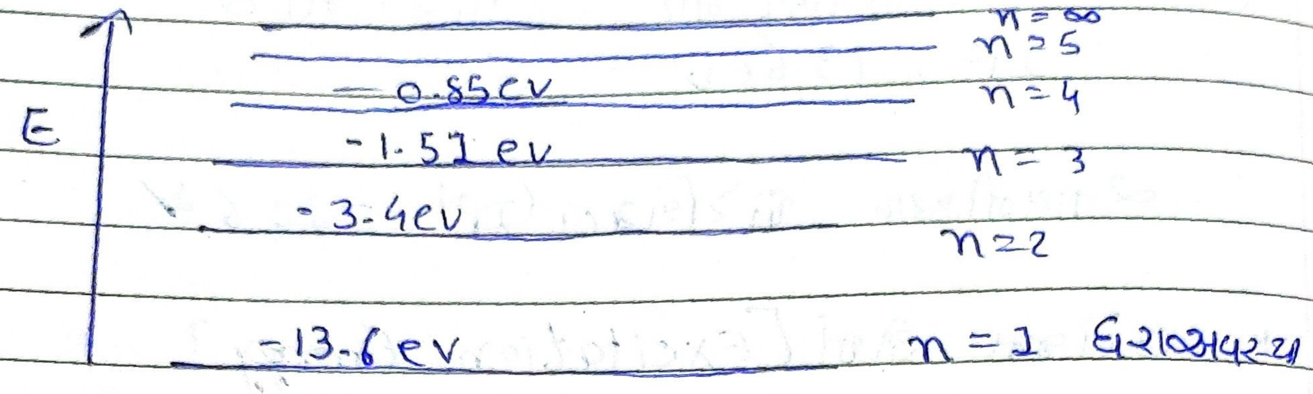
e^- ને ધરા અવસ્થા માંથી કોઈ પણ ઉત્તેજીત સ્તરમાં મોકલવા માટે આપવી પડતી ઊર્જા ને ઉત્તેજન ઊર્જા કહેવાય. અને આ ઊર્જા સાથે સંકળાયેલા પોટેન્શિયલને ઉત્તેજન પોટેન્શિયલ કહેવાય.

દા.ત. H પરમાણુમાં e^- ને $n_1 = 1$ માંથી $n_2 = 3$ માં લઈ જવા જરૂરી ઊર્જા

* બંધન ઊર્જા (Binding Energy) (or) (Seperation Energy)

- e^- ને પરમાણુ માં કોઈ પણ સ્તર માંથી દૂર કરવા માટે આપવી પડતી ઊર્જા ને બંધન ઊર્જા કહેવાય.

H પરમાણુ માટે ઊર્જા સ્તર આલેખ
(Energy level diagram for H-atom)



$E_2 - E_1 = -3.4 - (13.6) = 10.2\ ev$

$E_3 - E_2 = -1.51 - (-3.4) = 1.89\ ev$

$E_4 - E_3 = -0.85 - (-1.51) = 0.66\ ev$

$$E_2 - E_1 > E_3 - E_2 > E_4 - E_3$$

પરમાણુમાં જેમ કેન્દ્રથી દૂર જઈએ તેમ તે ક્રમિક સ્તર વચ્ચેની ઊર્જાનો તફાવત ઘટે છે

⇒ H- પરમાણુ માટે ક્રમિક કક્ષાઓની ત્રિજ્યાનો તફાવત

$r_1 = 0.529\ Å$

$r_2 = 0.529 \times (2)^2 = 2.116\ Å$

$r_3 = 0.529 \times (3)^2 = 4.761\ Å$

$r_4 = 0.529 \times (4)^2 = 8.464\ Å$

$r_2 - r_1 = 1.587\ Å$

$r_3 - r_2 = 2.645\ Å$

$r_4 - r_3 = 3.703\ Å$

2025/08/28 21:00

$r_2 - r_1 < r_3 - r_2 < r_4 - r_3$

પરમાણુમાં જેમ કેન્દ્ર થી દૂર જઈએ તેમ બે ક્રમિક સ્તરની ત્રિજ્યા વચ્ચેનો તફાવત વધે

એક e ધરાવતી એક પ્રજાતિ ની આયનીકરણ ઊર્જા ~~11180kg~~ 11180 KJ/mol છે. તો આ પ્રજાતિ માં પ્રોટોનની સંખ્યા ગણો

$IE = 2.18 \times 10^{-18} (z)^2 \ J/atom$

$\frac{11180 \times 10^3}{6.022 \times 10^{23}} \frac{J}{atom} = 2.18 \times 10^{-18} \ z^2 \ \frac{J}{atom}$

$z^2 = \frac{11180 \times 10^3}{6.022 \times 10^{23} \times 2.18 \times 10^{-18}}$

$z^2 = 9$

$\boxed{z = 3}$ 3 પ્રોટોન હોય

(or)

$IE = 1312 (z^2) \ KJ/mol$

$11180 \frac{KJ}{mol} = 1312 (z^2) \frac{KJ}{mol}$

$\frac{11180}{1312} = z^2$

$\boxed{z = 3}$

Q. He^+ ની આયનીકરણ ઊર્જા 19.6×10^{-18} J/atom છે. તો Li^{+2} આયનની ભૂમિ અવસ્થાની ઊર્જા ગણો.

~~$IE = 1312 (Z^2)$ KJ/atom~~

~~$19.6 \times 10^{-18} = 1312 (Z^2)$~~

$$IE_{He^+} = 19.6 \times 10^{-18} J$$

$$-E_1(He^+) = 19.6 \times 10^{-18} J \quad \text{—} (1)$$

$$E_1(Li^{+2}) = x$$

$$\frac{E_1(He^+)}{E_1(Li^{+2})} = \frac{19.6 \times 10^{-18}}{x}$$

$$\frac{2.18 \times 10^{-18} \times (2)^2}{2.18 \times 10^{-18} \times (3)^2} = \frac{19.6 \times 10^{-18}}{x}$$

$$x = 19.6 \times 10^{-18} \times \frac{9}{4}$$

$$x = -44.1 \times 10^{-18} J$$

1 mol Li^{+2} આયનની આયનીકરણ ઊર્જા ગણો.

~~I.E = 13.6 (z)² (1/… − 1/∞) eV~~

$$IE(Li^{+2}) = 1312 (Z^2)\ kJ/mol$$

$$= 1312 \times (3)^2\ kJ/mol$$

$$= 11808\ kJ/mol$$

n = 2 થી n = 1 માં e સંક્રાંતિ કરે ત્યારે 3×10^{-8} m તરંગલંબાઈ ધરાવતા X-Ray નું ઉત્સર્જન થાય છે. તો આ સંક્રાંતિ થતો હોય તેવા ધારકના પરમાણુ ક્રમાંક ગણો.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \cdot Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{1}{3\times10^{-8}\times10^{10}\,Å} = \frac{1}{912\,Å}(Z)^2\left(\frac{1}{(1)^2} - \frac{1}{(2^2)}\right)$$

PE = − 27.2 eV

P.E. = −27.2 + 27.2

TE = −13.6 + 27.2

= 13.6

TE in 2nd orbit

$$T.E. = \left(\frac{-13.6 \times Z^2}{n}\right) + 27.2$$

$$= -3.4 + 27.2$$

$$= 23.8\ eV$$

½ mol He^+ $n_1 = 1$ માંથી ¼ mol He^+ $n_1 = 1$ થી

$n_2 = 3$ માં

$$\Delta E_1 = \frac{1312 \times 10^3}{2} z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$= \frac{1312 \times 10^3 \times 2^2 \cdot \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}\right)}{2}$$

$$= 1312 \times 10^3 \times 16/9$$

¼ mol He^+ $n_1 = 2$ માંથી $n_2 = 2$ માં

$$\Delta E_2 = \frac{1312}{4} \times 10^3 \times 4 \times (1 - 1/4)$$

$$= 1312 \times 10^3 \times 3/4$$

કુલ ઊર્જા શોષેલી ③ = $\Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_2$

$$= 1312 \times 10^3 \left(\frac{16}{9}\right) + 1312 \times 10^3 \left(\frac{3}{4}\right) + 0$$

$$= 1312 \times 10^3 \left(\frac{16}{9} + 3/4\right)$$

$$= 1312 \times \frac{91}{9 \times 4} \times 10^3$$

* પરમાણુ વર્ણપટ

વર્ણપટ (spectrum)

emission
ઉત્સર્જન વર્ણપટ

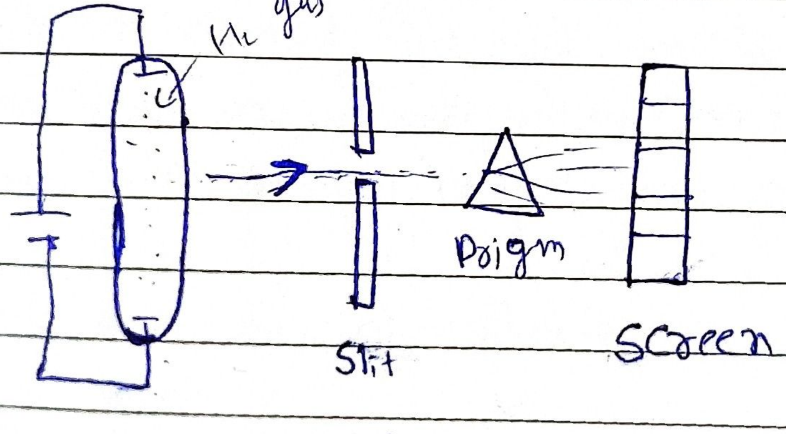
absaption
શોષણ વર્ણપટ

continuous
સતત વર્ણપટ

discontinuous (discuete)
અસતત વર્ણપટ

Line spectrum
રેખા વર્ણપટ
રંગીન રેખાઓ વચ્ચે gap હોય
જેથી રેખાઓ છૂટી છૂટી દેખાય
– તે પરમાણુઓ દ્વારા દર્શાવાય

Band spectrum
પટ્ટ વર્ણપટ
રંગીન પટ્ટાઓ વચ્ચે gap
હોય
– તે અણુ દ્વારા દર્શાવાય

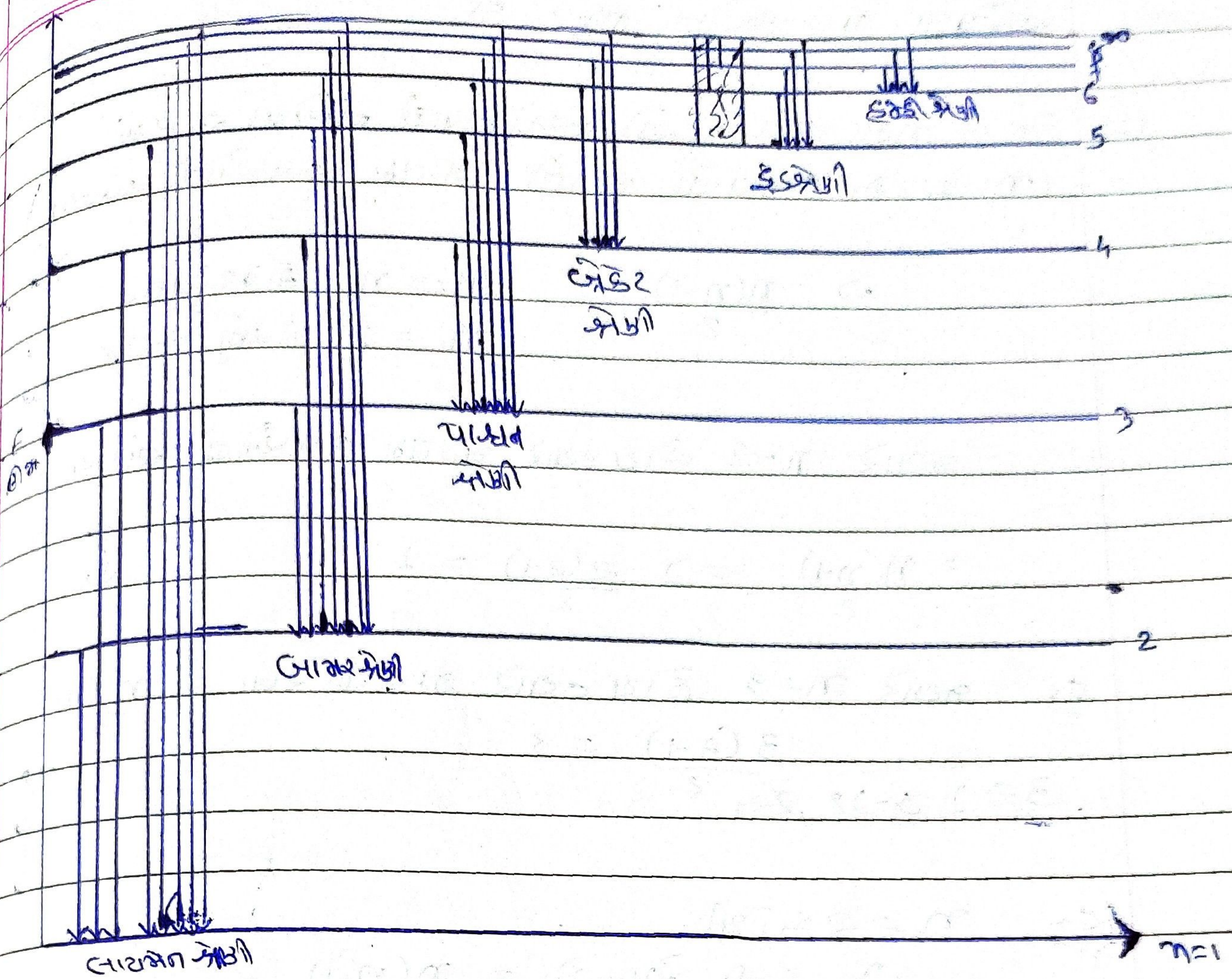


ઉત્સર્જન વર્ણપટ

2025/08/28 21:00

હાઈડ્રોજન પરમાણુનો ઉત્સર્જન વર્ણપટ (Emission spetra of H atom)

વર્ણપટની શ્રેણી નું નામ	e નું નીચેનું સ્તર lower level(n_1)	e નું ઉપરનું સ્તર higher level(n_2)	શ્રેણીનો વિભાગ
લાયમેન શ્રેણી	1	2,3,4,...,∞	પારજાંબલી(UV)
બામર શ્રેણી	2	3,4,5,...∞	દ્રશ્યપ્રકાશ(Visible)
પાશ્ચન શ્રેણી	3	4,5,6,...∞	પારરક્ત(IR)
બ્રેકેટ શ્રેણી	4	5,6,7,...∞	પારરક્ત(IR)
ફંડ શ્રેણી (Pfund)	5	6,7,8,...∞	પારરક્ત(IR)
હમ્ફ્રી શ્રેણી	6	7,8,9,...∞	દૂરસ્થ પારરક્ત (Far IR)



શ્રેણીની પ્રથમ રેખા (First line of the series)

α-line

- જ્યારે $n_2 = (n_1+1)$ હોય ત્યારે મળતી રેખાને શ્રેણીની પ્રથમ રેખા કહેવા
- પ્રથમ રેખાની તરંગ લંબાઈ શ્રેણીમાં સૌથી વધારે હોય છે તેથી તેને શ્રેણીની longest line કહેવાય છે

- તેની ઊર્જા શ્રેણીની બાકીની રેખાઓની ઊર્જા કરતા ઓછી હોય છે

શ્રેણીની અંતિમ રેખા (Lest line of the series) or Series limit or limiting line (સીમાંત રેખા)

- જ્યારે $n_2 = \infty$ હોય ત્યારે મળતી રેખાને limiting line ક
- તેની તરંગ લંબાઈ શ્રેણીમાં સૌથી ઓછી હોય તેથી તેને Shorte line of series કહેવાય
- તેની ઊર્જા બાકીની રેખાઓ કરતા વધારે હોય

આપેલા પરમાણુઓના નમૂના માટે

1) જો e nમાં સ્તરમાં હોય અને ત્યાંથી નીચેના સ્તરમાં (n=1) માં આવે તો મળતી મહત્તમ રેખાઓની સંખ્યા

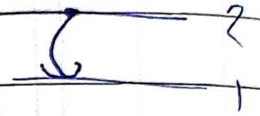
$$\Rightarrow \frac{n(n-1)}{2}$$

$n_2 = n =$ ઉપરનું સ્તર

$n_1 = 1 =$ નીચેનું સ્તર

Ex જ્યારે n=2 હોય ત્યારે મહત્તમ રેખાઓની સંખ્યા

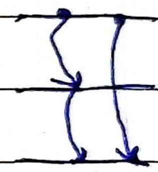
$$= \frac{n(n-1)}{2} \Rightarrow \frac{2(2-1)}{2} = 1$$



Ex જ્યારે n=3 હોય ત્યારે મહત્તમ રેખા $= \frac{n(n-1)}{2}$

$$\frac{3(3-1)}{2} = 3$$

3→1, 3→2, 2→1



Ex n=5 માંથી

મહત્તમ રેખાઓ $= \frac{n(n-1)}{2}$

① 5→4, 5→3, 5→2, 5→1

② 4→3, 4→2, 4→1

③ 3→2, 3→1

④ 2→1 ⇒ 10 રેખાઓ.

જ્યારે n=5 હોય ત્યારે મળતી કુલ વર્ણપટ રેખાઓ કઈ કઈ શ્રેણી માં મળશે?

(સ.) (5 → 2, 4 → 2, 3 → 2)

લાયમન	શ્રેણી ની રેખા ઓ	= 4
બામર	" "	= 3
પાશ્ચન	" "	= 2
બ્રેકેટ	" "	= 1

જ્યારે e^- n_2 માં સ્તર માંથી n_1 માં સ્તરમાં જાય ત્યારે મળતી મહત્તમ રેખાઓ:

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

② જ્યારે $n_2=6$ માંથી $n_1=2$ માં જાય ત્યારે મળતી મહત્તમ રેખાઓ

$$\frac{(n_2-n_1)(n_2-n_1+1)}{2} \Rightarrow \frac{(6-2)(6-2+1)}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{4 \cdot 5}{2} \Rightarrow \boxed{10}$$ રેખાઓ

6 → 5	5 → 4	4 → 3	3 → 2
6 → 4	5 → 3	4 → 2	
6 → 3	5 → 2		
6 → 2			

③ જ્યારે એક અલગ કરેલા H પરમાણુ (ISOLATED H atom) માં e^- n માં સ્તર માંથી નીચેના સ્તરમાં (1) માં આવે ત્યારે મળતી મહત્તમ રેખાઓની સંખ્યા (n-1)

$$\boxed{n-1}$$

H - પરમાણુ માં e^- જ્યારે $n=6$ માંથી $n=1$ માં આવે ત્યારે મળતી મહત્તમ રેખાઓ

$n-1 \Rightarrow 6-1 \Rightarrow 5$

$6 \rightarrow 5$
$5 \rightarrow 4$
$4 \rightarrow 3$
$3 \rightarrow 2$
$2 \rightarrow 1$

લાયમન શ્રેણીનો વિસ્તાર

$n_1 = 1 \quad , n_2 = 2, 3, \ldots, \infty$

→ પ્રથમ રેખાની તરંગ લંબાઇ

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1}{912} \times (1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$= \frac{1}{912} \times \frac{3}{4}$$

(912 → 304)

$$\therefore \lambda_1 = 1216 \text{ Å} \Rightarrow \lambda_{max}$$

- અંતિમ રેખાની તરંગલંબાઇ, $n_2 = \infty$

$$\frac{1}{\lambda_\infty} = \frac{1}{912} (1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$$

$$= \frac{1}{912} (1)$$

$$\lambda_\infty = 912 \text{ Å} \rightarrow \lambda_{min}$$

2025/08/28 21:01

પ્રથમ રેખાની સાથે સંકળાયેલી ઊર્જા

$$\Delta E_1 = \frac{hc}{\lambda_1} \Rightarrow \frac{12400}{1216}$$

$$\boxed{\Delta E_1 = 10.2 eV} \rightarrow E_{min}$$

→ અંતિમ રેખાની સાથે સંકળાયેલી ઊર્જા

$$\Delta E_2 = \frac{hc}{\lambda_2} \Rightarrow \frac{12400}{912}$$

$$\boxed{\Delta E_2 = 13.6 eV} \quad E_{max}$$

→ લાયમન શ્રેણીનો વિસ્તાર

$$912 Å \le \lambda \le 1216 Å$$

$$10.2 V \le E \le 13.6 eV$$

શ્રેણી	λ_{max} (Å)	λ_{min} (Å)	E_{max} (eV)	E_{min} (eV)
1 લાયમન	1216	912	13.6	10.2
2 બામર	6566.4			
3 પાશ્ચન				
4 બ્રેકેટ				
5 ફંડ				
6 હમ્ફ્રી				

Note નીચેની સંક્રાંતિ (transition) દ્વારા સમાન પ્રકારના ફોટોન (or) વર્ણપટ રેખાઓ મળશે.

		ઉ.દા.
H	: $n_2 \rightarrow n_1$	
He^{+}	: $2n_2 \rightarrow 2n_1$	$2 \rightarrow 1$
Li^{+2}	: $3n_2 \rightarrow 3n_1$	$4 \rightarrow 2$
Be^{+3}	: $4n_2 \rightarrow 4n_1$	$6 \rightarrow 3$
		$8 \rightarrow 4$

He^{+} માટે બામર શ્રેણીની બીજી રેખા (β રેખા) નો તરંગલંબાઈ શોધો.

બામર શ્રેણી $n_1 = 2$, બીજી રેખા $n_2 = n_1 + 2$
$= 2+2 = 4$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$= \frac{1}{912} (2)^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$= \frac{1}{912} \times 4 \left(\frac{12}{4 \times 16}\right)$$

$\lambda = 1216\ Å$

જો H-પરમાણુના નમૂનામાં e^- 7 માં ઉત્તેજીત સ્તરમાંથી બીજા સ્તરમાં સંક્રાંતિ પામે તો મહત્તમ કેટલી રેખાઓ મળે?

$n_2 = 7$ મું ઉત્તેજીત સ્તર $= 8$, $n_1 = 2$

મહત્તમ રેખાઓ :

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

$$= \frac{(8-2)(8-2+1)}{2}$$

= 21 રેખાઓ

H- પરમાણુના નમુના માટે જો e 6માં ઉત્તેજીત સ્તરમાંથી ભૂમી અવસ્થામાં સંક્રાંતિ પામતો (a) લાંબામાં લાંબી રેખાની તરંગ લંબાઈ (?) (b) ટૂંકામાં ટૂંકી રેખાની તરંગલંબાઈ (c) દૃશ્ય પ્રકાશના વિભાગમાં લાંબામાં લાંબી તરંગલંબાઈ કેટલી?

n_2 = 6માં ઉત્તેજીત સ્તર = $\boxed{6}$ $\quad n_1 = 1$

$$\frac{1}{\lambda_1} = R_H Z^2 \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$\Rightarrow$ λ_{max} માટે $n_2 = n_1 + 1$

$= 1 + 1$

$n_2 = 2$

$$1/\lambda = R_H Z^2 \left(1/n_1^2 - 1/n_2^2\right)$$

$$1/\lambda = \frac{1}{1216}$$

$$\therefore \lambda = 1216 Å$$

ⓑ λ_{min} માટે $n_2 = 6$

$$1/\lambda_0 = \frac{1}{912} \times 1^2 \left(1/1^2 - 1/6^2\right)$$

$$= 1/912 \times 35/36$$

$$= \frac{912 \times 36}{35}$$

$$\boxed{\lambda = 939.36 Å}$$

ⓒ દૃશ્ય પ્રકાશ વિભાગમાં λ_{max} માટે

$n_1 = 2, \; n_2 = n_1 + 1 = 3$

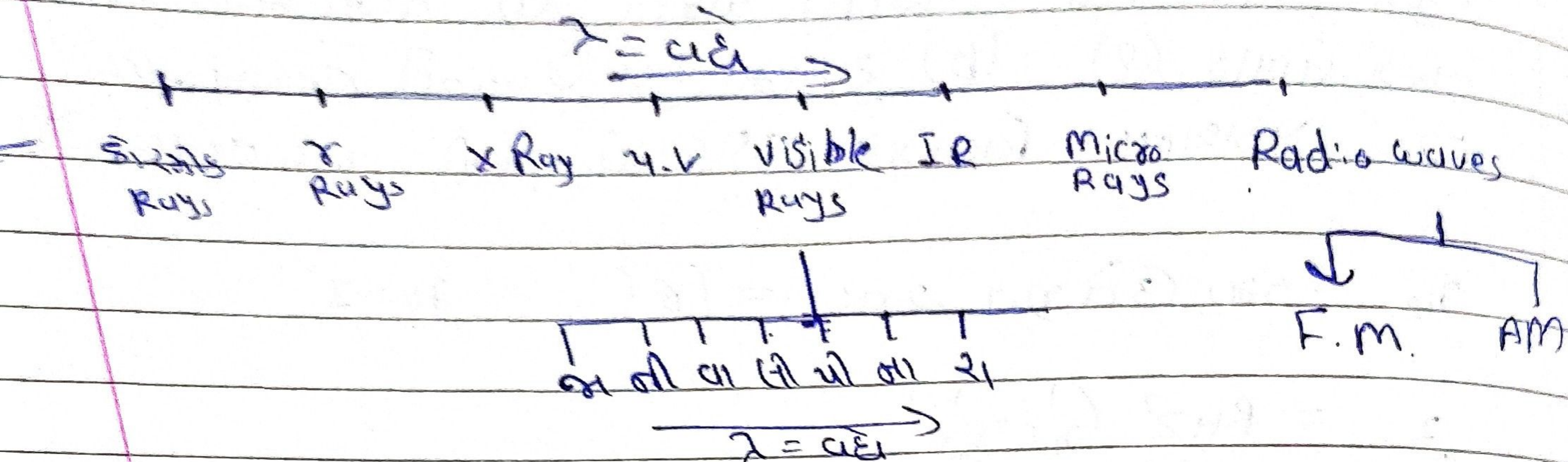
$$1/\lambda = 1/912 \times 1^2 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$= \frac{1}{912} \times \frac{5}{36}$$

$$= \frac{912 \times 36}{5}$$

$$\boxed{\lambda = 6566.4 Å}$$

વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો :-



બોહર પરમાણુ નમૂનાની મર્યાદાઓ :

1) એક કરતા વધારે e^- ધરાવતા ઘટકોનો રેખા વર્ણપટ બોહર નમૂના દ્વારા સમજાવી શકાતો નથી.

2) એક ઊર્જા સ્તરમાં અન્ય ઊર્જા સ્તરોની હાજરી સમજાવી શકાતી નથી. (એક વર્ણપટ રેખા એ અન્ય રેખાઓમાં વિભાજીત થાય છે તે સમજાવી શકાતું નથી.

3) ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં વર્ણપટ રેખાનું વિભાજન (ઝિમેન અસર)
વિદ્યુત ક્ષેત્રમાં " " " (સ્ટાર્ક અસર)
સમજાવી શકાતી નથી

4) બોહરે પરમાણુનું દ્વિ પરિમાણીય મોડેલ (વર્તુળાકાર મોડેલ) સૂચવેલું જ્યારે વાસ્તવિક પરમાણુનું ગોળાકાર (ત્રિ પરિમાણીય)

5) તે હાઇઝનબર્ગના અનિશ્ચિતતાના સિદ્ધાંતને સમજાવી શકતું નથી.

6) તે પરમાણુઓ વચ્ચે ~~દિશ દિશા બંધ~~ દિશાકીય બંધ બંધને ~~આ~~ આધારિત રચના સમજાવી શકતું નથી અને તેથી ~~~~ અણુનો આકાર સમજાવી શકતો નથી

ડી બ્રોગ્લી સિદ્ધાંત :- (De Broglie Theory) (Matter wave Theory)

"દરેક ગતિશીલ સૂક્ષ્મ કણ તરંગ પ્રકૃતિ દર્શાવે છે."

⇒ મેક્સ પ્લાંકના સમી. પ્રમાણે

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

⇒ આઇન્સ્ટાઇન ના સાપેક્ષવાદ પ્રમાણે

$$E = mc^2$$

⇒ બંને ઊર્જાના મૂલ્યો હોવાથી સરખાવતા.

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

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

- જો કણનો વેગ = v લઈએ તો

$$mv = \frac{h}{\lambda}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{mv}} \quad \text{—(1)}$$

v કણનો વેગ

$$\boxed{V = \frac{h}{P}} \quad \text{—(2)}$$

P કણનું વેગમાન

- ડી બ્રોગ્લીનો સિદ્ધાંત એ માત્ર ગતિશીલ પદાર્થોને જ લાગુ પાડી શકાય છે.

2025/08/28 21:02

- કારણ કે સ્થિર પદાર્થોનો વેગ શૂન્ય થાય તેથી તેની તરંગલંબાઈ અવ્યાખ્યાયિત થઈ જાય.

⇒ દ-બ્રોગલી સિદ્ધાંત એ માત્ર સૂક્ષ્મ કણોને જ લાગુ પાડી શકાય મોટા પદાર્થો જેવા કે ક્રિકેટનો દડો, [illegible] ટેબલ મોબાઈલ ને લાગુ પડે નહિ

⇒ દબ્રોગલી સિદ્ધાંત એ સૂક્ષ્મ કણ જેવા કે e, પ્રોટ્રોન, અણુ, પરમાણુ ને લાગુ પાડી શકાય.

⇒ કણની ગતિ ઊર્જા

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$2Km = m^2 v^2$$

$$mv = \sqrt{2Km}$$

સમી ① પરથ,

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2Km}}} \quad — ③$$

K = કણની ગતિ ઊર્જા

⇒ q વીજભાર ધરાવતો કણ ને V વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવત ધરાવતા ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે તો તેની ગતિ ઊર્જા થતો ફેરફાર

$$KE = qV$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2qVm}}} \quad — ④$$

q = કણનો વીજભાર ફેરફાર

V = કણનો વિદ્યુત સ્થિતિમાન તફાવત

⇒ e⁻ માટે નો V વોલ્ટનો વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત લગાડવામાં આવે તો.

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \cdot eVm}}$$

$$= \frac{h}{\sqrt{2 \times 1.6 \times 10^{-19} C \times V \times 9.1 \times 10^{-31}}}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{150}{V}} \ \text{Å}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{12.32}{\sqrt{V}} \ \text{Å}} \quad (5)$$

- T તાપમાને કણની ગતિઊર્જા

$$KE = \frac{3}{2} K_b T$$

K_b = બોલ્ટ્ઝમાન નો અચળાંક

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2 \times \frac{3}{2} K_b \cdot T m}}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{3 K_b m T}}} \quad (6)$$

$K_b = \frac{R}{N_A}$ R = વાયુ અચળાંક

N_A = એવોગેડ્રો અંક

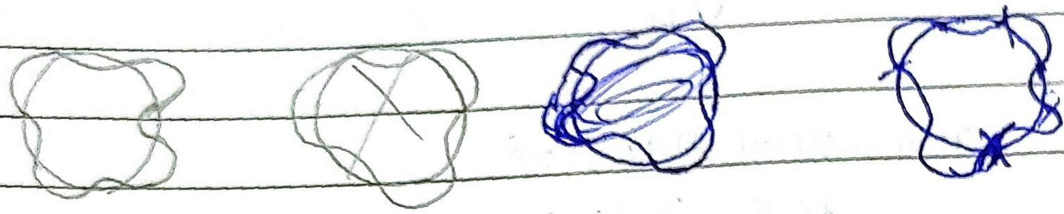
⇒ બોહર પરમાણુ નમુના પ્રમાણે e^- નું n મી કક્ષામાં કોણીય વેગમાન

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

$$2\pi r = \frac{nh}{mv}$$

$$\boxed{2\pi r = n\lambda}$$

e^- જ્યારે n મી કક્ષામાં એક ભ્રમણ પૂરું કરે ત્યારે બનતા તરંગોની સંખ્યા n હોય છે



n = 4 હોય તો λ તરંગ લંબાઈવાળા 4 તરંગો 1 ભ્રમણ દરમ્યાન મળે

- ડેવિસન અને ગામેર નામના વૈજ્ઞાનિકો એ Ni ધાતુનો ઉપયોગ કરી જોયું કે e^- ની ગતિ કરાવતાં e^- નું વ્યતિકરણ અને વિવર્તન મળ્યું

∴ ગતિશીલ e^- એ તરંગ પ્રકૃતિ ધરાવે છે તેમ પ્રાયોગિક રીતે સાબિત થયું.

3.3×10^{-24} kg m s^{-1} વેગમાન ધરાવતા કણના તરંગલંબાઈ ___ Å થાય

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.626 \times 10^{-31}}{3.3 \times 10^{-24}} = 2 \times 10^{-10}\ m = 2\ Å$$

e ની ગતિઊર્જા 4.55×10^{-25} J છે તેની દ બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ ગણો

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2Km}} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 4.55 \times 10^{-25} \times 9.109 \times 10^{-31}}} =$$

સમાન ગતિ ઊર્જા ધરાવતા કણો માટે દ બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ

(A) તેના વેગના સમપ્રમાણમાં છે.
(B) તેના કણના દળના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં છે
(C) દળ અને વેગ થી સ્વતંત્ર છે
(D) વેગમાન ના સમપ્રમાણમાં છે

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\frac{2KE}{v}} = \lambda \propto v$$

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

$mv = \frac{2KE}{v}$

300K તાપમાને He પરમાણુ નો વેગ 2.40×10^2 m/s છે તેની તરંગલંબાઈ ગણો.

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2.4 \times 10^2} =$$

2025/08/28 21:02

Que. 0.1 kg દળ ધરાવતા દડાને 10 ms^{-1} ના વેગ થી ગતિ કરતાં દડાની ડી બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈ ગણો

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{0.1 \times 10} = 6.626 \times 10^{-34} \, m$$

λ નું મૂલ્ય ખૂબ જ ઓછું છે તેથી તેના માટે ડી બ્રોગ્લી સિદ્ધાંત લાગુ પાડી શકાય નહી.

Que. He^{+} ની બીજી કક્ષામાં ભ્રમણ કરતાં e ની ડી બ્રોગ્લી તરંગ લંબાઈ ગણો.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

$$V = 2.18 \times 10^{6} \frac{Z}{n} \, ms^{-1}$$

$$= 2.18 \times 10^{6} \times \frac{2}{2}$$

$$v = 2.18 \times 10^{6} \, ms^{-1}$$

$$\therefore \lambda = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 2.18 \times 10^{6}}$$

$$\lambda = ___ \, m$$

e અને α કણમાટે નીચેના કિસ્સાઓમાં તરંગલંબાઈની સરખામણી કરો

A) તેમનું વેગમાન સમાન હોય ત્યારે
B) વેગ સમાન હોય ત્યારે
C) ગતિ ઊર્જા સમાન હોય ત્યારે
D) જો તેમને સમાન વોલ્ટેજ 'V' થી પ્રવેગીત કરવામાં આવે

A) વેગમાન સમાન હોય e માટે λ_e

α - કણમાટે λ_α

$$\lambda_e = \frac{h}{m_e v_e}$$

$$\lambda_\alpha = \frac{h}{m_\alpha v_\alpha}$$

$$m_\alpha v_\alpha = m_e v_e$$

$$\lambda_e = \lambda_\alpha = h$$

B) $v_e = v_\alpha$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_\alpha} = \frac{h/m_e v_e}{h/m_\alpha v_\alpha}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_\alpha} = \frac{m_\alpha}{m_e}$$

$m_\alpha >> m_e$

$\lambda_e > \lambda_\alpha$

C) $KE_e = KE_\alpha$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2Km}}$$

$$\lambda_e = \frac{h}{\sqrt{2K_e m_e}}$$

$$\lambda_\alpha = \frac{h}{\sqrt{2K_\alpha m_\alpha}}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_\alpha} = \frac{h}{\sqrt{2K_e m_e}} \times \frac{\sqrt{2K_\alpha m_\alpha}}{h}$$

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_\alpha} = \sqrt{\frac{m_\alpha}{m_e}}$$

$\lambda_e > \lambda_\alpha$

D) ~~$V_e = V_\alpha$~~

$V_e = V_\alpha$

$$\lambda_e = \frac{h}{\sqrt{2e m_e v_e}}$$

$$\lambda_\alpha = \frac{h}{\sqrt{2(2e) m_\alpha v_\alpha}}$$

2025/08/28 21:02

હાઈઝનબર્ગ નો અનિશ્ચિતતાનો સિદ્ધાંત (Principle of Uncertainity of Heisenberg)

→ ગતિશીલ સૂક્ષ્મ કણનું સ્થાન અને તેનું વેગમાન એક સાથે સંપૂર્ણ ચોકસાઈ પૂર્વક ક્યારેય નક્કી કરી શકાય નહીં

- જો ગતિશીલ કણ નુ સ્થાન નક્કી કરવા માટે λ તરંગલંબાઈ ના વિકિરણો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો માપેલ સ્થાન ના મૂલ્યમાં ± λ જેટલી ભૂલ રહે છે

- આ ભૂલ ઘટાડવા માટે જો વિકિરણોની તરંગલંબાઈ λ ઘટાડવામાં આવે તો ડી બ્રોગ્લી સિદ્ધાંત ($\lambda = h/p$) પ્રમાણે તે તરંગનું વેગમાન ઘણું વધી જાય છે. અને જો ઊંચું વેગમાન ધરાવતું કિરણ જો સૂક્ષ્મ કણ સાથે અથડાય તો તે કણનો વેગ બદલાઈ જાય.

આમ જો કણનું સ્થાન ચોકસાઈથી નક્કી કરવું હોય તો તેથી તેના વેગમાનમાં ચોકસાઈ ઘટી જાય છે. જ્યારે તેનું વેગમાન ચોકસાઈ થી નક્કી કરવું હોય તો તેના સ્થાનમાં ~~ચોકસા~~ ચોકસાઈ ઘટી જાય

2025/08/28 21:02

હાઈઝનબર્ગનો સિદ્ધાંત દર્શાવે છે. કે
e^- નો ગતિપથ ચોકસાઈપૂર્વક નક્કી કરી શકાતો નથી.

જો કણના સ્થાનની અનિશ્ચિતતા $= \Delta x$
અને વેગમાનની અનિશ્ચિતતા $= \Delta P$

$$\boxed{\Delta x \, \Delta P \geq \frac{h}{4\pi}} \quad \text{— ①}$$

$$P = mv$$

$$\Delta P = m \Delta v$$

$$\boxed{\Delta x \, m \Delta v \geq \frac{h}{4\pi}} \quad \text{— ②}$$

Δv વેગમાં અનિશ્ચિતતા

સમી ① પરથી

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

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

$$\boxed{\Delta E \, \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}} \quad \text{— ③}$$

ΔE = ઊર્જામાં અનિશ્ચિતતા
Δt = સમયમાં અનિશ્ચિતતા

2025/08/28 21:02

⇒ ડ બ્રોગ્લી સિદ્ધાંત પ્રમાણે

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

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

λ ની સાપેક્ષે વિકલન કરતાં

$$\frac{dp}{d\lambda} = \frac{-h}{\lambda^2} \quad \left(\frac{dx^n}{dx} = n x^{n-1}, \; \frac{dx^{-1}}{dx} = -1 x^{-2} \right)$$

$$\frac{dp}{d\lambda} = \left| \frac{h}{\lambda^2} \right|$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta \lambda} = \frac{h}{\lambda^2}$$

$$\Delta p = \Delta \lambda \frac{h}{\lambda^2}$$

$\Delta p \cdot \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$ માં મૂકતાં,

$$\Delta \lambda \frac{h}{\lambda^2} \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\boxed{\Delta \lambda \Delta x \geq \frac{\lambda^2}{4\pi}} \quad \text{— (4)}$$

કણની ગતિ ઊર્જા

$$KE = \frac{1}{2} m v^2$$

v ની સાપેક્ષે વિકલન કરતાં

2025/08/28 21:03

YOUVA

$$\frac{dKE}{dv} = \frac{1}{2} m 2v$$

$$\frac{dKE}{dv} = mv$$

$$\frac{\Delta KE}{m \Delta v} = v$$

$$\frac{\Delta KE}{\Delta p} = v$$

$$\Delta p = \frac{\Delta KE}{v}$$

$$\Delta p \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$ માં મૂકતા

$$\frac{\Delta KE}{v} \Delta x \geq \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta KE \, \Delta x \geq \frac{hv}{4\pi} \quad (6)$$

જો વેગમાન ની અનિશ્ચિતતા અને સ્થાનની અનિશ્ચિતતા સમાન હોય તો વેગની અનિશ્ચિતતા કેટલી હશે?

(a) $\sqrt{h/2\pi}$ (B) $\frac{1}{2m}\sqrt{\frac{h}{\pi}}$ (C) $\sqrt{\frac{h}{\pi}}$ (D) $\frac{h}{\pi}$

$$\Delta p \Delta x = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta p = \Delta x$$

$$\Delta p^2 = \frac{h}{4\pi}$$

$$m^2 \Delta v^2 = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v^2 = \frac{h}{4\pi m^2}$$

$$\Delta v = \frac{1}{2m}\sqrt{h/\pi}$$

કણના સ્થાન અને વેગની અનિશ્ચિતતા 10^{-10} m અને 5.27×10^{-24} ms^{-1} છે કણનું દળ ગણો.

$$m \Delta v \Delta x = \frac{h}{4\pi}$$

2025/08/28 21:03

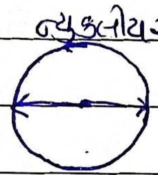
40g દળ ધરાવતો એક દડો 45 m/s ની ઝડપથી ગતિ કરે છે. જો તેની ઝડપ 2% ની ચોકસાઈથી માપવામાં આવે તો સ્થાનની અનિશ્ચિતતા ગણો.

વેગમાં અનિશ્ચિતતા $\Delta v = \frac{45 \times 2}{100} = 0.9\ m/s$

$$\Delta x\, m\Delta v = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta x = \frac{h}{4\pi m\Delta v} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 40 \times 10^{-3} \times 0.9} = \frac{2 \times 10^{-32}}{3}\ m$$

હાઇઝનબર્ગના સિદ્ધાંતને આધારે સાબિત કરો કે e ન્યુક્લિયસમાં રહી શકે નહિ.



$r = 10^{-15}\ m$

ઇલેક્ટ્રોનના સ્થાનની મહત્તમ અનિશ્ચિતતા $= 2 \times 10^{-15}\ m$

$$m\Delta v\Delta x = \frac{h}{4\pi}$$

$$\Delta v = \frac{h}{4\pi m\Delta x}$$

$$= \frac{\sout{0.3\times}\ 6.6 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 9.109 \times 10^{-31} \times 2 \times 10^{-11}}$$

$= 0.3 \times 10^{11}\ m/s$

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

Ans. જો e ન્યુક્લિયસમાં હોય તો તેના વેગની અનિશ્ચિતતાનું મૂલ્ય 3×10^{10} m/s થાય જે પ્રકાશના વેગ કરતા પણ વધારે છે. જે શક્ય નથી તેથી e ન્યુક્લીયસ માં રહી શકે નહી.

2 Imp જો e ના સ્થાનની અનિશ્ચિતતા તેની ડી બ્રોગ્લી તરંગલંબાઈ જેટલી હોય તો તેનો વેગ અનિશ્ચિત થઈ જાય તેમ બતાવો.

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

$$\Delta x = \lambda$$

$$\Delta x = \frac{h}{p}$$

$$\Delta x \, m \Delta v = \frac{h}{4\pi}$$

$$\frac{h}{p} \, m \Delta v = \frac{h}{4\pi}$$

$$\frac{m \Delta v}{m v} = \frac{1}{4\pi}$$

$$\boxed{\Delta v = \frac{v}{4\pi}}$$

વેગની અનિશ્ચિતતા વેગ વધવા ની સાથે વધતી જશે.
તેથી વેગ હંમેશા અનિશ્ચિત થશે

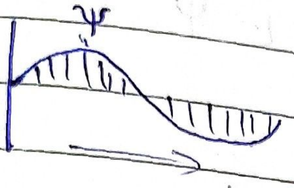
શ્રોડીંજર તરંગ સમીકરણ :- (Schrodinger wave equation)

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

ψ = Psi (સાઈ)

=> ψ એ e નું તરંગ વિધેય છે. (wave function)

ψ એ e ના તરંગના કંપવિસ્તાર સાથે સંકળાયેલ છે.



=> ψ નું મૂલ્ય ધન અથવા ઋણ હોઈ શકે તેથી તેને કોઈ ભૌતિક અર્થ નથી.

∂ - delt

$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2}$ = x ની સાપેક્ષે ψ નું દ્વિકલન (double)

$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} = \frac{d^2\psi}{dx^2}$ લખાય.

E = કુલ ઊર્જા

V = સ્થિતિ ઊર્જા

x, y, z = કાર્તેઝિયન co-ordinates

=> $$\frac{\partial^2\psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial z^2} = \nabla^2\psi$$

(∇ = nebla)

$$\nabla^2\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\psi = 0$$

2025/08/28 21:03

$$\nabla^2\psi = -\frac{8\pi^2 m}{h^2}(E-V)\psi$$

$$-\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2\psi = E\psi - V\psi$$

$$-\frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2\psi + V\psi = E\psi$$

$$\left(V - \frac{h^2}{8\pi^2 m}\nabla^2\right)\psi = E\psi$$

$$\boxed{H\psi = E\psi}$$

H = હેમીલ્ટોનીયન કારક (Hamiltonian operator)

- e નું સ્થાન x, y, z યામાક્ષોની સાપેક્ષ (x, y, z) કાર્તેઝીયન co-ordinates દ્વારા દર્શાવી શકાય.

- e^- નુ સ્થાન દર્શાવવા માટે x, y, z ની સાથે Polar-co-ordinates (ધ્રુવીય યામાક્ષો) (r, θ, φ) નો ઉપયોગ થાય છે.

- ψ નો કોઈ ભૌતિક અર્થ નથી તે e ના તરંગના કંપવિસ્તારને દર્શાવે છે. તેથી તેનું મૂલ્ય ધન અથવા -ve હોઈ શકે.

- ψ^2 નું મૂલ્ય ધન જ હોય જે કેન્દ્રની આસપાસના વિસ્તારમાં e^- મળી આવવાની સંભાવના દર્શાવે છે.

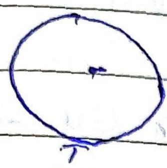
2025/08/28 21:03

કક્ષા (orbit) (ઊર્જાસ્તર) (energy level)

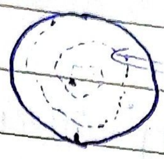
- કેન્દ્રથી ચોક્કસ અંતરે આવેલો વર્તુળાકાર માર્ગ કે માં e ભ્રમણ કરે તેને કક્ષા કહેવાય.

કક્ષક (orbitals):-

કેન્દ્રની આસપાસનો એવો વિસ્તાર કે જ્યાં e મળી આવવાની સંભાવના મહત્તમ હોય તેને કક્ષક કહેવાય.



કક્ષા



કક્ષક

નોડ (node) (nodal plane)

- કેન્દ્રની આસપાસનો એવો વિસ્તાર કે જ્યાં e મળી આવવાની સંભાવના શૂન્ય હોય તેને નોડ (નોડલ સપાટી) (નોડલ સમતલ) કહેવાય.

=> જ્યાં $\psi^2 = 0$ ત્યાં નોડ હોય.

=> નોડ બે પ્રકારના હોય.

① ગોલીય નોડ (Radial node)

જે નોડ માટે ψ નું મૂલ્ય માત્ર r ઉપર આધાર રાખે તેને ગોલિય નોડ કહેવાય.

ગોલિય નોડની સંખ્યા = $n - l - 1$

n = મુખ્ય ક્વો. આંક

l = એઝિમ્યુથલ ક્વો. આં.