

Updated (This year)

12th Notes

WHATSAPP
8696608541

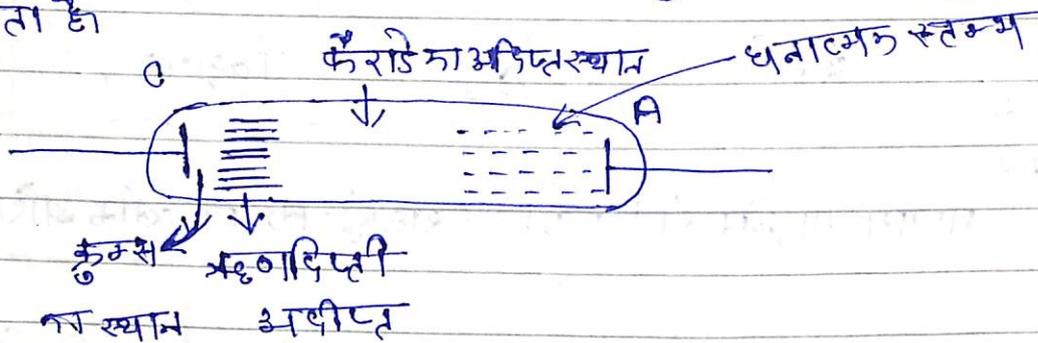
(By – Om prakash saini)



unit-07
chapter-11

विद्युत तथा प्रत्य की डैत प्रकृति

थॉमसन ने कैथोडकिरणों के लिए एक नलिका में कम दाब पर विद्युत का प्रवाह करवाया इस नलिका को विसर्पित नलिका कहा गया। दाब को 10 mm of Hg से कम किया गया तो यह पाया गया कि 0.5 mm of Hg पर विसर्पित नलिका में कुम्बस का अद्विष्ट स्वप्न प्राप्त होता है।



दाब को $0.001 (10^{-3} \text{ mm of Hg})$ किया गया तो सम्पूर्ण नलिका में कुम्बस का अन्वकार धावाता है इस स्थिति में कैथोड से कुछ दृक्की निली किरणें निकलकर ऐनोड पर चमक उत्पन्न करती हैं। इन्ही किरणों को कैथोड किरणों कहा गया जिसकी पुष्टी जे. जे. थॉमसन ने की।

यदि विसर्पित नलिका लेंड ग्लास की बनी होती चमक नीले रंग की होती है और यदि विसर्पित नलिका शीशा ग्लास की बनी होती चमक पीले दरे रंग की होती है।

दाब कैथोड से उत्सर्जित कैथोड किरणों पर लगतवत् विद्युत क्षेत्र व चुंबकीय क्षेत्र आरोपित किया जाता है तो ये किरणें वास्तव में प्रवृत्तावस्थित कणों की धांति व्यवहार करती हैं इस प्रवृत्तावस्थित कणों की e^- नाम दिया गया।

द्रव्यमान $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

भारिता $q_e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

विशिष्ट द्रव्यमान $\frac{e}{m} = 1.77 \times 10^{11} \text{ C/kg}$

Note - विसर्जन नलिका में प्राप्त धातुओं के रंग अंशों प्रयुक्त किंग्स गैस पर निर्भर करता है।

गैस	रंग
हवा आनिबर्त	गुलाबी
CO ₂	सफेद
क्लोरीन	हरा
निऑन	तीव्र हरा
H ₂ (हाइड्रोजन)	नीला

इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन :-

किसी धातु पृष्ठ (कैथोड) से इलेक्ट्रॉन के उत्सर्जन के लिए न्यूनतम आवश्यक ऊर्जा की आवश्यकता होती है जिसे निम्नलिखित में से किसी एक भौतिक माध्यम द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

(i) तापीय उत्सर्जन :-

उपयुक्त तापन के द्वारा मुक्त इलेक्ट्रॉनों को पर्याप्त तापीय ऊर्जा देकर धातु पृष्ठ से बाहर निकालना तापीय उत्सर्जन कहलाता है।

(ii) क्षेत्र उत्सर्जन :-

किसी धातु पर लगाये गये घनत्व विद्युत क्षेत्र लगभग 10^8 volt/m के कारण इलेक्ट्रॉन धातु पृष्ठ से बाहर आ जाता है जिसे क्षेत्र उत्सर्जन कहते हैं।
Eg:- स्पार्क प्लग।

(iii) प्रकाश विद्युत उत्सर्जन :-

जब किसी धातु की सतह पर उपयुक्त आवृत्ति का प्रकाश डाला जाता है तो उससे इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन होता है जिसे प्रकाश विद्युत उत्सर्जन कहते हैं।

(iv) कार्य फलन :-

Noti:- (i) दृष्टि का प्रयोग :-

Maxwell के अनुसार "स्कूलिंग विस्तार द्वारा विद्युत चुम्बकीय तरंगों की उत्पत्ति करने के लिए दृष्टि अपने प्रयोग में यह प्रेरित किया कि यदि कैथोड पर UV प्रकाश डाला जाता है तो स्कूलिंग अनादी अधिक होता है"

(ii) लीनार्ड का प्रयोग :-

लीनार्ड के अनुसार "जब कैथोड पर UV प्रकाश डाला गया तो यह प्रेरित हुआ कि परिपथ में धारा प्रवाहित होती है तथा जैसी ही UV प्रकाश की शक्ति धारा प्रवाह की बन्द हो जाता है"

इस प्रकार लीनार्ड तथा उसके शयोगी वैज्ञानिक डॉलबॉन्स ने यह निष्कर्ष निकाला कि "जब किसी धातु सतह पर UV प्रकाश डाला जाता है तो धातु सतह से इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन के फलस्वरूप परिपथ में धारा प्रवाहित होती है अथवा दृष्टि के अनुसार स्कूलिंग की दर बढ़ जाती है।"

प्रकाश विद्युत प्रभाव :-

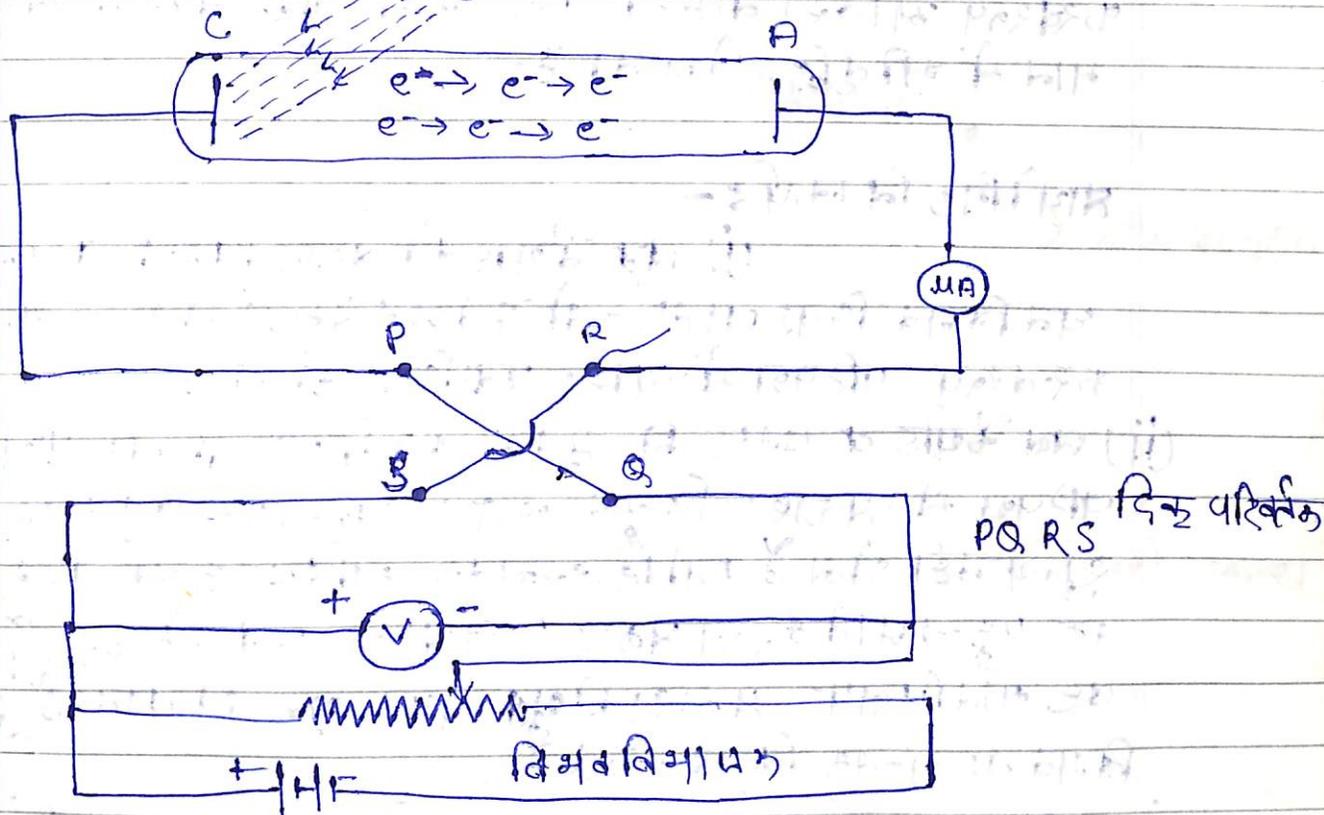
"जब किसी धातु पृष्ठ (कैथोड) पर एक विशिष्ट आवृत्ति (देहली आवृत्ति) से अधिक आवृत्ति का प्रकाश (UV) डाला जाता है तो धातु पृष्ठ से एक उत्सर्जन होता है इस प्रभाव को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते हैं।" धातु पृष्ठ से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों को ^{फोटो इलेक्ट्रॉन} परिपथ में प्रवाहित धारा को प्रकाश धारा कहा गया।

Noti - (i) प्रकाश विद्युत प्रभाव में कुछ धातुएं जैसे-सिलिक, कैडमियम तथा मैग्नीशियम इत्यादि केवल कम तरंगदैर्घ्य की प्रकाश प्रकाश के लिए फोटो इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन करती हैं।

(ii) प्रकाश विद्युत प्रभाव में लीथियम, सोडियम, पोटैशियम (K), सीसियम (Cs), रूबिडियम जैसे धारीय धातुएं मुख्य प्रकाश पर भी फोटो इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन करती हैं।

प्रकाश विद्युत प्रभाव का प्रायोगिक अध्ययन तथा प्रायोगिक विवरण :-

प्रायोगिक परिपथ चित्र :-
N.V प्रकार



प्रायोगिक व्यवस्था के अनुसार एक निवर्तित काँच की नलिका ली जाती है जिसमें धातु की दो प्लेटों कैथोड व एनोड लगी होती हैं। कैथोड को प्रकाश संबंधी प्लेट या फोटोइलेक्ट्रॉन उत्सर्जक प्लेट कहा जाता है जबकि एनोड को फोटोइलेक्ट्रॉन संग्राहक प्लेट कहा जाता है एनोड को विभव विभाजक धन सारेस प्रबुद्धि कैथोड को प्रकाश से जोड़ा जाता है।

तथा परिपथ में चारा मापन के लिए गन (माइक्रो अमीटर) लगाया जाता है।

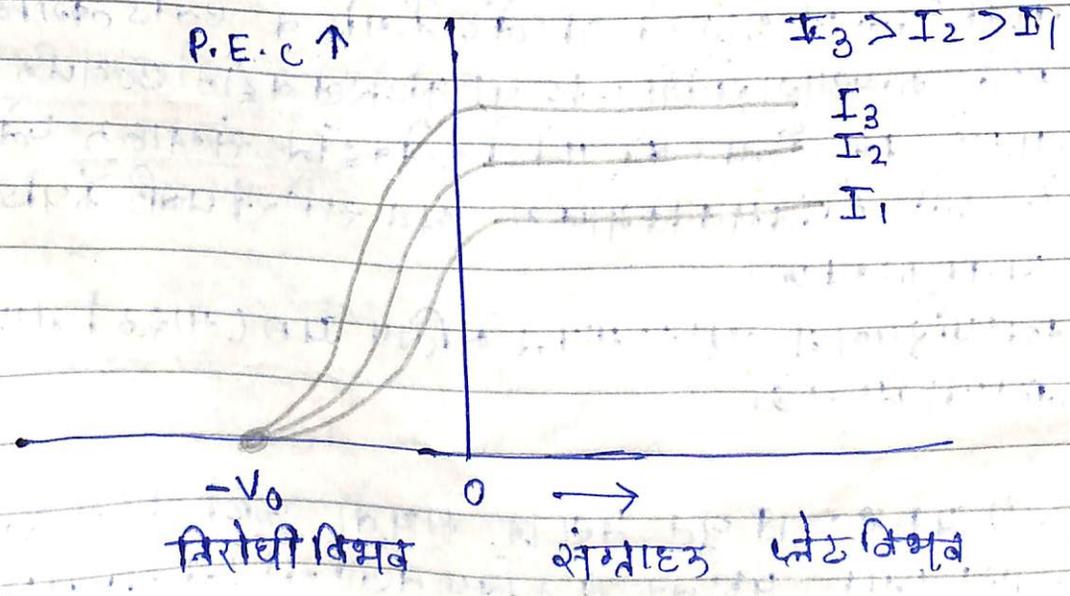
- Note - (1) प्रकाश विद्युत प्रभाव अथवा फोटो सेल में शून्य मान की चारा (μA) प्राप्त करने के लिए नली में निवर्तित किया जाता है।
(2) प्रकाश विद्युत प्रभाव अथवा फोटो सेल में अधिक चारा की चारा (मीली अमीटर) प्राप्त करने के लिए नली में अधिक

जैसे भर की जाती है जब कैथोड से उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉन वली में उपस्थित सक्रीय गैसे के अणुओं से टकराते हैं तो उनका आयनिकरण कर देते हैं जिससे कक्षरूप आवेश वाहकों की संख्या में वृद्धि हो जाने से धारा के मान में भी वृद्धि हो जाती है।

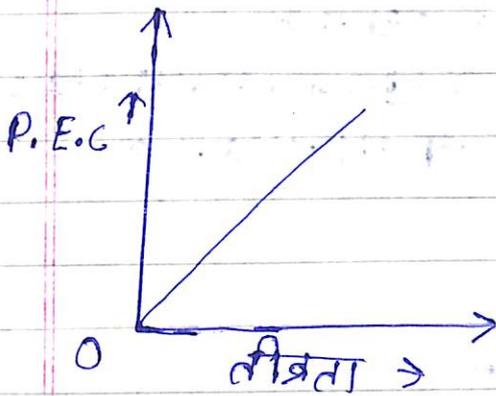
प्रायोगिक निष्कर्ष :-

- (i) जब कैथोड की प्रवण विभव व एनीड की धन विभव दिया जाता है तो फोटो इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन के कक्षरूप परिपथ में धारा प्रवाहित होती है।
- (ii) जब कैथोड व एनीड की ध्रुवता बदली गई तो यह पाया गया कि परिपथ में प्रकाश विद्युत धारा (P.E.C.) का मान एकांक शून्य नहीं होता है क्योंकि उच्चतम गतिज ऊर्जा वाले एनीड तक पहुँच जाते हैं इस प्रकार "संग्राहक प्लेट के प्रवण विभव का वह मान जिसपर प्रकाश विद्युत धारा शून्य हो जाती है विरोधी विभव या अन्तक विभव कहते हैं।

अलग-2 तीव्रताओं के लिए प्रकाश विद्युत धारा तथा संग्राहक प्लेट विभव के मध्य निम्न वक्र प्राप्त होते हैं।



(11) निम्न आवृत्ति के लिए प्रकाश तीव्र-धारा प्रकाश की तीव्रता के समानुपाती है अर्थात् उत्सर्जित होने वाले इलेक्ट्रॉनों का संख्या आपतित प्रकाश की तीव्रता के समानुपाती होती है।

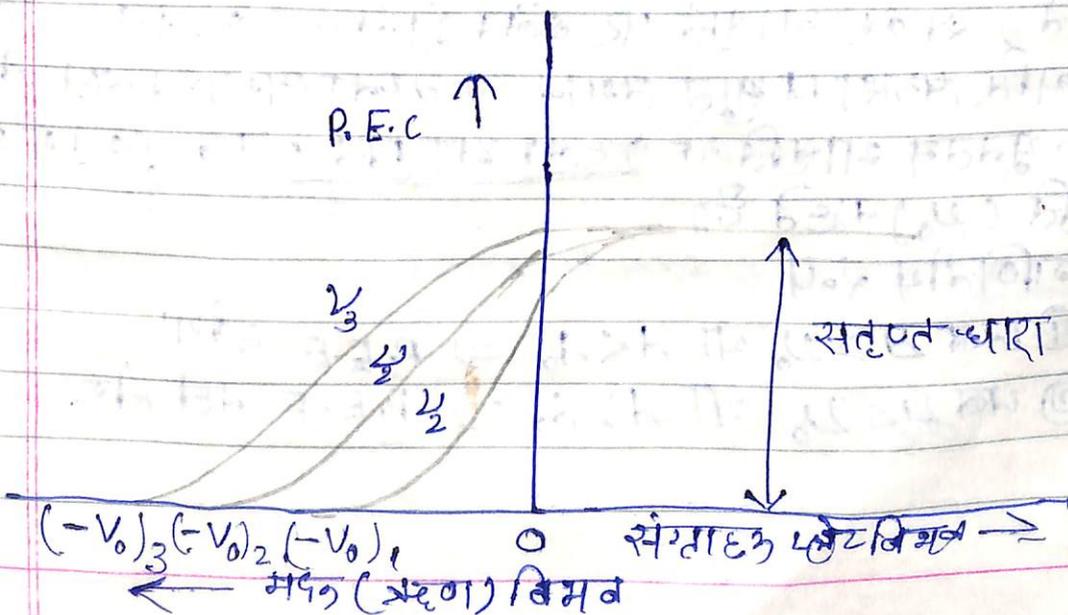


P.E.C की तीव्रता $\propto \frac{1}{d^2}$
(C व A के मध्य की दूरी)

(12) फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा $(K.E.)_{max} = \frac{1}{2} m v_{max}^2 = eV_0$ होती है जो प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती है।

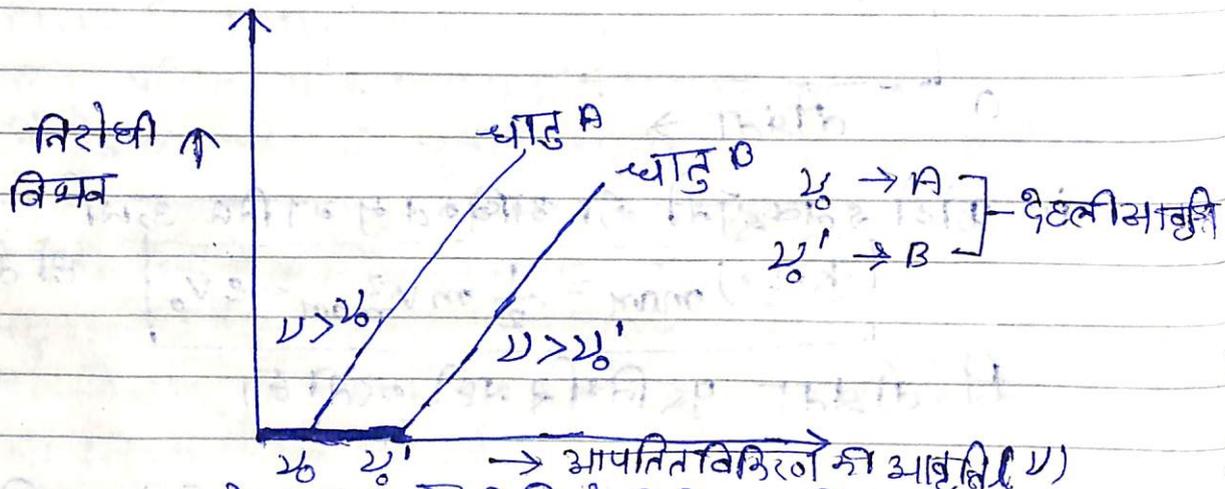
(13) निरोधी विभव का मान प्रकाश की आवृत्ति पर निर्भर करता है ना कि तीव्रता पर।

अलग-2 आवृत्तियों के लिए प्रकाश विद्युत धारा तथा संज्ञाएक प्लेट विभव के मध्य निम्न वक्र प्राप्त होता है।



उपरोक्त वक्र से स्पष्ट है कि " आपतित आ प्रकाश की आवृत्ति जितनी अधिक होगी, फोटी इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम ऊर्जा भी ऊतनी ही अधिक होगी।
अर्थात् फोटी इलेक्ट्रॉनों को पूर्ण रूप से रोकने के लिए अधिक से अधिक निरोधी विभव की आवश्यकता होती है।

Q) यदि अलग-2 धातुओं के लिए आवृत्ति निरोधी विभव के मध्य वक्र खींचा जाय तो वह निम्न प्रकार से प्राप्त होता है।



→ उपरोक्त वक्र से स्पष्ट है कि निरोधी विभव किसे हुए प्रकाश स्रोदी प्रकाश के लिए आपतित आवृत्ति के साथ रैखिक परिवर्तित होता है।

→ उपरोक्त वक्र से स्पष्ट है कि " एक विशिष्ट आवृत्ति (न्यूनतम आवृत्ति) से कम आवृत्ति पर इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन नहीं होता है अर्थात् प्रकाश विद्युत प्रभाव की घटना सम्पन्न नहीं होती है इस न्यूनतम आवृत्ति को देहली आवृत्ति या न्यूनतम अन्तः आवृत्ति (ν_0) कहते हैं।

गणितीय रूप

① जब $\nu > \nu_0$ या $\nu < \nu_0 \Rightarrow P.E.E$ होगा

② जब $\nu < \nu_0$ या $\nu > \nu_0 \Rightarrow P.E.E$ नहीं होगा

(11) जब धातु पृष्ठ पर कोई प्रकाश डाला जाता है तो प्रकाश के आपतन तथा फोटो इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन में श्रेणी समय पर्यत (10^{-9} Sec) नहीं पाई जाती है।

Q.1.
उत्तर- निरसमत सिद्धान्त या प्रकाश का विद्युत चुम्बकीय तरंग सिद्धान्त, प्रकाश विद्युत प्रभाव को नहीं समझा सकता क्यों?
(1) तरंग सिद्धान्त के सिद्धान्त अनुसार यह आवश्यक नहीं है कि आपतित प्रकाश की आवृत्ति कौनसी आवृत्ति से अधिक हो लेकिन प्रायोगिक तथ्य इसके विपरित है।

(2) तरंग सिद्धान्त के अनुसार ऊर्जा तीव्रता के समानुपाती होती है अर्थात्, तीव्रता अधिक होने पर ऊर्जा भी अधिक होनी चाहिए।

$\text{तीव्रता} = \frac{\text{ऊर्जा}}{\text{क्षेत्रफल} \times \text{Sec}}$	लेकिन प्रायोगिक तथ्य इसके विपरित है।
--	--------------------------------------

(11) तरंग सिद्धान्त के अनुसार प्रकाश के आपतन तथा इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन के मध्य समय पर्यत पाई जाती है लेकिन प्रायोगिक तथ्य इसके विपरित है।

23/09/2015

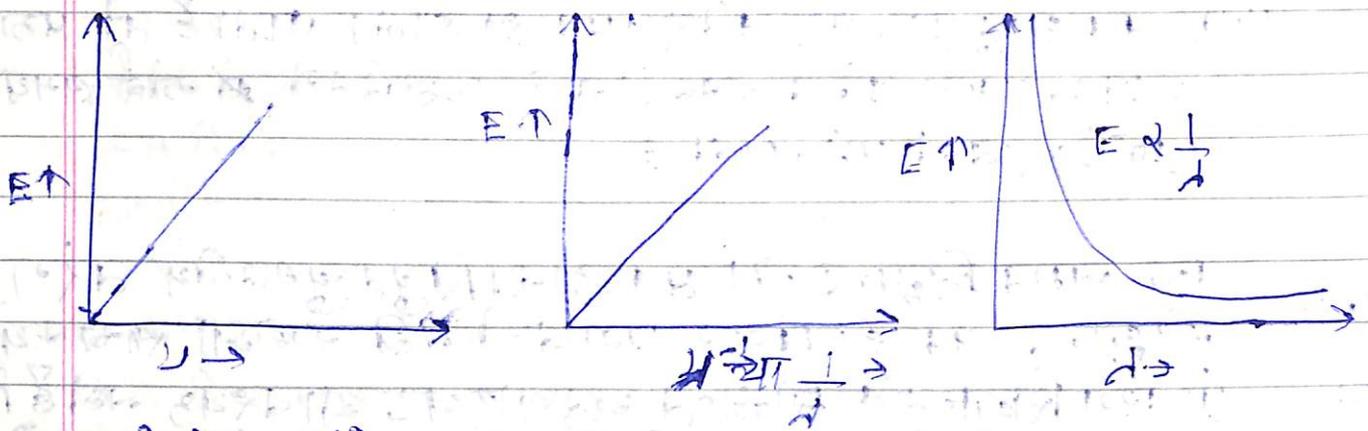
फोटॉन की अवधारणा:-

आइंस्टाइन के अनुसार "प्रकाश ऊर्जा सम्पूर्ण तरंगता में न फैलकर ऊर्जा के छोटे-2 पैकेटों के रूप में होती है ऊर्जा के इन्हीं छोटे-2 पैकेटों को फोटॉन या क्वान्टा कहते हैं।"

फोटॉन के गुणधर्म:-

① फोटॉन की ऊर्जा $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$ ($\nu = \frac{c}{\lambda}$)

$h =$ प्लैंक नियतांक $[6.62 \times 10^{-34} \text{ J Sec}]$
 $c = 3 \times 10^8 \text{ m/Sec}$



③ फोटॉन का संवेग $p = \frac{h\nu}{c}$ या $p = mc$ होता है।

④ फोटॉन विद्युत उदासीन होते हैं तथा ये विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र से विक्षेपित नहीं होते हैं।

⑤ फोटॉन - कण टक्कर में कुल ऊर्जा व कुल संवेग संरक्षित रहता है।
लेकिन फोटॉनों की संख्या संरक्षित नहीं रहती है। (प्रत्यास्थ टक्कर)

⑥ फोटॉन का विराम द्रव्यमान शून्य होता है $[v=c]$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \rightarrow \text{विराम द्रव्यमान}$$

⑦ एक निश्चित आवृत्ति (ν) तथा निश्चित तरंगदैर्घ्य (λ) के सभी फोटॉनों की ऊर्जा व संवेग एक समान रहते हैं चाहे विकिरण की तीव्रता कुछ भी भी अथवा फोटॉन की ऊर्जा विकिरण की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती है।

Note:- (1) प्रतिसेकंड उत्सर्जित होने वाले फोटॉनों की संख्या प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर करती है अर्थात् किसी पश्चित वाले या (2) फ्लक्स अथवा वॉल्यूम प्रकाश स्त्रोत से यदि λ तरंगदैर्घ्य अथवा आवृत्ति ν की तरंग उत्सर्जित हो रही होती है " प्रतिसेकंड उत्सर्जित होने वाली फोटॉन की संख्या = फोटॉन

$$\frac{N}{\Delta t} = \frac{N}{t} = \frac{P}{E} = \frac{P}{h\nu} = \frac{P}{hc}$$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ किग्रा}$$

आइंस्टीन का प्रकाश विद्युत समीकरण :-

प्रकाश ऊर्जा फोटॉनों के रूप में बिखरती है अर्थात् धातु की सतह से इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन आपतित फोटॉनों के कारण होता है तथा फोटॉन अपनी सम्पूर्ण ऊर्जा $[E = h\nu]$ को दे देता है।⁹⁹
अतः ऊर्जा को प्रकाश ही उपयोग में लाई जाती है।

(i) कार्य फलन (work function) ϕ_0 :-

“इलेक्ट्रॉनों को धातु पृष्ठ से बहिर निकालने के लिए एक निश्चित न्यूनतम ऊर्जा की आवश्यकता होती है जिसे कार्य फलन कहते हैं।”

$$\phi_0 = h\nu_0 \text{ या } \phi_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \quad \text{--- (1)}$$

Note :- कार्य फलन का मापक इलेक्ट्रॉन वोल्ट होता है।

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule (इलेक्ट्रॉन वोल्ट)}$$

कार्य फलन का मान धातु के गुणों तथा धातु के पृष्ठ की प्रकृति पर निर्भर करता है।

सर्वाधिक कार्य फलन प्लैटिनम (5.65 eV) तथा न्यूनतम सीप्रियम (2.14 eV) होता है।

(ii) धातु पृष्ठ से इलेक्ट्रॉनों की उत्सर्जित कराने के पश्चात्, इलेक्ट्रॉनों की आवेग्य अधिकतम गतिज ऊर्जा के रूप में :-

$$(E_k)_{\text{max}} = \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 = eV_0 \quad \text{--- (2)}$$

ऊर्जा संरक्षण नियम से

$$h\nu = \phi_0 + (E_k)_{\text{max}}$$

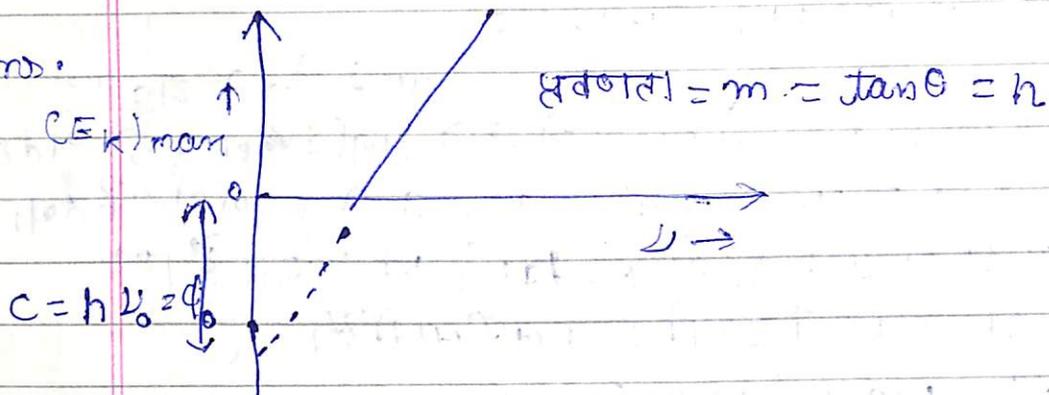
$$h\nu - \phi_0 = (E_k)_{\text{max}} \quad \text{--- (3)}$$

अन्य रूप

$$\textcircled{A} \quad h\nu - h\nu_0 = (E_k)_{\text{max}}$$

अधिकतम गतिज ऊर्जा व आवृत्ति के मध्य वक्र प्राप्त किससे?

Ans.



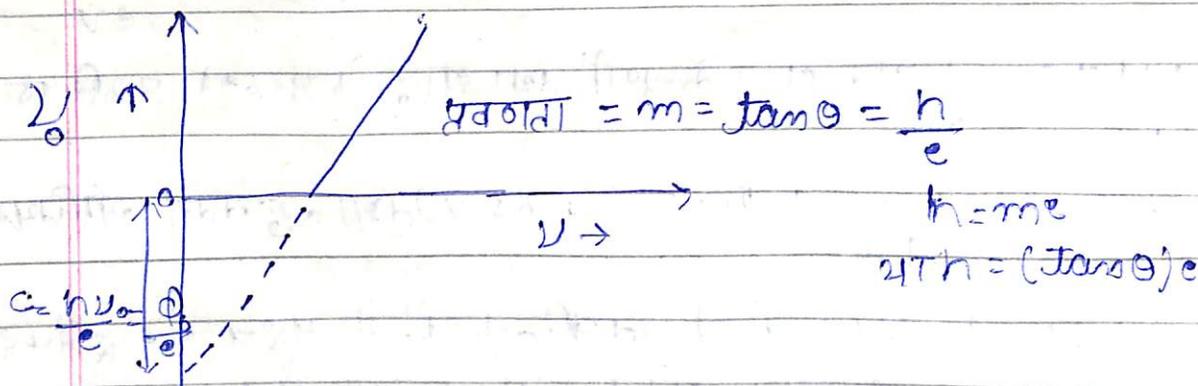
$$\textcircled{B} \quad h\nu - h\nu_0 = \frac{1}{2} m v_{max}^2$$

$$\textcircled{C} \quad h\nu - h\nu_0 = eV_0$$

\Rightarrow निरीधी विभव व आवृति में वक्र (प्रतिनियतां) का मान

$$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right)\nu - \frac{h\nu_0}{e}$$

\Rightarrow



$$\boxed{\frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} = eV_0}$$

Q.

एक धातु के लिए आपतित विकिरण की तरंगदैर्घ्य लगभग 3000 \AA तथा 6000 \AA हैं इन तरंगदैर्घ्यों पर निरीधी विभव के मान क्रमशः

$\lambda_1 = 3000 \text{ \AA}$ (V_0)₁ = $3V_0$ तथा $\lambda_2 = 6000 \text{ \AA}$ = V_0 हैं। तरंगदैर्घ्य का मान ज्ञात कीजिए?

प्रकाश विद्युत समीकरण से, प्रकाश विद्युत प्रभाव के नियमों का स्पष्टीकरण
 (i) यदि $h\nu > h\nu_0 \Rightarrow$ (P.E.E. सम्पन्न नहीं होगा)

↓
 आपतित फोटॉन की ऊर्जा कार्यफलन $(E_k)_{\text{max}} = -Ve$

(ii) यदि $h\nu > h\nu_0 \Rightarrow$ P.E.E सम्पन्न होगा

$$(E_k)_{\text{max}} = \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 = +ve$$

(iii) यदि $h\nu = h\nu_0$

$$(E_k)_{\text{max}} = \frac{1}{2} m v_{\text{max}}^2 = 0$$

$$v_{\text{max}} = 0$$

P.E.E सम्पन्न नहीं होगा

(क) जब आपतित फोटॉन की आवृत्ति का मान बढ़ाया जाता है तो अधिकतम गतिज ऊर्जा के मान में भी वृद्धि होती है अर्थात् इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश (फोटॉन) की आवृत्ति पर निर्भर करता है न कि तीव्रता पर

(ख) थारस्टीन के अनुसार भी समवर्धन नहीं पाई जाती है क्योंकि इलेक्ट्रॉनों के द्वारा सम्पूर्ण फोटॉन का अवशोषण होता है न कि उसके किसी अंश का

दृश्य कणों की अवधारणा, डी (D) बरोगली परिकल्पना तथा दृश्य कणों की तरंगदैर्घ्य :-

जिस प्रकार प्रकाश की प्रकृति पर्वत होती है ठीक उसी प्रकार दृश्य कणों की प्रकृति भी पर्वत होती है अर्थात् दृश्य कण गतिशील अवस्था में तरंगों की भाँति व्यवहार करते हैं। जिन्हें दृश्य तरंग कहा जाता है।

दृश्य तरंगों की परिकल्पना को डी-बरोगली परिकल्पना भी कहा जाता है।

दृश्य तरंगों की तरंगदैर्घ्य -

आइंस्टीन के अनुसार फोटॉन की ऊर्जा $E = h\nu$ - (1) तथा आइंस्टीन के ऊर्जा संबंध से $E = mc^2$ - (2)

$$h\nu = mc^2$$

$$\therefore \nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = mc^2$$

जहाँ $p = mc$

$$\frac{h}{\lambda} = p \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{h}{p}} *$$

यदि कण की गतिज ऊर्जा E_k हो तो $\boxed{p = \sqrt{2mE_k}}$ - (3)

समी. (3) व (4) से

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}} - (5)$$

यदि कोई कण V वोल्ट विभवान्तर से त्वरित हो तो उस कण की गतिज ऊर्जा

$E = h\nu$ $E_k = eV$ for electron
 $E_k = qV$ (अन्य कणों के लिए)

$$\lambda_e = \frac{h}{\sqrt{2meV}} \quad \text{--- (6) तथा } \lambda = \frac{h}{\sqrt{2mq_eV}} \quad (\text{अन्य कणी के लिए})$$

$$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{sec}$$

$$m = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\lambda_e = \frac{12.27}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$$

25/09/2015

अन्य कणी के लिए तरंगदैर्घ्य

$$(1H^+) \quad \lambda_p = \frac{h}{\sqrt{2m_p q_p V}} = \frac{0.286}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$$

$$(2He^+) \quad \lambda_2 = \frac{h}{\sqrt{2m_2 q_2 V}} = \frac{0.101}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$$

$$(1H^2) \quad \lambda_D = \frac{h}{\sqrt{2m_D q_D V}} = \frac{0.202}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$$

$$(1H^3) \quad \lambda_T = \frac{h}{\sqrt{2m_T q_T V}} = \frac{0.159}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$$

समान ऊर्जा के लिए प्रत्येक कणी के लिए डी ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य अनुपात ज्ञात कीजिए।

$$\frac{\lambda_p}{\lambda_2} = ? \quad \lambda_p = \frac{h}{\sqrt{2m_p(E_k)_p}} \quad \frac{\lambda_p}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{m_2}{m_p}}$$

$$\lambda_2 = \frac{h}{\sqrt{2m_2(E_k)_2}} \quad m_2 = 4m_p$$

$$(E_k)_p = (E_k)_2 \quad \frac{\lambda_p}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{4}{1}} = \frac{2}{1} = 2:1$$

समान विभवान्तर से चरित २ कण व P की तरंगदैर्घ्य का मान बताइए ?

Ans. $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{101}{286} = 0.353$ अतः $\lambda_2 = 0.353$ Answer

यदि इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और २-कण की गतिज ऊर्जाएं बराबर हों तो किस कण की डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य अधिकतम होगी तथा किस कण की न्यूनतम होगी।

डी ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$ ∵ गतिज ऊर्जा समान है ∴ $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$
जिस कण का द्रव्यमान जितना कम कम होगा उसकी तरंगदैर्घ्य उतनी ही अधिक होगी।

एक इलेक्ट्रॉन 100V तथा 400V से चरित हो तो डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य का मान बताइए।

Ans. यदि $V=100$ $\lambda_e = \frac{12.27}{\sqrt{V}} \text{ \AA}$ यदि $V=400$ $\lambda_e = \frac{12.27}{\sqrt{V}} = \frac{12.27}{\sqrt{400}} \text{ \AA}$
 $= \frac{12.27}{20} \text{ \AA}$
 $= \frac{12.27}{20} = 0.6135 \text{ \AA}$ Answer

न्यूट्रॉन की तरंगदैर्घ्य:-

$$\lambda_n = \frac{h}{\sqrt{2m_n E_k}} \quad \text{--- (1)}$$

न्यूट्रॉन के लिए तापीय गतिज ऊर्जा $E_k = \frac{3}{2} kT$

$$\lambda_n = \frac{h}{\sqrt{3m_n kT}}$$

$k = \text{बोल्ट्जमान नियतांक}$
 $= 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$

$$\lambda_n = \frac{30.38}{\sqrt{T}}$$

२7°C के तापीय न्यूट्रॉन की डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य बताइए।

Ans. $\lambda_m = \frac{30.935}{\sqrt{3}} \text{ \AA}$

$\lambda_m = \frac{30.935}{\sqrt{300}} = \frac{30.935}{17.32} = 1.780$

Q.2. एक ब्यूट्रॉन की ऊर्जा 200 eV है तो इसकी तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए।

Ans. $E_k = 200 \text{ eV} = 200 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ Joule}$

$\lambda_m = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 200 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J/s}}} = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{\sqrt{1068.8}}$
 $= \frac{6.62 \times 10^{-34}}{32.69} = \frac{6.62 \times 10^{-11}}{32.69} = 2.025 \times 10^{-11} = 20.25 \text{ \AA}$

हाइजेन बर्ग का अनिश्चितता सिद्धान्त :-

हाइजेन बर्ग के अनुसार "किसी एक क्षण पर कण कि स्थिति तथा संवेग का एक साथ एक ही दिशा में प्रत्यक्ष रूप से निर्धारण नहीं किया जा सकता है, यदि स्थिति में अनिश्चितता Δm तथा संवेग की अनिश्चितता ΔP_m होती है इन दोनों का गुणनफल $\frac{h}{4\pi}$ या $\frac{h}{2}$ बराबर या इससे बराबर होता है।"

$\Delta m \Delta P_m \geq \frac{h}{4\pi}$
$\Delta y \Delta P_y \geq \frac{h}{4\pi}$
$\Delta z \Delta P_z \geq \frac{h}{4\pi}$

ऊर्जा-समय
 $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{4\pi}$

कोणीय स्थिति (कोणीय विस्थापन) तथा कोणीय संवेग
 $\Delta \theta \Delta J \geq \frac{h}{4\pi}$

Q.3. यदि किसी कण की कोणीय स्थिति में अनिश्चितता 1 sec होती है तो कोणीय संवेग में अनिश्चितता का मान ज्ञात कीजिए।

Ans. $\therefore \Delta \theta \Delta J = \frac{h}{4\pi}$

$\Delta J = \frac{h}{4\pi \times \Delta \theta}$ — (1)

$\Delta \theta = 1 \text{ sec}$

$$1^\circ = 60'$$

$$1^\circ = 3600''$$

$$1 \text{ Sec} = \frac{1^\circ}{3600} = \frac{1}{3600} \times \frac{\pi}{180} \text{ रेडियन}$$

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ रेडियन}$$

- Note:** (i) अनिश्चितता सिद्धान्त सुक्ष्म तथा स्थूल दोनों प्रकार की वस्तुओं पर लागू होता है लेकिन स्थूल वस्तुओं के हव्यमान में अनिश्चितता अत्यल्प होने के कारण यह सिद्धान्त स्थूल वस्तुओं पर लागू नहीं होता है।
(ii) इस सिद्धान्त के आधार e^- की बाधिकाओं में λ की समझाया जाता है।

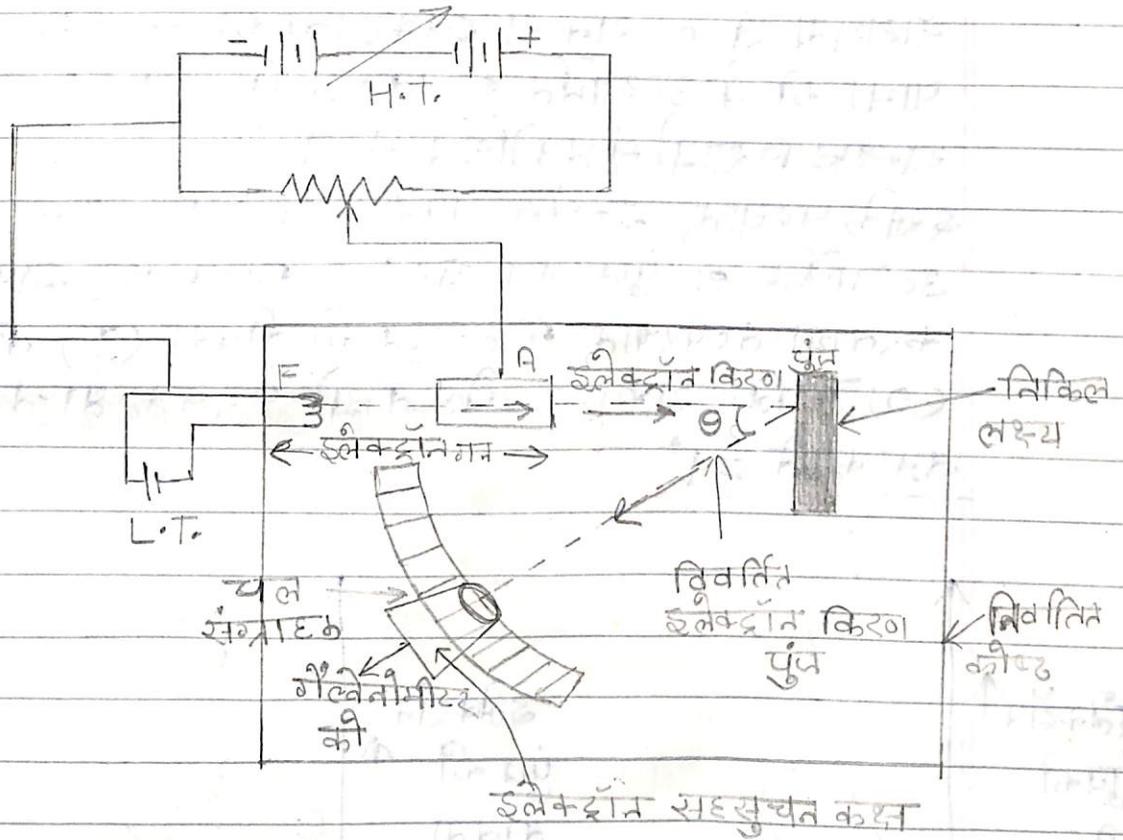
डेविसन-जर्मर प्रयोग (परमाण्विय कणों की तरंग प्रकृति का प्रायोगिक अध्ययन):-

डेविसन तथा जर्मर ने परमाण्विय कणों की तरंग प्रकृति का सर्वप्रथम प्रायोगिक अध्ययन किया। "यह प्रयोग e^- के किरण पुंज का क्रिस्टलों से प्रकीर्णन के द्वारा विवर्तन पर आधारित है।

बनावट:-

इस प्रयोग में एक श्लैकट्रॉन गन की टंगस्टन तंतु की बनी होती है जो पानी है इस पर बेरियम ऑक्साइड का लेप होता है।

चित्र:-



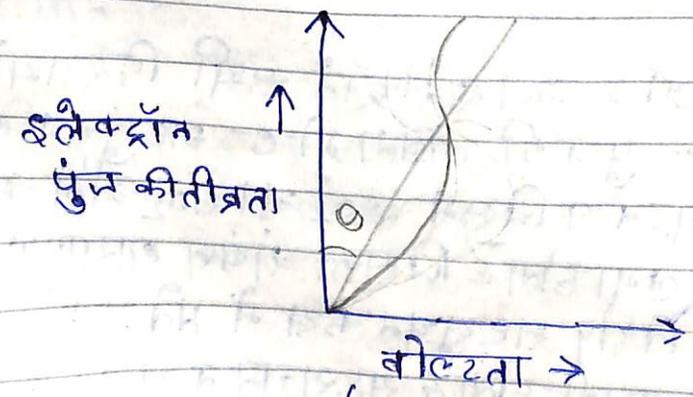
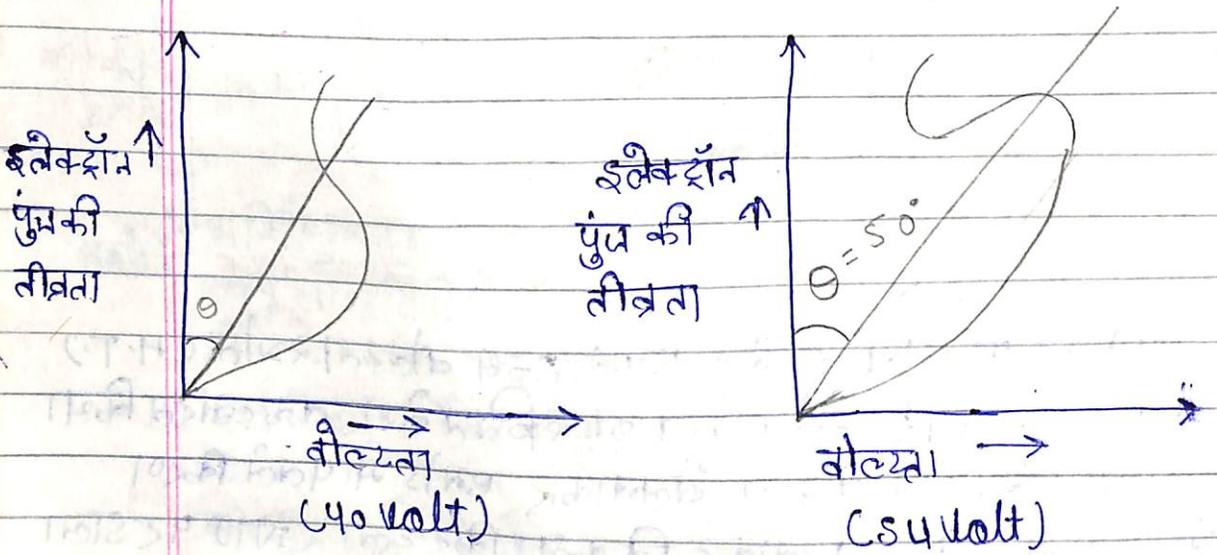
इसै कम विभव पर गर्म करने के पश्चात्, उच्च वोल्टता स्रोत (H.T.) के द्वारा तन्तु से उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों को इच्छित वेग तक त्वरित किया जाता है इन इलेक्ट्रॉन पुंज को बेलनाकार एनोड में पतले विरण पुंज के रूप में त्वरित करवाकर निकल क्रिस्टल (Ni) पर डाला जाता है।

क्रिस्टल के प्रमाणुओं के द्वारा इलेक्ट्रॉन सभी दिशाओं में प्रकीर्णित होते हैं। प्रकीर्णित e- पुंज की तीव्रता को e- सहसुचन कक्ष द्वारा मापा जाता है यह सहसुचन कक्ष जिसमें SO₂ या CO₂ गैस भरी होती है वृत्ताकार पैमाने पर लगा होता है जिसका संबंध धारामापी से होता है धारामापी में प्राप्त विशेष सहसुचन कक्ष में प्रवेश करने वाले e- पुंज की तीव्रता के समानुपाती होता है सहसुचन कक्ष को वृत्ताकार पैमाने पर विभिन्न स्थितियों में घुमाकर प्रकीर्णित e- पुंज की तीव्रता या प्रकीर्णन कोण θ मापा जाता है।

क्रियाविधि -

डेविसन प्रर्मर ने सर्वप्रथम एक निश्चित विभव की सहायता से e- गन से इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन करवाया तथा यह पाया की ये उत्सर्जित e- निकल क्रिस्टल से टकराकर सभी सम्भव दिशाओं में प्रकीर्णित हो पाते हैं।

इसके पश्चात् इन्होंने अपने प्रयोग पर अलग-2 वोल्टताओं पर उत्सर्जित e- पुंज की अलग-2 कोणों पर आपतित तथा विवर्तित करवाया तत्पश्चात् "e- पुंज की तीव्रता (I) तथा प्रकीर्णन कोण (θ) के लिए अलग-2 वोल्टताओं पर वक्र प्राप्त किए जिन्हें ध्रुवीय वक्र कहते हैं।"



उपरोक्त ध्रुवीय वक्रों से स्पष्ट है कि "54V से उत्सर्जित e- पुंज 50° के प्रकीर्णन कोण पर असंचलित कणों अधिकतम उत्त्थिष्ट हो परिणत करता है।" (उत्त्थिष्ट क्रिस्टल के परमाणुओं के समान अन्तराल की परतो से इलेक्ट्रॉनों के सम्पीडी व्यभिचरण से प्राप्त होता है)

ब्रैग समीकरण से

$$2d \sin \theta = n\lambda \quad - (1)$$

$$\text{या } D \sin \theta = n\lambda \quad - (2)$$

$$\text{यहाँ } 2d = D$$

$$D = Ni \text{ क्रिस्टल परमाणुओं के मध्य दुरी} \\ = 2.15 \text{ \AA}$$

प्रयोगानुसार $V = 5 \text{ V}$ वोल्ट पर $\theta = 50^\circ$

$$2.15 \times \sin 50 = n\lambda$$

$$n\lambda = 2.15 \times 0.767$$

$$n\lambda = 1.65 \text{ \AA} \quad - (3)$$

सैद्धान्तिक रूप से

$$n\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}} \quad - (4)$$

$$n\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{5}}$$

$$\boxed{n\lambda = 1.66 \text{ \AA}} \quad - (5)$$

इस प्रकार समीकरण (3) व (5) से डी-ब्रॉग्ली से सैद्धान्तिक तथा प्रायोगिक मानों में समानता है अर्थात् " डेविसन - प्रमर प्रयोग प्रकाश के रूप से e^- तरंग प्रकृति तथा डी ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य संबंध की पुष्टि करता है।

Note

- X-किरण की न्यूनतम तरंगदैर्घ्य तथा अधिकतम आवृत्ति निम्नलिखित सूत्रों द्वारा दिखाती हैं।

$$E = h\nu_{\text{max}} \quad E = eV$$

$$h\nu_{\text{max}} = eV$$

$$\nu_{\text{max}} = \frac{eV}{h}$$

$$\lambda_{\text{min}} = \frac{hc}{eV}$$

$$\frac{c}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{eV}{h}$$