



आधुनिक भौतिक Modern Physics

JEE

फोटॉन:- आइन्सटीन के प्रकाश संबंधी क्वांट्टा सिद्धान्त के अनुसार प्रकाश ऊर्जा के छोटे-छोटे बण्डलों के रूप में गमन करता है। ऊर्जा के इस छोटे से पैकेट को फोटॉन कहते हैं।

(1) **फोटॉन ऊर्जा:-** $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J-sec} = \text{प्लॉक का नियतांक}$

फोटॉन द्रव्यमान:- फोटॉन का विराम द्रव्यमान शून्य है।
फोटॉन का गतिक द्रव्यमान

$E = mc^2 = h\nu$

$\Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$

फोटॉन का संवेग:-

$p = m \times c = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

प्रकाश स्रोत से उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या:- किसी P शक्ति वाले प्रकाश स्रोत से यदि λ तरंगदैर्घ्य वाली तरंगें उत्सर्जित हो रही हों तो इससे प्रति सेकण्ड

उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या $(n) = \frac{P}{E} = \frac{P}{h\nu} = \frac{P\lambda}{hc}$

प्रकाश तीव्रता: किसी सतह के प्रति इकाई क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड अभिलम्बवत् गुजरने वाली प्रकाश ऊर्जा प्रकाश तीव्रता कहलाती है।

$I = \frac{E}{At} = \frac{P}{A} \quad (\because \frac{E}{t} = P = \text{विकिरण शक्ति})$

एक बिन्दु प्रकाश स्रोत से r दूरी पर तीव्रता

$I = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow I \propto \frac{1}{r^2}$

प्रतिसेकण्ड आपतित फोटॉनों की संख्या (n) : यदि विकिरणों की शक्ति P एवं एक फोटॉन की ऊर्जा E है

तब $n = \frac{P}{E}$

इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन:- धातु के पृष्ठ से इलेक्ट्रॉन निकलने की प्रक्रिया को इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन कहते हैं।

प्रकाश वैद्युत प्रभाव:- उपयुक्त आवृत्ति का प्रकाश जब किसी धातु पृष्ठ पर पड़ता है तो इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन होता है। ये प्रकाश जनित इलेक्ट्रॉन प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन कहलाते हैं।

कार्य फलन:- वह न्यूनतम ऊर्जा जो इलेक्ट्रॉन को धातु की सतह से मुक्त कराने के लिए आवश्यक हो उसे उस धातु का कार्य फलन कहते हैं।

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

इलेक्ट्रॉन वोल्ट में कार्य फलन

$W_0(eV) = \frac{h_0}{c\lambda_0} = \frac{12375}{\lambda_0(A^\circ)}$

देहली आवृत्ति : आपतित विकरण की न्यूनतम आवृत्ति जो इलेक्ट्रॉन को धातु की सतह से मुक्त कराने के लिए आवश्यक हो, देहली आवृत्ति कहलाती है।

आइन्सटीन का प्रकाश वैद्युत समीकरण:

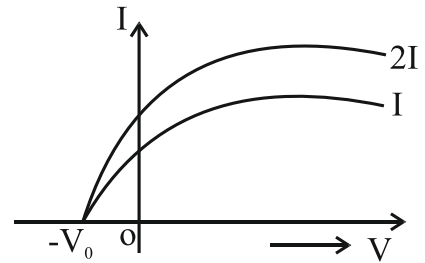
$E = W_0 + K_{\max}$

$\therefore E = h\nu \text{ \& } W_0 = h\nu_0$

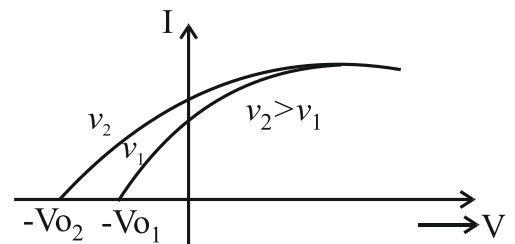
$\therefore K_{\max} = h\nu - h\nu_0$

$K_{\max} = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)$

प्रकाश की तीव्रता का प्रभाव: यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति नियत रख कर प्रकाश की तीव्रता बढ़ाई जाए तो संतृप्त धारा का मान बढ़ता है जबकि निरोधी विभव अपरिवर्तित रहता है।



आवृत्ति का प्रभाव:- यदि आपतित प्रकाश की तीव्रता नियत रखकर आवृत्ति बढ़ाई जाए तो निरोधी विभव बढ़ता है परन्तु वैद्युत धारा का मान अपरिवर्तित रहता है।



प्रकाश वैद्युत प्रभाव के महत्वपूर्ण सूत्र:-

(I) $h\nu = h\nu_0 + K_{\max}$ तथा $K_{\max} = eV_0$

(II) $K_{\max} = eV_0 = h(\nu - \nu_0) \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = h(\nu - \nu_0)$



$$(III) \quad v_{\max} = \sqrt{\frac{2h(v - v_0)}{m}}$$

$$(IV) \quad K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = eV_0 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

$$(V) \quad V_0 = \frac{h}{e}(v - v_0) = \frac{hc}{e}\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

द्रव्य तरंगों या डी-ब्रोग्ली तरंगों: डी-ब्रोग्ली के अनुसार कोई गतिमान कण तरंग की भाँति व्यवहार करता है। तथा गतिमान कण से सम्बद्ध तरंग की तरंग दैर्घ्य

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mK}}$$

आवेशित कणों से सम्बद्ध डी-ब्रोग्ली तरंग दैर्घ्य:

V विभवान्तर से त्वरित आवेशित कण की ऊर्जा

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = qV$$

अतः डी-ब्रोग्ली तरंग दैर्घ्य

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}} = \frac{h}{\sqrt{2mqV}}$$

$$\lambda_{\text{इलेक्ट्रॉन}} = \frac{12.27}{\sqrt{V}} \text{ Å}$$

$$\lambda_{\text{प्रोटॉन}} = \frac{0.286}{\sqrt{V}} \text{ Å}$$

अनावेशित कणों से सम्बद्ध डी-ब्रोग्ली तरंग दैर्घ्य:

$$\lambda_{\text{न्यूट्रॉन}} = \frac{0.286 \times 10^{-10}}{\sqrt{E(\text{eV में})}} \text{ m} = \frac{0.286}{\sqrt{E(\text{eV में})}} \text{ Å}$$

समान्य ताप पर न्यूट्रॉनों की तापीय ऊर्जा

$$\therefore E = KT \Rightarrow \lambda = \frac{h}{\sqrt{3mKT}}$$

जहाँ $K = 1.38 \times 10^{-23} \frac{\text{जूल}}{\text{केल्विन}}$, T = परमताप

$$\Rightarrow \lambda_{\text{न्यूट्रॉन}} = \frac{25.17}{\sqrt{T}} \text{ Å}$$