

विकिरण तथा द्रव्य की द्वैती प्रकृति | Physics class 12

Chapter 11 notes in Hindi

इसमें विकिरण तथा द्रव्य की द्वैती प्रकृति Chapter 11 के सभी notes को रखा गया है। तथा प्रस्तुत पाठ के अन्य महत्वपूर्ण बड़े टॉपिकों के नीचे link दिए गए हैं वहां जाकर आप उस टॉपिक पढ़ सकते हैं।

विकिरण तथा द्रव्य की द्वैती प्रकृति

उन्नीसवीं शताब्दी तक वैज्ञानिकों की धारणा थी कि प्रकाश तरंगों के रूप में चलता है। प्रकाश का परावर्तन, अपवर्तन, व्यतिकरण तथा विवर्तन जैसी घटनाओं की व्याख्या प्रकाश का तरंग के रूप में मानकर ही की जा सकती है। लेकिन प्रकाश विद्युत प्रभाव, रमन प्रभाव तथा कॉम्पटन प्रभाव की व्याख्या प्रकाश को तरंग मानकर नहीं की जा सकती है। इन घटनाओं की व्याख्या प्रकाश को कण मानकर होती है। इस प्रकार प्रकाश की दोहरी प्रकृति ने वैज्ञानिकों को भ्रम में डाल दिया। फिर अंत में यह माना गया कि प्रकाश में तरंग तथा कण दोनों प्रकार की प्रकृति पाई जाती है।

प्रकाश कण तथा तरंग दोनों के समान बिहार कर सकता है। कुछ घटनाओं में यह कण की भांति व्यवहार करता है तथा कुछ परिस्थितियों में यह तरंग की भांति व्यवहार करता है।

महत्वपूर्ण बिंदु

- प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या के अनुसार प्रकाश ऊर्जा के पैकेटों के रूप में चलता है इन पैकेटों फोटोन कहते हैं। हर एक फोटोन की ऊर्जा $h\nu$ के बराबर होती है।
- h प्लांक नियतांक है जिसका मान 6.6×10^{-34} जूल-सेकंड होता है।
- प्रत्येक फोटोन का कार्य फलन W द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

$$W = h\nu_0$$

जहां ν_0 देहली आवृत्ति है।

- चूंकि फोटोन का संवेग $P = h\nu/C$ होता है इसलिए इस की तरंगदैर्घ्य

$$\lambda = C/\nu = h/P$$

इस तरंगदैर्घ्य को डी ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य कहते हैं।

- प्रकाश में कण तथा तरंग दोनों ही प्रकृति विद्यमान हैं। कुछ परिस्थितियों में प्रकाश तरंग की भांति व्यवहार करता है। एवं कुछ परिस्थितियों में प्रकाश कण की भांति व्यवहार करता है इसलिए प्रकाश की द्वैती प्रकृति होती है।

आइंस्टीन का प्रकाश विद्युत प्रभाव समीकरण का निगमन कीजिए, सूत्र, उत्सर्जन

प्रकाश विद्युत प्रभाव

प्रकाश के प्रभाव से धातु से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने की घटना को प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते हैं। प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या आइंस्टीन ने प्लांक के क्वांटम सिद्धांत के आधार पर की।

इस सिद्धांत के अनुसार, प्रकाश ऊर्जा के छोटे-छोटे बंडलों तथा पैकेटों के रूप में चलता है जिन्हें फोटोन कहते हैं। प्रत्येक फोटोन की ऊर्जा $h\nu$ के बराबर होती है। जहां ν प्रकाश की आवृत्ति तथा h प्लांक नियतांक है जिसका मान 6.6×10^{-34} जूल-सेकंड होता है। प्रकाश की तीव्रता इन्हीं फोटोनों की संख्या पर निर्भर करती है।

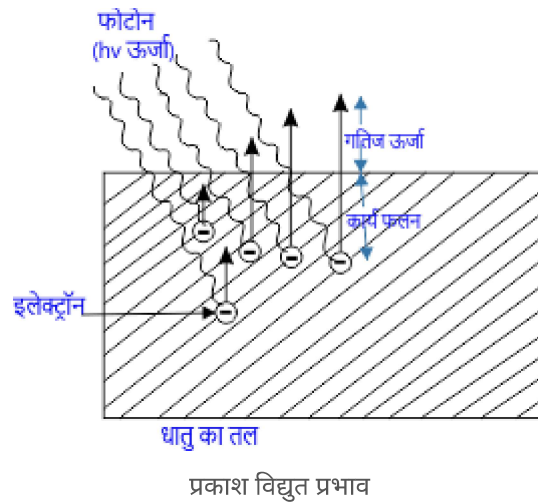
प्रकाश विद्युत प्रभाव का निगमन

जब कोई प्रकाश किसी धातु की प्लेट पर गिरता है तो उसका कोई फोटोन अपनी समस्त ऊर्जा को धातु के भीतर उपस्थित किसी इलेक्ट्रॉन को दे देता है। इस कारण उस फोटोन का अपना अस्तित्व समाप्त हो जाता है। इलेक्ट्रॉन इस ऊर्जा को दो भागों में व्यय (खर्च) करता है इलेक्ट्रॉन द्वारा ऊर्जा का कुछ भाग सतह तक आने में व्यय हो जाता है जिसे इलेक्ट्रॉन का कार्य फलन कहते हैं। तथा बाकी शेष ऊर्जा इलेक्ट्रॉन को गतिज ऊर्जा के रूप में मिल जाती है। तब इस प्रकार

कुल ऊर्जा = कार्य फलन + इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा

$$h\nu = W + E_k$$

$$\text{या } E_k = h\nu - W \quad \text{समी. ①}$$



एक इलेक्ट्रॉन द्वारा अवशोषित फोटोन की ऊर्जा उसके कार्य फलन से कम है। तो धातु के पृष्ठ से कोई भी इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नहीं होगा। यदि दी हुई ऊर्जा के लिए प्रकाश की देहली आवृत्ति ν_0 हो तो ऐसे प्रकाश फोटोन की ऊर्जा $h\nu_0$ इलेक्ट्रॉन को पृष्ठ तक लाने में ही व्यय हो जाएगी। जो कि इलेक्ट्रॉन में कार्य फलन के बराबर होगी। अतः

$$W = h\nu_0 \quad \text{समी. ②}$$

समी. ② से W का मान समी. ① में रखने पर

$$E_k = h\nu - W$$

$$E_k = h\nu - h\nu_0$$

$$E_k = h(\nu - \nu_0)$$

यदि इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान m तथा अधिकतम वेग V_{\max} है। तो गतिज ऊर्जा

$$E_k = \frac{1}{2}mV_{\max}^2 \text{ अथवा}$$

$$\boxed{\frac{1}{2}mV_{\max}^2 = h(\nu - \nu_0)}$$

इस समीकरण को आइंस्टीन का प्रकाश विद्युत प्रभाव समीकरण कहते हैं।

निरोधी विभव

प्रकाश विद्युत प्रभाव में जब धातु की प्लेट पर ऋणात्मक विभव दिया जाता है। तो प्रकाश विद्युत धारा का मान घटता जाता है। तथा एक निश्चित ऋणात्मक विभव पर प्रकाश विद्युत धारा का मान शून्य हो जाता है। इस विभव को निरोधी विभव कहते हैं।

कार्य फलन

प्रकाश के किसी एक फोटोन की वह न्यूनतम ऊर्जा जो धातु के किसी इलेक्ट्रॉन को उत्सर्जित करके धातु की सतह तक लाने के लिए आवश्यक होती है। इसे धातु का कार्य फलन कहते हैं। इसे W द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। कार्य फलन का मान भिन्न-भिन्न धातुओं के लिए भिन्न-भिन्न होता है।

देहली आवृत्ति

प्रकाश की वह न्यूनतम आवृत्ति जो किसी पदार्थ से प्रकाश इलेक्ट्रॉन को उत्सर्जित करा सकें। इस आवृत्ति को पदार्थ की देहली आवृत्ति कहते हैं। इसे ν_0 से प्रदर्शित करते हैं।

डी ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य समीकरण का महत्व क्या है, सिद्धांत, संबंध की स्थापना

डी ब्रोग्ली के अनुसार, प्रकाश में कण तथा तरंग दोनों की प्रकृति होती है। अर्थात् प्रकाश कुछ परिस्थितियों में कण तथा कुछ परिस्थितियों में तरंग की भांति व्यवहार करता है। जिसे द्वैती प्रकृति कहते हैं।

डी ब्रोग्ली तरंग

डी ब्रोग्ली ने बताया कि गतिशील कण सदैव तरंग की भांति व्यवहार करता है। जैसे जब कोई द्रव्य कण (इलेक्ट्रॉन, फोटोन) गतिशील अवस्था में होता है तो वह तरंग की भांति ही व्यवहार करता है। तब इन तरंगों को द्रव्य तरंग अथवा डी ब्रोग्ली तरंग (de broglie wave in Hindi) कहते हैं।

डी ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य का समीकरण

प्लांक के क्वांटम सिद्धांत के अनुसार किसी फोटोन की ऊर्जा

$$E = h\nu \quad \text{समी. ①}$$

जहां h प्लांक नियतांक है जिसका मान 6.6×10^{-34} जूल-सेकंड होता है।

यदि फोटोन का द्रव्यमान m है और प्रकाश (फोटोन) की चाल C है। तो आइंस्टीन के सिद्धांत के अनुसार फोटोन की ऊर्जा

$$E = mC^2 \quad \text{समी. ②}$$

अब समी. ① व समी. ② से

$$E = E$$

$$h\nu = mC^2$$

$$m = h\nu/C^2$$

फोटोन का संवेग है तो

$$P = mC$$

m का मान रखने पर

$$P = hv/C^2 \times C$$

$$P = hv/C$$

चूंकी प्रकाश की चाल C तथा तरंगदैर्ध्य में निम्न संबंध होता है

$$C = v\lambda \text{ से}$$

अब C का मान संवेग समीकरण में रखने का

$$P = hv/v\lambda$$

$$P = h/\lambda$$

$$\lambda = \frac{h}{P} \text{ मीटर}$$

इस द्रव्य तरंग के तरंगदैर्ध्य λ को डी ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य (de broglie wavelength in hindi) कहते हैं।

इसके अनुसार किसी फोटोन की तरंगदैर्ध्य, प्लांक नियतांक h तथा फोटोन के संवेग P के अनुपात के बराबर होती है।

चूंकि संवेग $P = mC$ होता है तब डी ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य

$$\lambda = \frac{h}{mC} \text{ मीटर}$$