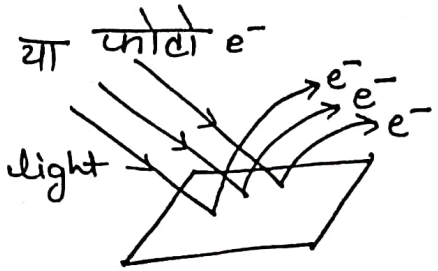
विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

प्रकाश के प्रभाव के कारण किसी धातु की सतह से e^- का उत्सर्जित होना प्रकाश वैद्युत प्रभाव कहलाता है।

* यह उत्सर्जित e^- प्रकाशित e^- या फोटो e^- के नाम से जाने जाते हैं।



- **देहली आवृत्ति:**

वह उचित या न्यूनतम आवृत्ति का प्रकाश जो किसी धातु की सतह से e^- उत्सर्जन करा सके उसे देहली आवृत्ति कहते हैं।

* इसे ν_0 से प्रदर्शित कहते हैं।
* इसका मान अलग-अलग धातु के लिए अलग-अलग होता है।

→ **देहली तरंगदैर्ध्य:**

देहली आवृत्ति की संगत तरंगदैर्ध्य को देहली तरंगदैर्ध्य कहते हैं।

* इसे λ_0 से प्रदर्शित करते हैं।

- **प्रकाश वैद्युत कार्य फलन:**

उस न्यूनतम ऊर्जा का प्रकाश जो किसी धातु की सतह से प्रकाश e^- उत्सर्जित करा दे। प्रकाश वैद्युत कार्य फलन कहलाता है।

* इसे ω से प्रदर्शित करते हैं।
* $\boxed{\omega = h\nu}$ ⇒ h → प्लांक नियतांक ⇒ $\boxed{h = 6.67 \times 10^{-34}\ J\,sec}$

• निरोधी विभव (cut-off potential):

वह ऋणात्मक विभव जिस पर धातु की प्लेट पर धारा शून्य हो जाए या प्रकाश धारा शून्य हो जाए उसे निरोधी विभव कहते हैं।

* इसे V_0 से प्रदर्शित करते हैं
* $\boxed{E_k = eV_0}$ or $\boxed{\frac{1}{2}mv^2 = eV_0}$

• प्रकाश वैद्युत प्रभाव के नियम:

1) किसी भी धातु की सतह से e^- के उत्सर्जित की दर सतह पर आपतित प्रकाश की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होती है।

2) धातु की सतह से उत्सर्जित e^- की गतिज ऊर्जा प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर करती है।

3) धातु की सतह से उत्सर्जित e^- की गतिज ऊर्जा प्रकाश की आवृत्ती पर भी निर्भर करती है।

4) जब किसी धातु की सतह पर एक निश्चित आवृत्ति से कम आवृत्ति का प्रकाश आपतित कराया जाता है तो धातु की सतह से कोई भी e^- उत्सर्जित नहीं होता। इसका मान अलग-अलग धातु के लिए अलग-अलग होता है। उस आवृत्ति को देहली आवृत्ति कहते हैं।

5) धातु की सतह पर प्रकाश के गिरने व e^- के निकलने (उत्सर्जित) होने में समय पश्चतता नहीं होती है।

• आइन्सटीन का प्रकाश वैद्युत समीकरण:

जब धातु की सतह पर फोटान ऊर्जा ($h\nu$) आपतित

कराते हैं तो यह समपूर्ण ऊर्जा e^- को मिल जाती है। वा दो भागों में विभाजित हो जाती है। एक भाग प्रकाश वैद्युत कार्य फलन के रूप में व दूसरा e^- की गतिज ऊर्जा होती है।

$$h\nu = W + E_k$$

$$h\nu = h\nu_0 + E_k$$

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

$$\boxed{E_k = h(\nu - \nu_0)}$$

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

$$\frac{1}{2} m v_{max}^2 = h\left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_0}\right) \quad \left(\because \nu = \frac{c}{\lambda}, \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0}\right)$$

$$\boxed{\frac{1}{2} m v_{max}^2 = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)}$$

• आइन्सटीन के प्रकाश वैद्युत समीकरण से प्रकाश वैद्युत प्रभाव के नियम की व्याख्या :

आइन्सटीन का प्रकाश वैद्युत समीकरण :

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

आइन्सटीन के इस समीकरण से स्पष्ट है की जब धातु की सतह पर प्रकाश आपतित कराते हैं तो धातु की सतह से मिलने वाले e^- की वह तीव्रता पर निर्भर करती है।

परन्तु e^- की गतिज ऊर्जा तीव्रता पर निर्भर नहीं करती है।

यही पहला व द्वितीय नियम है।

उत्सर्जित e^- की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाश की आवृत्ति पर निर्भर करती है।

यही प्रकाश वैद्युत ऊर्जा का तीसरा नियम है।

यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति (ν) एक निश्चित आवृत्ति (देहली आवृत्ति) (ν_0) से कम है तो कोई भी e^- उत्सर्जित नहीं होगा। क्योंकि गतिज ऊर्जा ऋणात्मक नहीं हो सकती।

यही प्रकाश वैद्युत प्रभाव का चौथा नियम है।

ज्यों ही धातु के प्रष्ठ पर प्रकाश आपतित कराते हैं त्यों ही धातु के प्रष्ठ से e^- उत्सर्जित होने लगते हैं।

यही प्रकाश वैद्युत प्रभाव का पाँचवा नियम है।

- **निरोधी विभव का आपतित प्रकाश की आवृत्ति के बीच ग्राफ:**

आइन्स्टीन का प्रकाश वैद्युत समीकरण

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

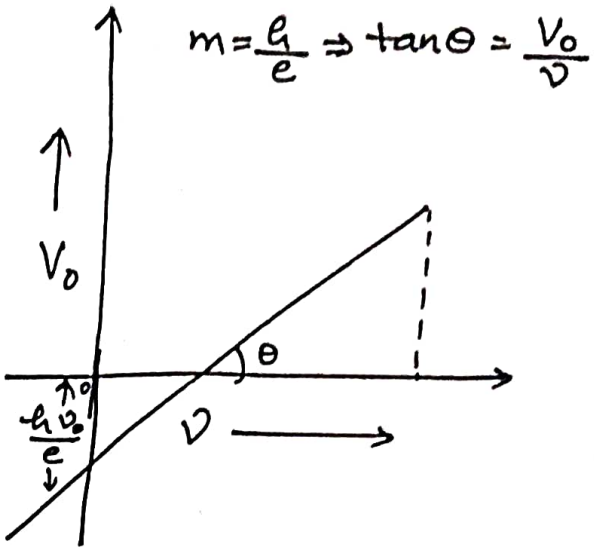
$\because E = eV_0$

$$eV_0 = h(\nu - \nu_0)$$

$$V_0 = \frac{h}{e}\left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_0}\right) = \frac{h}{e}(\nu - \nu_0)$$

$$\boxed{V_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{h}{e}\nu_0}$$

$$\boxed{y = mx - c}$$



$m = \frac{h}{e} \Rightarrow \tan\theta = \frac{V_0}{\nu}$

- **द्रव्य कणों की तरंग प्रकृति (डी० ब्राग्ली तरंगदैर्ध्य):**

आइन्सटीन का द्रव्यमान ऊर्जा समीकरण:

$$E = mc^2 \quad \text{———} \quad (I)$$

$$E = h\nu \quad \text{———} \quad (II)$$

समीकरण (I) वा (II) से,

$$mc^2 = h\nu \qquad \left(\nu = \frac{c}{\lambda}\right)$$

$$mc^2 = h \cdot \frac{c}{\lambda}$$

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

प्रकाश का संवेग $(p = mc)$ / फोटान का संवेग $(p = mc)$

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

यदि फोटान के स्थान पर कोई और कण लिया जाए। जैसे e^- जिसी चाल v है।

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

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

$\lambda \rightarrow$ डी० ब्रागली तरंगदैर्घ्य

$\because \quad E_K = \frac{1}{2} m v^2$

$\because \quad E_K = eV$

$\Rightarrow \quad eV = \frac{1}{2} m v^2$

$$v^2 = \frac{2eV}{m}$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}}$$