फोटोइलेक्ट्रिक इफ़ेक्ट

फ़िज़िक्स · कक्षा 12 भौतिकी: विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

ट्रैप

✗ ज़्यादातर छात्र सोचते हैं

~~ज़्यादा चमक से इलेक्ट्रॉन को ज़्यादा ऊर्जा मिलती है, तो 3,000 W का लाल लैंप ₹10 की नीली LED से जीत जाना चाहिए।~~

✓ असल में

एक फोटॉन ज़्यादा से ज़्यादा एक इलेक्ट्रॉन निकालता है, और उसकी ऊर्जा **E = hν सिर्फ़ रंग से तय** होती है। चमक इलेक्ट्रॉनों की **संख्या** बदलती है, अधिकतम ऊर्जा नहीं।

5 लाइनों में कॉन्सेप्ट

1. रोशनी **फोटॉन** में आती है; एक फोटॉन अपनी पूरी ऊर्जा एक इलेक्ट्रॉन को देता है, और फोटॉन **मिलकर काम नहीं करते**।
2. फोटॉन की ऊर्जा **E = hν = hc/λ**; शॉर्टकट **E (eV) ≈ 1240 ÷ λ (nm)**। लाल (650 nm) ≈ 1.9 eV, नीला (450 nm) ≈ 2.76 eV।
3. इलेक्ट्रॉन तभी निकलता है जब E **वर्क फंक्शन ϕ** से ज़्यादा हो (पोटैशियम ≈ 2.3 eV); देहली $\lambda_0 = 1240 \div \phi \approx 540$ nm।
4. आइंस्टीन: **$KE(max) = h\nu - \phi = eV_0$**, जहाँ V_0 निरोधी विभव है।
5. चमक सिर्फ़ **करंट** बढ़ाती है; KE(max) और V_0 वही रहते हैं। देहली से नीचे: कितनी भी चमक हो, उत्सर्जन **शून्य**।

याद रखिए

$$KE(max) = h\nu - \varphi = eV_0$$

परीक्षा में क्यों ज़रूरी

द्वैत प्रकृति से 2021 से 2025 तक **हर साल 2 NEET प्रश्न** आए, और JEE Main 2025 की सारी शिफ़्टों में **19 प्रश्न**।

पिछले साल का प्रश्न, हल सहित

JEE Main 2025 (29 जनवरी, शाम की शिफ़्ट)

फोटोइलेक्ट्रिक प्रयोग में निरोधी विभव:

(A) उत्सर्जित फोटोइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा का 1/e गुना है

(B) आपतित प्रकाश की तीव्रता बढ़ने पर बढ़ता है

(C) तीव्रता बढ़ने पर घटता है

(D) आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य बढ़ने पर बढ़ता है

उत्तर: (A) अधिकतम गतिज ऊर्जा का 1/e गुना

1. $e \cdot V_0 = KE(max)$, तो **$V_0 = KE(max)/e$**: (A) सही।
2. $KE(max) = h\nu - \phi$ में तीव्रता है ही नहीं, इसलिए V_0 तीव्रता से नहीं बदलता: (B) और (C) ग़लत।
3. लंबी तरंगदैर्घ्य → कम hν → **कम** V_0: (D) ग़लत।

अभ्यास: जवाब देखने से पहले हर सवाल ख़ुद कीजिए

Q1 NEET पैटर्न एक तय फ्रीक्वेंसी (देहली से ज़्यादा) की रोशनी धातु पर पड़ती है। तीव्रता दोगुनी करने पर फोटोइलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा: (a) दोगुनी (b) आधी (c) वही (d) चार गुनी

Q2 कक्षा 12 2.3 eV वर्क फंक्शन वाली धातु के लिए देहली तरंगदैर्घ्य निकालिए।

Q3 कक्षा 12 400 nm की रोशनी पोटैशियम (ϕ = 2.3 eV) पर पड़ती है। KE(max) और निरोधी विभव निकालिए।

Q4 NEET / JEE बहुत तेज़ लाल लैंप पोटैशियम से इलेक्ट्रॉन क्यों नहीं निकाल पाता, जबकि धीमा बैंगनी लैंप निकाल देता है?

Q5 A / B छुटकी की नीली टॉर्च दस गुना तेज़ कर दें, तो इलेक्ट्रॉन की अधिकतम स्पीड का क्या होगा? (A) वही रहेगी (B) बढ़ जाएगी

उत्तर

1. **(c) वही रहती है।** तीव्रता दोगुनी करने से फोटॉन की संख्या, और इसलिए करंट, दोगुना होता है, पर हर फोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ वही रहती है।
2. λ_0 = 1240 ÷ 2.3 ≈ **540 nm** (हरा)। इससे लंबी तरंगदैर्घ्य वाली रोशनी इलेक्ट्रॉन नहीं निकाल सकती।
3. E = 1240 ÷ 400 = 3.1 eV। KE(max) = 3.1 − 2.3 = **0.8 eV**, तो V_0 = **0.8 V**।
4. उत्सर्जन हर फोटॉन के हिसाब से तय होता है। हर लाल फोटॉन (लगभग 1.9 eV) की ऊर्जा 2.3 eV के वर्क फंक्शन से कम है, और फोटॉन मिलकर काम नहीं करते। हर बैंगनी फोटॉन (लगभग 3 eV) काफ़ी है, इसलिए धीमा बैंगनी लैंप भी कुछ इलेक्ट्रॉन निकाल देता है।
5. **वही रहेगी।** दस गुना चमक मतलब दस गुना फोटॉन, तो लगभग दस गुना इलेक्ट्रॉन और करंट। पर हर फोटॉन में अब भी 2.76 eV ही है, तो हर इलेक्ट्रॉन को ज़्यादा से ज़्यादा 0.46 eV ही मिलता है, और उसकी अधिकतम स्पीड नहीं बदलती।

WhatsApp चैनल (अंग्रेज़ी में)
हर हफ़्ते एक नई फ़्री ट्रैप शीट (English)
whatsapp.com/channel/0029VbDMQY31Hspzhj0NGr04
पूरा चैप्टर, फ़्री: **sciencewalikahani.com/hi/photoelectric-effect/**