WILL STUDY

इंटरमीडिएट करना अब हुआ आसान !

PHYSICS

अध्याय – 11

विकीरण तथा द्रव्य की दैत्त प्रकृति

हाय दोस्तो,

अगर आपने मेरा दोनो चैनल सब्सक्राइब नहीं किया है तो कर ले एक चैनल पर मैं गणित पढ़ता हूं और दूसरी चैनल पर हम भौतिकी, रसायन, जीव विज्ञान और अन्य टॉपिक के महत्वपूर्ण प्रश्न बताया जाता है। अगर आप आपको इस नोट्स में कोई दिक्कत होता है तो आप हमसे संपर्क कर सकते है और मुझे इंस्टाग्राम पर फॉलो भी कर सकते है।

MATH SOLUTION

Follow us on Instagram

WILL STUDY SUBSCRIBE to I WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

Chapter - 11

Imp chapter

[विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति]

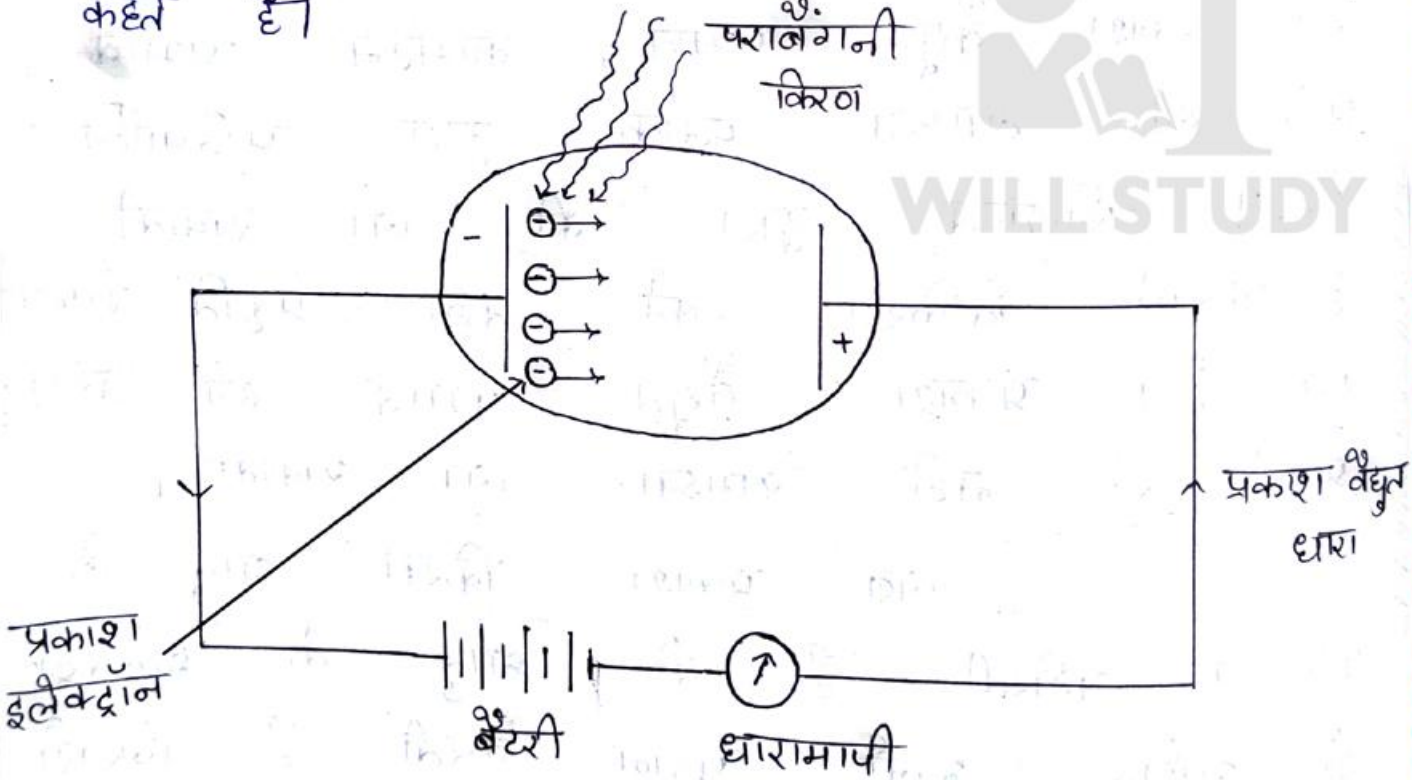
विकिरण की द्वैत प्रकृति :-

विकिरण की द्वैत प्रकृति का अर्थ है कि विकिरण की तरंग प्रकृति तथा कण प्रकृति दोनों होती है। व्यतिकरण, विवर्तन तथा ध्रुवण जैसी घटनाओं की व्याख्या प्रकाश का तरंग रूप मानकर ही किया जाता है। जबकि कुछ परिघटनाओं जैसे प्रकाश वैद्युत प्रभाव, कामटन प्रभाव आदि की व्याख्या प्लांक द्वारा प्रतिपादित क्वांटम सिद्धान्त द्वारा की जा सकती है जिसमें विकिरण को कण प्रकृति माना गया है। प्रकाश वैद्युत प्रभाव को तरंग प्रकृति से नहीं समझा जा सकता।

जब प्रकाश किसी धातु के पृष्ठ पर गिरती है तो धातु के इलेक्ट्रॉनों को अधिक ऊर्जा प्रदान करती है जिससे उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा बढ़ेगी परन्तु उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर नहीं करती। यदि प्रकाश तरंगों की आवृत्ति एक न्यूनतम

मान से कम है तो प्रकाश इलेक्ट्रॉन उत्सार्जित नही करते। इस प्रकार यह स्पष्ट है कि विकिरण (प्रकाश) कभी तरंग की तरह तथा कभी कण की तरह व्यवहार करता है। प्रकाश की इस प्रकृति को उसकी द्वैत प्रकृति कहते है।

प्रकाश वैद्युत प्रभाव :— प्रकाश किरणो के प्रभाव से धातु से इलेक्ट्रॉनो के उत्सर्जन की घटना को प्रकाश वैद्युत प्रभाव अथवा प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन कहते है।



सन् 1887 मे हर्ट्स ने देखा कि जब विद्युत विसर्जन नालिका की ऋण प्लेट पर पराबैंगनी किरणे डाली जाती है तो विद्युत विसर्जन अधिक सुगमता से होता है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY

इसके एक वर्ष पश्चात् हालवॉक्स ने प्रयोग द्वारा इसकी पुष्टि की। उसने एक निर्वात बल्ब मे जस्ते की दो प्लेटे रखीं। इन प्लेटो से सम्बान्धित दो तारो को बल्ब से बाहर निकालकर एक बैटरी तथा सुग्राही धारामापी के द्वारा सम्बान्धित कर दिया। हालवॉक्स ने देखा कि जब ऋण प्लेट पर पराबैंगनी प्रकाश की किरणें डाली जाती है तो तुरन्त ही परिपथ मे वैद्युत धारा प्रवाहित होने लगती है और जैसे ही किरणे डालनी बन्द कर दी जाती है धारा का प्रवाह भी रुक जाता है। परन्तु यदि पराबैंगनी किरणे धन प्लेट पर डाली जाती है तब कोई धारा प्रवाहित नही होती। हालवॉक्स ने स्वयं इस घटना का कारण नही बताया।

सन् 1898 मे जे० जे०-टामसन ने यह सिद्ध किया कि प्रकाश के गिरने पर धातु की प्लेट से इलेक्ट्रॉन निकलते है। सन् 1900 मे लेनार्ड ने बताया कि जब ऋण प्लेट पर पराबैंगनी किरणे डाली जाती है तो उससे निकलने वाले इलेक्ट्रॉन धन प्लेट के द्वारा आकर्षित कर लिये जाते है जिससे वैद्युत परिपथ पूरा हो

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

जाता है तथा धारा बहने लगती है। परन्तु धन प्लेट पर किरणे डालने से निकले इलेक्ट्रॉन ग्रहण प्लेट पर नही आ पाते क्योंकि इलेक्ट्रॉनों पर ऋण आवेश होता है। अत: परिपथ पूरा न होने के कारण धारा नही बहती।

देहली आवृत्ति :- प्रकाश की वह आवृत्ति (न्यूनतम) जो किसी पदार्थ से प्रकाश इलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन कर सकें। उस पदार्थ की देहली आवृत्ति कहलाता है। इसे ν_0 से प्रदर्शित करते है।

देहली तरंगदैर्ध्य :- किसी पदार्थ की देहली आवृत्ति ν_0 के संगत प्रकाश की तरंगदैर्ध्य को देहली तरंगदैर्ध्य कहते है। इसे λ_0 से व्यक्त करते है।

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0}$$

किसी धातु पर आपतित प्रकाश की वह अधिकतम तरंगदैर्ध्य जिससे अधिक तरंगदैर्ध्य का प्रकाश धातु से प्रकाश इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित न कर सकें। उसे धातु की देहली तरंगदैर्ध्य कहलाती है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

प्रकाश वैद्युत कार्य फलन :- वह न्यूनतम ऊर्जा जो किसी धातु से प्रकाश इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित करने के लिए आवश्यक है, उस धातु का प्रकाश वैद्युत कार्य फलन कहलाता है।

प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन के नियम :- लैनार्ड तथा मिलिकन ने प्रकाश वैद्युत उत्सर्जन पर किए गए प्रयोगो के आधार पर निम्नलिखित नियम दिए -

(i) किसी धातु के पृष्ठ से प्रकाश इलेक्ट्रॉनो के उत्सर्जन की दर, धातु के पृष्ठ पर आपतित प्रकाश की तीव्रता के अनुक्रमानुपाती होती है।

(ii) उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रानो की गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश की तीव्रता पर निर्भर नही करती।

(iii) प्रकाश इलेक्ट्रॉनो की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश की आवृत्ति के बढ़ने पर बढ़ती है।

(iv) यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति देहली आवृत्ति से कम है तो धातु से कोई प्रकाश इलेक्ट्रॉन नही निकलता है।

(v) प्रकाश के धातु के पृष्ठ पर गिरते ही इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होने लगते है अर्थात् प्रकाश के पृष्ठ पर गिरने तथा

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

इलेक्ट्रॉन के पृष्ठ से बाहर निकलने के बीच कोई समय पश्चता नही होती

फोटॉन :- सन् 1905 मे आइंस्टीन ने प्रकाश वैद्युत प्रभाव की व्याख्या प्लांक के क्वांटम सिद्धान्त के आधार पर की। इस सिद्धान्त के अनुसार -

प्रकाश ऊर्जा के छोटे-छोटे बण्डलो अथवा पैकेटो के रूप मे उत्सर्जित होकर तरंगो के रूप मे संचरित होता है जिन्हें फोटॉन कहते है। प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ होती है। जहाँ h प्लांक नियतांक है।

$$h = 6.6 \times 10^{-34} \ J/sec$$

फोटॉन के महत्वपूर्ण अभिलक्षण :-

(i) किसी भी स्त्रोत से विकिरण फोटॉन के रूप मे उत्सर्जित होता है जो सीधी रेखा मे प्रकाश की चाल से चलते है।

(ii) समान तरंगदैर्ध्य λ तथा आवृत्ति ν के संगत सभी फोटॉनो की ऊर्जा समान होती है।

(iii) एक ही स्त्रोत से उत्सर्जित सभी फोटॉनो का निर्वात मे वेग समान $(3 \times 10^8 \ m/sec)$ होता है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

vist to "www.ncertvipnote.com"

जब कोई फोटॉन एक माध्यम से दूसरे माध्यम मे जाता है तो उसकी आवृत्ति नही बदलती परन्तु विभिन्न माध्यमो मे इसकी तरंगदैर्ध्य भिन्न-भिन्न होती है।

(v) किसी फोटॉन की तीव्रता $I = Nh\nu$.
जहाँ N प्रति सैकण्ड क्षेत्रफल से प्रति सैकण्ड गुजरने वाले फोटॉनो की संख्या है।

(vi) फोटॉन का विराम द्रव्यमान शून्य होता है।

(vii) फोटॉन का द्रव्यमान उसके गति के कारण होता है। यदि आवृत्ति ν, तरंगदैर्ध्य λ का कोई फोटॉन प्रकाश के वेग c से गतिशील है तब उसका गतिज द्रव्यमान,

$$m = \frac{h\nu}{c}$$

$$m = \frac{h\nu}{c \cdot \nu\lambda} \quad \because c = \nu\lambda$$

$$\boxed{m = \frac{h}{c\lambda}}$$

फोटॉन का संवेग $p = m \cdot c$

$$p = \frac{h}{c\lambda} \cdot c$$

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

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY
vist to "www.ncertvipnote.com"

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

विद्युतीय रूप से फोटॉन एक उदासीन कण है।

आइंस्टाइन का प्रकाश वैद्युत समीकरण :-

सन् 1905 में आइंस्टाइन ने प्रकाश वैद्युत प्रभाव की व्याख्या क्वांटम सिद्धान्त के आधार पर की। इस सिद्धान्त के अनुसार

" जब कोई फोटॉन धातु की प्लेट पर गिरता है तो वह अपनी सम्पूर्ण ऊर्जा $h\nu$ को धातु के भीतर उपस्थित इलेक्ट्रॉनो को स्थानान्तरित कर देता है। और इसका स्वयं का अस्तित्व समाप्त हो जाता है। इस ऊर्जा का कुछ भाग इलेक्ट्रॉन को धातु से बाहर निकालने में व्यय हो जाता है तथा शेष ऊर्जा उत्सर्जित इलेक्ट्रॉन को गतिज ऊर्जा के रूप में मिल जाती है। परन्तु सभी इलेक्ट्रॉन धातु के पृष्ठ से ही उत्सर्जित नहीं होते। जो इलेक्ट्रॉन धातु के भीतर से उत्सर्जित होते है। वे पृष्ठ तक आने में परमाणुओं से टकराते है जिससे वे कुछ ऊर्जा खो देते है जो इलेक्ट्रॉन धातु की ऊपरी पृष्ठ से उत्सर्जित होते है, उनकी गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है।"

vist to "www.ncertvipnote.com"

माना धातु के पृष्ठ से उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा E_k तथा धातु से प्रकाश इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा ω है तब उपरोक्त व्याख्या के अनुसार —

$$h\nu = \omega + E_k$$

$$E_k = h\nu - \omega \quad \text{——— (1)}$$

यदि इलेक्ट्रॉन द्वारा अवशोषित फोटॉन की ऊर्जा धातु के कार्य फलन ω से कम हो तब इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित नही होगा। अत: यदि दी हुई धातु के लिए प्रकाश की देहली आवृत्ति ν_0 हो तो ऐसे प्रकाश के फोटॉन की ऊर्जा $h\nu_0$ इलेक्ट्रॉन को धातु के पृष्ठ से निकालने मे व्यय हो जाएगी।

$$\omega = h\nu_0$$

ω का मान समी० (1) मे रखने पर,

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

$$E_k = h(\nu - \nu_0) \quad \text{——— (2)}$$

यदि उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉनो का अधिकतम वेग v_{max} है तो -

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

इस समीकरण को आइंस्टाइन का प्रकाश वैद्युत समीकरण कहते है।

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
vist to "www.ncertvipnote.com"

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

आइंस्टाइन समीकरण से प्रकाश वैद्युत प्रभाव के नियम की व्याख्या :—

यदि किसी दी हुई आवृत्ति ν के प्रकाश की तीव्रता बढ़ाई जाए तो धातु से प्रति सेकण्ड उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉनो की संख्या बढ़ जाएगी परन्तु उनकी अधिकतम गतिज ऊर्जा E_K उतनी ही रहेगी। इस प्रकार प्रकाश वैद्युत प्रभाव के नियम I व II की व्याख्या हो जाती है।

आइंस्टाइन समीकरण से यह स्पष्ट है कि प्रकाश इलेक्ट्रॉनो की अधिकतम गतिज ऊर्जा E_K, आपतित प्रकाश की आवृत्ति ν के बढ़ने पर बढ़ती है। यह प्रकाश वैद्युत प्रभाव का नियम III है।

यदि $\nu > \nu_0$ हो तब इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा ऋणात्मक होगी जो कि असम्भव है। अर्थात् यदि ν का मान देहली आवृत्ति ν_0 से कम है तो प्रकाश इलेक्ट्रॉनो का उत्सर्जन सम्भव नही है। यह नियम IV है।

जैसे ही प्रथम प्रकाश फोटॉन धातु पर गिरता है, धातु का कोई इलेक्ट्रॉन तुरंत ही उसे ज्यों-के-त्यों अवशोषित करके उत्सर्जित हो जाता है। इस प्रकार धातु पर प्रकाश के गिरने तथा इलेक्ट्रॉन

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

के उत्सर्जन होने के बीच कोई समय पश्चता नही होती। यह नियम V है।

दी ब्रोगली तरंगदैर्ध्य के लिए व्यंजक :—

प्रकाश के क्वांटम सिद्धान्त के अनुसार, आवृत्ति ν की प्रकाश तरंग के साथ सम्बद्ध फोटॉन की ऊर्जा $h\nu$ है। ——— (1)

यदि फोटॉन का द्रव्यमान m हो तो आइंस्टाइन के सापेक्षता के विशिष्ट सिद्धान्त के अनुसार $E = mc^2$ ——— (2)

$$h\nu = mc^2$$

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

$\because c = \nu\lambda$

$\nu = \frac{c}{\lambda}$

$$m = \frac{hc}{c^2\lambda}$$

$$m = \frac{h}{c\lambda}$$

फोटॉन का संवेग $p = m \cdot c$

$$p = \frac{h}{c\lambda} \cdot c$$

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

अत: फोटॉन से सम्बद्ध तरंगदैर्ध्य $\boxed{\lambda = \frac{h}{p}}$

दी ब्रॉगली ने यह माना की गतिमान द्रव्य कण के साथ सम्बद्ध तरंगदैर्ध्य $\lambda = \frac{h}{p}$ होती है। यदि कण का

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL
WILL STUDY

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

द्रव्यमान m है तथा वह v वेग से गतिमान है तब कण का संवेग $p = m \times v$ होता है। अतः गतिमान द्रव्य कण के साथ सम्बद्ध तरंगदैर्ध्य

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

यही दी ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य का व्यंजक है।

द्रव्य तरंगो के गुण :-

(i) $\lambda \propto \frac{1}{m}$ अर्थात् हल्क हल्के कण से बद्ध दी ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य दीर्घ होती है।

(ii) $\lambda \propto \frac{1}{v}$ अर्थात् कम वेग से गतिमान कण से बद्ध दी ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य दीर्घ होती है।

(iii) द्रव्य तरंगे कण के आवेश पर निर्भर नही करती। ये आवेशित तथा अनावेशित दोनो प्रकार से गतिमान कणो से बद्ध होती है।

(iv) ये विद्युत चुम्बकीय तरंगे नही है। क्योंकि विद्युत चुम्बकीय तरंगे केवल आवेशित कणो के उच्च आवृत्ति से कम्पन करने पर ही उत्पन्न होती है।

इलेक्ट्रॉन से बद्ध दी ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य :-

माना कोई कण जिसका द्रव्यमान m है, वेग v से गतिमान है तब इससे सम्बद्ध दी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \quad \text{---(1)}$$

यदि इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा K हो तो,

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

$$2K = mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

v का मान समी० (1) में रखने पर,

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot \sqrt{\frac{2K}{m}}}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{\frac{2K \cdot m^2}{m}}}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mK}}}$$

माना इलेक्ट्रॉन को विरामावस्था में V वोल्ट विभवान्तर द्वारा त्वरित किया जाय तब इलेक्ट्रॉन द्वारा अर्जित गतिज ऊर्जा $K = e \cdot V$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{\sqrt{2m \cdot eV}}}$$

h, m, e का मान रखने पर,

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{\sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^{-19} \times V}}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 10^{25}}{\sqrt{2 \times 9.1 \times 1.6 \times V}}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-9}}{\sqrt{29.12\, V}}$$

$$\lambda = \frac{6.63 \times 10^{-9}}{5.39 \sqrt{V}}$$

$$\lambda = \frac{1.227 \times 10^{-9}}{\sqrt{V}} = \frac{12.27 \times 10^{-10}}{\sqrt{V}}\ m$$

$$\boxed{\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}}\ A^\circ}$$

vist to "www.ncertvipnote.com"

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

SUBSCRIBE I WILL STUDY YOUTUBE CHANNEL

—: Formula :—

कार्य फलन $W = h\nu_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_0}$

फोटॉन की ऊर्जा $E = h \cdot \nu = h\frac{c}{\lambda}$

प्रकाश इलेक्ट्रॉन की गतिज ~~ऊर्जा~~ $E_K = E - W$

$$\frac{1}{2}mv^2 = h\nu - h\nu_0$$

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

फोटॉन का संवेग $p = m \cdot c = \frac{h}{\lambda}$

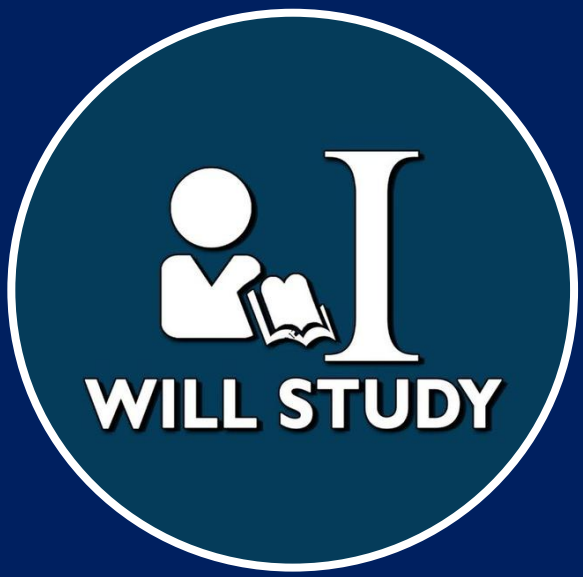
दी ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य $\lambda = \frac{h}{p}$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$$

$$\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}}$$

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

vist to "www.ncertvipnote.com"



SUBSCRIBE

SUBSCRIBE

VISIT TO

NVN-OPEN

Also Read & Watch

Maths All Chapter Important Question

Maths Chapter-wise Solutions in Hindi

Study Motivation

Unsolved Paper Solutions

Click Here