RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

ई- पाठशाला

12TH PHYSICS

विकिरण तथा द्रव्य की द्वैत प्रकृति

ONE SHOT

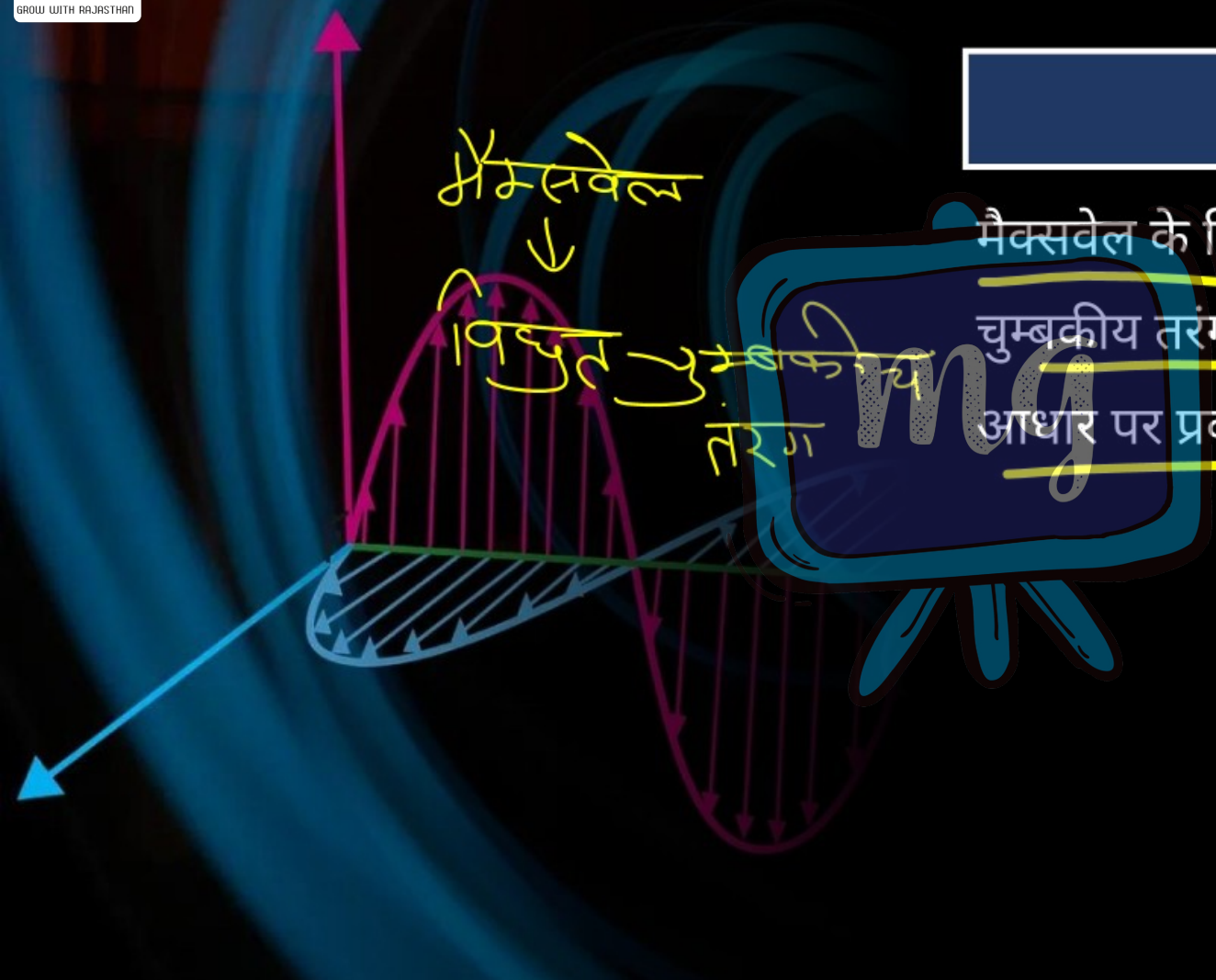
पूरा चैप्टर एक ही क्लास में ...

LIVE | 09 OCT | 5:00 PM



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



प्रस्तावना

मैक्सवेल के विद्युत चुम्बकत्व की समीकरण, विद्युत चुम्बकीय तरंगों के उत्पादन के हर्ट्ज़ के प्रयोगों के आधार पर प्रकाश की प्रकृति तरंग मानी जाती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

- लगभग 0.001mm पारे के स्तंभ के अत्यन्त कम दाब पर गैसों के विद्युत विसर्जन के आधार विलियम क्रुक्स ने कैथोड़ किरणों की खोज की।
- प्रकाश विद्युत प्रभाव, इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन आदि घटनाओं के आधार प्रकाश की प्रकृति कणीय मानी गयी।
- वैज्ञानिकों ने निष्कर्ष दिया विकिरण की द्वैत प्रकृति (कणीय-तरंग) दोनों होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

① आपेक्षिक आवेश किसे कहते है।

उत्तर= आवेश तथा द्रव्यमान के अनुपात को आपेक्षिक वेग कहते है।

$$\frac{q}{m}$$

मात्रक = C/kg

☛ फ्रेंच वैज्ञानिक - लुईस-दे-ब्रॉग्ली ने 1924 में बताया कि गतिशील कणीय पदार्थ दोनों प्रकृति को प्रदर्शित करता है।

☛ जे.जे. थॉमसन ने विसर्जन नलिका में लम्बवत विद्युत क्षेत्र व चुम्बकीय क्षेत्र को स्थापित कर कैथोड़ किरणों का वेग तथा आपेक्षिक आवेश की खोज की।

$$\frac{e}{m} = 1.76 \times 10^{11} C/kg$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

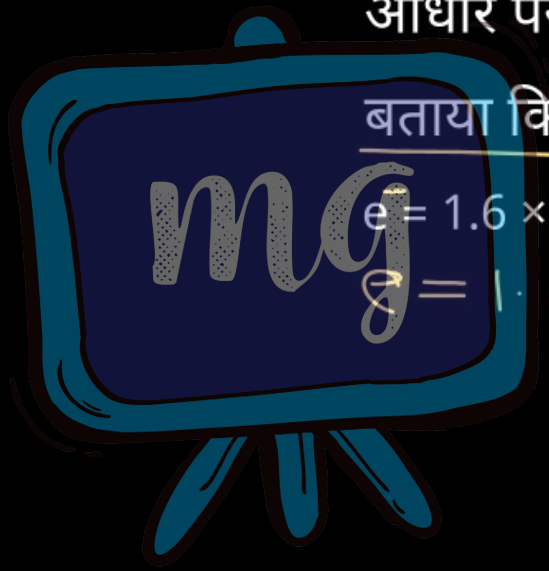
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

अध्याय 1

☛ वैज्ञानिक, रॉबर्ट मिलिकन ने तेल-बूंद प्रयोग के आधार पर इलेक्ट्रॉन पर आवेश को खोजा तथा बताया कि आवेश विद्युत क्वाण्टीकृत होता है।

$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$

$q = 1.6 \times 10^{-19}\ C$



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$1eV = 1.6 \times 10^{-19} J$



इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन

धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा को कार्यफलन कहते है।

- इसे ω_0 या ϕ_0 से लिखते है।
- कार्यफलन को ev में मापते है।
- 1 ev (1 इलेक्ट्रॉन – वोल्ट) = 1.6×10^{-19} जूल
- कार्यफलन धातु सतह के गुणों एवं प्रकृत्ति पर निर्भर करता है।
- अधिकतम कार्यफलन – प्लेटिनम (5.65 ev)

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

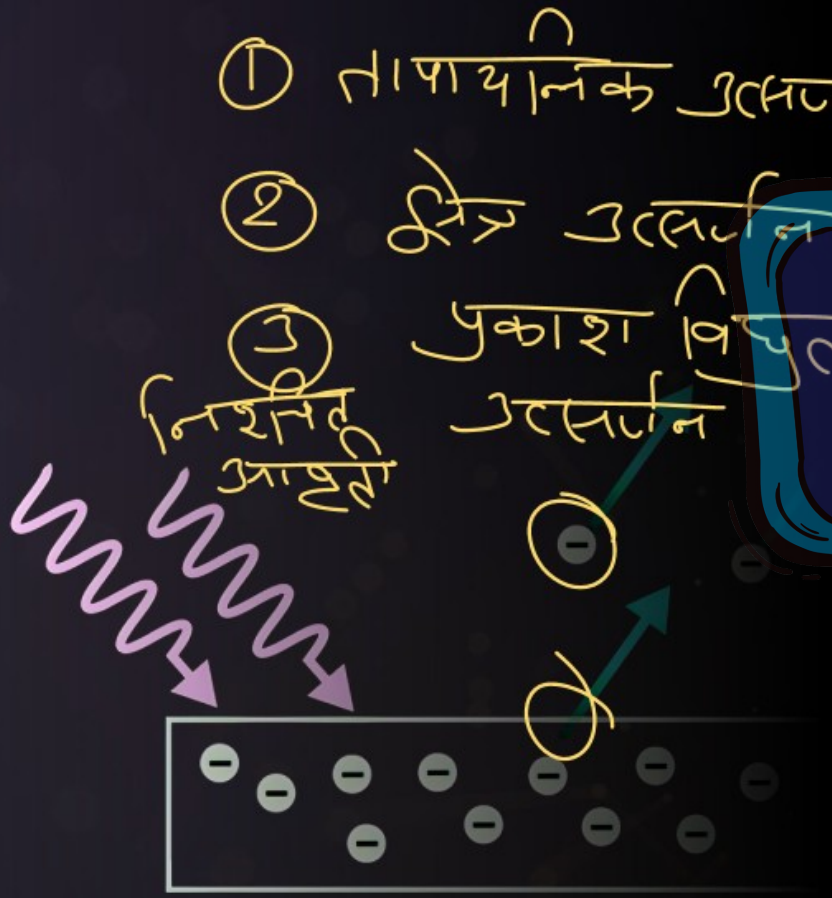


- न्यूनतम कार्यफलन – सीजियम (2.14 ev)
- धातु सतह से इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन के लिए आवश्यक ऊर्जा मुक्त इलेक्ट्रॉनों को निम्न प्रकार से दी जा सकती है।

(1) तापायनिक उत्सर्जन – धातु सतह को ताप देकर मुक्त इलेक्ट्रॉन को धातु सतह से बाहर निकालने की प्रक्रिया को तापायनिक उत्सर्जन कहते है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



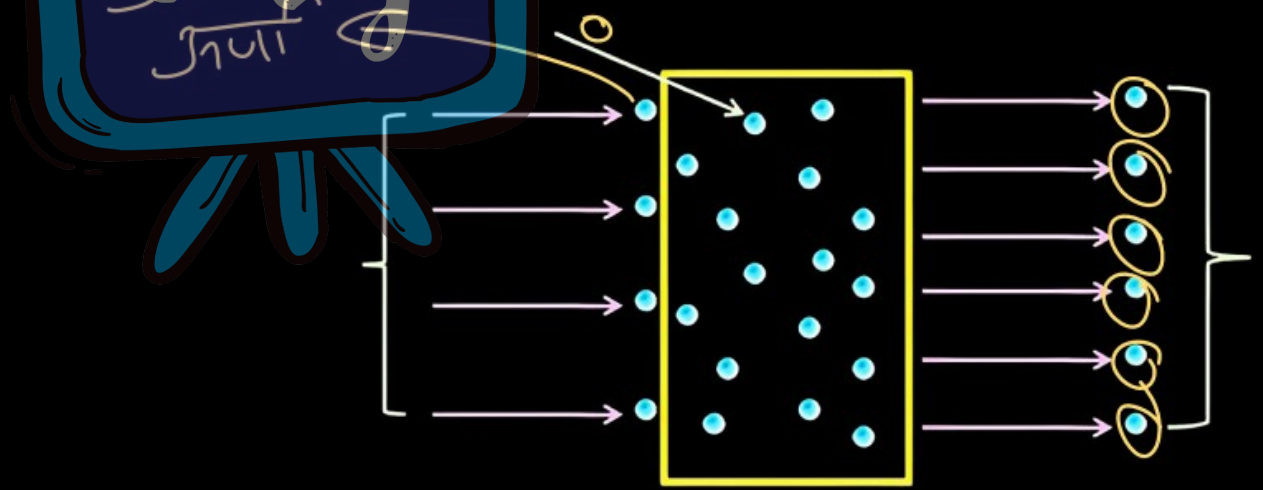
(2) क्षेत्र उत्सर्जन – प्रबल विद्युत क्षेत्र आरोपित करके मुक्त इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने की प्रक्रिया को क्षेत्र उत्सर्जन कहते है।

(3) प्रकाश विद्युत उत्सर्जन – धातु सतह पर उचित आवृत्ति का प्रकाश आपतित करवाकर धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉन बाहर निकालने की प्रक्रिया को प्रकाश विद्युत उत्सर्जन कहते है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(4) द्वितीयक उत्सर्जन – धातु सतह पर उच्च ऊर्जा के इलेक्ट्रॉन की संघट्ट करवाकर धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने की प्रक्रिया को द्वितीयक उत्सर्जक कहते है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

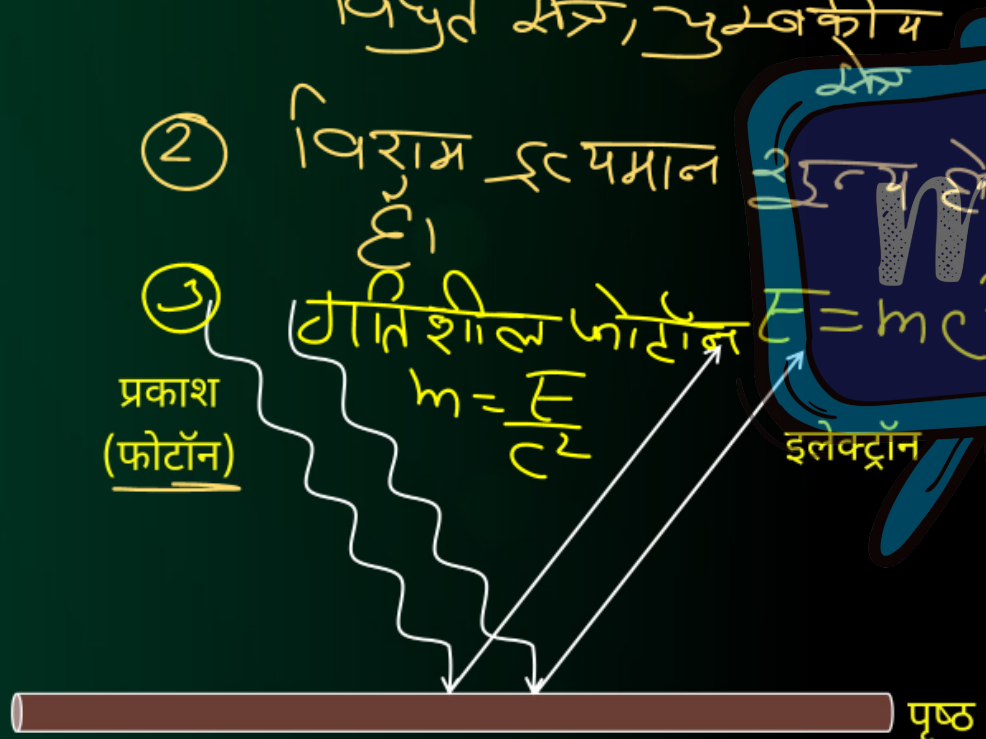
फोटॉन

① विद्युत उदासीन होते है।
विद्युत क्षेत्र, चुम्बकीय क्षेत्र

② विराम द्रव्यमान 0 है।

③ गतिशील फोटॉन $m = \frac{E}{c^2}$

$E = mc^2$



विद्युत धारा → अपवहन वेग

प्रकाश विद्युत प्रभाव

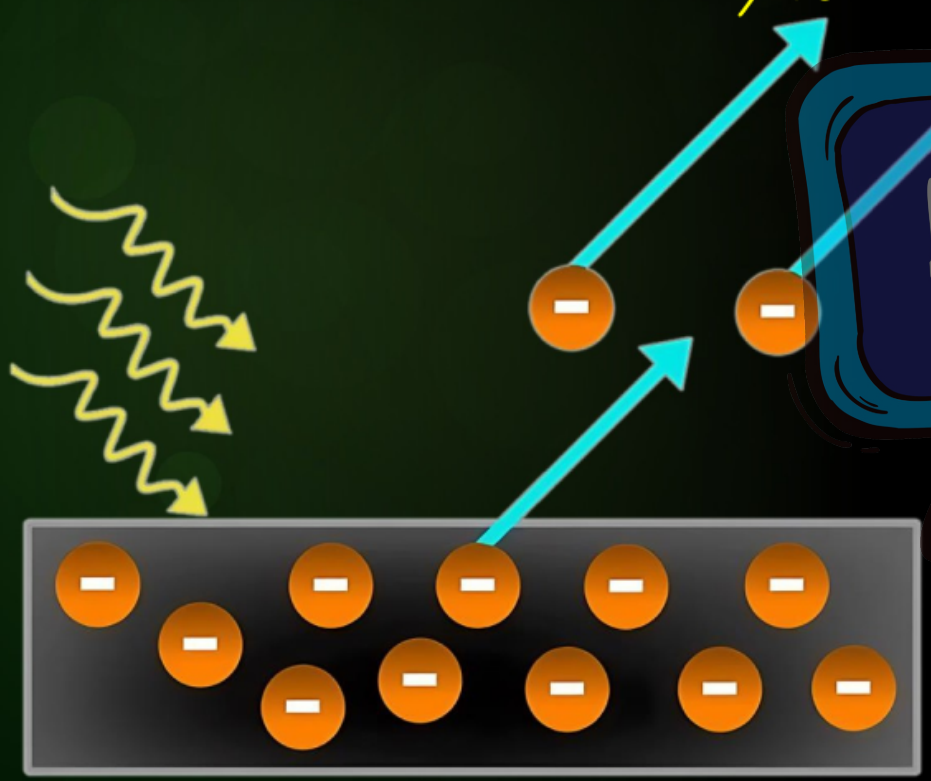
- जब धातु सतह पर उचित आवृत्ति की विद्युत चुम्बकीय विकिरणों को आपतित करवाकर, इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन करवाया जाये तो इसे प्रकाश विद्युत प्रभाव कहते है।
- धातु सतह पर उचित आवृत्ति का प्रकाश आपतित करवाकर इलेक्ट्रॉनों को गति कराने से उत्पन्न धारा को प्रकाशिक धारा या फोटो धारा कहते है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

ROSE

Q देहली आवृत्ति किसे कहते है। ν_0, f.



- धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉन को बाहर निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा को कार्यफलन कहते है।
- वह न्यूनतम आवृत्ति जिस पर धातु सतह पर विकिरण डालने पर धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन प्रारंभ हो जाता है, उसे उस धातु की देहली आवृत्ति कहते है। इसे ν_0 से लिखते है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

$\phi_0 = h\upsilon_0$ — ①

हम जानते हैं कि

$\upsilon_0 = f = \frac{c}{\lambda_0}$ — ②

समी. ② से मान ① में

$$\phi_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

λ_0 = देहली तरंगदैर्ध्य

☛ कार्यफलन का मान दी गई धातु सतह की देहली आवृत्ति के समानुपाती होता है।

$$\phi_0 \propto \nu_0$$

$$\phi_0 = h\nu_0$$

☛ यहाँ h एक प्लांक नियतांक है।

$h = 6.626 \times 10^{-34}$ J. Sec.

$$\phi_0 = \frac{hC}{\lambda_0}$$

$$\phi_0 = \frac{hC}{\lambda_0}$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ वह अधिकतम तरंग दैर्ध्य जिस पर आपतित विकिरण धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉनों को उत्सर्जन कर देता है, धातु की देहली तरंगदैर्ध्य कहलाती है।

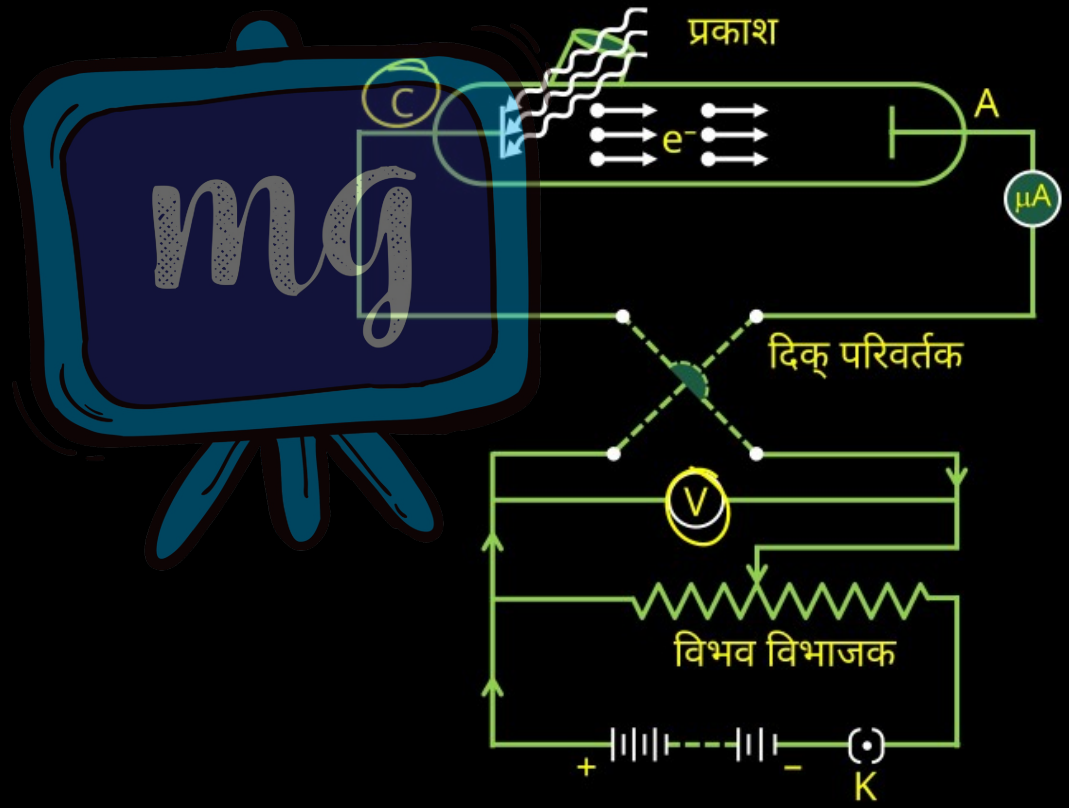
$$\phi_0(\text{eV में}) = \frac{1240}{\lambda_0\ (\text{A})\ \text{में}}$$

$hc = 1240$

$\lambda_0(\text{A}^\circ)$

$1\text{A} = 10^{-10}\text{m}$

प्रकाश विद्युत प्रभाव का प्रायोगिक अध्ययन

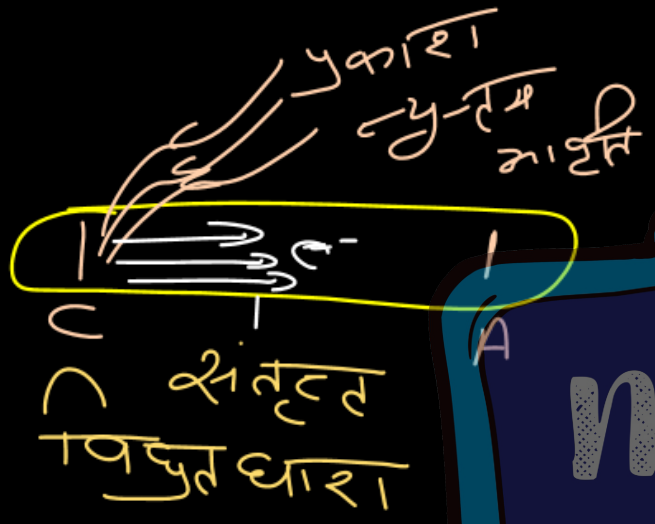


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

संरचना

- इस प्रायोगिक व्यवस्था में निर्वातित कांच की नली में पर प्रकाश संवेदी प्लेट कैथोड़ (C) धात्विक एनोड (A) होते है। कैथोड़ व एनोड़ दोनों एक विभव विभाजक की सहायता से बैटरी से जुड़े होते है। विभव विभाजक से प्लेट का विभव परिवर्तित किया जा सकता हैं।
- वोल्टेज को मापने के लिए पार्श्व क्रम में वोल्टमीटर तथा प्रकाशिक धारा मापने के लिए माइक्रो अमीटर को श्रेणी क्रम जोड़ा जाता है।



कार्यविधि

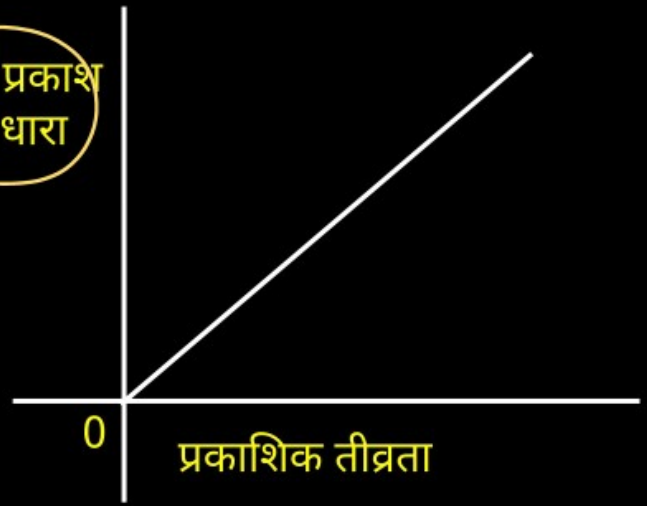
- जब कुंजी K को ON रखकर, एकवर्णीय प्रकाश कैथोड़ पर आपतित करवाते है तब अमीटर द्वारा धारा का प्रेक्षण होता है।
- देहली आवृत्ति मिलने पर, प्लेट C से इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन होता है, जो प्लेट A की ओर गति करते है। प्रकाश विद्युत प्रभाव में निम्न कारकों का अध्ययन करते है–

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रकाशिक धारा पर प्रकाश की तीव्रता का प्रभाव

1. विभव व आवृत्ति को नियत रखते हुए भिन्न-भिन्न तीव्रताओं के लिए संतृप्त प्रकाशिक धारा को मापते है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिणाम

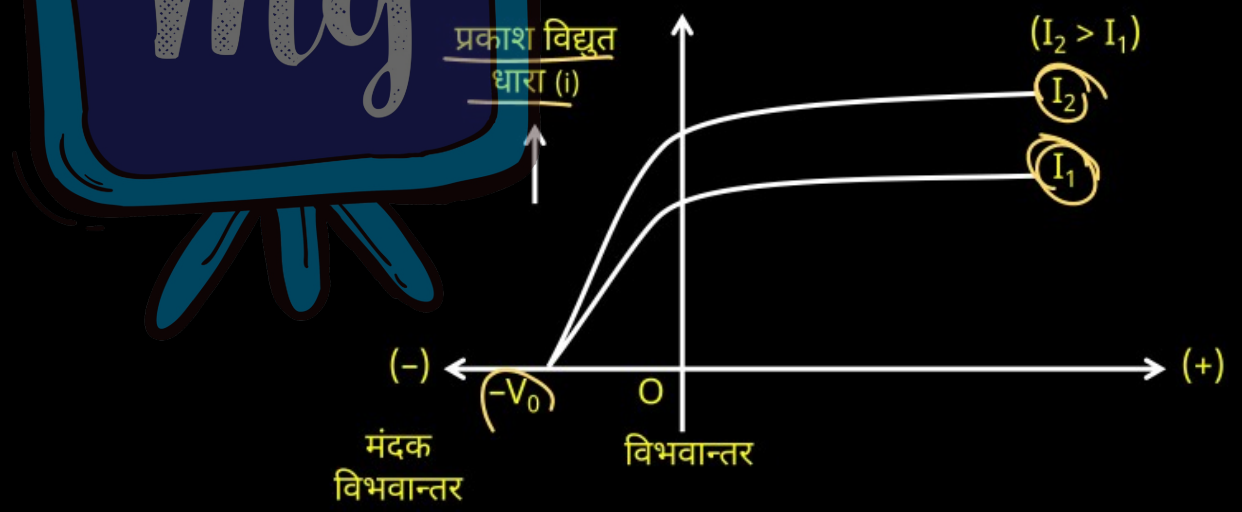
- प्रति सैकण्ड उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉनों की संख्या आपतित प्रकाश की तीव्रता के समानुपाती होता है।
- यह स्पष्ट है कि संतृप्त प्रकाशिक धारा दी गई आवृत्ति पर प्रकाशिक तीव्रता के समानुपाती होता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रकाशिक धारा पर विभव का प्रभाव

आपतित प्रकाश की आवृत्ति को नियत रखते हुए भिन्न तीव्रताओं पर प्रकाशिक धारा को मापते है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

परिणाम

- त्वरक विभव के लिए प्रकाशिक धारा का मान बढ़ता है तथा एक निश्चित वोल्टता पर धारा का मान संतृप्त हो जाता है।
- जब संग्राहक प्लेट पर ऋणात्मक विभव लेते है तब प्रकाशिक धारा का मान कम होने लगता है।
- प्रकाशिक धारा का मान एक निश्चित ऋणात्मक विभव पर शून्य हो जाता है।

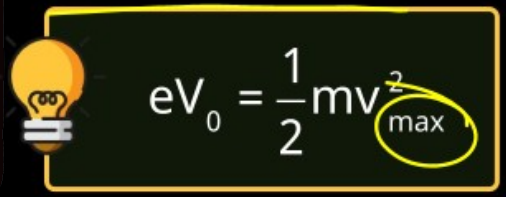
RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

Q निरोधी विभव किसे कहते हैं।

☛ संग्राहक प्लेट पर वह न्यूनतम ऋणात्मक विभव जिस पर प्रकाशिक धारा का मान शून्य हो जाता है, निरोधी विभव कहलाता है।



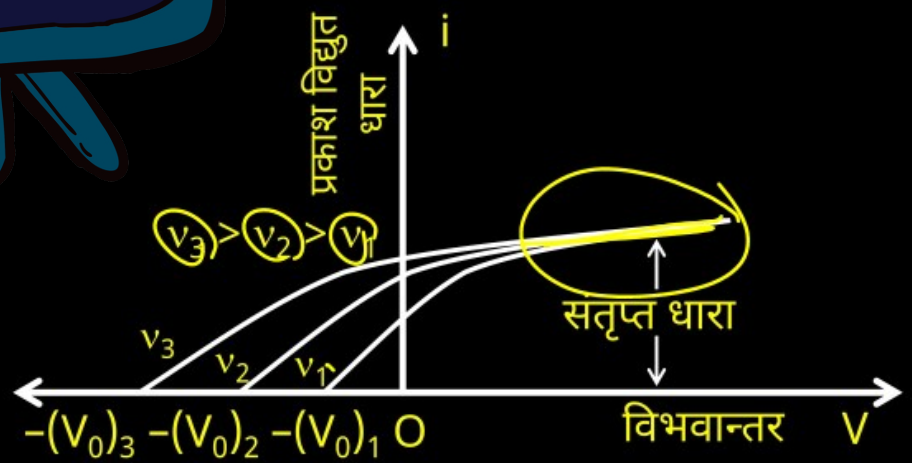


RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

निरोधी विभव पर आपतित प्रकाश की आवृत्ति पर प्रभाव

आपतित प्रकाश की तीव्रता को नियत रखते हुए आपतित प्रकाश की भिन्न-भिन्न आवृत्तियों पर प्रकाशिक धारा को मापित करते है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

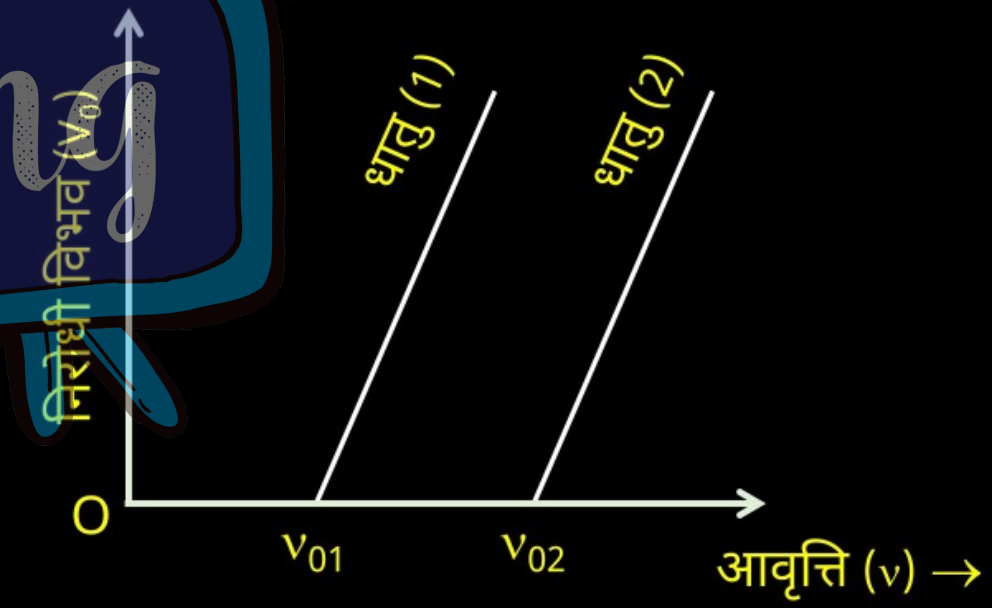
परिणाम

- आपतित विकिरण की आवृत्ति अधिक होने पर, निरोधी विभव के मान में वृद्धि होती है। इसलिए उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा और निरोधी विभव धातु सतह की प्रकृति और आपतित प्रकाश की आवृत्ति पर निर्भर करती है।
- संतृप्त प्रकाशिक धारा आपतित विकिरण की आवृत्ति पर निर्भर नहीं करती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

आपतित प्रकाश की आवृत्ति का निरोधी विभव के साथ परिवर्तन



परिणाम

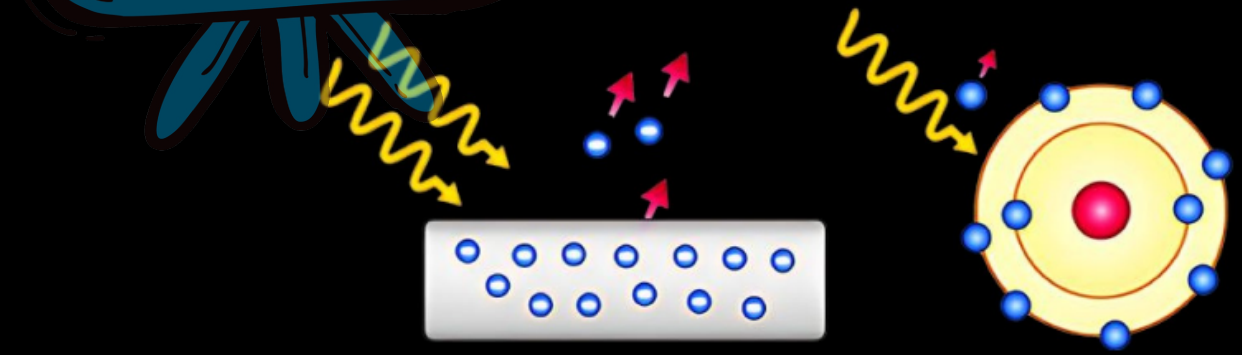
- देहली आवृत्ति धातु प्लेटों का अभिलाक्षणिक गुण होता है। इस आवृत्ति पर फोटो इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा शून्य होती है।
- देहली आवृत्ति से अधिक आवृत्ति होने पर इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा शून्य से अधिकतम मान की ओर बढ़ती है।
- अधिकतम गतिज ऊर्जा और निरोधी विभव आवृत्ति का मान बढ़ने पर रैखिक रूप से दोनों के मान में वृद्धि होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

प्रकाश विद्युत प्रभाव के नियम

- धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉन के उत्सर्जन की दर प्रकाशिक तीव्रता के समानुपाती होती है।
- यदि $\nu = \nu_0$ है तो धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन नहीं होता है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- यदि आपतित प्रकाश की आवृत्ति देहली आवृत्ति से अधिक है तो धातु सतह से मुक्त इलेक्ट्रॉनों से उत्सर्जन में कोई समय पश्चतता नहीं होती है।
- उत्सर्जित फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाशिक तीव्रता पर निर्भर नहीं करता है।
- फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित विकिरण की आवृत्ति पर निर्भर करती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

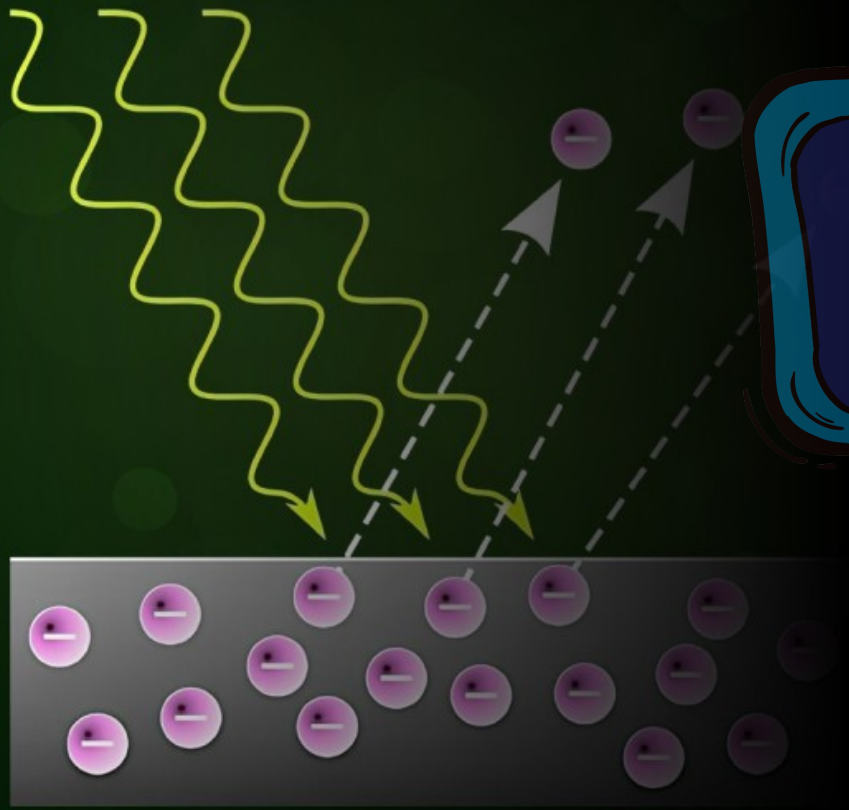
☛ फोटो इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा आवृत्ति बढ़ाने पर या तरंगदैर्ध्य घटाने पर बढ़ती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रकाश विद्युत प्रभाव तथा प्रकाश का तरंग सिद्धान्त



प्रकाश विद्युत प्रभाव के स्पष्टीकरण में तरंग सिद्धान्त की असफलताएं-

(1) तरंग सिद्धान्त के अनुसार, "इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा प्रकाशिक तीव्रता पर निर्भर करती है लेकिन प्रकाश विद्युत प्रभाव के प्रायोगिक परिणाम में ऐसा नहीं है।

(2) तरंग सिद्धान्त के अनुसार आवृत्ति के किसी भी मान पर प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन प्रारंभ हो सकता है लेकिन प्रकाश विद्युत प्रवाह के प्रायोगिक परिणाम में ऐसा नहीं हैं।

(3) तरंग सिद्धान्त के अनुसार, "पृष्ठ पर प्रकाश को आपतित करने पर इलेक्ट्रॉन ऊर्जा अवशोषित करने के कुछ समय पश्चात् ही इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन प्रारंभ होता है अर्थात् समय पश्चतता होती है जबकि प्रकाश विद्युत प्रभाव के प्रायोगिक परिणामों में ऐसा नहीं है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

ROSE
प्रकाशवैद्युत

विकिरण की क्वाण्टम की आइन्स्टीन प्रकाश विद्युत समीकरण

नोट

फोटोन की ऊर्जा

$E = h\upsilon$

$E = \frac{hc}{\lambda}$

फोटोन की ऊर्जा	=	कार्यफलन	+	अधिकतम गतिज ऊर्जा

$E = \phi_0 + K.E.$

$h\nu = h\nu_0 + K.E_{max}$

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

यह आइन्स्टीन की प्रकाश विद्युत समीकरण कहलाती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

mg missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

हम जानते है कि $V = \frac{c}{\lambda}$

$V_0 = \frac{c}{\lambda_0}$

$\frac{1}{2} m V_{max}^2 = h(\upsilon - \upsilon_0)$

$V_{max}^2 = \frac{2h(\upsilon - \upsilon_0)}{m}$

$V_{max} = \sqrt{\frac{2h(\upsilon - \upsilon_0)}{m}}$

$V_{max} = \sqrt{\frac{2h\left(\frac{c}{\lambda} - \frac{c}{\lambda_0}\right)}{m}}$

$V_{max} = \sqrt{\frac{2hc(\lambda_0 - \lambda)}{m \lambda \lambda_0}}$

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

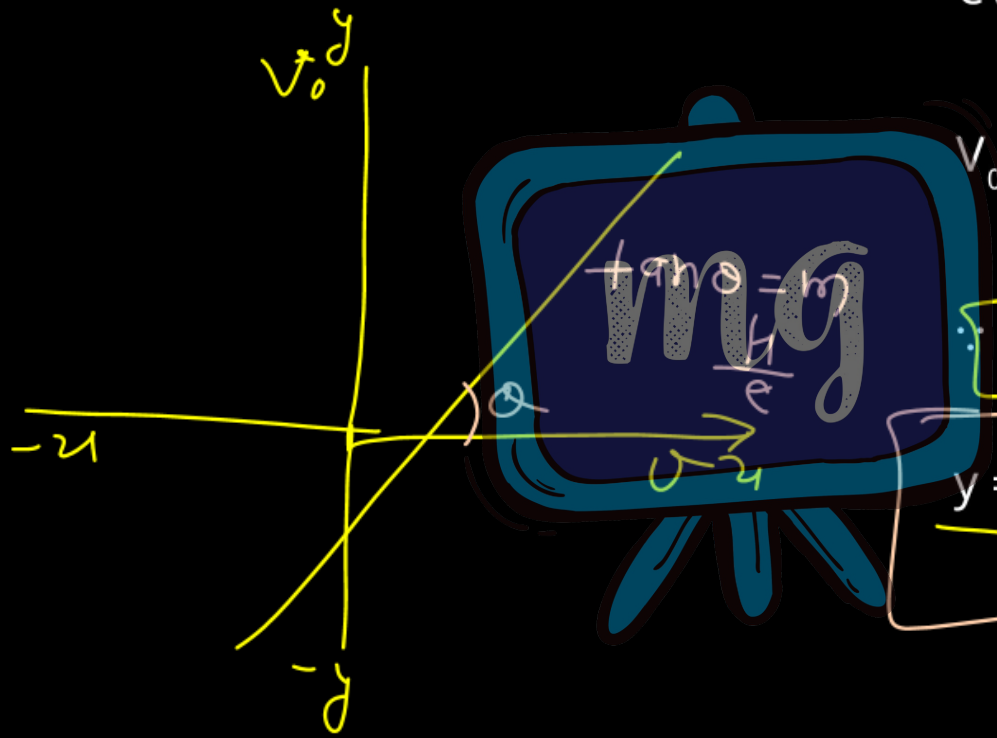
$\frac{1}{2} m V_{max}^2 = h\nu - h\nu_0$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

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

$$V_0 = \frac{h}{e}\nu - \frac{h}{e}\nu_0$$ यह एक रैखिक समीकरण है।

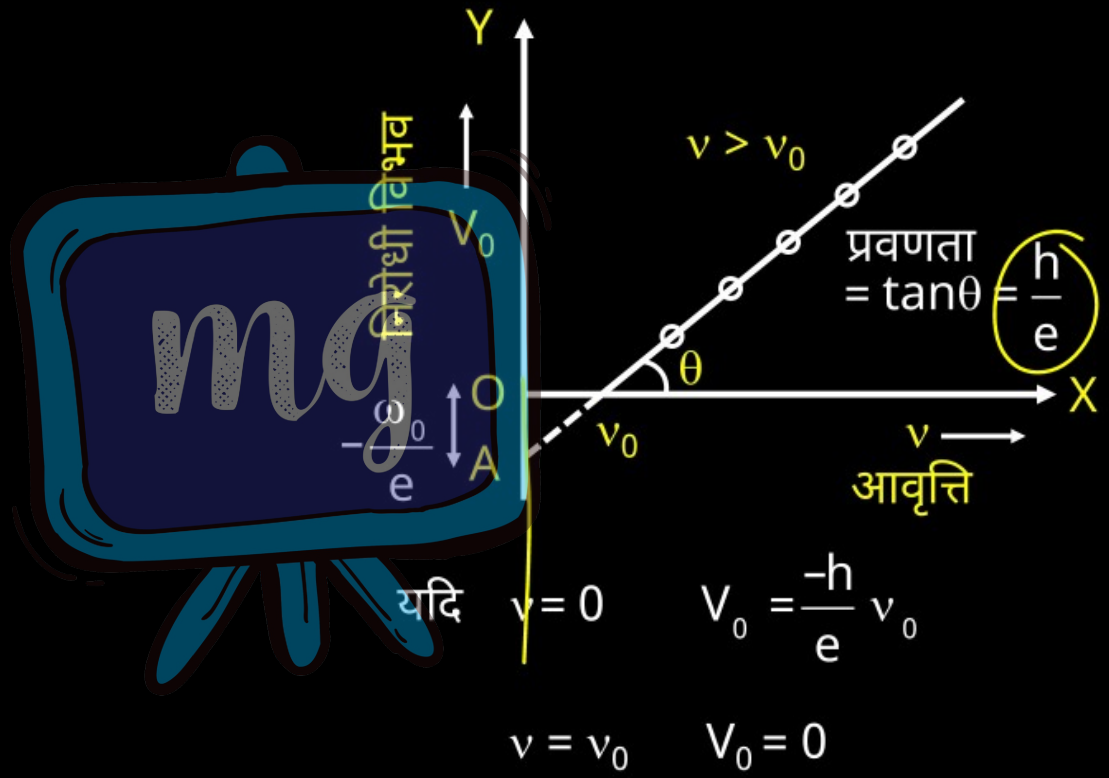


$\therefore y = mx + c$

$$y = V_0,\ m = \frac{h}{e},\ c = -\frac{h}{e}\nu_0$$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER



यदि $\nu = 0$ $\quad V_0 = \frac{-h}{e}\nu_0$

$\nu = \nu_0$ $\quad V_0 = 0$

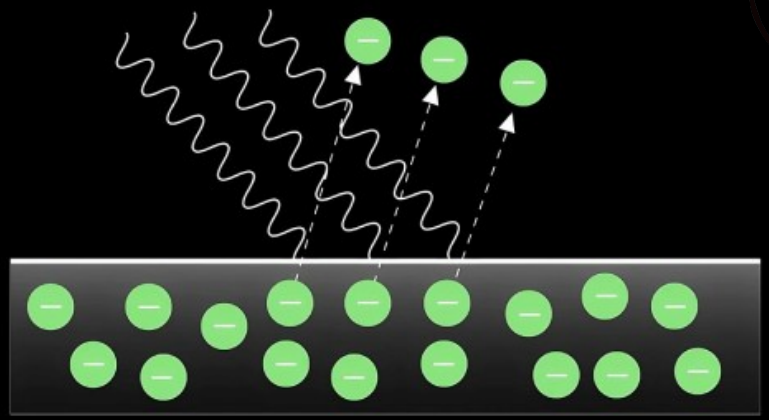
आइन्स्टीन प्रकाश विद्युत समीकरण के आधार पर प्रकाश विद्युत प्रभाव की व्याख्या

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

यदि $\nu < \nu_0$ $\frac{1}{2}mV_{max}^2$ = – ive (इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन नहीं होता हैं।)

यदि $\nu = \nu_0$ $\frac{1}{2}mV_{max}^2 = 0$ (इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होगा लेकिन गति नहीं करेगा)

यदि $\nu > \nu_0$ $\frac{1}{2}mV_{max}^2$ = +ive



e⁻ उत्सर्जित होगा और गति भी करेगा

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

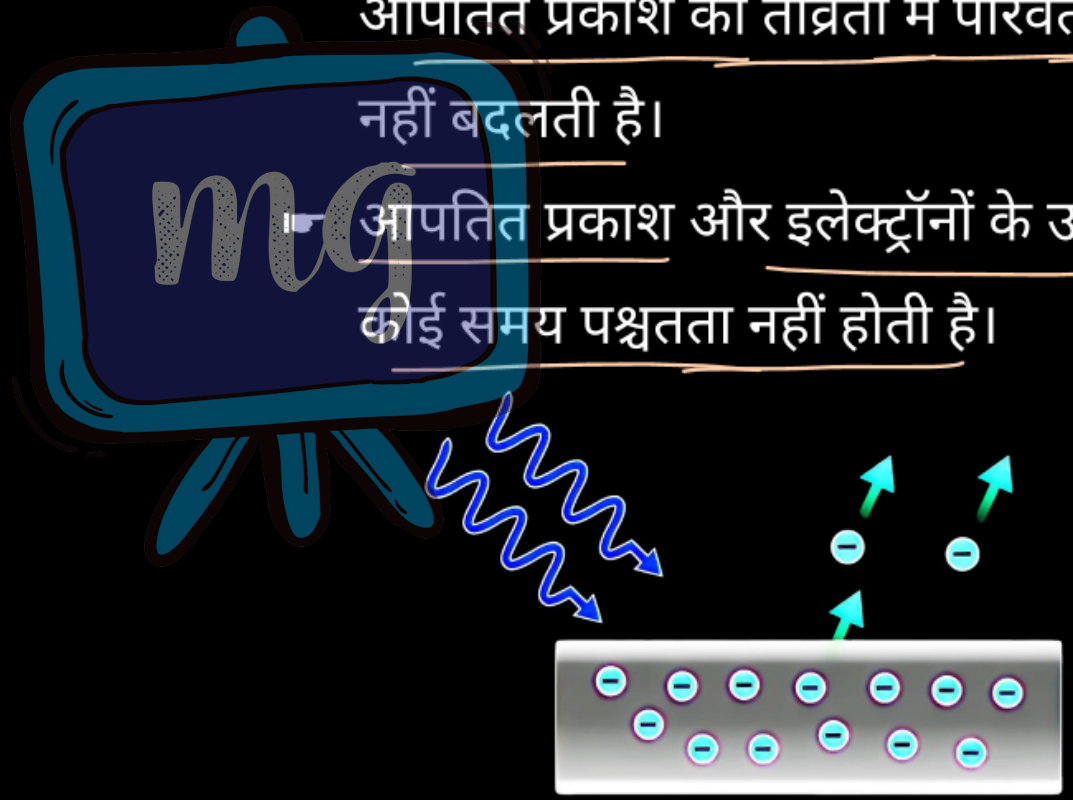
प्रकाश विद्युत प्रभाव के नियम

- इलेक्ट्रॉन पूर्णतः फोटोन की ऊर्जा अवशोषित करता है।
- फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा प्रकाशिक तीव्रता पर निर्भर नहीं करती है।
- एक फोटोन धातु सतह पर एक इलेक्ट्रॉन से अन्तर्क्रिया करवाता है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- फोटो इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम गतिज ऊर्जा आपतित प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन के साथ नहीं बदलती है।
- आपतित प्रकाश और इलेक्ट्रॉनों के उत्सर्जन में कोई समय पश्चतता नहीं होती है।



RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

प्रकाश की कणीय प्रकृति-फोटोन

- मैक्स प्लांक की क्वाण्टम सिद्धान्त के अनुसार, "विकिरत ऊर्जा विविक्त न होकर सतत रूप से उत्सर्जित होती है"
- प्रकाश ऊर्जा का अवशोषण या उत्सर्जन प्रकाश के छोटे-छोटे पैकिटों या बण्डलों के रूप में होता है। इन पैकिटों को क्वाण्टा या फोटोन कहते है।
- फोटोन की ऊर्जा, आवृत्ति के समानुपाती होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

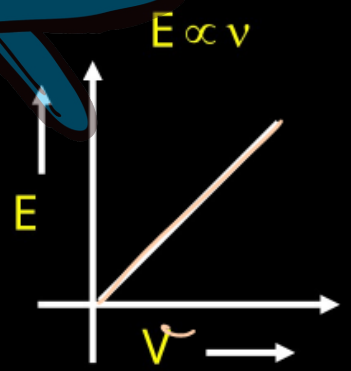
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

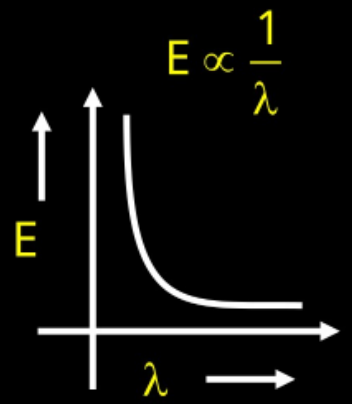
$E \propto \nu$

$E = h\nu$ $\quad h =$ प्लांक नियतांक

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

$E = \frac{hC}{\lambda}$ ..... (i)





RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER

(1) $\lambda = \frac{h}{P}$

(2) $P = \frac{h}{\lambda}$

जहाँ P = संवेग।

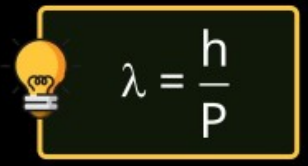
आइन्सटीन द्रव्यमान – ऊर्जा संबंध में,

$E = mc^2$ ..... (ii)

समीकरण (i) व (ii) से,

$mc^2 = \frac{hc}{\lambda} = \lambda = \frac{h\lambda}{mc^2}$

फोटोन का द्रव्यमान (P) = mc (V = C)



☛ सभी फोटोन प्रकाश की चाल से गति करते है।

$C = 3 \times 10^8$ m/sec

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

- विरामावस्था में फोटोन का द्रव्यमान शुन्य होता है और चक्रण +1 है।
- फोटोन विद्युत रूप से उदासीन होता है और ये विद्युत क्षेत्र और चुम्बकीय क्षेत्र से विक्षेपित नहीं होते है।
- फोटोन की आंशिक ऊर्जा अवशोषित न होकर कुल ऊर्जा अवशोषित होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

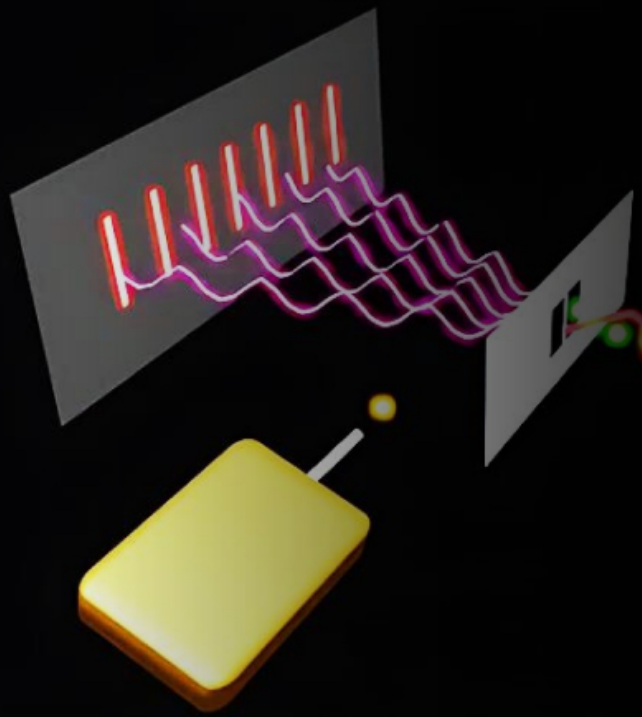
missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

द्रव्य की तरंग प्रकृति

- प्रकाश विद्युत प्रभाव और कॉम्पटन प्रभाव प्रमाणित करते है कि विकिरण, फोटोन की तरह कणीय होते है लेकिन व्यतिकरण, विवर्तन प्रमाणित करते है कि विकिरण तरंग की तरह व्यवहार करते है।
- इसलिए विकिरण द्वैत प्रकृत्ति के होते है जिसका अर्थ है कि इनकी प्रकृत्ति कणीय व तरंग दोनों होती है।

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan
LET'S LEARN TOGETHER



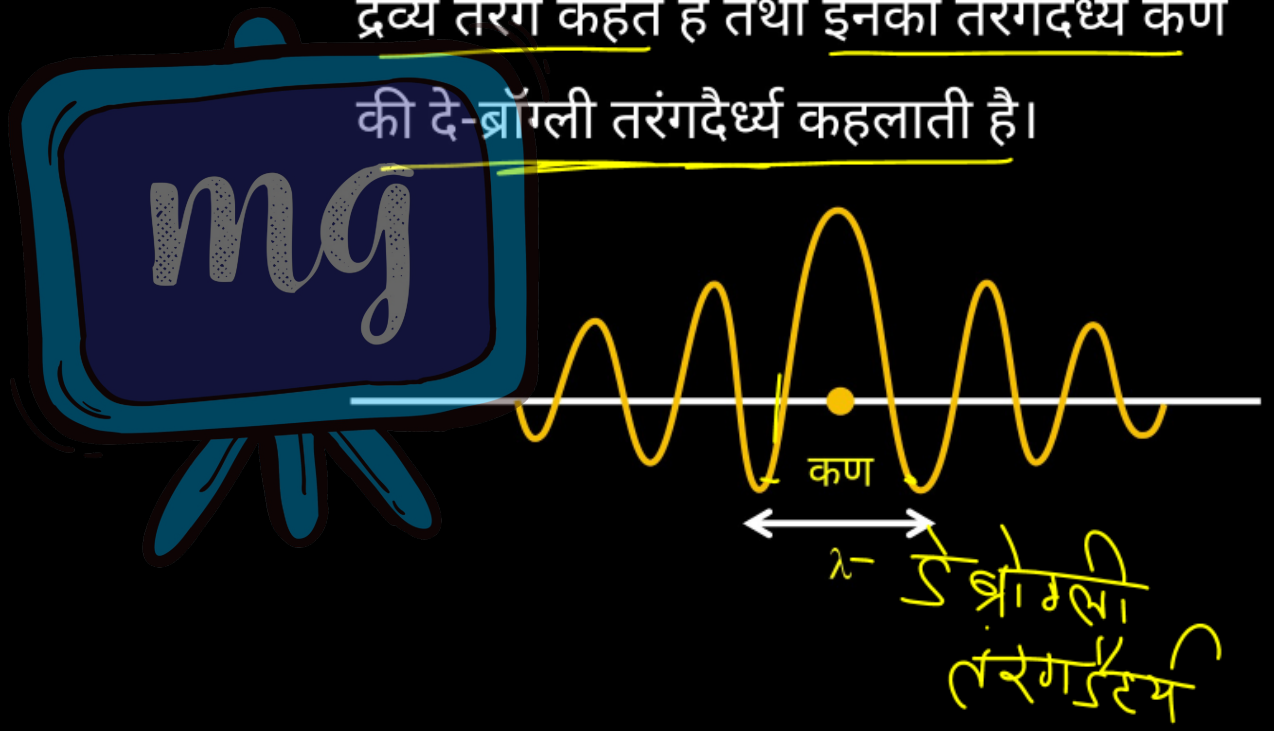
दे - ब्रॉग्ली परिकल्पना

- ब्रह्माण्ड में द्रव्य व विकिरण दोनों होते है।
- इसकी प्रकृति सममित होती है।
- यदि विकिरण की द्वैत प्रकृति है तब "द्रव्य की भी द्वैत प्रकृति होनी चाहिए।"
- दे-ब्रॉग्ली के अनुसार, "इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन जैसे कणों में तरंग व कण दोनों गुण होते है।"

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ गतिशील कण तरंग से सम्बद्ध होते है, इन्हें द्रव्य तरंगें कहते है तथा इनकी तरंगदैर्ध्य कण की दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य कहलाती है।



फोटोन की ऊर्जा $E = \frac{hc}{\lambda} = mc^2$

E_K = गतिज ऊर्जा

$E_K = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore \lambda = \frac{h}{P}$

☛ एक कण के लिए दे-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य

$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \quad \because E_K = \frac{P^2}{2m}$

☛ आवेशित कणों के लिए, $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqv}}$

☛ इलेक्ट्रॉन के लिए $\lambda = \frac{12.27}{\sqrt{V}}\ ^0A$

RIICO
GROW WITH RAJASTHAN

missiongyan®
LET'S LEARN TOGETHER

☛ प्रोट्रॉन की लिए $\lambda = \frac{0.286}{\sqrt{V}}\ ^{0}A$

☛ अनावेशित या उदासीन के लिए, $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$

$\lambda = \frac{30.8}{\sqrt{3mKT}}$ K = बोल्टजमान नियतांक

$E_K = \frac{3}{2}KT$

$\lambda = \frac{h}{\sqrt{3mKT}}$ न्यूट्रॉन के लिए $\lambda = \frac{30.8}{\sqrt{T}}\ ^{0}A$

अभ्यास प्रश्न

1. 30 kV इलेक्ट्रॉनों के द्वारा उत्पन्न X-किरणों की

(a) उच्चतम आवृत्ति तथा

1. 30 kV इलेक्ट्रॉनों के द्वारा उत्पन्न X-किरणों की

(a) उच्चतम आवृत्ति तथा

उत्तर :

$V = 30kV = 3 \times 10^4 volt$

$E = eV$

$= 1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^4$

$= 4.8 \times 10^{-15} J$

$E = h\nu$

$\nu_{max} = \frac{E}{h} = \frac{4.8 \times 10^{-15}}{6.62 \times 10^{-34}}$

$= 7.24 \times 10^{18} Hz$

अभ्यास प्रश्न

(b) निम्नतम तरंगदैर्ध्य प्राप्त कीजिए।



(b) निम्नतम तरंगदैर्ध्य प्राप्त कीजिए।

उत्तर :

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

$$\lambda_{min} = \frac{c}{\nu_{max}} = \frac{3\times10^{8}}{7.24\times10^{18}}$$

$$= 0.41\times10^{-10}\,m$$

$$= 0.041\,nm$$

अभ्यास प्रश्न

2. सीज़ियम धातु का कार्य फलन 2.14 eV है। जब 6×10^{14} Hz आवृत्ति का प्रकाश धातु-पृष्ठ पर आपतित होता है, इलेक्ट्रॉनों का प्रकाशिक उत्सर्जन होता है।

(a) उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा,

2. सीज़ियम धातु का कार्य फलन 2.14 eV है। जब 6×10^{14} Hz आवृत्ति का प्रकाश धातु-पृष्ठ पर आपतित होता है, इलेक्ट्रॉनों का प्रकाशिक उत्सर्जन होता है।

(a) उत्सर्जित इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा,

उत्तर :

$$\phi_0 = 2.14\text{eV}$$

$$\nu = 6.0 \times 10^{14}\text{Hz}$$

$$K = h\nu - \phi_0$$

$$K = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 6.0 \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{-19}} - 2.14$$

$$K = 2.485 - 2.140 = 0.345\text{eV}$$

(b) निरोधी विभव, और



(b) निरोधी विभव, और

उत्तर :

$$E = eV$$

$$K = eV_0$$

$$V_0 = \frac{K}{e}$$

$$= \frac{0.345 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 0.345V$$

अभ्यास प्रश्न

(c) उत्सर्जित प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम चाल कितनी है?



अभ्यास प्रश्न

(c) उत्सर्जित प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम चाल कितनी है?

उत्तर :

$$K = \frac{1}{2}mV^2$$

$$V^2 = \frac{2K}{m} = \frac{2 \times 0.345 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}$$

$$= 0.1104 \times 10^{12}$$

$$V = 3.323 \times 10^5 \, m/sec$$

अभ्यास प्रश्न

3. एक विशिष्ट प्रयोग में प्रकाश-विद्युत प्रभाव की अंतक वोल्टता 1.5V है। उत्सर्जित प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा कितनी है?

अभ्यास प्रश्न

3. एक विशिष्ट प्रयोग में प्रकाश-विद्युत प्रभाव की अंतक वोल्टता 1.5V है। उत्सर्जित प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा कितनी है?

उत्तर :

$V_0 = 1.5 volt$

$K = eV_0$

$K = 1.6 \times 10^{-19} \times 1.5$

$K = 2.4 \times 10^{-19} J$

अभ्यास प्रश्न

4. 632.8 nm तरंगदैर्ध्य का एकवर्णी प्रकाश एक हीलियम-नियॉन लेसर के द्वारा उत्पन्न किया जाता है। उत्सर्जित शक्ति 9.42 mW है।

(a) प्रकाश के किरण-पुंज में प्रत्येक फ़ोटॉन की ऊर्जा तथा संवेग प्राप्त कीजिए,

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

$$\lambda = 632.8\text{nm} = 632.8 \times 10^{-9}\text{m}$$

$$P = 9.42\text{mw} = 9.42 \times 10^{-3}\text{w}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{632.8 \times 10^{-9}}$$

$$= 3.141 \times 10^{-19}\text{J}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{632.8 \times 10^{-9}}$$

$$= 1.047 \times 10^{-27}\text{kgms}^{-1}$$

अभ्यास प्रश्न

(b) इस किरण-पुंज के द्वारा विकिरित किसी लक्ष्य पर औसतन कितने फ़ोटॉन प्रति सेकंड पहुँचेंगे? (यह मान लीजिए कि किरण-पुंज की अनुप्रस्थ काट एकसमान है जो लक्ष्य के क्षेत्रफल से कम है), तथा

(b) इस किरण-पुंज के द्वारा विकिरित किसी लक्ष्य पर औसतन कितने फ़ोटॉन प्रति सेकंड पहुँचेंगे? (यह मान लीजिए कि किरण-पुंज की अनुप्रस्थ काट एकसमान है जो लक्ष्य के क्षेत्रफल से कम है), तथा

उत्तर :

$P = nE$

$$n = \frac{P}{E} = \frac{9.42 \times 10^{-3}}{3.141 \times 10^{-19}} = 3 \times 10^{16} \text{ फोटोन}/\text{सैकण्ड}$$

(c) एक हाइड्रोजन परमाणु को फ़ोटॉन के बराबर संवेग प्राप्त करने के लिए कितनी तेज़ चाल से चलना होगा?

(c) एक हाइड्रोजन परमाणु को फ़ोटॉन के बराबर संवेग प्राप्त करने के लिए कितनी तेज़ चाल से चलना होगा?

उत्तर : हाइड्रोजन परमाणु का संवेग फोटोन के संवेग के समान है।

$$p = mv$$

$$v = \frac{p}{m} = \frac{1.047 \times 10^{-27}}{1.66 \times 10^{-27}} = 0.63 m/s$$

अभ्यास प्रश्न

5. प्रकाश-विद्युत प्रभाव के एक प्रयोग में, प्रकाश आवृत्ति के विरुद्ध अंतक वोल्टता की ढलान 4.12×10^{-15} V s प्राप्त होती है। प्लांक स्थिरांक का मान परिकलित कीजिए।

5. प्रकाश-विद्युत प्रभाव के एक प्रयोग में, प्रकाश आवृत्ति के विरुद्ध अंतक वोल्टता की ढलान 4.12×10^{-15} V s प्राप्त होती है। प्लांक स्थिरांक का मान परिकलित कीजिए।

उत्तर :

$$m = \tan\theta = 4.12 \times 10^{-15}$$

$$m = \tan\theta = \frac{h}{e}$$

$$h = e.\tan\theta$$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \times 4.12 \times 10^{-15}$$

$$= 6.592 \times 10^{-34} \text{ J.S}$$

अभ्यास प्रश्न

6. किसी धातु की देहली आवृत्ति 3.3×10^{14} Hz है। यदि 8.2×10^{14} Hz आवृत्ति का प्रकाश धातु पर आपतित हो, तो प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन के लिए अंतक वोल्टता ज्ञात कीजिए।

अभ्यास प्रश्न

उत्तर :

$$\nu_0 = 3.3 \times 10^{14}\,\text{Hz}$$

$$\nu = 8.2 \times 10^{14}\,\text{Hz}$$

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

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

$$= \frac{6.626 \times 10^{-34}(8.2 \times 10^{14} - 3.3 \times 10^{14})}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$= 2.0292\,\text{v}$$

अभ्यास प्रश्न

7. किसी धातु के लिए कार्य-फलन 4.2 eV है। क्या यह धातु 330 nm तरंगदैर्ध्य के आपतित विकिरण के लिए प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन देगा?

7. किसी धातु के लिए कार्य-फलन 4.2 eV है। क्या यह धातु 330 nm तरंगदैर्ध्य के आपतित विकिरण के लिए प्रकाश-विद्युत उत्सर्जन देगा?

उत्तर : $\phi_0 = 4.2\text{eV}$

$$\lambda = 330\text{nm} = 330 \times 10^{-9}\text{m}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{330 \times 10^{-9}}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} = 6.0 \times 10^{-19}\text{ J}$$

$$E = \frac{6.0 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.76\text{eV}$$

अभ्यास प्रश्न

8. 7.21×10^{14} Hz आवृत्ति का प्रकाश एक धातु-पृष्ठ पर आपतित है। इस पृष्ठ से 6.0×10^{5} m/s की उच्चतम गति से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित हो रहे हैं। इलेक्ट्रॉनों के प्रकाश उत्सर्जन के लिए देहली आवत्ति क्या है?

8. 7.21×10^{14} Hz आवृत्ति का प्रकाश एक धातु-पृष्ठ पर आपतित है। इस पृष्ठ से 6.0×10^5 m/s की उच्चतम गति से इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित हो रहे हैं। इलेक्ट्रॉनों के प्रकाश उत्सर्जन के लिए देहली आवत्ति क्या है?

उत्तर : $\nu = 7.21 \times 10^{14} \text{Hz}$

$\nu = 7.21 \times 10^{14} \text{Hz}$

$v = 6.0 \times 10^5 \text{m/s}$

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times (9.1 \times 10^{-31}) \times (6.0 \times 10^5)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times 3.6 \times 10^{11}$$

अभ्यास प्रश्न

$$= 1.63 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

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

$$\nu_0 = \nu - \frac{K}{h}$$

$$= 7.21 \times 10^{14} - \frac{1.63 \times 10^{-19}}{6.626 \times 10^{-34}}$$

$$= 7.21 \times 10^{14} - 2.46 \times 10^{14}$$

$$= 4.75 \times 10^{14}\ \text{Hz}$$

अभ्यास प्रश्न

9. 488 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश एक ऑर्गन लेसर से उत्पन्न किया जाता है, जिसे प्रकाश-विद्युत प्रभाव के उपयोग में लाया जाता है। जब इस स्पेक्ट्रमी-रेखा के प्रकाश को उत्सर्जक पर आपतित किया जाता है तब प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों का निरोधी (अंतक) विभव 0.38 V है। उत्सर्जक के पदार्थ का कार्य-फलन ज्ञात करें।

9. 488 nm तरंगदैर्ध्य का प्रकाश एक ऑर्गन लेसर से उत्पन्न किया जाता है, जिसे प्रकाश-विद्युत प्रभाव के उपयोग में लाया जाता है। जब इस स्पेक्ट्रमी-रेखा के प्रकाश को उत्सर्जक पर आपतित किया जाता है तब प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों का निरोधी (अंतक) विभव 0.38 V है। उत्सर्जक के पदार्थ का कार्य-फलन ज्ञात करें।

उत्तर :

$\lambda = 488\text{nm} = 488 \times 10^{-9}\text{m}$

$V_0 = 0.38\text{volt}$

$eV_0 = \frac{hc}{\lambda} - \phi_0$

अभ्यास प्रश्न

$$\phi_0 = \frac{hc}{\lambda} - eV_0$$

$$\phi_0 = \frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{488 \times 10^{-9}} - 1.6 \times 10^{-19} \times 0.38$$

$$= 4.08 \times 10^{-19} - 0.608 \times 10^{-19}$$

$$= 3.472 \times 10^{-19}\ J$$

$$\phi_0 = \frac{3.472 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$\phi_0 = 2.17eV$$

अभ्यास प्रश्न

10.

(a) एक 0.040 kg द्रव्यमान का बुलेट जो 1.0 km/s की चाल से चल रहा है,

10.

(a) एक 0.040 kg द्रव्यमान का बुलेट जो 1.0 km/s की चाल से चल रहा है,

उत्तर : बुलेट का द्रव्यमान m = 0.040 kg

$V = 1.0\ Km/s = 10^3\ m/s$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{0.040 \times 10^{3}} = 1.65 \times 10^{-35} m$$

अभ्यास प्रश्न

(b) एक 0.060 kg द्रव्यमान की गेंद जो 1.0 km/s की चाल से चल रही है, और

(b) एक 0.060 kg द्रव्यमान की गेंद जो 1.0 km/s की चाल से चल रही है, और

उत्तर : गेंद का द्रव्यमान m = 0.060 kg

v = 1.0 m/s

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{0.060 \times 1} = 1.1 \times 10^{-32} \text{m}$$

(c) एक धूल-कण जिसका द्रव्यमान 1.0×10^{-9} kg और जो 2.2 m/s की चाल से अनुगमित हो रहा है, का दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य कितना होगा?

अभ्यास प्रश्न

(c) एक धूल-कण जिसका द्रव्यमान 1.0×10^{-9} kg और जो 2.2 m/s की चाल से अनुगमित हो रहा है, का दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य कितना होगा?

उत्तर : धूल कण का द्रव्यमान $m = 1 \times 10^{-9}$ kg

$V = 2.2$ m/s

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{1.0 \times 10^{-9} \times 2.2} = 3 \times 10^{-25} m$$

11. यह दर्शाइए कि वैद्युतचुंबकीय विकिरण का तरंगदैर्ध्य इसके क्वांटम (फ़ोटॉन) के तरंगदैर्ध्य के बराबर है।

उत्तर : विद्युत चुम्बकीय विकिरण की तरंगदैर्ध्य $\lambda = \frac{c}{\nu}$

फोटोन की तरंगदैर्ध्य $\lambda' = \frac{h}{P}$

$E = mc^2$

$E = (mc)\, c$

$E = Pc$

$P = \frac{E}{c}$ $\quad P = \frac{h\nu}{c}$

$\lambda' = \frac{hc}{h\lambda}$

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