प्रश्न 1:

30 kV इलेक्ट्रॉनों के द्वारा उत्पन्न X-किरणों की

(a) उच्चतम आवृत्ति, तथा |

(b) निम्नतम तरंगदैर्ध्य प्राप्त कीजिए।

हल:

दिया है, V= 30 kV = 30 x 10^3v

ऊर्जा E = eV = 1.6 x 10^{-19} x 30 x 10^3 J= 4.8 x 10^{-15} J

(a) उच्चतम आवृत्ति, ν_{max} दी जाती है, $E = h\nu_{max}$

$$\therefore \quad \nu_{max} = \frac{E}{h} = \frac{4.8 \times 10^{-15} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J-s}} = 7.24 \times 10^{18} \text{ Hz}$$

(b) निम्नतम तरंगदैर्ध्य, $\lambda_{min} = \frac{c}{\nu_{max}} = \frac{3 \times 10^8}{7.24 \times 10^{18}}$ m

$$= 4.1 \times 10^{-11} \text{ m} = \mathbf{0.041 \text{ nm}} \quad [\because 1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}]$$

प्रश्न 2:

सीज़ियम धातु का कार्य-फलन 2,14eV है। जब 6 x 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

(b) निरोधी विभव, और

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

हल:

दिया है, सीजियम धातु का कार्य-फलन

W = 2.14 eV

= 214 x 1.6 x 10-19 जूल

आपतित प्रकाश की आवृत्ति

v = 6 x 10^{14} Hz

प्लांक का नियतांक

h = 6.62 x 10^{-34} जूल सेकण्ड

∴ आपतित फोटॉन की ऊर्जा

$h\nu = 6.62 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}$ जूल

(a) यदि उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन की उच्चतम गतिज ऊर्जा E_{max} हो तो

आइन्सटीन के प्रकाश-विद्युत समीकरण $h\nu = w + E_{max}$ से

$$E_{max} = h\nu - W$$
$$= 6.62 \times 6 \times 10^{-20} - 2.14 \times 1.6 \times 10^{-19}$$
$$= 39.72 \times 10^{-20} - 34.24 \times 10^{-20} \text{ जूल}$$
$$= 5.48 \times 10^{-20} \text{ जूल}$$
$$= \frac{5.48 \times 10^{-24}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = \mathbf{0.342\ eV}$$

(b) यदि विरोधी विभव V_0 हो तो

$$eV_0 = E_{max}$$

या
$$V_0 = \frac{E_{max}}{e} = \frac{0.342 \times 1.6 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}$$
$$= 0.342$$
$$= \mathbf{0.342} \text{ **वोल्ट**}$$

(c) यदि उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन की अधिकतम चाल v_{max} हो तो

$$\frac{1}{2} m v_{max}^2 = E_{max}$$

∴
$$v_{max} = \sqrt{\frac{2E_{max}}{m_e}}$$

दिया है
$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ किग्रा}$$

∴
$$v_{max} = \sqrt{\frac{2 \times 5.48 \times 10^{-20}}{9.1 \times 10^{-31}}}$$
$$= \mathbf{3.47 \times 10^5} \text{ **मी/से**}$$

प्रश्न 3:

एक विशिष्ट प्रयोग में प्रकाश-विद्युत प्रभाव की अन्तक वोल्टता 1.5 v है। उत्सर्जित प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा कितनी है?

हल:

संस्तब्ध वोल्टेज, $V_0 = 1.5$ V

प्रकाश इलेक्ट्रॉनों की उच्चतम गतिज ऊर्जा,

$E_{\Re} = eV_0 = 1.5$ ev $= 1.5 \times 16 \times 10^{-19}$J $= 2.4 \times 10^{-19}$J

प्रश्न 4:

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

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

(b) इस किरण-पुंज के द्वारा विकिरित किसी लक्ष्य पर औसतन कितने फोटॉन प्रति सेकण्ड पहुँचेंगे? (यह मान लीजिए कि किरण-पुंज की अनुप्रस्थ काट एकसमान है जो लक्ष्य के

क्षेत्रफल से कम है), तथा ।

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

हल:

दिया है, λ = 632.8 nm = 6328 x 10^{-9}m

शक्ति P = 9.42 mW = 9.42 x 10^{-3} W

(a) प्रत्येक फोटॉन की ऊर्जा, $E = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{632.8 \times 10^{-9}}$$

$$= \mathbf{3.14 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

प्रत्येक फोटॉन का संवेग, $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{E}{c} = \frac{3.14 \times 10^{-19}}{3 \times 10^{8}}$

$$= \mathbf{1.05 \times 10^{-27} \text{ kg ms}^{-1}}$$

(b) शक्ति $P = nE$, जिसमें n प्रति सेकण्ड लक्ष्य पर आपतित फोटॉनों की संख्या है।

$$n = \frac{P}{E} = \frac{9.42 \times 10^{-3}}{3.14 \times 10^{-19}} = \mathbf{3 \times 10^{16}} \text{ फोटॉन/सेकण्ड}$$

(c) यदि हाइड्रोजन का द्रव्यमान m_H तथा वेग v_H हो, तो हाइड्रोजन परमाणु का संवेग

$p_H = m_H v_H$

दिया है, $P_H = 1.05 \times 10^{-27}$ kg ms^{-1}

∴ $m_H v_H = 1.05 \times 10^{-27}$

⇒ $v_H = \frac{1.05 \times 10^{-27}}{m_H} = \frac{1.05 \times 10^{-27}}{1.66 \times 10^{-27}} = \mathbf{0.63 \text{ ms}^{-1}}$

प्रश्न 5:

पृथ्वी के पृष्ठ पर पहुँचने वाला सूर्यप्रकाश का ऊर्जा-अभिवाह (फ्लक्स) 1.388 x 10^3 W/m^2 है। लगभग कितने फोटॉन प्रति वर्ग मीटर प्रति सेकण्ड पृथ्वी पर आपतित होते हैं? यह मान लें कि सूर्य-प्रकाश में फोटॉन का औसत तरंगदैर्घ्य 550nm है।

हल:

प्रत्येक फ़ोटॉन की ऊर्जा, $E = \frac{hc}{\lambda}$

यहाँ $\lambda = 500 \text{ nm} = 500 \times 10^{-9}$ m

$$\therefore E = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{550 \times 10^{-9}} = 3.62 \times 10^{-19} \text{ J}$$

पृथ्वी के पृष्ठ पर प्रति सेकण्ड प्रति वर्ग मीटर आपती फ़ोटॉनों की संख्या

$$= \frac{\text{प्रति वर्ग मीटर प्रति सेकण्ड आपतित कुल ऊर्जा}}{\text{एक फ़ोटॉन की ऊर्जा}}$$

$$= \frac{1.388 \times 10^3}{3.62 \times 10^{-19}}$$

$= 3.8 \times 10^{21}$

प्रश्न 6:

प्रकाश-विद्युत प्रभाव के एक प्रयोग में, प्रकाश आवृत्ति के विरुद्ध अन्तक वोल्टता की ढलान 4.12 x 10^{-15} Vs प्राप्त होती है। प्लांक स्थिरांक का मान परिकलित कीजिए।

हल:

आइन्सटीन की प्रकाश-वैद्युत समीकरण है,

$$E_k = h\nu - \phi_0$$

अथवा $$eV_0 = h\nu - \phi_0$$

⇒ $$V_0 = \left(\frac{h}{e}\right)\nu - \frac{\phi_0}{e}$$

स्पष्टत: $V_0 - \nu$ ग्राफ का ढाल $\frac{h}{e}$ है।

दिया है, $$\frac{h}{e} = 4.12 \times 10^{-15} \text{ V-s}$$

∴ $$h = 4.12 \times 10^{-15} e$$

$$= 4.12 \times 10^{-15} \times 1.6 \times 10^{-19} = \mathbf{6.59 \times 10^{-34}} \textbf{ J-s}$$

प्रश्न 7:

एक 100 w सोडियम बल्ब (लैम्प) सभी दिशाओं में एकसमान ऊर्जा विकिरित करता है। लैम्प को एक ऐसे बड़े गोले के केन्द्र पर रखा गया है जो इस पर आपतित सोडियम के सम्पूर्ण प्रकाश को अवशोषित करता है। सोडियम प्रकाश का तरंगदैर्घ्य 589 nm है।

(a) सोडियम प्रकाश से जुड़े प्रति फोटॉन की ऊर्जा कितनी है?

(b) गोले को किस दर से फोटॉन प्रदान किए जा रहे हैं?

हल:

दिया है, P = 100 W, λ = 589 nm = 589 x 10^{-9} m

(a) प्रति फोटॉन ऊर्जा,

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{589 \times 10^{-9}} = \mathbf{3.38 \times 10^{-19}} \textbf{ J}$$

(b) प्रति सेकण्ड गोले को दिए गए फोटॉनों की संख्या

$$P = nE \Rightarrow n = \frac{P}{E} = \frac{100 \text{ W}}{3.38 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$= \mathbf{3.0 \times 10^{20}}$$ **फोटॉन/सेकण्ड**

प्रश्न 8:

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

हल:

आइन्सटीन का प्रकाश-वैद्युत समीकरण है।

$h\nu = h\nu_0 + E_k$

यदि अन्तक वोल्टता V% हो, तो $E_k = eV_0$

$\therefore h\nu = h\nu_0 + eV_0$

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

= 6.63 x 10-34 (8.2 x 10^{14} – 3.3 x 10^{14})

$$\Rightarrow \quad V_0 = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 4.9 \times 10^{14}}{e}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 4.9 \times 10^{14}}{1.6 \times 10^{-19}}$$

$$V = 2.0 \text{ V}$$

$\therefore$ **अन्तक वोल्टता = 2.0 V**

प्रश्न 9:

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

हल:

आपतित विकिरण के फोटॉन की ऊर्जा,

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{330 \times 10^{-9}} \text{ J}$$

$$= 6.03 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{6.03 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$= 3.77 \text{ eV}$$

$\therefore$ प्रकाश धातु का कार्य-फलन, 20 = 4.2 eV (दिया है) चूँकि आपतित फोटॉन की ऊर्जा कार्य-फलन से कम है, अत: प्रकाश-इलेक्ट्रॉन उत्सर्जन सम्भव नहीं

प्रश्न 10:

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

हल:

दिया है, आवृत्ति $\nu = 7.21 \times 10^{14}$ Hz,

$\nu_{max} = 6.0 \times 10^5\ ms^{-1}$

आइन्सटीन की प्रकाश-वैद्युत समीकरण से

$E_k = h\nu - h\nu_0$

$\Rightarrow$ देहली आवृत्ति, $\nu_0 = \frac{h\nu - E_k}{h} = \left(\nu - \frac{E_k}{h}\right)$ ...(1)

यहाँ गतिज ऊर्जा, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$$= \frac{1}{2} \times 9.0 \times 10^{-31} \times (6.0 \times 10^5)^2\ J$$

$$= 1.62 \times 10^{-19}\ J$$

$\therefore$ देहली आवृत्ति, $\nu_0 = 7.21 \times 10^{14} - \frac{1.62 \times 10^{-19}}{6.63 \times 10^{-34}}$

$$= 7.21 \times 10^{14} - 2.44 \times 10^{14}$$

$$= \mathbf{4.77 \times 10^{14}\ Hz}$$

प्रश्न 11:

488 pm 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 (अन्तक) विभव 0.38 V है। उत्सर्जक के पदार्थ का कार्य-फलन ज्ञात करें।

हल:

दिया है, $\lambda = 488\ nm = 488 \times 10^{-9} m$, $V_0 = 0.38\ V$

आपतित फोटॉन की ऊर्जा,

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{488 \times 10^{-9}}$$

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

आइन्सटीन की प्रकाश-वैद्युत समीकरण, $\frac{hc}{\lambda} = \phi_0 + eV_0$ से

कार्य-फलन, $\phi_0 = \frac{hc}{\lambda} - eV_0 = 2.55\ eV - 0.38\ eV = \mathbf{2.17\ eV}$

प्रश्न 12:

56V विभवान्तर के द्वारा त्वरित इलेक्ट्रॉनों का

(a) संवेग, और

(b) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य परिकलित कीजिए।

हल:

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान = 9.1×10^{-31} kg

(a) संवेग, $p = \sqrt{2\,mE_k} = \sqrt{2meV}$ (चूँकि गतिज ऊर्जा $E_k = eV$)

$$= \sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^{-19} \times 56}$$

$$= \mathbf{4.04 \times 10^{-24}\ kg\ ms^{-1}}$$

(b) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य, $\lambda = \frac{h}{p}$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4.04 \times 10^{-24}} = 1.64 \times 10^{-10}\ \text{m} = \mathbf{1.64\ Å}$$

प्रश्न 13:

एक इलेक्ट्रॉन जिसकी गतिज ऊर्जा 120 eV है, उसका (a) संवेग, (b) चाल, और (c) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य क्या है?

हल:

गतिज ऊर्जा, E_c = 120 eV = $120 \times 1.6 \times 10^{-19}$ J

= 1.92×10^{-17} J

(a) इलेक्ट्रॉन का संवेग, $p = \sqrt{2\,mE_k}$

$$= \sqrt{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times 1.92 \times 10^{-17}}$$

$$= \mathbf{5.91 \times 10^{-24}\ kg\ ms^{-1}}$$

(b) इलेक्ट्रॉन की चाल,

$$v = \frac{p}{m} = \frac{5.91 \times 10^{-24}}{9.1 \times 10^{-31}} = \mathbf{6.5 \times 10^{6}\ ms^{-1}}$$

(c) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{5.91 \times 10^{-24}} = 1.12 \times 10^{-10}\,\text{m} = \mathbf{1.12\ Å}$$

प्रश्न 14:

सोडियम के स्पेक्ट्रमी उत्सर्जन रेखा के प्रकाश का तरंगदैर्ध्य 589 nm है। वह गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए जिस पर

(a) एक इलेक्ट्रॉन, और

(b) एक न्यूट्रॉन का डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य समान होगा।

हल:

दिया है, $\lambda = 589 \text{ nm} = 5.89 \times 10^{-7}\text{m}$ [$\because$1 nm = 10^{-9} m]

दे ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य, $\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} \Rightarrow \lambda^2 = \frac{h^2}{2mE_k}$

$\therefore$ गतिज ऊर्जा, $E_k = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$

(a) इलेक्ट्रॉन के लिए,

$m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg, $\lambda = 5.89 \times 10^{-7}$ m

$$\therefore E_k = \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31} \times (5.89 \times 10^{-7})^2}$$

$= 6.96 \times 10^{-25}$ J

(b) न्यूट्रॉन के लिए, $m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, $\lambda = 5.89 \times 10^{-7}$ m

$$\therefore E_k = \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2}{2 \times 1.67 \times 10^{-31} \times (5.89 \times 10^{-7})^2}$$

$= 3.79 \times 10^{-28}$ J

प्रश्न 15:

(a) एक 0.040 kg द्रव्यमान का बुलेट जो 1.0 km/s की चाल से चल रहा है, **(b)** एक 0.060 kg द्रव्यमान की गेंद जो 1.0m/s की चाल से चल रही है, और **(c)** एक धूल-कण जिसका द्रव्यमान 1.0×10^{-9}kg और जो 2.2m/s की चाल से अनुगमित हो रहा है, का डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य कितना होगा?

हल:

$$\text{(a) } \lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.040 \times 1.0 \times 10^{3}} = \mathbf{1.66 \times 10^{-35}\ m}$$

$$\text{(b) } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{0.060 \times 1.0} = \mathbf{1.1 \times 10^{-32}\ m}$$

$$\text{(c) } \lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.0 \times 10^{-9} \times 2.2} = \mathbf{3.3 \times 10^{-25}\ m}$$

प्रश्न 16:

एक इलेक्ट्रॉन और एक फोटॉन प्रत्येक का तरंगदैर्घ्य 1.00 pm है।

(a) इनका संवेग,

(b) फोटॉन की ऊर्जा, और

(c) इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा ज्ञात कीजिए।

हल:

दिया है, ∴ λ= 1.00 nm = 1.00 x 10^{-9}m

(a) इलेक्ट्रॉन तथौ फोटॉन के संवेग होते हैं।

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34}}{1.00 \times 10^{-9}} = \mathbf{6.63 \times 10^{-25}\ kg\ ms^{-1}}$$

(b) फोटॉन की ऊर्जा,

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \left(\frac{h}{\lambda}\right)c = pc \qquad \left(\because P = \frac{h}{\lambda}\right)$$

$$= 6.63 \times 10^{-25} \times 3 \times 10^{8}\,\text{J} = 19.89 \times 10^{-17}\ \text{J}$$

$$= \frac{19.89 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-19}}\ \text{eV} = 1.24 \times 10^{3}\ \text{eV}$$

$$= \mathbf{1.24\ keV}$$

(c) इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा,

$$E_k = \frac{p^2}{2m_e} = \frac{(6.63 \times 10^{-25})^2}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}}\ \text{J} \qquad (\text{यहाँ } m_e = \text{इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान})$$

$$= 2.42 \times 10^{-19}\,\text{J}$$

$$= \frac{2.42 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}\ \text{eV} = \mathbf{1.51\ eV}$$

प्रश्न 17:

(a) न्यूट्रॉन की किस गतिज ऊर्जा के लिए डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य 1.40×10^{-10} m होगा?

(b) एक न्यूट्रॉन, जो पदार्थ के साथ तापीय साम्य में है और जिसकी 300 K पर औसत गतिज ऊर्जा $\frac{3}{2}kT$ है, का भी डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य ज्ञात कीजिए।

हल:

(a) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य,

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

∴ गतिज ऊर्जा, $E_k = \frac{h^2}{2m\lambda^2}$

दिया है, $\lambda = 1.40 \times 10^{-10}$ m, न्यूट्रॉन का द्रव्यमान,

$m = 1.67 \times 10^{-27}$ kg

∴ गतिज ऊर्जा,

$$E_k = \frac{(6.63 \times 10^{-34})^2}{2 \times 1.67 \times 10^{-27} \times (1.40 \times 10^{-10})^2}$$

$$= \mathbf{6.7 \times 10^{-21}\ J}$$

(b) डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्घ्य,

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}} = \frac{h}{\sqrt{2m \times \frac{3}{2}kT}} = \frac{h}{\sqrt{3mkT}}$$

$$= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{\sqrt{3 \times 1.67 \times 10^{-27} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}}$$

$$= 1.46 \times 10^{-10}\ \text{m} = \mathbf{1.46\ Å}$$

प्रश्न 18:

यह दर्शाइए कि विद्युतचुम्बकीय विकिरण का तरंगदैर्घ्य इसके क्वांटम (फोटॉन) के तरंगदैर्घ्य के बराबर है।

हल:

वैद्युत-चुम्बकीय विकिरण की तरंगदैर्घ्य,

$$\lambda = \frac{c}{\nu} \quad ...(1)$$

ν आवृत्ति के क्वाण्टम का संवेग,

$$p = \frac{h\nu}{c} \quad ...(2)$$

डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य;

$$\lambda' = \frac{h}{p} = \frac{h}{h\nu / c} = \frac{c}{\nu} \quad ...(3)$$

समीकरण (1) व (3) की तुलना करने पर, $\lambda = \lambda'$

अर्थात् वैद्युत-चुम्बकीय विकिरण की तरंगदैर्ध्य, डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य के बराबर है।

प्रश्न 19:

वायु में 300 K ताप पर एक नाइट्रोजन अणु का डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य कितना होगा? यह मानें कि अणु इस ताप पर अणुओं के चाल वर्ग माध्य से गतिमान है। (नाइट्रोजन का परमाणु द्रव्यमान= 14.0076 u)

हल:

वर्ग माध्य मूल चाल, $v_{rms} = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$

नाइट्रोजन अणु का द्रव्यमान $= 2 \times 14.0076 \text{ u} = 28.052 \text{ u}$

$= 28.052 \times 1.66 \times 10^{-27}$ kg

डी-ब्रॉग्ली तरंगदैर्ध्य,

$$\lambda = \frac{h}{mv_{rms}} = \frac{h}{m\sqrt{\frac{3kT}{m}}} = \frac{h}{\sqrt{3mkT}}$$

$$= \frac{6.62 \times 10^{-34}}{\sqrt{3 \times 28.052 \times 1.66 \times 10^{-27} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 300}}$$

$= \mathbf{2.75 \times 10^{-11}}$ **मीटर**