Durga Tutorial

Online Classes

बिहार बोर्ड और CBSE बोर्ड की तैयारी

Free Notes के लिए

www.durgatutorial.com

पर जाएँ।

ज्यादा जानकारी के लिए हमें
Social Media पर Follow करें।

https://www.facebook.com/durgatutorial23/?modal=admin_todo_tour

https://twitter.com/DurgaTutorial

https://www.instagram.com/durgatutorial/

https://www.youtube.com/channel/UC5AJcz6Oizfohqj7eZvgeHQ

9973735511

Chapter-2

परमाणु की संरचना

(Structure of Atom)

पाठ्य-पुस्तक के प्रश्नोत्तर

प्रश्न 2.1. (i) एक ग्राम भार में इलेक्ट्रॉनों की संख्या का परिकलन कीजिए।

(ii) एक मोल इलेक्ट्रॉनों के द्रव्यमान और आवेश का परिकलन कीजिए।

हल : (i) $\because 9.1\times 10^{-28}$ g भार है $=1$ इलेक्ट्रॉन

$\therefore$ 1g भार है $= \dfrac{1}{9.1\times 10^{-28}} = 1.099\times 10^{27}$ इलेक्ट्रॉन

अत: **1 g भार में इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= 1.099\times 10^{27}$ इलेक्ट्रॉन**

(ii) $\because$ एक इलेक्ट्रॉन का भार $= 9.1\times 10^{-31}$ kg

$\therefore$ 1 mol (6.023×10^{23}) इलेक्ट्रॉन का भार

$= 9.1\times 10^{-31}\times 6.023\times 10^{23}$ kg

$= \mathbf{5.48\times 10^{-7}}$ **kg**

अत: **1 mol इलेक्ट्रानों का द्रव्यमान $= 5.48\times 10^{-7}$ kg**

$\because$ एक इलेक्ट्रॉन पर आवेश $= 1.602\times 10^{-19}$ C

1 mol इलेक्ट्रॉन पर आवेश $= 1.602\times 10^{-19}\times 6.023\times 10^{23}$ C

$= \mathbf{9.65\times 10^{4}}$ **C**

अत: **1 mol इलेक्ट्रानों पर आवेश $= 9.65\times 10^{4}$ C**

प्रश्न 2.2. (i) मेथेन के एक मोल में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या का परिकलन कीजिए।

(ii) 7 mg ^{14}C में न्यूट्रॉनों की (क) कुल संख्या तथा (ख) कुल द्रव्यमान ज्ञात कीजिए।

(न्यूट्रान का द्रव्यमान $= 1.675\times 10^{-27}$ kg मान लीजिए)

(iii) मानक ताप और दाब (STP) पर 34 mg NH_3 के प्रोटॉनों की (क) कुल संख्या और (ख) कुल द्रव्यमान बताइए।

दाब और ताप में परिवर्तन से क्या उत्तर परिवर्तित हो जाएगा?

हल : (i) 1 mol मेथेन में 1 mol कार्बन एवं 4 mol हाइड्रोजन परमाणु होते हैं। प्रत्येक mol कार्बन में 6 mol इलेक्ट्रॉन और 1 mol हाइड्रोजन परमाणु में 1 mol इलेक्ट्रॉन होते हैं।

$\therefore$ कुल इलेक्ट्रॉन 1 mol CH_4 में $= (6\times 6.023\times 10^{23} + 4\times 6.023\times 10^{23})$ इलेक्ट्रॉन

$= (3.614\times 10^{24} + 2.409\times 10^{24})$ इलेक्ट्रॉन

$= 6.023\times 10^{24}$ इलेक्ट्रॉन

अत: **मेथेन के 1 mol में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= 6.023\times 10^{24}$**

(ii) (क) $\because$ न्यूट्रॉन का द्रव्यमान $= 1.675\times 10^{-27}$ kg

तथा 14 g कार्बन में 1 mol C-14 परमाणु होते हैं।

$\therefore$ 14 g C-14 में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 8\times 6.023\times 10^{23}$ न्यूट्रॉन

7 mg C-14 में न्यूट्रॉनों की संख्या $= \dfrac{8\times 6.023\times 10^{23}\times 7\times 10^{-3}}{14}$ न्यूटॉन

$= 2.4092\times 10^{21}$ न्यूट्रॉन

अत: **न्यूटॉनों की कुल संख्या $= 2.4092\times 10^{21}$**

(ख) ∵ न्यूट्रॉनों का कुल द्रव्यमान $= 2.4092 \times 10^{21}$ न्यूट्रॉन

तथा 1 न्यूट्रॉन का भार $= 1.675 \times 10^{-27}$ kg

∴ 2.4092×10^{21} न्यूट्रॉनों का भार $= 2.4092 \times 10^{21} \times 1.675 \times 10^{-27}$ kg

$= 4.0354 \times 10^{-6}$ kg

अतः कुछ द्रव्यमान $= 4.0354 \times 10^{-6}$ kg

(iii) (क) 34 mg NH_3 में प्रोटॉन :

∵ 17 g NH_3 में 1 mol N तथा 3 mol हाइड्रोजन परमाणु, इसलिए 17 g NH_3 में 10 mol प्रोटॉन

$= 10 \times 6.023 \times 10^{23}$ प्रोटॉन

34×10^{-3} g NH_3 में $= \dfrac{6.023 \times 10^{24}}{17} \times 34 \times 10^{-3}$ प्रोटॉन

$= 1.2044 \times 10^{22}$ प्रोटॉन

अतः **प्रोटॉनों की कुल संख्या $= 1.2044 \times 10^{22}$**

(ख) ∵ 34×10^{-3} g NH_3 में प्रोटॉनों की संख्या

$= 1.2044 \times 10^{22}$ प्रोटॉन

तथा 1 प्रोटॉन का द्रव्यमान $= 1.675 \times 10^{-27}$

∴ 1.2044×10^{22} प्रोटॉनों का द्रव्यमान $= 1.675 \times 10^{-27} \times 1.2044 \times 10^{22}$ kg

$= \mathbf{2.017 \times 10^{-5}}$ **kg**

अतः **ताप एवं दाब का कोई प्रभाव नहीं होगा।**

प्रश्न 2.3. निम्नलिखित नाभिकों में उपस्थित न्यूट्रॉनों और प्रोटॉनों की संख्या बताइए-

$^{13}_{6}C$, $^{16}_{8}O$, $^{24}_{12}Mg$, $^{56}_{26}Fe$, $^{88}_{38}Sr$

हल : $^{13}_{6}C$ में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 13 - 6 = 7$

तथा $^{13}_{6}C$ में प्रोटॉनों की संख्या $= \mathbf{6}$

$^{16}_{8}O$ में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 16 - 8 = \mathbf{8}$

तथा $^{16}_{8}O$ में प्रोटॉनों की संख्या $= \mathbf{8}$

$^{24}_{12}Mg$ में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 24 - 12 = \mathbf{12}$

तथा $^{24}_{12}Mg$ में प्रोट्रॉनों की संख्या $= \mathbf{12}$

$^{56}_{26}Fe$ में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 56 - 26 = \mathbf{30}$

तथा $^{56}_{26}Fe$ में प्रोटॉनों की संख्या $= \mathbf{26}$

$^{88}_{38}Sr$ में न्यूट्रॉनों की संख्या $= 88 - 38 = \mathbf{50}$

तथा $^{88}_{38}Sr$ में प्रोटॉनों की संख्या $= \mathbf{38}$

प्रश्न 2.4. नीचे दिए गए परमाणु द्रव्यमान (A) और परमाणु संख्या (Z) वाले परमाणुओं का पूर्ण प्रतीक लिखिए-

(i) Z = 17, A = 35 **(ii) Z = 92, A = 233** **(iii) Z = 4, A = 9**

हल : (i) ∵ Z = 17 तथा A = 35

∵ प्रोटॉनों की संख्या = 17 = इलेक्ट्रॉनों की संख्या

अतः **परमाणु क्लोरीन है अर्थात् Cl या $^{35}_{17}Cl$**

(ii) $\because$ Z = 92 तथा A = 233

$\therefore$ प्रोटॉनों की संख्या = 92

$\therefore$ यूरेनियम परमाणु अर्थात् U या ${}^{233}_{91}U$

(iii) $\because$ Z = 4 तथा A = 9

$\therefore$ प्रोटॉनों की संख्या = 4

अत: **बेरिलियम परमाणु अर्थात् Be या ${}^{9}_{4}Be$**

प्रश्न 2.5. सोडियम लैम्प द्वारा उत्सर्जित पीले प्रकाश की तरंग-दैर्ध्य (λ) 580 nm है। इसकी आवृत्ति (ν) और तरंग संख्या ($\bar{\nu}$) का परिकलन कीजिए।

हल : पीले प्रकाश का तरंग-दैर्ध्य $(\lambda) = 580\,nm$

$$= 580 \times 10^{-9}\ m$$

$\therefore$ आवृत्ति $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{8}}{580 \times 10^{-9}}\ s^{-1}$

$$= 5.17 \times 10^{14}\ s^{-1}$$

अत: **अभीष्ट आवृति = $5.17 \times 10^{14}\ s^{-1}$**

तथा तरग-दैर्ध्य $(\bar{\nu}) = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{580 \times 10^{-9}}\ m^{-1}$

$$= 0.0172 \times 10^{8}\ m^{-1}$$

$$= 1.72 \times 10^{6}\ m^{-1}$$

अत: **अभीष्ट तरंग संख्या = $1.72 \times 10^{6}\ m^{-1}$**

प्रश्न 2.6. प्रत्येक ऐसे फोटॉन की ऊर्जा ज्ञात कीजिए-

(i) जो 3×10^{15} Hz आवृत्ति वाले प्रकाश के संगत हो।

(ii) जिसकी तरंग-दैर्ध्य 0.50Å हो

हल : (i) ν आवृत्ति वाले फोटॉन की ऊर्जा $E = h\nu$

$$= 6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{15}\ J$$

$$= 1.988 \times 10^{-18}\ J$$

अत: **फोटॉन की ऊर्जा = 1.988×10^{-18} J**

(ii) $E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{0.5 \times 10^{-10}}$$

$$= 3.98 \times 10^{-15}\ J$$

अत: **फोटॉन की ऊर्जा = 3.98×10^{-15} J**

प्रश्न 2.7. 2.0×10^{-10} s काल वाली प्रकाश तरंग की तरंग-दैर्ध्य, आवृत्ति और तरंग संख्या की गणना कीजिए।

हल : तरंग का काल $T = 2 \times 10^{-10}\ s$

$\therefore$ आवृत्ति $= \nu = \frac{1}{T}$

$$= \frac{1}{2 \times 10^{-10}}\ s^{-1}$$

$$= 5 \times 10^9\ s^{-1}$$

$\because$ $C = 3 \times 10^8$ m/s

तथा $C = \nu \times \lambda$

$\therefore$ $\lambda = \dfrac{C}{\nu}$

$$= \frac{3 \times 10^8}{5 \times 10^9}\ m = 6.0 \times 10^{-2}\ m$$

तरंग संख्या $\bar{\nu} = \dfrac{1}{\lambda}$

$$= \frac{1}{6.0 \times 10^{-2}}\ m^{-1}$$

$$= \frac{100}{6}\ m^{-1} = 16.66\ m^{-1}$$

अत: **प्रकाश की तरंग-दैर्ध्य $= 6.0 \times 10^{-2}$ m, आवृत्ति $= 5 \times 10^9\ s^{-1}$ तथा तरंग संख्या $= 16.66\ m^{-1}$**

प्रश्न 2.8. ऐसा प्रकाश, जिसकी तरंग-दैर्ध्य 4000 pm हो और जो 1 J ऊर्जा दे, के फोटॉनों की संख्या बताइए।

हल : फोटॉन की ऊर्जा $E = h\nu = \dfrac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{4000 \times 10^{-12}}\ J$$

$$= 4.9687 \times 10^{-17}\ J$$

$\therefore$ $1\ J = \dfrac{1}{4.9687 \times 10^{-17}}$ फोटॉन

$$= 2.012 \times 10^{16}$$ फोटॉन

अत: **फोटॉनों की अभीष्ट संख्या = 2.012×10^{16} फोटॉन**

प्रश्न 2.9. यदि 4×10^{-7} m तरंग-दैर्ध्य वाला एक फोटॉन 2.13 eV का कार्य फलन वाली धातु की सतह से टकराता है, तो–

(i) फोटॉन की ऊर्जा (eV),

(ii) उत्सर्जन की गतिज ऊर्जा और

(iii) प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन के वेग का परिकलन कीजिए ($1\ eV = 1.6020 \times 10^{-19}$ J)।

हल : $\because \lambda = 4 \times 10^{-7}$ तथा $W_0 = 2.13 eV$

$\therefore$ ऊर्जा $E = h \times \dfrac{c}{\lambda}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4 \times 10^{-7}}\ J$$

$$= 4.97 \times 10^{-19}\ J$$

$$= \frac{4.97 \times 10^{-19}}{1.602 \times 10^{-19}}\ eV$$

$$= 3.10\ eV$$

अत: **फोटॉन की ऊर्जा = 3.10 eV**

(ii) गतिज ऊर्जा $= uv - w_0$

$= 3.10 \text{ eV} - 2.13 \text{ eV}$

$= 0.97 \text{ eV}$

अतः उत्सर्जन की गतिज ऊर्जा = 0.97 eV

(iii) $\because$ $K.E. = \frac{1}{2}mv^2$

$\therefore$ $v^2 = \frac{2 \times K.E.}{m}$

या $v = \sqrt{\frac{2 \times K.E.}{m}}$

$= \sqrt{\frac{2 \times 0.97 \times 1.602 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}} \text{ ms}^{-1}$

$= 5.84 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$

अतः प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन का वेग $= 5.84 \times 10^5 \text{ ms}^{-1}$

प्रश्न 2.10. सोडियम परमाणु के आयनन के लिए 242 nm तरंग दैध्य की विद्युत-चुम्बकीय विकिरण पर्याप्त होती है। सोडियम की आयनन ऊर्जा kJ mol^{-1} में ज्ञात कीजिए।

हल : $\because$ तरंग-दैर्ध्य $\lambda = 242 \times 10^{-9} \text{m}$

ऊर्जा $= E = \frac{hc}{\lambda}$

$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{242 \times 10^{-9}} \text{ J}$

$= 0.0821 \times 10^{-17} \text{ J}$

$\therefore$ 1 mol के लिए आयनन ऊर्जा

$= \frac{0.0821 \times 10^{-17} \times 6.02 \times 10^{23}}{1000} \text{ kJ mol}^{-1}$

$= 5.50902 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$

$= 509 \text{ kJ mol}^{-1}$

अतः सोडियम की आयनन ऊर्जा $= 509 \text{ kJ mol}^{-1}$

प्रश्न 2.11. 25 W का एक बल्ब 0.57 μm तरंग दैर्ध्य वाले पीले रंग का एक वर्णी प्रकाश उत्पन्न करता है। प्रति सेकण्ड क्वांटा के उत्सर्जन की दर ज्ञात कीजिए।

हल : $\because$ $\lambda = 0.57 \mu n$

$= 0.57 \times 10^{-7} \text{ m}$

$\therefore$ फोटॉन की ऊर्जा $E = hv = \frac{hc}{\lambda}$

$= \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.57 \times 10^{-7}} \text{ J}$

$= 3.48 \times 10^{-19} \text{ J}$

$\because$ $25 \text{ W} = 25 \text{ Js}^{-1}$

$\therefore$ प्रति सेकण्ड क्वांटा की दर $= \frac{25}{3.48 \times 10^{-19}}\ s^{-1}$

$= 7.18 \times 10^{19}\ s^{-1}$

अत: **उत्सर्जन की दर $= 7.18 \times 10^{19}\ s^{-1}$**

प्रश्न 2.12. किसी धातु की सतह पर 6800 Å तरंग-दैर्ध्य वाली विकिरण डालने से शून्य वेग वाले इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। धातु की देहली आवृत्ति (ν_0) और कार्य फलन (W_0) ज्ञात कीजिए।

हल : $\because$ गतिज ऊर्जा $= h\nu - h\nu_0$

जब वेग शून्य है, तब $K.E. = 0$

$\therefore$ $h(\nu - \nu_0) = 0$

तथा $\nu_0 = \frac{c}{\lambda}$

$= \frac{3 \times 10^8}{6800 \times 10^{-10}}\ s^{-1}$

$= 4.41 \times 10^{14}\ s^{-1}$

$\because$ देहली ऊर्जा $\nu_0 = 4.41 \times 10^{14}\ s^{-1}$

$\therefore$ कार्यफलन $w_0 = h\nu_0 = 6.62 \times 10^{-34} \times 4.41 \times 10^{14}$ J

$= 2.91 \times 10^{-19}$ J

अत: **धातु की देहली आवृत्ति $= 4.41 \times 10^{14}\ s^{-1}$ तथा कार्य फलन $= 2.91 \times 10^{-19}$ J**

प्रश्न 2.13. जब हाइड्रोजन परमाणु के $n = 4$ ऊर्जा स्तर से $n = 2$ ऊर्जा स्तर में इलेक्ट्रॉन जाता है, तो किस तरंग-दैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित होगा?

हल : $\because$ $\bar{\nu} = R\left|\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right|$

$\therefore$ $\bar{\nu} = 109677\left|\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right| cm^{-1}$

$= 109677 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right) cm^{-1}$

$= 109677 \times \frac{3}{16} cm^{-1}$

$= 20564.4\ cm^{-1}$

अब $\lambda = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{20564.4}$ cm

$= 486 \times 10^{-7}$ cm

या $\lambda = 486 \times 10^{-9}\ m = 486\ nm$

अत: **तरंग-दैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित होगा = 486 nm**

प्रश्न 2.14. यदि इलेक्ट्रॉन $n = 5$ कक्षक में उपस्थित हो, तो H परमाणु के आयनन के लिए कितनी ऊर्जा की आवश्यकता होगी? अपने उत्तर की तुलना हाइड्रोजन परमाणु के आयनन ऐथैल्पी से कीजिए। आयनन ऐथेल्पी $n = 1$ कक्षक से इलेक्ट्रॉन को निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा होती है।

हल : $\because$ $n_1 = 5$ तथा $n_2 = \alpha$

∴ $$\Delta E = E_2 - E_1$$

या $$\Delta E = \frac{21.79\times10^{-19}}{n^2}\times\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right]$$

$$= 21.79\times10^{-19}\left[\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right] \quad [\because n=1]$$

$$= 21.79\times10^{-19}\left[\frac{1}{25}-\frac{1}{\alpha}\right]$$

$$= 21.79\times10^{-19}\left[\frac{1}{25}-\frac{1}{0.25}\right] J$$

$$= \frac{99}{25}\times21.79\times10^{-19} J$$

$$= 8.7\times10^{-20} J$$

आयन ऊर्जा H परमाणु के लिए $= \frac{21.79\times10^{-19}}{1}$

$= 2.179\times10^{-18}$ J/परमाणु

∴ **प्रथम कक्षक से इलेक्ट्रॉन निकालने के लिए अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है।**

अत: **अभीष्ट ऊर्जा $= 8.7\times10^{-20}$ J**

प्रश्न 2.15. जब हाइड्रोजन परमाणु में उत्तेजित इलेक्ट्रॉन $n = 6$ से मूल अवस्था में जाता है, तो प्राप्त उत्सर्जित रेखाओं की अधिकतम संख्या क्या होगी?

हल : उत्तेजित रेखाओं की अधिकतम संख्या $= \frac{n(n-1)}{2}$

$= \frac{6(6-1)}{2}$

$= 15$

अत: **प्राप्त उत्सर्जित रेखाओं की अधिकतम संख्या = 15**

प्रश्न 2.16. (i) हाइड्रोजन के प्रथम कक्षक से सम्बन्धित ऊर्जा -2.18×10^{-18} J/atm^{-1} है। पाँचवें कक्षक से सम्बन्धित ऊर्जा बताइए।

(ii) हाइड्रोजन परमाणु के पाँचवे बोर कक्षक की त्रिज्या की गणना कीजिए।

हल : (i) n कक्षक के लिए ऊर्जा $= \frac{-2.18\times10^{-18}}{n^2}$ J

∴ पहले कक्ष के लिए,

$$E_1 = \frac{-2.18\times10^{-18}}{1^2} \text{ J/परमाणु}$$

$$= -2.18\times10^{-18} \text{ J/ परमाणु}$$

∴ पाँचवें कक्षक के लिए,

$$E_5 = \frac{-2.18\times10^{-18}}{5^2} J$$

$$= \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{25} \text{ J}$$

$$= -8.72 \times 10^{-20} \text{ J}$$

अत: **पाँचवे कक्षक की ऊर्जा $= -8.72 \times 10^{-20}$ J**

(ii) पाँचवें कक्षक के लिए हाइड्रोजन परमाणु की त्रिज्या

$$\bar{v}_0 = \frac{n^2 - h}{4\pi^2 mz\alpha^2}$$

हाइड्रोजन के लिए $n = 1$ तथा $z = 1$ मान रखने पर $\bar{v}_0 = 0.529$ Å, जो बोहर त्रिज्या कहलाती है। हाइड्रोजन परमाणु के लिए किसी कक्षक की त्रिज्या $v_0 = n^2 \times \bar{v}_0$

$$= 5^2 \times 0.529 \text{ Å} = 13.225 \text{ Å} = 1.3225 \text{ nm}$$

अत: **पाँचवें बोर कक्षक की त्रिज्या = 1.3225 nm**

प्रश्न 2.17. हाइड्रोजन परमाणु की बामर श्रेणी में अधिकतम तरंग-दैर्ध्य वाले संक्रमण की तरंग-संख्या की गणना कीजिए।

हल : बामर श्रेणी के लिए, $n_1 = 2$

$$\bar{v} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

अब $\bar{v} = \frac{1}{\lambda}$, अत: λ अधिकतम होगी, यदि $\bar{v}$ छोटी है।

$$\therefore \quad \bar{v} = 109677 \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) \text{cm}^{-1}$$

$$= 109677 \times \frac{5}{36} \text{ cm}^{-1}$$

$$= 152329 \text{ cm}^{-1} = 1.523 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$$

अत: **अधिकतम तरंग-दैर्ध्य वाले संक्रमण की तरंग-संख्या $= 1.523 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$**

प्रश्न 2.18. हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन को पहली कक्ष से पाँचवीं कक्ष तक ले जाने के लिए आवश्यक ऊर्जा की जूल में गणना कीजिए। जब यह इलेक्ट्रॉन तटस्थ अवस्था में लौटता है, तो किस तरंग-दैर्ध्य का प्रकाश उत्सर्जित होगा? (इलेक्ट्रॉन की तलस्थ अवस्था ऊर्जा -2.18×10^{-11} ergs है।)

हल : प्रथम बामर कक्षक के लिए तटस्थ में ऊर्जा $= -2.18 \times 10^{-11}$ erg

या $\quad E_1 = -2.18 \times 10^{-18}$ J $\quad$ **[∵ 1 J = 10^{+7} erg]**

$$E_n = n \text{ कक्षक के लिए ऊर्जा मान} = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{n^2}$$

$$\therefore \quad \Delta E = E_5 - E_1$$

$$= -2.18 \times 10^{-18}\left[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{1^2}\right] \text{J}$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \times \frac{24}{25} \text{ J}$$

$$= 2.09 \times 10^{-18} \text{ J}$$

$$= 2.09 \times 10^{-11} \text{ erg}$$

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

या $$\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{2.09 \times 10^{-18}} \text{ m}$$

या $$\lambda = 951 \text{ Å}$$

$\therefore$ उत्सर्जित प्रकाश का तरंग-दैर्ध्य $\lambda = 95 \text{ Å}$

अत: **पाँचवे कक्षक तक आवश्यक ऊर्जा = 2.09×10^{-18} J तथा तरंग-दैर्ध्य = 951 Å**

प्रश्न 2.19. हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा $E_n = (-2.18 \times 10^{-18}/n^2$ J द्वारा दी जाती है। $n = 2$ कक्षा से इलेक्ट्रॉन को पूरी तरह निकालने के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए। प्रकाश की सबसे लंबी तरंग-दैर्ध्य (cm में) क्या होगी, जिसका उपयोग इस संक्रमण में किया जा सके।

हल : $\because$ $$n = 2$$

$\therefore$ $$E_2 = \frac{-2.18 \times 10^{-18}}{2^2} \text{ J}$$

$$= -5.45 \times 10^{-19} \text{ J}$$

इलेक्ट्रॉन को हटाने के लिए ऊर्जा आवश्यक

$$= 5.45 \times 10^{-19} \text{ J} \qquad (\because E_\infty = 0 \therefore \Delta E = E_\infty - E_2)$$

अब $$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$$

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

$$= \frac{6.625 \times 3 \times 10^{8}}{5.45 \times 10^{-19}} \text{ m}$$

$$= 3.647 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$= 3.647 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

अत: **प्रकाश की सबसे लंबी तरंग दैर्ध्य = 3.647×10^{-5} cm**

प्रश्न 20. 2.05×10^{7} m s^{-1} वेग से गति कर रहे किसी इलेक्ट्रॉन का तरंग-दैर्ध्य क्या होगा?

हल : $\because$ इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $= 9.1 \times 10^{-31}$ kg

तथा $\lambda = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

v वेग $= 2.05 \times 10^{7}$ ms^{-1}

$\therefore$ $\lambda = ?$

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

$\therefore$ $$\lambda = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 2.05 \times 10^{7}} \text{ m}$$

$$= 3.55 \times 10^{-11} \text{m}$$

अत: **इलेक्ट्रॉन का तरंग दैर्ध्य = 3.55×10^{-11} m**

Durga Tutorial Baniapur

प्रश्न 2.21. इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान 9.1×10^{-31} kg है। यदि इसकी गतिज ऊर्जा 3.0×10^{-25} J हो, तो इसकी तरंग-दैर्ध्य की गणना कीजिए।

हल : ∵ गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

∴ इलेक्ट्रॉन का वेग $= \left(\frac{2 \times K.E.}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$

$$= \left(\frac{2 \times 3.0 \times 10^{-25}}{9.1 \times 10^{-31}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$= \sqrt{0.65934 \times 10^6} \text{ m/s}$$

$$= 0.812 \times 10^3 \text{ m/s}$$

अब $\lambda = \frac{h}{mv}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 0.812 \times 10^3} \text{ m}$$

$$= 0.8966 \times 10^{-6} \text{ m}$$

अब तरंग-दैर्ध्य

$$\lambda = 0.8966 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 8966 \times 10^{-10} \text{ m}$$

$$= 8966 \text{ Å}$$

अत: **इलेक्ट्रॉन की तरंग-दैर्ध्य = 8966 Å**

प्रश्न 2.22. निम्नलिखित में से कौन सम-आयनी स्पीशीज है अर्थात् किनमें इलेक्ट्रॉनों की समान संख्या है?

$$Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, S^{2-}, Ar$$

हल : Na^+ आयन में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 11 - 1 = 10$

K^+ आयन में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 19 - 1 = 18$

Mg^{2+} आयन में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 12 - 2 = 10$

Ca^{2+} आयन में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 20 - 2 = 18$

S^{2-} में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 16 + 2 = 18$

तथा Ar में इलेक्ट्रॉन संख्या $= 18$

अत: Na^+ **एवं** Mg^{2+} **सम आयनी हैं**

और Ca^{2+}, K^+, S^{2-} **एवं Ar सम आयनी हैं।**

प्रश्न 2.23. (i) निम्नलिखित आयनो का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए-

(क) H^- (ख) Na^+ (ग) O^{2-} (घ) F^-

(ii) उन तत्वों की परमाणु-संख्या बताइए, जिनके सबसे बाहरी इलेक्ट्रॉनों को निम्नलिखित रूप में दर्शाया जाता है-

(क) $3s^1$ (ख) $2p^3$ तथा (ग) $3p^5$

(iii) निम्नलिखित विन्यासों वाले परमाणुओं के नाम बताइए-

(क) $[He]2s^1$ (ख) $[Ne]2s^2 3p^3$ (ग) $[Ar]4s^2 3d^1$

हल : (क) H^- का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2$

(ख) Na^+ का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6$

(ग) O^{2-} का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6$

(घ) F^- का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6$

(ii) (क) $3s^1$ सोडियम परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है।

(ख) $2p^3$ नाइट्रोजन का परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है।

(ग) $3p^5$ क्लोरीन का परमाणु का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है।

(iii) (क) $[He]2s^1$ के परमाणु का नाम लिथियम (Li) है।

(ख) $[Ne]2s^2 3p^3$ के परमाणु का नाम फॉस्फोरस (P) है।

(ग) $[Ar]4s^2 3d^1$ के परमाणु का नाम स्केडियम (Sc) है।

प्रश्न 2.24. किस निम्नतम n मान द्वारा g कक्षक का अस्तित्व अनुमत होगा?

हल : n के लिए l का मान $0, 1, \ldots\ldots (n-1)$ होता है।

$\therefore$ $n = 5$ के लिए,

$l = 0, 1, 2, 3, 4$

$\because$ $l = 4$ के लिए g उपकक्षक होगा।

$\because$ $n = 5$, g कक्षक के लिए निम्नतम मान होगा।

प्रश्न 2.25. एक इलेक्ट्रॉन किसी $3d$ कक्षक में है। इसके लिए n, l और m_l के संभव मान दीजिए।

हल : $\because$ $n = 3$

$\therefore$ $l = 2$

$m_l = +2, +1, 0, -1, -2$

अत: $n = 3, l = 2, m_l = -2, -1, 0, +1, +2$

प्रश्न 2.26. किसी तत्त्व के परमाणु में 29 इलेक्ट्रॉन और 35 न्यूट्रॉन हैं।

(i) इसमें प्रोटॉनों की संख्या बताइए।

(ii) तत्त्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास बताइए।

हल : (i) प्रोटॉन संख्या = इलेक्ट्रॉन संख्या = 29

(ii) $\because$ परमाणु क्रमांक = 29

$\therefore$ इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $= 1s^2 2s^2 2p^6 2s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$

प्रश्न 2.27. H_2^+, H_2 और O_2^+ स्पीशीज में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताइए।

हल : $H_2^+ = 2 - 1 = 1$

$H_2 = 2$

तथा $O_2^+ = 16 - 1 = 15$

अत: H_2^+, H_2 और O_2^+ स्पीशीज में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या क्रमशः 1, 2 और 15 हैं।

प्रश्न 2.28. (i) किसी परमाणु कक्षक का $n = 3$ है। इसके लिए l और $2m_l$ के संभव मान क्या होंगे?

(ii) $3d$ कक्षक के इलेक्ट्रॉनों के लिए m_l और l क्वांटम संख्याओं के मान बताइए।

(iii) निम्नलिखित में से कौन से कक्षक संभव हैं—

$1p$, $2s$, $2p$ और $3f$

हल : (i)

l	m_l
0	0
1	+1, 0, −1
2	+2, +1, 0, −1, −2

(ii) $3d$ कक्षक के लिए,

$l = 2, m_l = -2, -1, 0, +1, +2$

(iii) $2s$, $2p$ संभव है।

प्रश्न 2.29. s, p, d संकेतन द्वारा निम्नलिखित क्वांटम संख्याओं वाले कक्षकों को बताइए-

(क) $n = 1, l = 0$ **(ख) $n = 3, l = 1$**

(ग) $n = 4, l = 2$ **(घ) $n = 4, l = 3$**

हल :

(क) जब $n = 1$	तथा	$l = 0$,	तब	$1s$ कक्षक
(ख) जब $n = 3$	तथा	$l = 1$,	तब	$3p$ कक्षक
(ग) जब $n = 4$	तथा	$l = 2$,	तब	$4d$ कक्षक
(घ) जब $n = 4$	तथा	$l = 3$,	तब	$4f$ कक्षक

प्रश्न 2.30. कारण देते हुए बताइए कि निम्नलिखित क्वांटम संख्या के कौन से मान संभव नहीं हैं-

(क)	$n = 0$	$l = 0$	$m_l = 0$	$m_s = +\frac{1}{2}$
(ख)	$n = 1$	$l = 0$	$m_l = 0$	$m_s = -\frac{1}{2}$
(ग)	$n = 1$	$l = 1$	$m_l = 0$	$m_s = +\frac{1}{2}$
(घ)	$n = 2$	$l = 1$	$m_l = 0$	$m_s = -\frac{1}{2}$
(ङ)	$n = 3$	$l = 3$	$m_l = -3$	$m_s = +\frac{1}{2}$
(च)	$n = 3$	$l = 1$	$m_l = 0$	$m_s = +\frac{1}{2}$

हल : (क) **संभव नहीं** है; क्योंकि $n = 0$ है।

(ख) $n = 1, l = 0, m_l = 0$, तथा $m_s = -\frac{1}{2}$ **संभव** है।

(ग) जब $n = 1$, तब $l \neq 1$ **असंभव** है।

(घ) **संभव** है।

(ङ) **असंभव** है।

(च) **संभव** है।

प्रश्न 2.31. किसी परमाणु में निम्नलिखित क्वांटम संख्याओं वाले कितने इलेक्ट्रॉन होंगे?

(क) $n = 4, m_s = -\frac{1}{2}$ **(ख) $n = 3, l = 0$**

हल : (क) $n = 4$ के लिए कुल संभव इलेक्ट्रॉन = $2n^2 = 32$

इन 32 इलेक्ट्रॉनों में 16 इलेक्ट्रॉनों के लिए, $m_s = -\frac{1}{2}$ होगा।

अतः **अभीष्ट इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 16**

(ख) जब $n = 3$ तथा $l = 0$

केवल दो इलेक्ट्रॉन 3*s* कक्षक में संभव हैं।

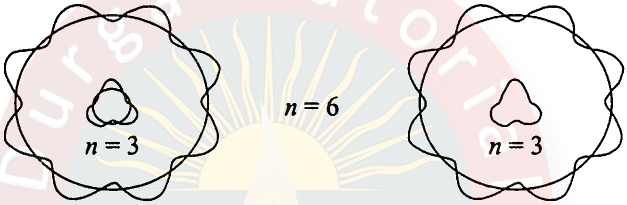
अतः **अभीष्ट इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 2**

प्रश्न 2.32. यह दर्शाइए कि हाइड्रोजन परमाणु की बोर कक्षा की परिधि उस कक्षा में गतिमान इलेक्ट्रॉन की दे–ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य का पूर्ण गुणक होती है।

हल : दे-ब्रॉग्ली समीकरण के अनुसार,

$$\lambda = \frac{h}{mv} \quad \ldots(i)$$

ब्रॉग्ली ने बताया कि बंद कक्षक तब संभव है, जब परिधि पूर्णांक से गुणा करने पर तरंग-दैर्ध्य बराबर होता है।



अर्थात् $$2\pi r = n\lambda$$

समीकरण (i) में मान रखने पर,

$$2\pi r = n\frac{h}{mv}$$

या $$mvr = n\frac{h}{2\pi}$$

अतः बंद कक्षक के लिए कोणीय संवेग स्थिर होता है, जब किसी इलेक्ट्रॉन के लिए स्थिर तरंग व्यवस्था होती है।

अतः **कक्षक में पूर्णांक संख्या में इलेक्ट्रॉन होते हैं।**

प्रश्न 2.33. He^+ स्पेक्ट्रम के $n = 4$ से $n = 2$ बामर संक्रमण से प्राप्त तरंग-दैर्ध्य के बराबर वाला संक्रमण हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में क्या होगा?

हल : परमाणु के लिए, $$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

या $$\bar{\nu} = Rz^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

He^+ स्पेक्ट्रम के लिए,

∵ $z = 2, n_2 = 4$ तथा $n_1 = 2$

∴ $$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

या $$\bar{\nu} = R_H \times \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

या $$\bar{\nu} = \frac{3R_H}{4}$$

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम के लिए,

$$\bar{\nu} = \frac{3R_H}{4} \text{ और } z = 1$$

∴ $$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$$

या $$\bar{\nu} = R_H \times 1\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

या $$R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) = \frac{3R_H}{4}$$

या $$\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} = \frac{3}{4}$$

$n_1 = 1$ और $n_2 = 2$ के लिए होता है।

अत: **संक्रमण $n = 1$ से $n = 2$ तक होता है।**

प्रश्न 2.34. $He^+ (g) \rightarrow He^{2+} (g) + e^-$ प्रक्रिया के लिए आवश्यक ऊर्जा की गणना कीजिए। हाइड्रोजन परमाणु की तलस्थ अवस्था में आयनन ऊर्जा 2.18×10^{-18} J/atom^{-1} है।

हल : हाइड्रोजन परमाणु के लिए, $$E_n = -\frac{2\pi^2 m z^2 e^4}{n^2 h^2}$$

आयनन ऊर्जा
$$I.E. = E_\infty - E_1$$
$$= 0 - \left[-\frac{2\pi^2 m z^2 e^4}{h^2}\right]$$
$$= \frac{2\pi^2 m e^4 z^2}{n^2}$$

हाइड्रोजन H_1 के लिए,

$$z = 1$$

∴ $$\text{आयनन ऊर्जा} = \frac{2\pi^2 m e^4}{n^2}$$
$$= 2.18 \times 10^{-18} \text{ J/atom}$$

हीलियम He^+ के लिए,

$$z = 2$$
$$I.E. = 2.18 \times 10^{-18} \times z^2$$
$$= 8.72 \times 10^{-18} \text{ J}$$

∴ $$He^+ (g) \rightarrow He^{2+} (g) + e^-$$

∴ $$\text{ऊर्जा} = 8.72 \times 10^{-18} \text{ J}$$

अत: $$\textbf{अभीष्ट ऊर्जा} = 8.72 \times 10^{-18} \text{ J}$$

प्रश्न 2.35. यदि कार्बन परमाणु का व्यास 0.15 nm है, तो उन कार्बन परमाणुओं की संख्या की गणना कीजिए, जिन्हें 20 cm स्केल की लम्बाई में एक-एक करके व्यवस्थित किया जा सकता है।

हल : $\because$ कार्बन परमाणु का व्यास $= 0.15\,nm = 0.15\times10^{-9}\ m = 1.5\times10^{-10} m$

तथा रेखा की लम्बाई $= 20 cm = 20\times10^{-2} m = 2\times10^{-1}\ m$

$\therefore$ 1 cm लम्बाई में कार्बन परमाणु रखे जाते हैं $= \dfrac{2\times10^{-1}}{1.5\times10^{-10}} = 1.33\times10^{9}$

अत: कार्बन के परमाणुओं की संख्या $= 1.33\times10^{9}$

प्रश्न 2.36. कार्बन के 2×10^{8} परमाणु एक कतार में व्यवस्थित हैं। यदि इस व्यवस्था की लम्बाई 2.4 cm है, तो कार्बन परमाणु के व्यास की गणना कीजिए।

हल : $\because$ कार्बन परमाणुओं की संख्या $= 2\times10^{8}$

तथा लम्बाई $= 2.4\ cm = 2.4\times10^{-2}\ m$

$\therefore$ कार्बन परमाणु का व्यास $= \dfrac{2.4\times10^{-2}}{2\times10^{8}}\ m$

$= 1.2\times10^{-10}\ m$

$= 0.12\,nm$

अत: कार्बन परमाणु का व्यास = 0.12nm

प्रश्न 2.37. जिंक परमाणु का व्यास 2.6 Å है–

(क) जिंक परमाणु की त्रिज्या pm में तथा

(ख) 1.6 cm की लम्बाई में कतार में लगातार उपस्थित परमाणुओं की संख्या की गणना कीजिए।

हल : (क) जिंक परमाणु का व्यास $= 2.6\,Å = 2.6\times10^{2}\ pm$

$\therefore$ त्रिज्या $= \dfrac{2.6\times10^{2}}{2}\ pm = 1.3\times10^{2}\ pm$

अत: **जिंक परमाणु की त्रिज्या $= 1.3\times10^{2}$ pm**

(ख) 1.6 cm लम्बाई में जिंक परमाणु $= \dfrac{1.6\times10^{-2}}{2.6\times10^{-10}}$

$= 0.615\times10^{8}$

$= 6.15\times10^{7}$

अत: **परमाणुओं की संख्या $= 6.15\times10^{7}$**

प्रश्न 2.38. किसी कण का स्थिर विद्युत आवेश 2.5×10^{-16} C है। इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

हल : $\because$ किसी कण का स्थिर विद्युत आवेश $= 2.5\times10^{-16} C$

तथा इस इलेक्ट्रॉन पर आवेश $= -1.602\times10^{19}\ C$

$\therefore$ कण में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= \dfrac{2.5\times10^{-16}}{1.602\times10^{-19}}$

$= 1.5605\times10^{3}$

$= 1560$

अत: उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 1560

प्रश्न 2.39. मिलिकन के प्रयोग में तेल की बूँद पर चमकती X-किरणों द्वारा प्राप्त स्थैतिक विद्युत-आवेश प्राप्त किया जाता है। तेल की बूँद पर यदि स्थैतिक विद्युत आवेश -1.282×10^{-18} C है, तो इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

हल : तेल की बूँद पर स्थिर विद्युत आवेश $= -1.282 \times 10^{-18}$ C

तथा इलेक्ट्रॉन पर आवेश $= -1.602 \times 10^{-19}$ C

$\therefore$ तेल की बूँद में उपस्थित इलेक्ट्रॉन $= \dfrac{-1.282 \times 10^{-18}}{-1.602 \times 10^{-19}} = 8$

अत: **अभीष्ट इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 8**

प्रश्न 2.40. रदरफोर्ड के प्रयोग में सोने, प्लेटिनम आदि भारी परमाणुओं की पतली पत्ती को α कणों द्वारा बमबारी की जाती है। यदि ऐलुमिनियम आदि जैसे हल्के परमाणु की पतली पन्नी ली जाए, तो उपरोक्त परिणामों में क्या अंतर होगा?

हल : चूँकि ऐलुमिनियम जैसे हल्के परमाणुओं का नाभिक छोटा होता है।

अत: **थोड़े से कण परावर्तित होंगे।**

प्रश्न 2.41. $^{79}_{35}$Br तथा ^{79}Br प्रतीक मान्य हैं, जबकि $^{35}_{79}$Br मान्य नहीं है। संक्षेप में कारण बताए।

उत्तर—समस्थानिक के लिए प्रोटॉनों की संख्या बराबर होनी चाहिए।

परन्तु **द्रव्यमान संख्या भिन्न हो सकती है।**

प्रश्न 2.42. एक 81 द्रव्यमान संख्या वाले तत्त्व में प्रोटॉनों की तुलना में 31.7% न्यूट्रॉन अधिक है। इसका परमाणु प्रतीक लिखिए।

हल : तत्त्व की द्रव्यमान संख्या $= 81$

माना प्रोटॉनों की संख्या $= x$

$\therefore$ न्यूट्रॉनों की संख्या $= x + \dfrac{31.7}{100}x$

$\because$ द्रव्यमान संख्या = प्रोटॉन संख्या + न्यूट्रॉन संख्या

$\therefore$ $$81 = x + \left(x + \frac{31.7x}{100}\right)$$

या $$81 = 2x + \frac{31.7x}{100}$$

या $$8100 = 200x + 31.7x$$

या $$231.7x = 8100$$

या $$x = 34.95899$$

या $$x = 35$$

$\therefore$ प्रोटॉन संख्या $= 35$ तथा न्यूट्रॉन संख्या $= 81 - 35 = 46$

अत: **परमाणु का प्रतीक = $^{81}_{35}$Br**

प्रश्न 2.43. 37 द्रव्यमान संख्या वाले एक आयन पर ऋणावेश की एक इकाई है। यदि आयन में इलेक्ट्रॉन की तुलना में न्यूट्रॉन 11.1% अधिक है, तो आयन का प्रतीक लिखिए।

हल : आयन की द्रव्यमान संख्या $= 37$

अर्थात् प्रोटॉन + न्यूट्रॉन $= 37$

आयन पर एक इकाई ऋण आवेश है।

माना प्रोटॉनों की संख्या $= x$

तब इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= x+1$

तथा न्यूट्रॉनों की संख्या $= 37-x$

समीकरण अनुसार,

$$x+1+x+1\times\frac{11.1}{100}=37-x$$

या $$(x+1)\left[1+\frac{11.1}{100}\right]=37-x$$

या $$111.1(x+1)=3700-100x$$

या $$211.1x=3700-111.1$$

या $$211.1x=3588.9$$

या $$x=\frac{3588.9}{211.1}=17$$

$\therefore$ प्रोटॉनों की संख्या $= 17$

इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= 17+1=18$

$\therefore$ न्यूट्रॉनों की संख्या $= 37-17=20$

अत: **आयन का प्रतीक** $= {}^{37}_{17}Cl^{-}$

प्रश्न 2.44. 56 द्रव्यमान संख्या वाले एक आयन पर धनावेश की 3 इकाई हैं और इसमें इलेक्ट्रॉन की तुलना में 30.4% न्यूट्रॉन अधिक हैं। इस आयन का प्रतीक लिखिए।

हल : $\because$ आयन की द्रव्यमान संख्या $= 56$

अर्थात् $x+p=56$

माना प्रोटॉनों की संख्या $= x$

$\therefore$ न्यूट्रॉनों की संख्या $= 56-x$

$\because$ इस पर तीन इकाई धन आवेश है।

$\therefore$ इलेक्ट्रॉनों की संख्या $= x-3$

समीकरण के अनुसार,

$$x-3+x-3\times\frac{30.4}{100}=56-x$$

या $$(x-3)\left[1+\frac{30.4}{100}\right]=56-x$$

या $$(x-3)(130.4)=100(56-x)$$

या $$130.4x-391.2=5600-100x$$

या $$230.4x=5991.2$$

या $$x=\frac{5991.2}{230.4}$$

$$=26$$

या परमाणु संख्या $P=26$

$\therefore$ अत: **आयन का प्रतीक** $= {}^{56}_{26}Fe^{3+}$

प्रश्न 2.45. निम्नलिखित विकिरणों के प्रकारों को आवृत्ति के बढ़ते हुए क्रम में व्यवस्थित कीजिए–

(क) माइक्रोवेव ओवन (oven) से विकिरण

(ख) यातायात संकेत से त्रणमणि (amber) प्रकाश

(ग) एफ० एम० रेडियो से प्राप्त विकिरण

(घ) बाहरी दिक् से कौसमिक किरणें

(च) X-किरणें।

उत्तर—दिए हुए विकिरण का बढ़ता क्रम निम्न है–

(घ) बाहरी दिक् से कौसमिक किरणें < (च) X-किरणें < (ख) यातायात से त्रणमणि किरणें < (क) माइक्रोवेव ओवन (oven) से विकिरण < (ग) एफ० एम० रेडियो से प्राप्त विकिरण।

प्रश्न 2.46. नाइट्रोजन लेजर 337.1 nm की तरंग-दैर्ध्य पर एक विकिरण उत्पन्न करती है। यदि उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या 5.6×10^{24} हो, तो इस लेजर की क्षमता की गणना कीजिए।

हल : नाइट्रोजन लेजर विकिरण की तरंग-दैर्ध्य $= 337.1 \text{ nm}$

$$= 337.1 \times 10^{-9} \text{ m}$$

n फोटॉन संख्या $= 5.6 \times 10^{24}$

$\because$ शक्ति $E = xh\nu = \dfrac{nhc}{\lambda}$

$$\therefore \quad E = \frac{5.6 \times 10^{24} \times 6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^{8}}{3.371 \times 10^{-9}} \text{ J}$$

$$= \frac{111.3 \times 10^{-2}}{3.371 \times 10^{-9}} \text{ J}$$

$$= 33.0169 \times 10^{7} \text{ J}$$

$$= 3.3 \times 10^{6} \text{ J}$$

अत: **लेजर की क्षमता $= 3.3 \times 10^{6}$ J**

प्रश्न 2.47. निऑन गैस को सामान्यत: संकेत बोर्डों में प्रयुक्त किया जाता है। यदि वह 616 nm पर प्रबलता से विकिरण उत्सर्जन करती है, तो–

(क) उत्सर्जन की आवृत्ति,

(ख) 30 सेकण्ड में इस विकिरण द्वारा तय की गई दूरी,

(ग) क्वांटम की ऊर्जा तथा

(घ) उपस्थित क्वांटम की संख्या की गणना कीजिए (यदि यह 2 J की ऊर्जा उत्पन्न करती है।)

हल : (क) $\because \quad \lambda = 616 \text{ nm} = 616 \times 10^{-9} \text{ m}$

विकिरण की आवृत्ति $c = \nu \times \lambda$

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

या
$$\nu = \frac{3 \times 10^{8}}{616 \times 10^{-9}} \text{ s}^{-1}$$

या
$$\nu = 4.87 \times 10^{14} \text{s}^{-1}$$

अत: **उत्सर्जन की आवृत्ति $= 4.87 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$**

(ख) 30 s में तय की गई दूरी :

∵ 1 s में तय दूरी $= 3 \times 10^8$ m

∴ 30 s में तय दूरी $= 30 \times 3 \times 10^8$ m

$= 9 \times 10^9$ m

अत: **30 सेकण्ड में तय की गई दूरी $= 9 \times 10^9$ m**

(ग) क्वांटक की ऊर्जा

$$E = h\nu$$

$$E = 6.625 \times 10^{-34} \times 4.87 \times 10^{14} \text{ J}$$

$$= 32.27 \times 10^{-20} \text{ J}$$

अत: **क्वांटम की ऊर्जा $= 32.27 \times 10^{-20}$ J**

(घ) क्वांटम की संख्या $= \dfrac{\text{कुल उत्पादन ऊर्जा}}{\text{एक क्वांटम की ऊर्जा}}$

$$= \frac{2}{32.27 \times 10^{-20}}$$

$$= 6.2 \times 10^{18}$$

अत: **उपस्थित क्वाटम की संख्या $= 6.2 \times 10^{18}$**

प्रश्न 2.48. खगोलीय प्रेक्षणों में दूरस्थ तारों से मिलने वाले संकेत बहुत कमजोर होते हैं। यदि फोटॉन संसूचक 600 nm के विकिरण से कुल 3.15×10^{-18} J प्राप्त करता है, तो संसूचक द्वारा प्राप्त फोटॉनों की संख्या की गणना कीजिए।

हल : ∵ फोटॉन की ऊर्जा $= 3.15 \times 10^{-18}$ J

तथा विकिरण की तरंग-दैर्ध्य $= 600$ nm

$= 600 \times 10^{-9}$ m

$= 6 \times 10^{-7}$ m

अब $E = nh\nu$

या $E = \dfrac{nhc}{\lambda}$

∴ फोटॉन संख्या, $n = \dfrac{E\lambda}{hc}$

$$= \frac{3.15 \times 10^{-18} \times 6 \times 10^{-7}}{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}$$

$$= \frac{18.9 \times 10^{-25}}{19.875 \times 10^{-26}}$$

$= 9.51 = 10$

अत: **फोटॉनों की अभीष्ट संख्या = 10**

प्रश्न 2.49. उत्तेजित अवस्थाओं में अणुओं के जीवनकाल का माप प्राय: लगभग नेनो सेकण्ड परास वाले विकिरण स्त्रोत का उपयोग करके किया जाता है। यदि विकिरण स्त्रोत का काल 2 ns और स्पंदित विकिरण स्त्रोत के दौरान उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या 2.5×10^{15} है, तो स्त्रोत की ऊर्जा की गणना कीजिए।

हल : स्त्रोत में विकिरण की अवधि $= 2$ ns

$= 2 \times 10^{-9}$ s

आवृत्ति $\nu = 1$, अवधि $= \frac{1}{2 \times 10^{-9}} = 0.5 \times 10^9 \text{ s}^{-1}$

उत्पन्न कार्बन संख्या, $n = 2.5 \times 10^{15}$

∴ ऊर्जा $E = nh\nu$

$= 2.5 \times 10^{15} \times 6.625 \times 10^{-34} \times 0.5 \times 10^9$

$= 8.28 \times 10^{-10}$ J

अत: **स्त्रोत की कुल ऊर्जा $= 8.28 \times 10^{-10}$ J**

प्रश्न 2.50. सबसे लम्बी द्विगुणित तरंग-दैर्ध्य जिंक अवशोषण संक्रमण 589 और 589.6 nm पर देखा जाता है। प्रत्येक संक्रमण की आवृत्ति और दो उत्तेजित अवस्थाओं के बीच ऊर्जा के अन्तर की गणना कीजिए।

हल : आवृत्ति (ν_1) ज्ञात करने के लिए,

$$\lambda_1 = 589 \text{ nm} = 589 \times 10^{-9} \text{ m}$$

आवृत्ति (ν_2) ज्ञात करने के लिए,

$$\lambda_2 = 589.6 \text{ nm}$$
$$= 589.6 \times 10^{-9} \text{ m}$$

∴ $\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}$

या $\nu_1 = \frac{3 \times 10^8}{589 \times 10^{-9}} \text{ s}^{-1}$

या $\nu_1 = 5.0934 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$

$\nu_2 = \frac{c}{\lambda_2}$

$= \frac{3 \times 10^8}{589.6 \times 10^{-9}} \text{ s}^{-1}$

या $\nu_2 = 5.0882 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$

∴ ऊर्जा $= h\nu$

∵ $E_1 = h\nu_1$ तथा $E_2 = h\nu_2$

∴ $\Delta E = E_1 - E_2 = h(\nu_1 - \nu_2)$

या $\Delta E = 6.625 \times 10^{-34}(5.0934 \times 10^{14} - 5.0882 \times 10^{14})$

या $\Delta E = 6.625 \times 10^{-34}(5.0934 - 5.0882)10^{14}$

या $\Delta E = 6.625 \times 10^{-34} \times 0.052 \times 10^{14}$

या $\Delta E = 0.035 \times 10^{-20}$

या $\Delta E = 3.45 \times 10^{-22}$ J

अत: **दो उत्तेजित अवस्थाओं के बीच ऊर्जा का अन्तर $= 3.45 \times 10^{-22}$ J**

प्रश्न 2.51. सीजियम परमाणु का कार्यफलन 1.9 eV है, तो–

(क) उत्सर्जित विकिरण की देहली तरंग-दैर्ध्य

(ख) आवृत्ति की गणना कीजिए।

यदि सीजियम तत्त्व को 500 nm की तरंग-दैर्ध्य के साथ विकीर्णित किया जाए, तो निकले हुए फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा और वेग की गणना कीजिए।

हल : (क) ∵ सीजियम परमाणु का कार्यफलन = 1.9 eV

$\therefore$ $$w_0 = 1.9 \times 1.602 \times 10^{-19} \text{ J} \qquad [\because 1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}]$$

तथा $$w_0 = \lambda v_0$$

$\therefore$ $$w_0 = \frac{w}{\lambda} = \frac{1.9 \times 1.602 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} \text{ s}^{-1}$$

$$= \frac{3.0438 \times 10^{15}}{6.625} \text{ s}^{-1}$$

$$= 4.59 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

$$= 4.6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

अत: **देहली तरंग-दैर्ध्य $= 4.6 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$**

(ख) देहली आवृत्ति $= \lambda_0 = \frac{c}{v_0}$

या $$\lambda_0 = \frac{3 \times 10^8}{4.6 \times 10^{14}} \text{ m}$$

$$= 0.6521 \times 10^{-6} \text{ m}$$

$$= 6521 \text{ nm}$$

अत: **देहली आवृत्ति $= 6521$ nm**

तथा गतिज ऊर्जा $= hv - w_0$

या $$E = \frac{hc}{\lambda} - w_0$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} \text{J} - 3.04 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= \frac{19.875 \times 10^{-26}}{5 \times 10^{-7}} \text{ J} - 3.04 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 3.975 \times 10^{-19} \text{ J} - 3.04 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 0.935 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$= 9.35 \times 10^{-20} \text{ J}$$

अत: **फोटो इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा $= 9.35 \times 10^{-20}$ J**

$\therefore$ गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2} mv^2$

या $$v = \sqrt{\frac{2 \times K.E.}{m}}$$

या $$v = \sqrt{\frac{2 \times 0.935 \times 10^{-19}}{9.1 \times 10^{-31}}} \text{ m/s}$$

$$= \sqrt{\frac{187 \times 10^{12}}{9.1}} \text{ m/s}$$

$$= \sqrt{\frac{187 \times 10^{10}}{9.1}} \text{ m/s}$$

$$=\sqrt{20.55}\times 10^{5}\,\text{m/s}$$

$$=4.53\times 10^{5}\ \text{m/s}$$

अत: **फोटो इलेक्ट्रॉन का वेग = 4.53×10^{5} m/s**

प्रश्न 2.52. जब सोडियम धातु को विभिन्न तरंग-दैर्घ्यों के साथ विकीर्णित किया जाता है, तो निम्नलिखित परिणाम प्राप्त होते हैं-

λ (nm)	500	450	400
$v\times 10^{5}$ (cm s^{-1})	2.55	4.35	5.35

देहली तरंग-दैर्ध्य और प्लांक स्थिरांक की गणना कीजिए।

हल : इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $m=9.1\times 10^{-31}$ kg

$$\lambda=500\times 10^{-9}\ \text{mu}=5\times 10^{-7}\ \text{m}$$

$$v=2.55\times 10^{5}$$

समीकरण $\frac{hc}{\lambda_0}+\frac{1}{2}mv^2=\frac{hc}{\lambda}$ से,

या
$$\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{hc}{\lambda}-\frac{1}{2}mv^2$$

या
$$\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{6.625\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{5\times 10^{-7}}-\frac{1}{2}\times 9.1\times 10^{-31}\times(2.55\times 10^{5})^2$$

$$=0.0397\times 10^{-17}-0.00296\times 10^{-17}$$

$$=0.0367\times 10^{17}$$

$\therefore$
$$\lambda_0=\frac{6.625\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{0.0367\times 10^{-17}}\,\text{m}$$

$$=\frac{19.86\times 10^{-26}}{0.0367\times 10^{-17}}\,\text{m}$$

$$=541\times 10^{-9}\,\text{m}=541\,\text{nm}$$

अब
$$\frac{hc}{\lambda_0}=\frac{6.625\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{450\times 10^{-9}}-\frac{1}{2}\times 9.1\times 10^{-31}\times(4.35\times 10^{5})^2$$

$$=0.0441\times 10^{-17}-0.00861\times 10^{-17}$$

$$=0.0355\times 10^{-17}$$

$\therefore$
$$\lambda_0=\frac{hc}{0.0355\times 10^{-17}}\ \text{m}$$

$$=\frac{6.625\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{0.0355\times 10^{-17}}\,\text{m}$$

$$=559\times 10^{-9}$$

$$=559\,\text{nm}$$

तथा $$\frac{hc}{h_0} = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2}mv^2$$

या $$\frac{hc}{h_0} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} - \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (5.35 \times 10^5)^2$$

$$= 0.04968 \times 10^{-17} - 0.0130 \times 10^{-17}$$

$$= 0.03668 \times 10^{-17}\ \text{J}$$

∴ $$\lambda_0 = \frac{hc}{0.03668 \times 10^{-17}} = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{0.03668 \times 10^{-17}}$$

$$= 542\ \text{nm}$$

∴ माध्य तरंग दैर्ध्य $= \frac{541 \times 559 \times 542}{3}$ nm

$$= \frac{1642}{3}\ \text{nm}$$

$$= 547.33\ \text{nm}$$

अत : **अभीष्ट तरंग-दैर्ध्य = 547.33 nm**

प्रश्न 2.53. प्रकाश विद्युत प्रभाव प्रयोग में सिल्वर धातु से फोटोइलेक्ट्रॉन का उत्सर्जन 0.35 V की वोल्टता द्वारा रोका जा सकता है। जब 256.7 nm के विकिरण का उपयोग किया जाता है, तो सिल्वर धातु के लिए कार्य फलन की गणना कीजिए।

हल : ∵ $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

$v_0 = 0.35$ V

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

तथा $\lambda = 256.7\ \text{nm} = 256.7 \times 10^{-9}$ m

$w = ?$

समीकरण $ev_0 = \frac{1}{2}mv^2$ से,

$$\frac{1}{2}mv^2 = 1.6 \times 10^{-19} \times 0.35\ \text{J}$$

$$= 0.56 \times 10^{-19}\ \text{J}$$

$$= \frac{56 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}}\ \text{eV} = 0.35\ \text{eV}$$

आइंस्टाइन समीकरण से,

$$\frac{hc}{\lambda} = w + \frac{1}{2}mv^2$$

या $$w = \frac{hc}{\lambda} - \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{256.7 \times 10^{-9}} - 0.35\ \text{eV}$$

$$= \frac{19.875 \times 10^{-17}}{256.7}\ \text{C} - 0.35\ \text{eV}$$

$$= 7.74 \times 10^{-19}\, C - 0.35\, eV$$

$$= \frac{7.74 \times 10^{-19}}{1.6 \times 10^{-19}} eV - 0.35\, eV$$

$$= 4.84\, eV - 0.35\, eV$$

$$= 4.49 eVv$$

अत: **सिल्वर धातु के लिए कार्य फलन = 4.49 eV**

प्रश्न 2.54. यदि 150 pm तरंग-दैर्ध्य का फोटॉन एक परमाणु से टकराता है और इसके अंदर बँधा हुआ इलेक्ट्रॉन 1.5×10^7 ms^{-1} वेग से बाहर निकलता है, तो उस ऊर्जा की गणना कीजिए, जिससे यह नाभिक से बँधा हुआ है।

हल : $\because$ $\lambda = 150\, pm = 150 \times 10^{-12}$ m

$$= 1.5 \times 10^{-10}\, m$$

v वेग $= 1.5 \times 10^7$ m/s

$\therefore$ गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2} mv^2$

या
$$E = \frac{1}{2} \times 9.1 \times 10^{-31} \times (1.5 \times 10^7)^2 J$$

$$= 10.24 \times 10^{-17}\, J$$

$$= 0.102 \times 10^{-15}\, J$$

फोटॉन की ऊर्जा $E = hv = \frac{hc}{\lambda}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3.0 \times 10^8}{1.5 \times 10^{-10}} J = 1.325 \times 10^{-15}\, J$$

$\therefore$ न्यूनतम ऊर्जा मान $E_0 = E -$ गतिज ऊर्जा

$$= [1.325 \times 10^{-15} - 0.102 \times 10^{-15}]\, J$$

$$= 1.223 \times 10^{-15}\, J$$

$$= \frac{1.225 \times 10^{-15}}{1.602 \times 10^{-19}} eV = 7.6 \times 10^3\, eV$$

अत: **अभीष्ट ऊर्जा = 7.6×10^3 eV**

प्रश्न 2.55. पाशन श्रेणी का उत्सर्जन संक्रमण n कक्ष से आरम्भ होता है। कक्ष $n = 3$ में खत्म होता है तथा इसे $v = 3.29 \times 10^{15}$ Hz $\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right]$ से दर्शाया जा सकता है। यदि संक्रमण 1285 nm पर प्रेक्षित होता है, तो n के मान की गणना कीजिए तथा स्पेक्ट्रम का क्षेत्र बताइए।

हल : समीकरण के अनुसार,

$$v = 3.29 \times 10^{15} \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right]$$

$\because$
$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$\therefore$
$$\frac{c}{\lambda} = 3.29 \times 10^{15} \left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right]$$

या
$$\frac{3.0 \times 10^8}{1285 \times 10^{-9}} = 3.29 \times 10^{15} \left[\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2}\right]$$

∴ $$\frac{1}{9}-\frac{1}{n^2}=\frac{3.0\times 10^8}{1285\times 10^{-9}\times 3.29\times 10^{15}}$$

या $$\frac{1}{9}-\frac{1}{n^2}=\frac{3.0\times 10^8}{4.228\times 10^9}$$

या $$\frac{1}{9}-\frac{1}{n^2}=0.07096$$

या $$\frac{1}{n^2}=\frac{1}{9}-0.07096=0.401511$$

या $$n^2=\frac{1}{0.0401511}=24.9059$$

या $$n=\sqrt{24.9059}=4.99=5$$

∴ $$n=5$$

अत: इलेक्ट्रॉन $n=5$ से $n=3$ पर संक्रमण दिखाता है। यह रेखा पाशन श्रेणी में है। पाशन श्रेणी अवरक्त प्रकाश है।
अत: $n=5$ तथा पाशन श्रेणी अवरक्त प्रकाश है।

प्रश्न 2.56. उस उत्सर्जन संक्रमण के तरंग-दैर्ध्य की गणना कीजिए, जो 1.3225 nm त्रिज्या वाले कक्ष से आरम्भ और 211.6 pm पर समाप्त होता है। इस संक्रमण की श्रेणी का नाम और स्पेक्ट्रम का क्षेत्र भी बताइए।

हल : आरम्भ कक्ष की त्रिज्या $=r_0\times n^2$

जहाँ r_0 = बोहर त्रिज्या

$$r_0=0.529\text{ Å}$$

एवं n = कक्ष संख्या

∴ $$1.3225\times 10^{-9}=0.529\times 10^{-10}\times n_2^2$$

∴ $$n_2^2=25$$

या $$n_2=5$$

इसी प्रकार, $$211.6\times 10^{-12}=0.529\times 10^{-10}\times n_1^2$$

या $$n_1^2=4$$

या $$n_1=2$$

∴ $$\bar{\nu}=R\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)$$

जहाँ R रेडबर्ग स्थिरांक $=109677\text{ cm}^{-1}$

$$\bar{\nu}=109677\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{5^2}\right)\text{cm}^{-1}$$

या $$\bar{\nu}=109677\times\frac{21}{100}\text{ cm}^{-1}$$

$$=23032.17\text{ cm}^{-1}$$

∴ $$\lambda=\frac{1}{\bar{\nu}}=\frac{1}{2303217}\text{cm}=4.34\times 10^{-5}\text{cm}$$

$$=434\text{ nm}$$

अत: यह संक्रमण $n_2=5$ से $n_1=2$ तक है, जो बालमर श्रेणी में आता है।

प्रश्न 2.57. दे-ब्रॉग्ली द्वारा प्रतिपादित द्रव्य के दोहरे व्यवहार से इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की खोज हुई, जिसे जैव अणुओं और अन्य प्रकार के पदार्थों की अति आवर्धित प्रतिबिंब के लिए उपयोग में लाया जाता है। इस सूक्ष्मदर्शी में यदि इलेक्ट्रॉन का वेग $1.6 \times 10^6\ ms^{-1}$ है, तो इस इलेक्ट्रॉन से सम्बन्धित दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य की गणना कीजिए।

हल: दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य $\lambda = \frac{h}{m \times v}$

जहाँ h = प्लांक स्थिरांक

m = द्रव्यमान

$$v = \frac{h}{m\lambda} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 1.6 \times 10^6}\ \text{m}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-9}}{14.56}\ \text{m}$$

$$= 0.455 \times 10^{-9}\ \text{m}$$

$$= 455\ \text{pm}$$

अत: **दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य = 455 pm**

प्रश्न 2.58. इलेक्ट्रॉन विवर्तन के समान न्यूट्रॉन विवर्तन सूक्ष्मदर्शी को अणुओं की संरचना के निर्धारण में प्रयुक्त किया जाता है। यदि यदि यहाँ 800 pm की तरंग-दैर्ध्य ली जाए, तो न्यूट्रॉन से सम्बन्धित अभिलाक्षणिक वेग की गणना कीजिए।

हल : $\because$ $\lambda = 800\,\text{pm} = 800 \times 10^{-12}\ \text{m} = 8 \times 10^{-10}\,\text{m}$

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

या $$v = \frac{h}{m\lambda}$$

या $$v = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 8 \times 10^{-10}}\ \text{m/s}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-7}}{72.8}\ \text{m/s}$$

$$= 0.091 \times 10^{-7}\text{m/s}$$

$$v = 9.1 \times 10^5\ \text{m/s}$$

अत: **अभीष्ट वेग $= 9.1 \times 10^5$ m/s**

प्रश्न 2.59. यदि बोर के प्रथम कक्ष में इलेक्ट्रॉन का वेग $2.9 \times 10^6\ ms^{-1}$ है, तो इससे सम्बन्धित दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य की गणना कीजिए।

हल : बोर के प्रथम कक्ष में इलेक्ट्रॉन का वेग $= 2.9 \times 10^6$ m/s

तथा $h = 6.625 \times 10^{-34}$ Js

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान $m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$\therefore$ तरंग-दैर्ध्य $= \frac{h}{m \times v}$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 2.9 \times 10^6}\ \text{m}$$

$$= \frac{6.625 \times 10^{-9}}{26.39} \text{m}$$
$$= 0.251 \times 10^{-9} \text{m}$$
$$= 251 \text{ pm}$$

अत: **दे-ब्रॉग्ली तरंग-दैर्ध्य = 251 pm**

प्रश्न 2.60. एक प्रोटॉन, जो 100 V के विभवांतर से गति कर रहा है, से सम्बन्धित वेग 4.37×10^5 ms^{-1} हैं। यदि 0.1 kg द्रव्यमान की हॉकी की गेंद की इस वेग से गतिमान है, तो इससे सम्बन्धित तरंग-दैर्ध्य की गणना कीजिए।

हल : हॉकी गेंद का वेग $(v) = 4.37 \times 10^5$ m/s

तथा गेंद का द्रव्यमान $= 0.1$kg

$\therefore$
$$\lambda = \frac{h}{m \times v} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{0.1 \times 4.37 \times 10^5} \text{ m}$$
$$= \frac{6.625 \times 10^{-39}}{0.437} \text{m}$$
$$= 15.16 \times 10^{-39} \text{ m}$$
$$= 1.516 \times 10^{-38} \text{ m}$$

अत: **अभीष्ट तरंग-दैर्ध्य $= 1.516 \times 10^{-38}$** m

प्रश्न 2.61. यदि एक इलेक्ट्रॉन की स्थिति को ± 0.002 nm की शुद्धता से मापी जाती है, तो इलेक्ट्रॉन के संवेग में अनिश्चिता की गणना कीजिए। यदि इलेक्ट्रॉन का संवेग $h / 4\pi_m \times 0.05$ nm है, तो क्या इस मान को निकालने में कोई कठिनाई होगी?

हल : $\because$
$$\Delta x \times \Delta p = \frac{h}{4\pi}$$

$\therefore$
$$0.002 \times 10^{-9} \times \Delta p = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 7}{4 \times 22}$$

या
$$\Delta p = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 7}{4 \times 22 \times 0.002 \times 10^{-9}}$$
$$= \frac{46.375 \times 10^{-34}}{1.76 \times 10^{-10}}$$
$$= 2.63 \times 10^{-23}$$

अत: इस मान को ज्ञात नहीं किया जा सकता है; क्योंकि यह बहुत कम है।

प्रश्न 2.62. छ: इलेक्ट्रॉन की क्वांटम संख्या नीचे दी गई है। इन्हें ऊर्जा के बढ़ते क्रम से व्यवस्थित कीजिए। क्या इनमें से किसी की ऊर्जा समान है?

1. $n = 4, l = 2, m_l = -2, m_s = -\frac{1}{2}$

2. $n = 3, l = 2, m_l = 1, m_s = +\frac{1}{2}$

3. $n = 4, l = 1, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

4. $n = 3, l = 2, m_l = -2, m_s = -\frac{1}{2}$

5. $n = 3, l = 1, m_l = -1, m_s = +\frac{1}{2}$

6. $n = 4, l = 1, m_l = 0, m_s = +\frac{1}{2}$

उत्तर—$5. < 2 = 4. < 6 = 3. < 1.$

प्रश्न 2.63. ब्रोमीन परमाणु में 35 इलेक्ट्रॉन होते हैं। इसके $2p$ कक्षक में छः इलेक्ट्रॉन, $3p$ कक्षक में छः इलेक्ट्रॉन तथा $4p$ कक्षक में पाँच इलेक्ट्रॉन होते हैं। इनमें से कौन-सा इलेक्ट्रॉन न्यूनतम प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करता है?

उत्तर– जैसे-जैसे नाभिक से दूर जाते हैं, नाभिकीय आवेश घटता जाता है। अतः $4p$ कक्षक में उपस्थित इलेक्ट्रॉन सबसे कम नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा।

प्रश्न 2.64. निम्नलिखित में से कौन-सा कक्षक उच्च प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा?

(i) $2s$ और $3s$, (ii) $4d$ और $4f$ तथा (iii) $3d$ और $3p$।

उत्तर– (i) $2s$, क्योंकि नाभिक के पास है।

(ii) $4d$

(iii) $3p$

प्रश्न 2.65. Al तथा Si में $3p$ कक्षक में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होते हैं। कौन-सा इलेक्ट्रॉन नाभिक से अधिक प्रभावी नाभिकीय आवेश अनुभव करेगा?

उत्तर– Al में अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है। इसी प्रकार Si में $2p^1$ और $3p^2$ कक्षक हैं।
सिलिकान में अधिक नाभिकीय आवेश होता है।
अतः **सिलिकान में नाभिकीय आवेश अधिक प्रभावी होता है।**

प्रश्न 2.66. इन अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या बताइए-

(क) P (ख) Si (ग) Cr (घ) Fe (ङ) Kr

उत्तर–(क) इ में 3 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं $= 3p^3$

(ख) Si में 2 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं $= 3p^2$

(ग) Cr में 6 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं $= 3d^5 4s^7$

(घ) Fe में 4 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन हैं $= 3d^6 4s^2$

(ङ) Kr में कोई इलेक्ट्रॉन अयुग्मित नहीं है।

प्रश्न 2.67. (i) $n = 4$ से सम्बन्धित कितने उपकोश हैं?

(ii) उस उपकोश के कितने इलेक्ट्रॉन उपस्थित होंगे, जिनके लिए $m_s = -\frac{1}{2}$ एवं $n = 4$ हैं।

उत्तर—(i) जब $n = 4$

तब $l = 0, 1, 2, 3$

$$\left.\begin{array}{ll} l=0 & 4s \text{ उपकक्षक} \\ l=1 & 4p \text{ उपकक्षक} \\ l=2 & 4d \text{ उपकक्षक} \\ l=3 & 4f \text{ उपकक्षक} \end{array}\right\} = \text{चार उपकक्षक}$$

(ii) $s = -\frac{1}{2}$ मान के लिए $n = 4$ में **16 इलेक्ट्रॉन** होंगे।

Durga Tutorial

Online Classes

Thank You For Downloading Notes

ज्यादा जानकारी के लिए हमें
Social Media पर Follow करें।

https://www.facebook.com/durgatutorial23/?modal=admin_todo_tour

https://twitter.com/DurgaTutorial

https://www.instagram.com/durgatutorial/

https://www.youtube.com/channel/UC5AJcz6Oizfohqj7eZvgeHQ

9973735511