परमाणु की संरचना एवं नाभिकीय रसायन का हल
(Solutions of Atomic Structure & Nuclear Chemistry)

EXERCISE # 1

भाग - I

A-2. नाभिक द्वारा घेरा गया स्थान = $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times (3.5 \times 10^{-15})^3 = 1.8 \times 10^{-43}\ m^3$

A-3. $\frac{V_{nucleus}}{V_{atom}} = \frac{\frac{4}{3}\pi r_1^3}{\frac{4}{3}\pi r_2^3} = \left(\frac{1.5 \times 10^{-15}}{0.5 \times 10^{-10}}\right)^3 = 2.7 \times 10^{-14}$

A-4. (A) $R = R_0 A^{1/3} = 1.3 \times 10^{-15} \times (125)^{1/3} = 6.5 \times 10^{-15}$ m

(B) $r = \frac{4\ KZe^2}{m_\alpha v_\alpha^2}$, Z = 47 सिल्वर परमाणु के लिए $\Rightarrow$ $r = \frac{188\ Ke^2}{m_\alpha v^2}$

B-1. कुल ऊर्जा = फोटॉन की संख्या × 1 फोटॉन की ऊर्जा = $100 \times \left(\frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{2000 \times 10^{-10}}\right)$

$= 9.937 \times 10^{-17}\ J = \frac{9.937 \times 10^{-17}}{1.6 \times 10^{-19}}\ eV = 621.1\ eV$

B-2. माना कि प्रति सैकण्ड उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन = n है

$\therefore$ n × एक फोटॉन की ऊर्जा = कुल उत्सर्जित ऊर्जा

$\therefore$ $n \times \frac{12400}{\lambda_{(Å)}} \times 1.6 \times 10^{-19} = 5 \times 10^{-3}$

$\therefore$ $n \times \frac{12400}{6200} \times 1.6 \times 10^{-19} = 5 \times 10^{-3}$

हल करने पर, $n = 1.56 \times 10^{16}$ प्रकाशीय इलेक्ट्रॉन

B-3. $C = \nu\lambda$

$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \times 10^8}{1368 \times 10^3} = 219.3$ m

$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{219.3} = 4.56 \times 10^{-3}\ m^{-1}$

B-4. $E = \frac{hc}{\lambda} \times N_A = \frac{6.625 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8 \times 6.022 \times 10^{23}}{5000 \times 10^{-10}}$ J/mol = 239.4 KJ/mol

B-5. $\therefore$ n × एक फोटॉन की ऊर्जा = कुल ऊर्जा

$n \times \frac{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{850 \times 10^{-9}} = 3.15 \times 10^{-14} \Rightarrow$ $n = 1.35 \times 10^5$ फोटॉन

B-6. माना पीले बल्ब से प्रति सैकण्ड उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या n है तथा शक्ति W वाट है।
लाल बल्ब के लिए प्रति सैकण्ड उत्सर्जित फोटॉनों की संख्या × एक फोटॉन की ऊर्जा = कुल ऊर्जा

$\therefore$ $n \times \frac{12400}{8000} \times 1.6 \times 10^{-19} = 100$ .....(1)

पीले बल्ब के लिए $n \times \frac{12400}{4000} \times 1.6 \times 10^{-19} = W$ .....(2)

(1) तथा (2) द्वारा, W = 200 वॉट।

B-7. 2.5×10^{16} Hz आवृति के लिए, $h\nu = h\nu_o + KE_{max}$

$\therefore$ $h(2.5 \times 10^{16}) = h\nu_o + KE_{max}$ .....(1)

4×10^{16} Hz आवृति के लिए,

$h(4 \times 10^{16}) = h\nu_o + 2\,KE_{max}$ .....(2)

(1) को 2 से गुणा करके (2) में से घटाने पर

$\therefore$ $2h\nu_o - h\nu_o = h(5.0 \times 10^{16} - 4 \times 10^{16})$

$\therefore$ $h\nu_o = h(1 \times 10^{16})$

$\therefore$ देहली आवृति, $\nu_o = 1 \times 10^{16}$ Hz

C-1. हाइड्रोजन परमाणु की मूल अवस्था की त्रिज्या = 0.529 Å

इसलिए, $0.529 = 0.529 \times \frac{n^2}{Z}$

$0.529 = 0.529 \times \frac{n^2}{4}$ $\therefore$ $n = 2$

C-2. $v_3 = v_1 \times \left(\frac{Z}{n}\right)$

$v_3 = 2.18 \times 10^6 \times \left(\frac{1}{3}\right) = 7.27 \times 10^5$ m/s

C-3. कोणीय संवेग, $\ell = mvr = \frac{nh}{2\pi}$ $\therefore$ $\ell \propto n$

त्रिज्या, $r = 0.529\,\frac{n^2}{z}$ Å $\therefore$ $r \propto n^2$ समान Z के लिए

वेग, $v = 2.18 \times 10^6\,\frac{Z}{n}$ m/s $\therefore$ $v \propto \frac{1}{n}$

$\therefore$ $v\,r\,\ell \propto n \times n^2 \times \frac{1}{n}$

परन्तु, $v\,r\,\ell \propto n^x$ (दिया गया)

$\therefore$ $n^2 = n^x$

$\therefore$ $x = 2$

C-4. $$\frac{T_{He^+}}{T_{Li^{2+}}} = \frac{\left(\frac{n^3}{Z^2}\right)_{He^+}}{\left(\frac{n^3}{Z^2}\right)_{Li^{2+}}} = \frac{\left(\frac{2^3}{2^2}\right)}{\left(\frac{4^3}{3^2}\right)} = \frac{9}{32}$$

C-5.

x :	n = 3	to	n = 1	(12.09 eV)
y :	n = 4	to	n = 2	(2.55 eV)
z :	n = 5	to	n = 3	(0.967 eV)

लघुत्तम तरंगदैर्ध्य $\Rightarrow$ अधिकतम ऊर्जा $\Rightarrow$ n = 3 to n = 1 (12.09 eV)

C-6. स्पष्ट रूप से, $E_4 - E_2 = (-0.85) - (-3.4) = 2.55$ eV $\Rightarrow$ A =2, B = 4

C-7. (a) $16.52 = (E_3 - E_2) \times Z^2$

$16.52 = 1.89 \times Z^2$ $\Rightarrow$ $Z^2 = 9$ या $Z = 3$

(b) $(E_3 - E_1)_Z = 12.09 \times Z^2 = 12.09 \times 9 = 108.81$ eV

(c) $\lambda = \dfrac{12400}{\Delta E_{1\to\infty}} = \dfrac{12400}{13.6 \times 3^2} = 101.3$ Å $= 1.013 \times 10^{-8}$ m,

(d) $KE_1 = 13.6\ Z^2$ eV $= 13.6 \times 3^2 = 122.4$ eV

C-8. $40.8 = (\Delta E)_{2\to1} \times Z^2 \Rightarrow 40.8 = 10.2 \times Z^2 \Rightarrow Z^2 = 4$ or $Z = 2$

IE $= 13.6\ Z^2 = 13.6 \times 4 = 54.4$ eV

D-1. $\lambda_{3\to2} = \dfrac{12400}{\Delta E_{3\to2}} = \dfrac{12400}{1.89} = 6561$ Å ; $\lambda_{4\to2} = \dfrac{12400}{\Delta E_{4\to2}} = \dfrac{12400}{2.55} = 4863$ Å

D-2. $\dfrac{1}{\lambda_H} = R(1)^2\left[\dfrac{1}{1^2} - \dfrac{1}{2^2}\right]$ & $\dfrac{1}{\lambda_{He^+}} = R(2)^2\left[\dfrac{1}{n_1^2} - \dfrac{1}{n_2^2}\right]$

परन्तु $\lambda_H = \lambda_{He^+}$

$\therefore$ उपरोक्त समीकरण से $n_1 = 2$ तथा $n_2 = 4$.

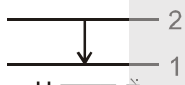
D-3. $\Delta E_{6\to2} = h\nu$

$\nu = \dfrac{3.022 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.625 \times 10^{-34}} = 7.3 \times 10^{14}$ Hz

यह आवृत्ति दृश्य स्पेक्ट्रम में आती है।

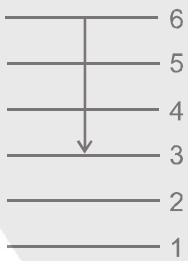
D-4. $E = \dfrac{hc}{\lambda} = \dfrac{12400}{300} = \dfrac{124}{3} = 13.6\ Z^2 \Rightarrow \dfrac{124}{3} = 13.6Z^2\left[1 - \dfrac{1}{4}\right] \Rightarrow Z = 2$

D-5.



H-परमाणु में $2 \to 1$ संक्रमण के लिए अधिकतम एक रेखा संभव है।

He^+ आयन में $4 \to 1$ संक्रमण के लिए अधिकतम संभव रेखायें $= 4(4-1)/2 = 6$



Li^+ आयन में $6 \to 1$ संक्रमण के लिए अधिकतम संभव रेखायें $= 6(6-1)/2 = 15$

परन्तु, $(H_2)_{2\to1} = (He^+)_{4\to2} = (Li^{2+})_{6\to3}$ समान ऊर्जा की रेखायें अतः अतिव्यापन कर लेगी।

$\therefore$ कुल प्रेक्षित रेखायें $= (1 + 6 + 15) - 2 = 20$ रेखायें।

E-1. अवशोषित ऊर्जा $= 1.5 \times 13.6 = 20.4$ eV.

बाहर निकलने के लिए काम में ली ऊर्जा $= 13.6$ eV

$\therefore$ इलेक्ट्रॉन के साथ बची हुई KE $= 20.4 - 13.6 = 6.8$ eV

$\therefore$ डी–बोग्ली तरंगदैर्ध्य, $\lambda = \dfrac{12.27}{\sqrt{6.8}} = 4.71$ Å.

E-2. (m) द्रव्यमान का कण जो (v) वेग से गति करता है से संबंधित डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य

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

$\lambda_p = \dfrac{h}{m_p v_p}$ तथा $\lambda_e = \dfrac{h}{m_e v_e}$

दिया गया है, $\lambda_p = \lambda_e \Rightarrow \dfrac{h}{m_p v_p} = \dfrac{h}{m_e v_e} \Rightarrow m_p v_p = m_e v_e$

$\dfrac{v_e}{v_p} = \dfrac{m_p}{m_e} = 1836 \Rightarrow v_e = 1836\ v_p$

इसका मतलब जब इलेक्ट्रॉन का वेग फोटॉन के वेग का 1836 गुना हो जायेगा तब इस इलेक्ट्रॉन की डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य संबंधित प्रोटोन की डी–ब्रोग्ली के बराबर हो जायेगी।

E-3. $\lambda_1 = \dfrac{h}{\sqrt{2mq\ (100)}} = \dfrac{k}{10}$, $\lambda_2 = \dfrac{h}{\sqrt{2mq(81)}} = \dfrac{k}{9}$, $\lambda_3 = \dfrac{h}{\sqrt{2mq(49)}} = \dfrac{k}{7}$

$$\frac{\lambda_3 - \lambda_2}{\lambda_1} = \left(\frac{\frac{k}{7} - \frac{k}{9}}{\frac{k}{10}}\right) = \frac{20}{63}$$

E-4. प्रारम्भिक गतिज ऊर्जा, $KE_i = 2$ eV

त्वरण के कारण गतिज ऊर्जा में वृद्धि $= q \times V = e \times 2v = 2$eV.

$\therefore$ अन्तिम गतिज ऊर्जा, $KE_f = 2 + 2 = 4$ eV.

$\therefore$ सम्बन्धित डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य, $\lambda = \dfrac{12.27}{\sqrt{4}} = 6.15$ Å.

E-5. $m = \dfrac{h}{4\pi\Delta x\Delta v} = \dfrac{6.625 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 10^{-10} \times 5.27 \times 10^{-24}}$ **Ans.** $\approx$ 100 gm

F-1. त्रिज्य नोडों की संख्या $= n - \ell - 1$

कोणीय नोडों की संख्या $= \ell$

कुल नोड $= n - 1$

G-1. Ni की परमाणु संख्या : 28

Ni : [Ar] $3d^8\ 4a^2$; Ni^{2+} [Ar] $3d^8\ 4s^0$

⇅	⇅	⇅	1	1		
			3d			4s

अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 2

G-2. परमाणु संख्या 56

इलेक्ट्रोनिक विन्यास : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2$.

G-3. (a) $n = 3$, $\ell = 1 \Rightarrow 3p$ (b) $n = 5$, $\ell = 2 \Rightarrow 5d$ (c) $n = 4$, $\ell = 1 \Rightarrow 4p$

(d) $n = 2$, $\ell = 0 \Rightarrow 2s$ (e) $n = 4$, $\ell = 2 \Rightarrow 4d$

G-4. कक्षीय कोणीय संवेग $= \sqrt{\ell\ \ell}\ \dfrac{h}{2\pi}$.

4s कक्षक के लिए, $\ell = 0 \therefore$ कोणीय संवेग $= \sqrt{0\ (0+1)}\dfrac{h}{2\pi} = 0$.

3p कक्षक के लिए, $\ell = 1 \therefore$ कोणीय संवेग $= \sqrt{1\ (1+1)}\dfrac{h}{2\pi} = \dfrac{h}{\sqrt{2\pi}}$.

4th कक्षा के लिए कोणीय संवेग $= \dfrac{nh}{2\pi} = \dfrac{4h}{2\pi} = \dfrac{2h}{\pi}$.

G-5. (i) $\ell = 0 \Rightarrow m = 0\ (m \neq 1)$ (iii) $n = 1 \Rightarrow \ell = 0\ (\ell \neq 2)$ (vi) $s = +1/2$ or $-1/2\ (s \neq 0)$

G-6. (i) $_{26}Fe^{3+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$

इसमें 5 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है। $\therefore n = 5$

$\therefore$ कुल चक्रण $= \pm\dfrac{n}{2} = \pm\dfrac{5}{2}$

चुम्बकीय आघूर्ण $= \sqrt{n(n+2)} = \sqrt{5(5+2)} = \sqrt{35}$ BM.

(ii) $_{29}Cu^{+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$

इसमें शून्य अयुग्मित इलेक्ट्रॉन

$\therefore$ कुल चक्रण = 0.

$\therefore$ चक्रण चुम्बकीय आघूर्ण = 0.

H-1. $\because$ $\Delta E = \Delta m \times 931.478$

$\therefore$ $\Delta m = \dfrac{\Delta E}{931.478} = \dfrac{17.25}{931.478} = 0.0185$ amu

$\Delta m = 3.07 \times 10^{-26}$ g.

H-5. नाभिकीय विखण्डन एक श्रृंखला अभिक्रिया है 3, 9, 27.....न्यूट्रॉन तथा E, 3E, 9E.....ऊर्जा उत्सर्जित करते है। अतः उत्तर 3^n, $3^{n-1}E$ है।

भाग - II

A-1. हाइड्रोजन परमाणु में 1 प्रोटोन, 1 इलेक्ट्रॉन तथा कोई न्यूट्रॉन नहीं है।

A-2. यह इलेक्ट्रॉन से मिलकर बनता है।

A-3. $\dfrac{(e/m)_e}{(e/m)_\alpha} = \dfrac{e/m_e}{2e/4 \times 1836\ m_e} = \dfrac{3672}{1}$

A-4. तथ्यात्मक है।

A-5. आयतन प्रभाज्य = $\dfrac{\text{नाभिक का आयतन}}{\text{परमाणु का कुल आयतन}} = \dfrac{(4/3)\pi\ (10^{-13})^3}{(4/3)\pi\ (10^{-8})^3} = 10^{-15}$

A-6. $R = R_0 A^{1/3} = 1.3 \times 64^{1/3} = 5.2$ fm

B-1. $\lambda = \dfrac{c}{\nu} = \dfrac{3 \times 10^8}{400 \times 10^6} = 0.75$ m

B-2. बैंगनी रंग न्यूनतम तरंगदैर्ध्य है इसलिए अधिकतम ऊर्जा है।

B-3. एक सोडियम परमाणु की आयनन ऊर्जा = $\dfrac{hC}{\lambda}$

तथा एक मोल Na परमाणु की आयनन ऊर्जा = $\dfrac{hC}{\lambda} N_A = \dfrac{6.62 \times 10^{34} \times 3 \times 10^8 \times 6.02 \times 10^{23}}{242 \times 10^{-9}} = 494.65$ kJ.mol.

B-4. शक्ति = $\dfrac{nhC}{\lambda \times t}$ $\Rightarrow$ $40 \times \dfrac{80}{100} = \dfrac{n \times 6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{620 \times 10^{-9} \times 20}$ $\Rightarrow$ $n = 2 \times 10^{21}$

B-5. प्रकाश वैद्युतीय प्रभाव घटित होता है, $E_{\text{प्रकाश}} \geq W$ $\therefore$ $\dfrac{hc}{\lambda} \geq \dfrac{hc}{\lambda_0}$ या $\lambda \leq \lambda_0$.

B-6. प्रकाश विद्युत प्रभाव यादृच्छिक प्रक्रिया है। इसलिए इलेक्ट्रॉन ($h\nu - w$) की अपेक्षा कम गतिज ऊर्जा से बाहर निकल सकता है। कुछ गतिज ऊर्जा बाहर निकलने में व्यर्थ हो सकती है।

C-1. $r \propto \left(\dfrac{n^2}{Z}\right)$ Z बढ़ता है जो प्रथम कक्षा की त्रिज्या घटती है।

C-2. त्रिज्या = $0.529\ \dfrac{n^2}{Z}$ Å = 10×10^{-9} m

इसलिए, $n^2 = 189$ or, $n \approx 14$ **Ans.**

C-3. $E_1(H) = -13.6 \times \frac{1^2}{1^2} = -13.6$ eV ; $E_2(He^+) = -13.6 \times \frac{2^2}{2^2} = -13.6$ eV

$E_3(Li^{2+}) = -13.6 \times \frac{3^2}{3^2} = -13.6$ eV ; $E_4(Be^{3+}) = -13.6 \times \frac{4^2}{4^2} = -13.6$ eV

$\therefore$ $E_1(H) = E_2(He^+) = E_3(Li^{2+}) = E_4(Be^{3+})$

C-4. $V = 2.188 \times 10^6 \frac{Z}{n}$ m/s

अब, $V \propto \frac{Z}{n}$ इसलिए, $\frac{V_{Li^{2+}}}{V_H} = -\frac{Z_1/n_1}{Z_2/n_2} = \frac{3/3}{1/1} = 1$ या, $V_{Li^{2+}} = V_H$

C-5. $r_1 - r_2 = 24 \times (r_1)_H$

$\frac{0.529 \times n_1^2}{1} - \frac{0.529 \times n_2^2}{1} = 24 \times 0.529$

$\therefore$ $\left(n_1^2 - n_2^2\right) = 24$

So, $n_1 = 5$ and $n_2 = 1$

C-6. (a) He^+ की आद्य अवस्था की ऊर्जा $= -13.6 \times 2^2 = -54.4$ eV (iv)

(b) H-परमाणु के प्रथम कक्षा की स्थितिज ऊर्जा $= -27.2 \times 1^2 = -27.2$ eV (ii)

(c) He^+ के II उत्तेजित अवस्था की गतिज ऊर्जा $= 13.6 \times \frac{2^2}{3^2} = 6.04$ eV (i)

(d) He^+ का आयनन विभव $= 13.6 \times 2^2 = 54.4$ V (iii)

C-7. **S_1 :** दो विपरीत आवेशित तंत्र की स्थितिज ऊर्जा दूरी घटने के साथ घटती है।

S_4 : He^+ आयन की प्रथम उत्तेजित अवस्था की ऊर्जा $= -3.4\,Z^2 = -3.4 \times 2^2 = -13.6$ eV.

S_2 तथा S_3 सत्य कथन है।

D-1. $E_n = E_1 \frac{Z^2}{n^2}$ $E_5 = -13.6 \times \frac{(1)^2}{(5)^2} = -0.54$ eV

D-2. $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ $\therefore$ $\lambda \propto \frac{1}{\Delta E}$

D-3. अवरक्त रेखा = कुल रेखा – दृश्य देखा – पराबैंगनी रेखा $= \frac{6(6-1)}{2} - 4 - 5 = 15 - 9 = 6$.

(दृश्य रेखाऐं = 4 $6\to2, 5\to2, 4\to2, 3\to2$) (पराबैंगनी रेखा = 5 $6\to1, 5\to1, 4\to1, 3\to1, 2\to1$)

D-4. जब इलेक्ट्रॉन n से 1 तक जाता है, तो सम्भव कुल रेखाओं की संख्या = n – 1.

D-5. दृश्य रेखा $\Rightarrow$ बामर श्रेणी ($5 \to 2, 4 \to 2, 3 \to 2$). इसलिए, 3 रेखा।

D-6. ऊर्जा के अनुसार, $E_{4\to1} > E_{3\to1} > E_{2\to1} > E_{3\to2}$.

ऊर्जा के अनुसार बैगनी > नीला > हरा > लाल।

$\therefore$ लाल रेखा $\Rightarrow$ $3 \to 2$ का संक्रमण।

D-7. बामर श्रेणी की 1st रेखा के लिए

$$\bar{v}_1 = R_H (3)^2 \left[\frac{1}{(2)^2} - \frac{1}{(3)^2}\right] = 9R\left(\frac{5}{36}\right) = \frac{5}{4}R$$

पाश्चन श्रेणी की अन्तिम रेखा के लिए

$$\bar{v}_2 = R_H (3)^2 \left[\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(\infty)^2}\right] = R$$ इसलिए, $\bar{v}_1 - \bar{v}_2 = \frac{5}{4}R - R = \frac{R}{4}$.

E-1. $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.625 \times 10^{-34}}{0.2 \times 5} \times 3600 \approx 10^{-30}$ m.

E-2. $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}} = \sqrt{\frac{200}{50}} = \frac{2}{1}$.

E-3. $r_1 = 0.529$ Å
$r_3 = 0.529 \times (3)^2$ Å $= 9x$
so, $\lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{2\pi(9x)}{3} = 6\,\pi x$.

E-4. α कण के लिए, $\lambda = \frac{0.101}{\sqrt{V}}$ Å.

E-5. $\lambda \propto \frac{n}{Z}$ $\therefore$ $\frac{n_1}{Z_1} = \frac{n_2}{Z_2}$ or $\frac{2}{3} = \frac{4}{6}$ (n = 4 of C^{5+} ion)

E-6. आवेशित कण के लिए $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}}$, $\therefore$ $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{V}}$.

E-7. $\Delta p \,.\, \Delta x = \frac{h}{4\pi}$ $\Rightarrow$ $\Delta x = \frac{6.62 \times 10^{-34}}{4 \times 3.14 \times 1 \times 10^{-5}} = 5.27 \times 10^{-30}$ m.

F-1. तथ्यात्मक है।

F-2. A में शून्य नोड है, क्योंकि ψ^2 कही भी शून्य नहीं है तो यह 1 s (n – 1 = 0)
B में एक नोड है, इसलिए यह 2s है n – 1 = 1

F-4. x व y अक्ष के 45° पर डम्बेल नहीं है।

F-5. तथ्यात्मक है।

F-6. त्रिज्य नोड़ = $n - \ell - 1$
कोणीय नोड़ = ℓ

F-7. तथ्यात्मक है।

F-8. (a) $3d_{x^2-y^2}$ कक्षक में XY तल में इलेक्ट्रॉन घनत्व शून्य नही होता है।
(b) $3d_{z^2}$ कक्षक में XY तल में इलेक्ट्रॉन घनत्व शून्य नही होता है।
(c) 2s कक्षक में एक नोडल सतह होती है।
(d) $2p_z$ कक्षक में XY नोडल तल होता है।

F-9. तथ्यात्मक है।

F-10. n, ℓ तथा m.

G-1. कक्षीय कोणीय संवेग = $\sqrt{\ell\ \ell}\ \frac{h}{2\pi} = 0$. $\therefore$ $\ell = 0$ (s कक्षक).

G-2. Cu : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$.
$\therefore$ Cu^{2+} : $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^9$ or $[Ar]3d^9$.

G-3. चुम्बकीय आघूर्ण = $\sqrt{n(n+2)} = \sqrt{24}$ B.M.
$\therefore$ अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 4.
X_{26} : $1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$.

चार अयुग्मित इलेक्ट्रॉन प्राप्त होते है बाह्यतम कोश विन्यास $3d^6$ है।

$\therefore$ गायब हुये e^- की संख्या = 2 ($4s^2$ से).

$\therefore$ n = 2.

G-4. Zn^{2+} : [Ar] $3d^{10}$ (0 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन).

Fe^{2+} : [Ar] $3d^6$ (4 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन) अधिकतम

Ni^{3+} : [Ar] $3d^7$ (3 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन).

Cu^+ : [Ar] $3d^{10}$ (0 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन).

G-5. d^7 : 3 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन. $\therefore$ कुल चक्रण $= \pm\frac{n}{2} = \pm\frac{3}{2}$.

G-6. X_{23} : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^3\ 4s^2$.

$\ell = 2$ के साथ इलेक्ट्रॉन की संख्या 3 ($3d^3$) है।

G-7. Cr (Zn = 24)

इलेक्ट्रोनिक विन्यास : $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$

इसलिए, $\ell = 1$ में इलेक्ट्रॉन की संख्या p उपकोश में 12 है तथा $\ell = 2$ में इलेक्ट्रॉन की संख्या d उपकोश में 5 है।

G-8. कक्षीय कोणीय संवेग $= \sqrt{\ell\ \ell}\ \frac{h}{2\pi} = 0$ (चूँकि s कक्षक के लिए $\ell = 0$).

G-9. Cl_{17}^- : [Ne] $3s^2\ 3p^6$.

अन्तिम इलैक्ट्रॉन 3p कक्षक में प्रवेश करता है। $\therefore$ $\ell = 1$ तथा m = 1, 0, –1.

G-10. त्रिज्यीय नोड की संख्या $= n - \ell - 1 = 1$, n = 3. $\therefore$ $\ell = 1$.

कक्षीय कोणीय संवेग $= \sqrt{\ell\ \ell}\ \frac{h}{2\pi} = \sqrt{2}\ \frac{h}{2\pi}$.

H-1. ${}^{11}_{6}C \longrightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{0}_{+1}e$

H-2. $\frac{n}{p} > 1$

H-3. यह भेदन क्षमता का क्रम होता है।

H-4. $\frac{n}{p} > 1$ के लिए β-उत्सर्जन होता है, जिससे $\frac{n}{p}$ का मान घटता है, और स्थायीत्व प्राप्त होता है।

H-5. ${}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A-1}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$

H-6. ${}^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{214}_{82}Pb + m\,{}^{4}_{2}He + n\,{}^{0}_{-1}e$

$\therefore$ m = 6 तथा m = 2. कुल 8.

भाग - III

1. यह तथ्यात्मक है

2. $f_n = \frac{v_n}{2\pi r_n}$, $f_n \propto \frac{Z^2}{n^3}$, $T_n = \frac{2\pi r_n}{v_n}$, $T_n \propto \frac{n^3}{Z^2}$.

$E_n = -13.6\ \frac{Z^2}{n^2}$, $E_n \propto \frac{Z^2}{n^2}$, $r_n \propto \frac{n^2}{Z}$.

3. यह तथ्यात्मक है

4. ℓ के मानों की संख्या = कुल उपकोशों की संख्या = n.
ℓ का मान = 0, 1, 2 ..... (n – 1).
$\ell = 2 \Rightarrow m = -2, -1, 0, +1, +2$ (5 मान)
$m = -\ell$ से $+\ell$ शून्य से होकर।

EXERCISE # 2

भाग - I

1. तथ्यात्मक है।

2. $\frac{m}{e} = 1.5 \times 10^{-8}$ तथा $e = 1.6 \times 10^{-19}$

$\therefore$ $m = 1.5 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19} \Rightarrow m = 2.4 \times 10^{-24}$ g

3. तैलीय बूंद पर आवेश = 6.39×10^{-19} C

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

$\therefore$ 6.39×10^{-19} C पर आवेश $= \frac{6.39 \times 10^{-19}}{1.602 \times 10^{-19}} = 4$ इलेक्ट्रॉन

5. $\frac{hc}{\lambda} = 1 + \phi$ ...(1)

$3 \times \frac{hc}{\lambda} = 4 + \phi$ ...(2)

अभिक्रिया (1) व (2) से $\phi = 0.5$ eV

6. $\frac{T_1}{T_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3} = \frac{1^3}{2^3} = \frac{1}{8}$.

$\because$ $\left(T = \frac{2\pi r}{V}\right)$ अतः, $T \propto \frac{n^3}{Z^2}$

7. $\frac{r_1}{r_2} = \frac{n_1^2}{n_2^2} = \frac{R}{4R} \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2} \therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{n_1^3}{n_2^3} = \frac{1}{8}$.

8. कोणीय संवेग J = mvr

$J^2 = m^2v^2r^2$

या $\frac{J^2}{2} = \left(\frac{1}{2}mv^2\right)mr^2$ या K.E. $= \frac{J^2}{2mr^2}$

9. स्थितिज ऊर्जा $= \frac{Kq_1q_2}{r} = \frac{K(-e)(+4e)}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times -\frac{4e^2}{r} = -\frac{e^2}{\pi \epsilon_0 r}$.

10. $KE = \frac{1}{2}\frac{KZe^2}{r} = \frac{3e^2}{8\pi \epsilon_0 r}$.

11. $(He^+)_{2 \to 4} = (Li^{2+})_{n_4 \to n_3}$

$\therefore$ $\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{n_2}{n_4} = \frac{n_1}{n_3}$ या $\frac{2}{3} = \frac{2}{n_4} = \frac{4}{n_3}$

$\therefore$ $n_4 = 3$ तथा $n_3 = 6$.

$\therefore$ Li^{2+} आयन में संक्रमण = $3 \to 6$

12. $\nu = RC\,Z^2\left(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}\right)$.

$\nu_1 = RC\,Z^2\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\infty^2}\right) = RC\,Z^2$, $\nu_2 = RC\,Z^2\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right) = \frac{3}{4}RC\,Z^2$.

$\nu_3 = RC\,Z^2\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{1}{4}RC\,Z^2$. $\therefore$ $\upsilon_1 - \upsilon_2 = \upsilon_3$.

13. दृश्य रेखाऐ $\Rightarrow$ बामर श्रेणी $\Rightarrow$ 3 लाइन ($5 \to 2$, $4 \to 2$, $3 \to 2$).

14. हाइड्रोजन परमाणु के लाइमन श्रेणी की लघुत्तम तरंगदैर्ध्य

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{x} = R\left[\frac{1}{(1)^2}-\frac{1}{(\infty)^2}\right] \quad \text{so,} \quad x = \frac{1}{R}$$

बामर श्रेणी के लिए

$$\frac{1}{\lambda} = R(1)^2\left\{\frac{1}{(2)^2}-\frac{1}{(3)^2}\right\}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{x}\times\frac{5}{36} \quad \text{so,} \quad \lambda = \frac{36x}{5}.$$

15. बामर श्रेणी में रेखाओं की संख्या = 2. $\therefore$ n = 4 (रेखा $4 \to 2$, $3 \to 2$ है।).

उत्सर्जित प्रकाश इलेक्ट्रॉन के लिए $KE = E_{\text{फोटॉन}} - BE_n = 13 - \frac{13.6}{4^2} = 13 - 0.85 = 12.15$ eV.

16. $\frac{\lambda_y}{\lambda_x} = \frac{m_x v_x}{m_y v_y}$. $\Rightarrow$ $\frac{\lambda_y}{1} = \frac{m_x v_x}{(0.25 m_x)\ (0.75\ v_x)} = \frac{16}{3}$.

$\therefore$ $\lambda_y = 5.33$Å.

17. $\lambda = \frac{h}{mV}$

$\frac{\lambda_p}{\lambda_\alpha} = \frac{m_\alpha V_\alpha}{m_p V_p}$ $m_\alpha = 4m_p$

$\frac{\lambda_p}{\lambda_\alpha} = \frac{4m_\alpha V_\alpha}{m_p V_p}$

$\frac{1}{2} = 4 \times \frac{V_\alpha}{V_p}$

$\frac{V_p}{V_\alpha} = \frac{8}{1}$

18. एक इलेक्ट्रॉन विभवान्तर V के साथ त्वरित होता है, $\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mqV}} = \frac{12.3}{\sqrt{V}}$ Å.

19. $\lambda = v$

तब $\lambda = \frac{h}{mV}$ या $\lambda^2 = \frac{h}{m}$ इसलिए, $\lambda = \sqrt{\frac{h}{m}}$.

20. $\Delta x = 2\Delta p$

$\Delta x.\Delta p = \frac{\hbar}{2} = \frac{h}{4\pi}$ $\Rightarrow$ $2\,\Delta p.\Delta p = \frac{\hbar}{2}$

$2(m\Delta V)^2 = \frac{\hbar}{2}$; $(\Delta V)^2 = \frac{\hbar}{4m^2}$ $\Rightarrow$ $\Delta V = \frac{\sqrt{\hbar}}{2m}$.

21. $2\pi r = n\lambda$ = परिधि

22. s कक्षक गोलीय है इसलिए यह दिशाहीन है।

23. पाली $d_{x^2-y^2}$ कक्षक X तथा Y अक्ष के अनुदिश है। इसलिए x तथा y अक्ष के अनुदिश इलेक्ट्रॉन के लिए पाये जाने की अधिकतम संभावना होती है।

24. तथ्यात्मक है।

25. Rb_{37} : [Kr] $5s^2$. $\therefore$ $n = 5, \ell = 0, m = 0, s = \pm\frac{1}{2}$.

26. चुम्बकीय आघूर्ण = 2.83 इसलिए अयुग्मित इलेक्ट्रॉन की संख्या = 2
इसलिए Ni^{2+} उत्तर है।

27. 1s, 3s, 3d तथा 2p कक्षक के लिए क्रमश ℓ = 0, 0, 2, 1
कक्षीय कोणीय संवेग = $\sqrt{\ell(\ell+1)}\,\hbar$.

28. np कक्षक के बाद, (n + 1) s कक्षक भरा जाता है।

29. एक कक्षक में इलेक्ट्रॉन की कुल संख्या = $2(2\ell+1)$.
ℓ का मान शून्य से n -1 तक परिवर्तित होता है।
$\therefore$ किसी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की कुल संख्या = $\sum_{\ell}^{\ell} 2(2\ell+1)$.

30. चक्रण क्वाण्टम संख्या श्रोंडिगर समीकरण से प्राप्त नहीं होती है।
$s = +\frac{1}{2}$ तथा $-\frac{1}{2}$ सार्वभौमिक रूप से बताये जाते है।

31. द्रव्यमान संख्या में परिवर्तन = 32
प्रोटोन की संख्या में परिवर्तन = 10
8α अर्थात् 8 $_2He^4$ अतः 32 द्रव्यमान संख्या, 16 प्रोटोन
अब 6β = 6 न्यूट्रॉन 6 प्रोटोन मे परिवर्तित हो जाते है।
अतः प्रोटोन में कुल परिवर्तन = 10
उत्तर है 8α, 6β

भाग - II

1. $\frac{(e/m)_p}{(e/m)_\alpha} = \frac{e_p/m_p}{2e_p/4m_p} = \frac{2}{1}$.

2. $\frac{E_1}{E_2} = \frac{hc}{\lambda_1} \times \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{600}{300} = 2$.

3. 1 मोल (18 g) बर्फ को पिघलाने हेतु आवश्यक ऊष्मा = 330 × 18 = 5940 J
एक फोटॉन की ऊर्जा = $h\nu = 6.6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{13} = 33 \times 10^{-21}$ J
$\therefore$ आवश्यक फोटॉन की कुल संख्या = $\frac{5940}{33 \times 10^{-21}} \approx 1.8 \times 10^{23}$

4. $W_0 + K = h\nu$
$40 \times 1.6 \times 10^{-19} = \frac{6.62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda}$
λ = 31 nm

5. फोटॉन की ऊर्जा = 0.6375 eV = $\frac{3}{4} \times 0.85$ eV = $\frac{3}{4} \times \frac{13.6}{4^2} = \frac{13.6}{4^2}\left(1-\frac{1}{4}\right) = 13.6\left(\frac{1}{4^2}-\frac{1}{8^2}\right)$

अतः यह फोटॉन, संक्रमण n = 8 से n = 4 (ब्रैकेट श्रेणी)

$\therefore$ x = 8 Ans.

6. IP = 13.6Z2 = 16 (given).

1st excitation potential = $13.6 \times \frac{3}{4} \times Z = 16 \times \frac{3}{4}$ = 12 V.

7. हाइड्रोजन परमाणु का व्यास = 16.92Å

एक परमाणु की त्रिज्या = 8.46Å

$r_n = \frac{0.529n^2}{Z} \quad \Rightarrow \quad 8.46 = \frac{0.529n^2}{1} \quad \Rightarrow \quad n = 4$

इलेक्ट्रानो की अधिकतम संख्या = $2n^2 = 2 \times (4)^2 = 32$.

8. स्पेक्ट्रम लाइन की संख्या = $\frac{(n_2-n_1)(n_2-n_1+1)}{2}$

$6 = \frac{(n_2-3)(n_2-3+1)}{2} \quad \Rightarrow \quad 12 = n_2^2 - 5n_2 + 6$

$\therefore \quad n_2^2 - 5n_2 - 6 = 0.$

$\therefore \quad n_2 = 6$ या -1.

चूंकि $n_2 = -1$ यह सम्भव नहीं है इसलिए $n_2 = 6$ है।

9. कुल ऊर्जा = $\frac{13.6\,Z^2}{n^2} = \frac{13.6\,(Z)^2}{(4)^2}$ = 3.4 eV

अब K.E. = 3.4 – 1.4 = 2 eV

अब कुल ऊर्जा = 2 + 4 = 6 eV विभवान्तर = 6 V

इलेक्ट्रॉन के लिए, $\lambda = \sqrt{\frac{150}{V}}$ so λ = 5 Å.

10. एक इलेक्ट्रॉन के लिए, डी–ब्रॉग्ली तरंग दैर्ध्य $\lambda = \sqrt{\frac{150}{KE_{eV}}}$ Å

$\lambda^2 = \frac{150}{KE_{eV}} \qquad KE = \frac{150}{\lambda^2} = \frac{150}{12.016} = \frac{13.6 \times 11}{144}$ eV (दिया गया है)

$\left(E_{n_2 \to 6}\right)_{Li^{2+}} = \left(E_{3 \to \infty}\right)_H + KE_{\text{इलेक्ट्रॉन}}$

$13.6\,(3)^2\left(\frac{1}{6^2}-\frac{1}{n_2^2}\right) = 13.6\,(1)^2\left[\frac{1}{3^2}-\frac{1}{\infty^2}\right] + \frac{13.6 \times 11}{144}$

हल करने पर, हम पाते है $n_2 = 12$.

12. $(2 - Zr)^2 = 0$

Zr = 2

$r = \frac{2}{z} = \frac{2}{2}$ = 1Å

13. d_{xy}, d_{yz}, d_{xz}

d_{xy} की पाली में X तथा Y अक्ष के बीच कोण 45º है। इसलिए पाली के अनुदिश कोणीय प्रायिक्ता वितरण अधिकतम है।

14. Cr : $1s^2\,2s^2\,2p^6\,3s^2\,3p^6\,4s^1\,3d^5$

$n + \ell = 3$

इसलिए 2p, 3s का संयोजन 8 इलेक्ट्रॉन रखता है।

15. $\sqrt{n(n+2)} = 4.9$

$\therefore$ अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या, n = 4.

$_{25}Mn : [Ar]4s^2 3d^5$

4 अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होने के लिए Mn परमाणु 3 इलेक्ट्रॉन देगा। (4s से 2 तथा 3d से 1).

$\therefore$ a = +3.

16. $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{139}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + x_0n^1$

समान द्रव्यमान संख्या

235 + 1 = 139 + 94 + x

x = 3

भाग - III

1. $^{76}_{32}Ge$ में न्यूट्रॉनों की संख्या = A – Z = 76 – 32 = 44.

$^{77}_{33}As$ में न्यूट्रॉनों की संख्या = 77 – 33 = 44.

$^{78}_{34}Se$ में न्यूट्रॉनों की संख्या = 78 – 34 = 44.

2. Ne 10 इलेक्ट्रॉन रखता है।

O^{2-} तथा F^-, 10 इलेक्ट्रॉन रखता है।

3. चूंकि परमाणु का अधिकतर भाग खाली होता है, अतः जब α कणों को पतली धातु की पन्नी में से गुजारा जाता है तो अधिकांश कण पन्नी में से सीधे गुजर जाते हैं।

4. α कण प्रकीर्णन प्रयोग में α कण की नाभिक से न्यूनतम दूरी 10^{-14} m के लगभग आयी थी।

5. $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{600 \times 10^{-9}} = 5 \times 10^{14}\ sec^{-1}$

$E = \frac{12400}{6000} = 2.07$ eV.

6. Li^{2+}, H तथा He^+ एकल इलेक्ट्रॉन स्पीशीज है।

7. वेग $\propto \frac{Z}{n}$; आवृति $\propto \frac{Z^2}{n^3}$; त्रिज्या $\propto \frac{n^2}{Z}$; बल $\propto \frac{Z^2}{n^4}$.

8. 1st उत्तेजन विभव = 10.2 Z^2 = 24 V $\therefore$ Z^2 = 24/10.2

$\therefore$ IE = 13.6 $Z^2 = \frac{13.6 \times 24}{10.2}$ = 32 eV.

3rd उत्तेजित अवस्था की बंध ऊर्जा = 0.85 $Z^2 = \frac{0.85 \times 24}{10.2}$ = 2eV.

2nd उत्तेजन विभव = 12.09 $Z^2 = \frac{12.09 \times 24}{10.2} = \frac{32 \times 8}{9}$ V.

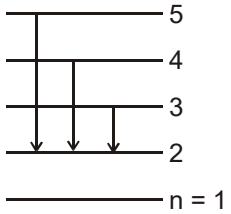
9. दिये गये सभी संक्रमणों में ऊर्जा का एक क्वांटम उत्सर्जित होता है, क्योंकि सिर्फ एक संक्रमण ही हुआ है।

10. संक्रमण $5 \rightarrow 2$ में होता है।

$\Rightarrow$ $\Delta n = 3$

अतः देखी गई वर्णक्रम रेखाओं की संख्या = $\frac{3(3+1)}{2} = 6$

(C) बामर श्रेणी से सम्बिन्धित रेखाओं की संख्या = 3 ($5 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 2, 3 \rightarrow 2$). जैसा चित्र में दिखाया गया है।



पाश्चन् श्रेणी से सम्बन्धित रेखाओं की संख्या = 2 (5 → 3,4 → 3).

11. 3 → 2 संक्रमण के लिये कोणीय संवेग में अन्तर $= (3-2)\frac{h}{2\pi} = \frac{h}{2\pi}$.

4 → 2 संक्रमण के लिये कोणीय संवेग में अन्तर $= (4-2)\frac{h}{2\pi} = \frac{h}{\pi}$.

12. $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\sqrt{2mKE}} = \frac{h}{\sqrt{2mqV}}$.

जब v, KE तथा V समान है। इसलिए m को बढाने पर λ घटता है . $\lambda_e > \lambda_p > \lambda_\alpha$ (यदि v, KE तथा V समान है).

13. n = 4, m = 2

ℓ का मान = 0 से (n – 1) परन्तु m = 2. ∴ ℓ = 2 या 3 केवल

s का मान +1/2 या – 1/2 हो सकता है।

14. $\sqrt{n(n+2)} = 1.732$

अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या, n = 1.

$_{25}X$: [Ar] $4s^2 3d^5$

एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन होने के लिये 6 इलेक्ट्रॉनों को निकालना होगा (4s से 2 तथा 3d से 4).

∴ Y = 6.

15. चक्रण कोणीय संवेग $S = \sqrt{s(s+1)}\frac{h}{2\pi}$.

$s = \frac{1}{2}$ ∴ $S = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{h}{2\pi}$.

16. (A) $_{24}Cr$: $[Ar]3d^5 4s^1$ (B) m = – ℓ से + ℓ शून्य से होकर

(C) $_{47}Ag$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^1 4d^{10}$.

चूकिं सिर्फ एक अयुग्मित इलेक्ट्रॉन है।

∴ 23 इलेक्ट्रॉनों का चक्रण एक प्रकार का होगा तथा 24 का चक्रण विपरीत होगा।

17. $_8O$: [He] $2s^2 2p^4$; $_{16}S$: [Ne] $3s^2 3p^4$

18. γ- किरणें अन्आवेशित होती है।

19. 1 न्यूट्रॉन जोड़ने पर द्रव्यमान संख्या बढ़ जाती है।

भाग - IV

1. आपतित प्रकाश की विकिरणों की आवृत्ति बढाने पर प्रकाशीय इलेक्ट्रॉनों की गतिज ऊर्जा बढती है।

आवृत्ति घटते क्रम में ν ⇒ बेंगनी > नीला > नारंगी > लाल

गतिज ऊर्जा घटते क्रम में ⇒ बेंगनी > नीला > नारंगी > लाल

2. फोटॉन तथा इलेक्ट्रॉन के बीच "एक से एक" टक्कर से प्रकाश-इलेक्ट्रॉन निकलते है।

आपतित प्रकाश की आवृत्ति > दैहली आवृत्ति

$5.16 \times 10^{15} > 6.15 \times 10^{14}$

3. प्रकाश–इलेक्ट्रॉनों की संख्या आपतित प्रकाश की तीव्रता या चमक पर निर्भर करती है।

4. H-परमाणु के लिए ब्रेकेट श्रेणी की अन्तिम रेखा

$$\frac{1}{\lambda_1} = R\left[\frac{1}{(4)^2} - \frac{1}{(\infty)^2}\right] \qquad \text{इसलिए, } \lambda_1 = \frac{16}{R}$$

लाइमन श्रेणी की 2nd रेखा

$$\frac{1}{\lambda_2} = R\left[\frac{1}{(1)^2} - \frac{1}{(3)^2}\right] \qquad \text{इसलिए, } \lambda_2 = \frac{9}{8R}$$

या, $\frac{128}{\lambda_1} = \frac{9}{\lambda_2}$

5. 1. H-परमाणु की स्पेक्ट्रम रेखा बामर श्रेणी के दृश्य परास से सम्बन्धित है।
2. H-परमाणु की बॉमर श्रेणी में प्रथम 4 रेखायें दृश्य परास में तथा बची हुयी सभी रेखायें पराबैंगनी क्षेत्र में आती है।
3. He^+ आयन की लाइमन श्रेणी की 2nd रेखा की ऊर्जा = $(E_{3\to1}) \times 2^2 = 12.1 \times 4 = 48.4$ eV.

6. $\bar{v} = R(4)^2\left[\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{(4)^2}\right] = \frac{7R}{9}$.

7. $\Delta x = \frac{h}{4\pi\, Me} \times \frac{1}{\Delta V}$ $\qquad \Delta V = V \times \frac{0.001}{100} = 300 \times 10^{-5}$ m/s

$\Delta x = 5.8 \times 10^{-5} \times \frac{1}{300 \times 10^{-5}} = 1.92 \times 10^{-2}$ m

8. अधिकतम गतिज ऊर्जा अधिकतम रोकण विभव से संबंधित होती है तथा अधिकतम रोकण विभव = 22 eV.

$E_{incident} = E_{thresold} + KE_{maxi} = 40$ eV + 22eV = 62 eV

$\lambda_{incident} = \frac{12400\ Å}{62} = 200$ Å

9. परिधि = $2\pi r = n\lambda$

डी–ब्रोग्ली –$\lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{3\,nm}{3} = 1$ nm = 10Å

$\lambda = \frac{12.3}{\sqrt{V}}$ Å $\quad \Rightarrow \quad KE = \left(\frac{12.3}{10}\right)^2 = 1.51$ eV.

IIIrd कक्ष के इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा = 1.51 eV ≡ IIIrd कक्ष के इलेक्ट्रॉन की बंधन ऊर्जा

आयनिकृत करने के लिये फोटॉन की आवश्यक $\lambda = \frac{1240\ eV\,Å}{1.51\ eV} = 821$ nm

10. 1s कक्षक के कोणीय भाग व त्रिज्य भाग को गुणा करके, गुणनफल का वर्ग करते है।

11. s-कक्षक के लिए एक विशिष्ट त्रिज्या पर सभी कोणों पर इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की सम्भावना एक समान होती है।

12. कार्बन परमाणु के अलग–अलग कक्षक में दो अयुग्मित उपस्थित है। इसलिए यह भिन्न–भिन्न चुम्बकीय क्वान्टम संख्या रखते है।

13. Zn^{2+} आयन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^{10}$ है। इसलिए 4s कक्षक में कोई इलेक्ट्रॉन नहीं है।

14. $\sqrt{s(s+1)}\ \frac{h}{2\pi} = \sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}+1\right)}\ \frac{h}{2\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2}\ \frac{h}{2\pi} = 0.866\frac{h}{2\pi}$

15. $Cu^+ \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^{10}$
$Fe^{+3} \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^5$
$Cr^{+3} \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^3$
$Co^{+3} \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^6$

Cu^+ आयन पूर्ण पूरित कक्षक की अधिकतम संख्या रखता है
$\ell = 2$ से सम्बंधित इलेक्ट्रॉनों की संख्या 10 है।
$\ell + m = 0$ से सम्बंधित इलेक्ट्रॉनों की संख्या 12 है।

16. $Cr^{+3} \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^3$
$n + \ell = 5$ से सम्बंधित इलेक्ट्रॉनों की संख्या 3 है।
चुम्बकीय आघूर्ण $u = \sqrt{n(n+2)}$ B.M. $= \sqrt{3\times5} = \sqrt{15}$ B.M.

17. $Co^{+3} \longrightarrow 1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 3d^6$
अयुग्मित इलेक्ट्रॉनों की संख्या = 4
$n + \ell = 5$ से सम्बंधित इलेक्ट्रॉनों की संख्या 6 है।

EXERCISE # 3

भाग - I

1. $r_n = 0.529 \dfrac{n^2}{Z}$ Å
हाइड्रोजन के लिए n = 1 तथा Z = 1 ; $\therefore$ $r_H = 0.529$
Be^{3+} के लिए n = 2 तथा Z = 4 ; $\therefore$ $r_{Be^{3+}} = \dfrac{0.529\times2^2}{4} = 0.529$
इसलिए (D) विकल्प सही है।

2. ψ^2_{2s} = 2s कक्षक में इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता
$\psi^2_{\text{नोड पर}} = 0$ (नोड पर एक इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता)
$r = r_0$ पर नोड के लिए, $\psi^2 = 0$

अतः, $\psi^2 = 0 = \dfrac{1}{4\sqrt{2\pi}}\left[\dfrac{1}{a_0}\right]^3\left[2-\dfrac{r_0}{a_0}\right]\times e^{r_0/2a_0}$

$\Rightarrow$ $\left[2-\dfrac{r_0}{a_0}\right] = 0$ or $2 = \dfrac{r}{a_0}$

$\Rightarrow$ $r = 2a_0$

(b) डी–ब्रोग्ली समीकरण की सहायता के द्वारा तरंगद्वैर्ध्य की गणना की जा सकती है।

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626\times10^{-34}}{100\times100\times10^{-3}} = \frac{6.626\times10^{-34}}{10{,}000\times10^{-3}} = 6.626\times10^{-35}\text{ m या } 6.626\times10^{-25}\text{ Å}$$

(c) (i) एक तत्व के परमाणु द्रव्यमान में 4 की कमी तथा परमाणु क्रमांक में α-कण के उत्सर्जन द्वारा 2 की कमी आती है।
(ii) तत्व का परमाणु भार अपरिवर्तित रहता है तथा परमाणु क्रमांक में एक β-कण के उत्सर्जन के द्वारा 1 की वृद्धि होती है।
अतः 8α–कणों के उत्सर्जन के द्वारा परमाणु द्रव्यमान में परिवर्तन = 8 × 4 = 32
नया परमाणु द्रव्यमान = पुराना परमाणु द्रव्यमान – 32 = 238 – 32 = 206
इसी प्रकार 8α-कणों के उत्सर्जन के द्वारा परमाणु क्रमांक में परिवर्तन = 8 × 2 = 16 होगा।
अतः नया परमाणु क्रमांक = पुराना परमाणु क्रमांक – 16 = 92 – 16 = 76
6β-कणों के उत्सर्जन के द्वारा परमाणु भार अपरिवर्तित रहता है अतः नए तत्व का परमाणु द्रव्यमान 206 होगा।
परमाणु क्रमांक में 6 इकाई की वृद्धि होती है अतः नया परमाणु क्रमांक होगा 76 + 6 = 82
अतः अभिक्रिया निम्न प्रकार होगी। $_{92}X^{238} \xrightarrow[-6\beta]{-8\alpha} {}_{82}Y^{206}$

3. **(a)** हाइड्रोजन परमाणु के लिए, Z = 1, n = 1

$v = 2.18 \times 10^6 \times \frac{Z}{n} ms^{-1} = 2.18 \times 10^6\ ms^{-1}$

डी–ब्रोग्ली तरंगदैर्ध्य, $\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6.626 \times 10^{-34}}{9.1 \times 10^{-31} \times 2.18 \times 10^6}$ = **3.32 × 10⁻¹⁰ m** = 3.3 Å

(b) 2p के लिए, $\ell = 1$

$\therefore$ कक्षीय कोणीय संवेग = $\sqrt{\ell\ \ell}\ \frac{h}{2\pi} = \sqrt{2}.\left(\frac{h}{2\pi}\right)$.

4. $K_n = \frac{KZe^2}{2r}$, $V_n = -\frac{KZe^2}{r}$, $E_n = -\frac{KZe^2}{2r}$ so, $\frac{V_n}{K_n} = -2$ and $E_n \propto \frac{1}{r}$.

5. $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{142}_{54}Xe + ^{90}_{38}Sr + 4\,^{1}_{0}n$ (slow neutron)

6. निम्नतर अवस्था (S_1) के लिए

त्रिज्य नोड की संख्या = 1 = n – ℓ – 1

n = 2 तथा ℓ = 0 रखने पर

अतः यह 2s कक्षक होगा (S_1 अवस्था के लिए) (चूँकि उच्चतर अवस्था S_2 के लिए n = 3)

7. S_1 अवस्था की ऊर्जा = $-13.6\left(\frac{3^2}{2^2}\right)$ eV/atom

= $\frac{9}{4}$ (निम्नतम अवस्था में H-परमाणु की ऊर्जा)

= 2.25 (निम्नतम अवस्था में H-परमाणु की ऊर्जा)

8. S_2 अवस्था के लिए

त्रिज्य नोड की संख्या = 1 = n – ℓ – 1 ..... (समी. 1)

S_2 अवस्था की ऊर्जा = H-परमाणु में इलेक्ट्रॉन की निम्नतम अवस्था में ऊर्जा

= – 13.6 eV/atom

= $-13.6\left(\frac{3^2}{n^2}\right)$ eV/atom

n = 3.

समीकरण (1) में रखने पर ℓ = 1

अतः, कक्षक $\Rightarrow$ 3p (S_2 अवस्था के लिए).

9. $E_{फोटॉन} = \frac{12400}{3000}$ = 4.13 eV

प्रकाश विद्युत प्रभाव प्रदर्शित हो सकता है। यदि $E_{फोटॉन} \geq \phi$

इसलिए, Li, Na, K तथा Mg धातु प्रकाश विद्युत प्रदर्शित करेगी।

10.

3s	3p			3d				
↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓

इसलिए, चक्रण क्वाटम संख्या ($m_s = -\frac{1}{2}$) रखने वाले इलेक्ट्रॉन की संख्या 9 होगी।

11.

$$\begin{array}{ccc} {}^{27}_{13}Al & \xrightarrow{(ii) \rightarrow {}_2He^4} & {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n \ (y)\ \text{न्यूट्रॉन} \\ (i) \rightarrow {}_2He^4 \downarrow & & \downarrow \\ {}^{30}_{14}Si + {}^{1}_{1}p \ (x)\ \text{प्रोटॉन} & & {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e \ (z)\ \text{पॉजिट्रॉन} \end{array}$$

12. $mv\,(4a_0) = \dfrac{h}{\pi}$

so, $v = \dfrac{h}{4m\pi a_0}$

so, $KE = \dfrac{1}{2}mv^2 = \dfrac{1}{2}m.\ \dfrac{h^2}{16\,m^2\pi^2a_0^2} = \dfrac{h^2}{32\,m\pi^2a_0^2}$

13. ${}^{63}_{29}Cu + {}^{1}_{1}H \rightarrow 6\,{}^{1}_{0}n + {}^{4}_{2}\alpha + 2\,{}^{1}_{1}H + X$

64 = 6 + 4 + 2 + A $\Rightarrow$ A = 52

29 + 1 = 30 = 0 + 2 + 2 + z $\Rightarrow$ z = 26

तत्व X, Fe होना चाहिए और इसका ग्रुप 8 है।

14. ${}^{9}_{4}Be + X \longrightarrow {}^{8}_{4}Be + Y$

यदि X, ${}_0\gamma^0$ है तब Y, ${}_0n^1$ होगा

यदि X, ${}_1P^1$ है तब Y, ${}_1D^2$ होगा

15. n = 4, $m_\ell = 1, -1$

अतः ℓ = 3, 2, 1 हो सकते है।

i.e. H_f ; 2 कक्षक

H_d ; 2 कक्षक

H_p ; 2 कक्षक

अतः कुल 6 कक्षक है व हम $m_s = -\dfrac{1}{2}$ लेते है, जो कि केवल एक प्रकार का प्रचक्रण है।

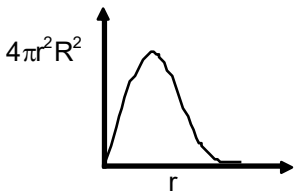
16. H के कक्षको की ऊर्जा का क्रम केवल मुख्य क्वांटम संख्या (n) द्वारा निर्धारित होता है जबकि H^- के लिए ऊर्जा क्रम (n + ℓ) नियम द्वारा निर्धारित होता है :

'H^-' का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास $1s^2$ है इसके लिए ऊर्जा क्रम (n + ℓ) नियम द्वारा निर्धारित होता है :

$H^- = 1s^2 2s^0 2p^0$

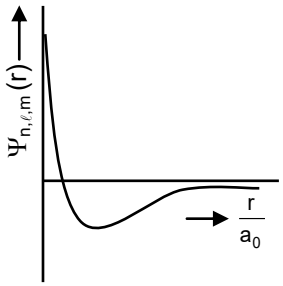
इसकी 2nd उत्तेजित अवस्था 2p है तथा 2p की समभ्रंशता '3' है।

17. H- परमाणु में 1s इलेक्ट्रॉन के लिए त्रिज्यीय प्रायिकता फलन ($4\pi r^2R^2$) व r के मध्य रेखाचित्र नीचे दर्शाया गया है।



18. s-कक्षक अदिशात्मक होते है, इसलिए तरंग फलन cos θ से स्वतंत्र होते है।

19. 2s कक्षक के लिए त्रिज्यीय नोड की संख्या = $n - \ell - 1 = 1$



20. 1s कक्षक के लिए Ψ, θ से स्वतंत्र होना चाहिए, साथ ही यह कोई त्रिज्यीज नोड नहीं रखता है।

$$\frac{E_4 - E_2}{E_6 - E_2} = \frac{\frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4}}{\frac{E_1}{36} - \frac{E_1}{4}} = \frac{-\frac{3E_1}{16}}{-\frac{8E_1}{36}} = \frac{3 \times 36}{8 \times 16} = \frac{27}{32}$$

21. $x_1 = \alpha$
$X_2 = \beta$
$X_3 = \beta$
$X_4 = \alpha$

22. $E_{He^+} = -13.6 \times \frac{(2)^2}{n^2} = -3.4 = \frac{-13.6}{4}$

$n^2 = 16$ so $n = 4$

क्वान्टम संख्याएं है:

$n = 4, \ell = 2, m = 0$

इसलिए उपकोश = d है।

कोणीय नोड = $\ell = 2$

त्रिज्य नोड = $[n - \ell - 1] = 4 - 2 - 1 = 1$

24. $r_n = 0.529 \left(\frac{n^2}{Z}\right) Å \Rightarrow r_n \propto n^2$

कोणीय संवेग (ℓ) = $\left(\frac{nh}{2\pi}\right) \Rightarrow \ell \propto n^1$

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\left[2.18 \times 10^6 \frac{Z}{n}\right]^2$$

$$\Rightarrow K.E. \propto \frac{Z^2}{n^2} \Rightarrow K.E. \propto n^{-2}$$

$$P.E. = -2K.E. \Rightarrow P.E. \propto \frac{Z^2}{n^2} \Rightarrow P.E. \propto n^{-2}$$

भाग - II

8. इलेक्ट्रॉन भरने के लिए आफबाऊ नियम का पालन करते है।

9. डी–ब्रोग्ली तरंगद्वैर्ध्य (कणों के लिए) = $\frac{h}{\sqrt{2m\,KE}}$

क्योकि ताप समान है, इसलिए गतिज ऊर्जा समान है, अतः $\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$.

इसलिए λ_{db} (इलेक्ट्रॉन) > λ_{db} (न्यूट्रॉन)

10. n = 5

सम्भव उपकोश हैः

$\Rightarrow$ 5s, 5p, 5d, 5f, 5g

$\therefore$ कक्षकों की कुल संख्या = 1 + 3 + 5 + 7 + 9 = 25

11. NaF: $Na^+ = 1s^2 2s^2 2p^6$

$F^- = 1s^2 2s^2 2p^6$

12. For shortest 'λ' of hydrogen

$n_1 = 1$ & $n_2 = \infty$

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

$$\frac{1}{A} = R(1)^2\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) \Rightarrow R = \frac{1}{A}$$

for longest 'λ' of He^+ $n_1 = 3$ $n_2 = 4$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{A}(2)^2\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = \frac{1}{A} \times \frac{7}{36} \text{ or } \lambda = \frac{36A}{7}$$

13. $r_n = 52.9\left(\frac{n^2}{1}\right)$ pm = 211.6 pm (for H-atom)

$\therefore$ n = 2

Higher orbit to n = 2 $\Rightarrow$ Balmer series

14. λ = 250 nm = 2500 Å

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12400}{2500} = 4.96 \text{ eV}$$

KE = stopping potential = 0.5 eV

$E = W_0 + K.E.$

$4.96 = W + 0.5$

$W_0 = 4.46 \approx 4.5$ eV

15. $2\pi r = n\lambda$ $\qquad \lambda = \frac{2\pi r}{n} = \frac{2\pi \times 0.529Å}{1}$

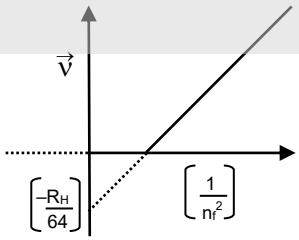
16. When temperature is increased, black body emit high energy radiation, from higher wavelength to lower wavelength.

17.

$$\bar{v} = R_H Z^2\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$= R_H(1)^2\left(\frac{1}{n_{f^2}} - \frac{1}{8^2}\right)$$

$$\bar{v} = \frac{R_H}{n_{f^2}} - \frac{R_H}{64}$$

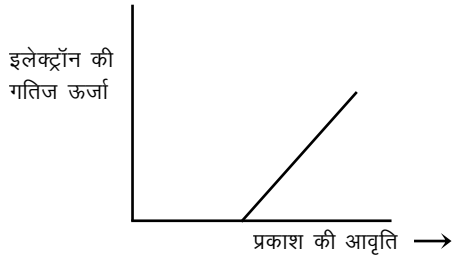


तथा $\frac{1}{n_{f^2}}$ के मध्य आरेख का ढाल + R_H है।

18. $mvr = \frac{nh}{2\pi}$

तरंग यांत्रिकी के अनुसार निम्न अवस्था कोणीय संवेग $\frac{h}{2\pi}$ के बराबर होता है।

19.



$KE_{max} = h\nu - h\nu_0$

$\tan\theta = h$

Intercept $= -h\nu_0$

20. $E = -13.6\left(\frac{Z^2}{n^2}\right) = -13.6\left(\frac{2^2}{3^2}\right) = -6.04$ eV

21. $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

$\frac{1}{\lambda} = 10^7\left(\frac{1}{(3)^2} - \frac{1}{\infty}\right)$

$\lambda = 9 \times 10^{-7}$ m

$\lambda = 900$ nm

22. $h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$

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

$v = \left(\frac{2h(\nu - \nu_0)}{m}\right)^{1/2}$

$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{m}\frac{\sqrt{m}}{\sqrt{2h(\nu - \nu_0)}} = \sqrt{\frac{h}{m(\nu - \nu_0)}}$

$\lambda \propto \frac{1}{(\nu - \nu_0)^{1/2}}$

23. $\frac{hc}{\lambda} = \phi + \frac{1}{2}mv^2$

$\frac{6.626 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4000 \times 10^{-10}} = \phi + \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times (6 \times 10^5)^2$

$\therefore\ \phi = (4.97 - 1.62) \times 10^{-19}$ J

$= 3.35 \times 10^{-19}$ J ≈ 2.1 eV

24. $2\pi r = n\lambda$

$2\pi a_0 \frac{n^2}{Z} = n\lambda$

$2\pi a_0 \frac{n^2}{Z} = n1.5\pi\ a_0$

$\frac{n}{Z} = \frac{1.5}{2} = \frac{3}{4} = 0.75$

25. $n + \ell$ नियम इलेक्ट्रॉनों की बढ़ती ऊर्जाओं का सही क्रम होगा– IV < II < III < I

26. As kinetic energy is much higher than work function so

$E = E_0 + KE \approx KE$

As $E = \frac{hc}{\lambda}$ & $kE = \left(\frac{P^2}{2m}\right)$

So $\frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda} = \left(\frac{1}{1.5}\right)^2$

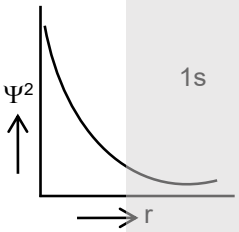
$\lambda_2 = \frac{4}{9}\lambda$

27. $\frac{(\Delta\nu)\text{Lyman}}{(\Delta\nu)\text{Balmer}} = \frac{1-\left(1-\frac{1}{4}\right)}{\frac{1}{4}-\left(\frac{1}{4}-\frac{1}{9}\right)} = \frac{\frac{1}{4}}{\frac{1}{4}} = \frac{9}{4}$

28. (1) Total energy of electron is minimum in first orbit i.e. at a_0 distance from nucleus.

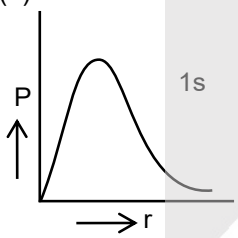
(2) P.E. = $-\frac{KZe^2}{r}$

K.E. = $\frac{1}{2}\frac{KZe^2}{r}$ |P.E.| = 2|K.E.|

(3) 

ψ^2 is maximum at nucleus

(4) Electron can be found at any distance from nucleus.



P $\Rightarrow$ Probability function.

29. ग्राफ के अनुसार चूकी r = 0 पर Ψ^2 का मान शून्य नही है। अतः यह s कक्षक होना चाहिऐ

तथा $n - \ell - 1 = 1$

$n = 2$ ($\because \ell = 0$)

यह 2s कक्षक है।

30. Shortest λ for lyman series :

$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty}\right) = R$; $\lambda = \frac{1}{R}$

Shortest λ for paschen series :

$\frac{1}{\lambda'} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty}\right) = \frac{R}{9}$; $\lambda' = \frac{9}{R}$

$\frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{9}{R} \times \frac{R}{1} = 9$

31. $\psi^2(r)$ एक इलेक्ट्रॉन के पाये जाने की प्रायिकता दर्शाता है तथा यह a तथा c पर अधिकतम है।

32. समान उपकोश में कक्षकों की ऊर्जाए परमाणु क्रमांक में वृद्धि के साथ घटती है।
$E_{2s}(H) > E_{2s}(Li) > E_{2s}(Na) > E_{2s}(K)$SS

34. सैद्धान्तिक

35.

	^1_1H	$^2_1H(D)$	$^3_1H(T)$
न्यूट्रॉनों की संख्या	0	1	2 = 3

36. $r = \frac{a_0 n^2}{Z}$

Li^{2+} के लिए $r = \frac{a_0(2)^2}{3} = \frac{4a_0}{3}$

37. $2\pi r = n\lambda$

$2\pi \times \frac{n^2}{Z} a_0 = n\lambda$

$2\pi \times \frac{4^2}{1} a_0 = 4\lambda$

$\lambda = 8\pi a_0$