38 परमाणु संरचना

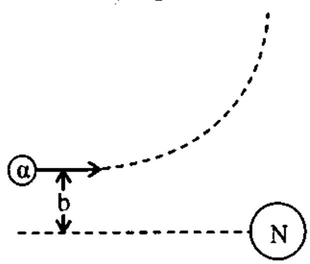
थॉमसन का परमाणु प्रतिरूप

परमाणु का सम्पूर्ण द्रव्यमान तथा धनात्मक आवेश लगभग 10^{-10} m मीटर त्रिज्या के गोले पर वितरित होता है तथा ऋण आवेश युक्त इलेक्ट्रॉन इस गोले से जुड़े होते हैं।

रदरफोर्ड का परमाणु प्रतिरूप

परमाणु का समस्त धन आवेश तथा द्रव्यमान 10^{-15} मीटर कोटि की त्रिज्या के सूक्ष्म क्षेत्र में केन्द्रित होता है, जिसे नाभिक कहते हैं। इलेक्ट्रॉन इसके चारों ओर वृत्ताकार पथ में गतिमान होते हैं।

रदरफोर्ड प्रकीर्णन तथा निकटतम् पहुँच की दूरी और संघात पैरामीटर



(i) प्रकीर्णन कोण θ तथा प्रकीर्णित α-कणों की संख्या N (θ) में सम्बन्ध होता है

$N(\theta) \propto \mathrm{cosec}^4 (\theta / 2)$

(ii) संघात पैरामीटर

$$b = \frac{2\, Ze^2 \cot(\theta/2)}{4\pi\varepsilon_0 m v_0^2}$$

(iii) यदि $b = 0$ तो निकटतम पहुँच की दूरी

$$r_0 = \frac{2\, Zeq}{4\pi\varepsilon_0 m v_0^2}$$

$$= \frac{2\,(Ze)(2e)}{4\pi\varepsilon_0 m v_0^2}$$

बोर का परमाणु प्रतिरूप

(i) इलेक्ट्रॉन वृत्ताकार स्थिर ऊर्जा कक्षाओं में नाभिक के चारों ओर गतिमान होते हैं,

अभिकेन्द्रीय बल = कूलॉम बल

$$\frac{mv^2}{r} = K\frac{Ze^2}{r^2}$$

(ii) जिन कक्षाओं में इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग, $h/2\pi$ का पूर्ण गुणज होता है वे स्थायी कक्षायें होती है।

(iii) इलेक्ट्रॉन एक ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में संक्रमण से फोटोन के रूप में ऊर्जा का उत्सर्जन या अवशोषण होता है अर्थात्

$$E_2 - E_1 = h\nu \text{ (उत्सर्जन में)}$$

अथवा

$$E_1 - E_2 = h\nu \text{ (उत्सर्जन में)}$$

इलेक्ट्रॉन की परमाणु में स्थिति

(i) nवीं कक्षा की त्रिज्या :

$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mKe^2 Z} = a_0\frac{n^2}{Z} = 0.529\frac{n^2}{Z}\text{ Å}$$

(ii) nवीं कक्षा में इलेक्ट्रॉन का वेग :

$$v_n = \frac{2\pi Ke^2 Z}{nh} = 2.188\times 10^6\frac{Z}{n}\text{ m/s} = \frac{c}{137}\left(\frac{Z}{n}\right)$$

हाइड्रोजन के लिये

$$v_n = \frac{2.188\times 10^6}{n}\text{ m/s} = \frac{c}{137n}\text{ m/s}$$

(iii) nवीं कक्षा में इलेक्ट्रॉन का आवर्तकाल

$$T_n = \frac{2\pi r_n}{v_n} = \frac{n^3h^3}{4\pi^2K^2me^4Z^2}\text{ sec}$$

(iv) n-वीं कक्षा में इलेक्ट्रॉन का आवर्तकाल

Z परमाणु क्रमांक के परमाणु के लिये :

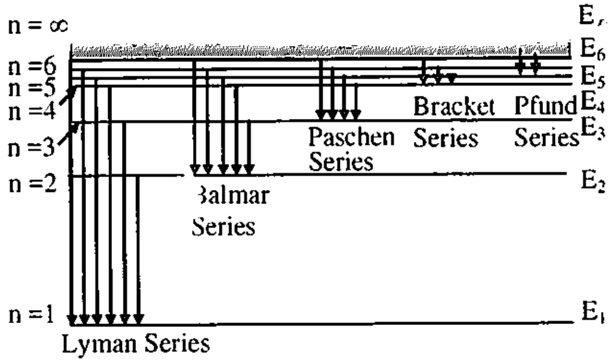
(a) गतिज ऊर्जा $KE = \frac{KZe^2}{2r_n} = \frac{RchZ^2}{n^2}$

(b) स्थितिज ऊर्जा $U = -\frac{KZe^2}{r_n} = -\frac{2RchZ^2}{n^2}$

(c) कुल ऊर्जा $E = -\frac{KZe^2}{2r_n} = -\frac{RchZ^2}{n^2} = -\frac{13.6z^2}{n^2}\text{ eV}$

(d) बन्धन ऊर्जा $B.E. = \frac{13.6}{n^2}Z^2\text{ eV}$

उत्सर्जित या अवशोषित फोटोन की ऊर्जा, आवृत्ति तथा तरंग संख्या



(a) फोटोन की ऊर्जा

$$h\nu = (E_{n2} - E_{n1})$$

$$= \frac{2\pi^2K^2me^4}{h^2}\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

(b) फोटोन की आवृत्ति

$$\bar{\nu} = \frac{2\pi^2K^2me^4}{h^3}\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

(c) तरंग संख्या

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right]$$

जहाँ R रिड्बर्ग नियतांक है।

$$R = \frac{2\pi^2K^2me^4}{ch^3} = 1.1 \times 10^7 m^{-1}$$

Z परमाणु क्रमांक के परमाणु के लिये

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

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की विभिन्न श्रेणियाँ

(i) लाइमन श्रेणी (पराबैंगनी क्षेत्र में)

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right], n_2 = 2, 3, 4.......$$

न्यूनतम तरंगदैर्ध्य $\lambda_{min} = 912$ Å

(ii) बामर श्रेणी (दृश्य क्षेत्र में)

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right], n_2 = 3, 4, 5 .....$$

न्यूनतम तरंगदैर्ध्य $\lambda_{min} = 3645$ Å

(iii) पाशन श्रेणी (अवरक्त क्षेत्र में)

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right], n_2 = 4, 5, 6.....$$

न्यूनतम तरंगदैर्ध्य $\lambda_{min} = 8210$ Å

(iv) ब्रैकेट श्रेणी

$n_1 = 4$ तथा $n_2 = 5, 6, 7.....$

(v) फन्ड श्रेणी

$n_1 = 5$ तथा $n_2 = 6, 7, 8.....$

(vi) यदि इलेक्ट्रॉन nवीं कक्षा से संक्रमण करता है तो स्पेक्ट्रम में प्राप्त अधिकतम स्पेक्ट्रमी रेखाओं की संख्या = $\frac{n(n-1)}{2}$

आयनन व उत्तेजन ऊर्जा तथा आयनन व उत्तेजन विभव

आयनन ऊर्जा = $(E_\infty - E_n)$ eV

उत्तेजन ऊर्जा = $(E_{n+1} - E_n)$ eV

आयनन विभव = $(E_\infty - E_n)$ V

उत्तेजन विभव = $(E_{n+1} - E_n)$ V

क्वाण्टम संख्याएँ

(i) मुख्य क्वाण्टम संख्या (n) : सम्भावित मान n = 1, 2, 3........

(ii) कक्षीय क्वाण्टम संख्या (l) : सम्भावित मान 0 से (n – 1).

(iii) कक्षीय चुम्बकीय कवाण्टम संख्या (m_l) : सम्भावित मान –l से + l तक (2l + 1) पूर्ण संख्याएँ

(iv) चक्रण चुम्बकीय क्वाण्टम संख्या (s) - सम्भावित मान $(+\frac{1}{2})$ तथा $(-\frac{1}{2})$

इलेक्ट्रॉन का कक्षीय कोणीय संवेग = $\frac{h}{2\pi}\sqrt{l(l+1)}$

चक्रणी कोणीय संवेग = $\frac{h}{2\pi}\sqrt{s(s+1)}$

इलेक्ट्रॉनों की संख्या

किसी कक्षा में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या $2n^2$.

उपकक्ष में इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या = 2(2l + 1)

पॉउली का अपवर्तन सिद्धान्त

किसी परमाणु में किन्हीं दो इलेक्ट्रॉनों की चारों क्वाण्टम संख्याओं का समुच्चय समान नहीं हो सकता।