भौतिकी

अध्याय-12: परमाणु

परमाणु

प्राचीन काल में दार्शनिकों का मानना था कि प्रत्येक पदार्थ छोटे-छोटे कणों से मिलकर बना होता है लेकिन इस बात की पुष्टि के लिए उनके पास कोई प्रायोगिक प्रमाण न था। परंतु 1803 ई० में वैज्ञानिक डाल्टन ने परमाणु के संबंध में प्रतिपादन किया। कि प्रत्येक पदार्थ छोटे-छोटे कणों से बना होता है इन छोटे-छोटे कणों को परमाणु कहते हैं।

परमाणु संबंधी महत्वपूर्ण बिंदु

- इलेक्ट्रॉन केवल उन्हीं कक्षाओं में घूमते हैं जिनका कोणीय संवेग $h/2\pi$ का पूर्ण गुणज होता है। इस प्रकार की कक्षा को स्थायी कक्षा कहते हैं। स्थायी कक्षा में घूमता हुआ इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन नहीं करते हैं जहां h प्लांक नियतांक है।

- रिडबर्ग नियतांक का मान 1.097×10^7 होता है इसका मात्रक प्रति मीटर होता है एवं इसे R द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

- किसी परमाणु को आयनित करने के लिए आवश्यक बाह्य ऊर्जा को आयनन ऊर्जा कहते हैं। हाइड्रोजन परमाणु की आयनन ऊर्जा 13.6 इलेक्ट्रॉन-वोल्ट होती है।

- बोर का परमाणु मॉडल इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति के संबंध में कोई सूचना नहीं दे सका।

- रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल के अनुसार, किसी परमाणु के भीतर एक अति सूक्ष्म स्थान होता है जहां संपूर्ण धन आवेश संकेंद्रित रहता है। इस स्थान को परमाणु का नाभिक कहते हैं।

बोर का परमाणु मॉडल

डैनिश भौतिकी वैज्ञानिक नील बोर ने रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तुत नाभिकीय मॉडल के दोषों को प्लांक के क्वांटम सिद्धांत की सहायता से दूर किया। और एक मॉडल प्रस्तुत किया, जिसे बोर का परमाणु मॉडल (bohr atomic model) कहते हैं।

बोर के परमाणु मॉडल के मूल अभिगृहीत

प्रथम अभिगृहीत इलेक्ट्रॉन केवल उन्हीं कक्षाओं में घूमते हैं जिनका कोणीय संवेग h/2π का पूर्ण गुणज होता है। जहां h प्लांक नियतांक है जिसका मान 6.6×10^{-34} जूल-सेकंड होता है।

माना m द्रव्यमान का एक इलेक्ट्रॉन, r त्रिज्या की कक्षा में, v वेग से घूम रहा है तो इलेक्ट्रॉन का कोणीय संवेग mvr होगा। तब बोर के इस अभिगृहीत के अनुसार

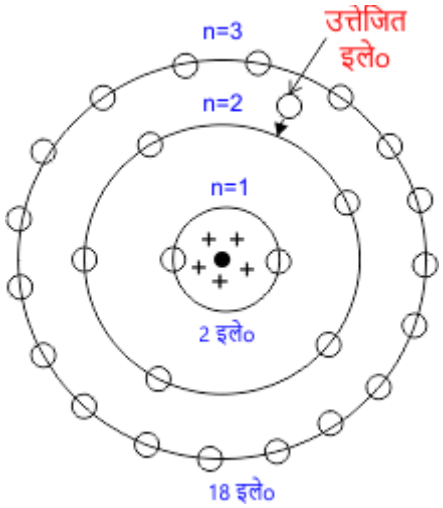
$$\boxed{mvr = \frac{nh}{2\pi}}$$

जहां n एक पूर्णांक है जिसे मुख्य क्वांटम संख्या कहते हैं।
नाभिक के चारों ओर अनेक कक्षाएं होती हैं लेकिन इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओरर कुछ निश्चित कक्षाओं में घूमते हैं। सभी कक्षाओं में नहीं घूमते हैं। इन निश्चित कक्षाओं को स्थायी कक्षा कहते हैं।

द्वितीय अभिगृहीत

किसी भी स्थायी कक्षा में घूमते हुए इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन नहीं करते हैं। क्योंकि उनमें अभिकेंद्र त्वरण होता है। जिस कारण परमाणु का स्थायित्व बना रहता है।

तृतीय अभिगृहीत



नील बोर का परमाणु मॉडल

जब किसी परमाणु को बाहर से कोई ऊर्जा मिलती है तो उसका कोई इलेक्ट्रॉन अपनी कक्षा छोड़कर किसी ऊंची कक्षा में चला जाता है। अर्थात उत्तेजित अवस्था में चला जाता है जैसे चित्र में दिखाया गया है।

परंतु ऊंची कक्षा में इलेक्ट्रॉन केवल 10^{-8} सेकंड ही ठहर कर तुरंत ही अपनी नीची कक्षा में वापस लौट आता है। तथा वापस लौटते समय दोनों कक्षाओं में ऊर्जा के अंतर को विद्युत चुंबकीय तरंगों के रूप में उत्सर्जित कर देता है।

यदि ऊंची कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा E_1 तथा नीची कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा E_2 तथा उत्सर्जित तरंग की आवृत्ति ν है। तो

$h\nu = E_2 - E_1$

$\boxed{\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}}$ इस आवृत्ति को बोर की आवृत्ति प्रतिबंध कहते हैं।

बोर के परमाणु मॉडल के दोष

बोर का परमाणु मॉडल में भी कुछ दोष पाए गए। अर्थात यह परमाणु संबंधी सभी बातों की व्याख्या नहीं कर सका। कुछ दोष निम्न प्रकार है -

(1). बोर का परमाणु मॉडल स्पेक्ट्रम रेखाओं की व्याख्या करने में असफल रहा।

(2). बोर के परमाणु मॉडल द्वारा जेमान प्रभाव की व्याख्या नहीं की जा सकी।

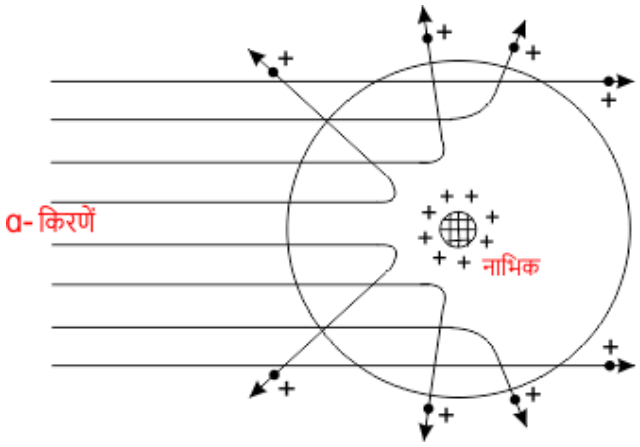
रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल

रदरफोर्ड ने सन 1911 ई० में परमाणु की संरचना का अध्ययन करने के लिए एक प्रयोग किया। इसमें रदरफोर्ड ने रेडियोएक्टिव तत्व पोलिनियम की गतिज ऊर्जा से निकलने वाली α-किरणों की एक किरण पुंज को एक बहुत पतले सोने (स्वर्ण) के पत्र पर गिराया, तथा फिर देखा कि स्वर्ण पत्र में से गुजरते हुए यह α-कण विभिन्न दिशाओं में विक्षेपित हो जाते हैं। α-किरणों का इस प्रकार अपने मार्ग से विचलित होने की घटना को प्रकीर्णन कहते हैं। इस प्रकार रदरफोर्ड के इस प्रयोग को रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल (Rutherford atomic model) कहते हैं।

रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल के तथ्य

रदरफोर्ड ने अपने मॉडल को विस्तार पूर्वक समझाने के लिए कुछ महत्वपूर्ण तथ्य दिए जो निम्न प्रकार से हैं-

1. इस प्रयोग में रदरफोर्ड देखा कि ज्यादातर α-कण स्वर्ण पत्र से विक्षेपित हुए बिना सीधे चले जाते हैं। तब निष्कर्ष निकला कि परमाणु का ज्यादातर भाग अंदर से खोखला होता है।
2. कुछ α-कण अपने मार्ग से न्यून कोण बनाते हुए विक्षेपित हो जाते हैं। चूंकि हमें पता है कि α-कण धनावेशित होता है। इसलिए यह किसी धनावेशित वस्तु द्वारा ही विक्षेपित हो सकता है। इससे रदरफोर्ड ने माना कि परमाणु का संपूर्ण धन आवेश परमाणु के भीतर एक छोटे से भाग में केंद्रित रहता है।
3. कुछ α-कण अपने मार्ग से अधिक कोण पर प्रकीर्णिन होकर वापस लौट आते हैं। इससे रदरफोर्ड ने यह माना कि धन आवेश परमाणु के अंदर एक अति सूक्ष्म स्थान संकेंद्रित रहता है इस स्थान को नाभिक कहते हैं।



रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल

चित्र द्वारा स्पष्ट है कि α-कण नाभिक के जितने समीप होता है उस पर उतना ही अधिक प्रतिकर्षण बल लगता है। जिसके कारण वह अधिक कोण पर विक्षेपित होता है। इसके विपरीत α-कण नाभिक से जितनी दूरी पर होता है उस पर उतना ही कम प्रतिकर्षण बल लगता है। जिसके कारण वह न्यून कोण पर विक्षेपित होता है।

गणना द्वारा यह पाया गया कि नाभिक की त्रिज्या 10^{-15} की कोटि की होती है। तथा परमाणु की त्रिज्या 10^{-10} की कोटि की होती है। इस आधार पर हम कह सकते हैं कि नाभिक की त्रिज्या

परमाणु की त्रिज्या के दस हजारवें भाग के बराबर होती है। नाभिक के अलावा शेष भाग में केवल इलेक्ट्रॉन ही होते हैं। जो अपनी अपनी कक्षाओं में घूमते रहते हैं।

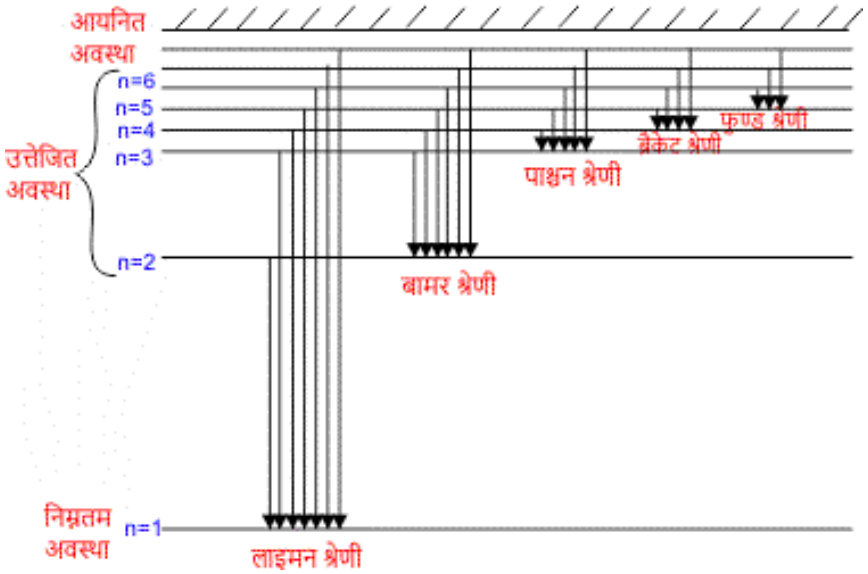
रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल की कमियां

रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल में दो कमियां पाई गई जो निम्न प्रकार हैं
(1) रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तुत परमाणु मॉडल, परमाणु के स्थायित्व की व्याख्या नहीं कर सका।
(2) रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तुत परमाणु मॉडल, रेखीय स्पेक्ट्रम की व्याख्या नहीं कर सका।

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की व्याख्या सबसे पहले बामर ने की थी। और बामर ने बताया कि हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम में काली पृष्ठभूमि पर बहुत सी चमकीली रेखाएं होती है। जिन की चमक तथा उनके बीच की दूरी घटती जाती है। इस प्रकार यह रेखाएं एक श्रेणी का समूह बनाती हैं। जिसे बामर श्रेणी कहते हैं।

हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की श्रेणियां



हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम

1. लाइमन श्रेणी :-

जब किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन किसी उच्च ऊर्जा स्तर से प्रथम (निम्नतम) ऊर्जा स्तर में आता है। (अर्थात् n = 1) तो उत्सर्जित स्पेक्ट्रम की रेखाएं पराबैगनी भाग में प्राप्त होती हैं। इस श्रेणी की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

$\frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right]$ (n = 2, 3, 4...∞)

इस श्रेणी की सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य (n = 2 के लिए) 1216 तथा सबसे छोटी तरंगदैर्ध्य (n = ∞ के लिए) 912 प्राप्त होती है।

2. बामर श्रेणी :-

जब किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन किसी उच्च ऊर्जा स्तर से दूसरे ऊर्जा स्तर में आता है। (अर्थात् n = 2) तो उत्सर्जित स्पेक्ट्रम की रेखाएं दृश्य भाग में प्राप्त होती हैं। इस श्रेणी की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

$\frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right.$ (n = 3, 4, 5...∞)

इस श्रेणी की सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य (n = 3 के लिए) 6563 तथा सबसे छोटी तरंगदैर्ध्य (n = ∞ के लिए) 3646 प्राप्त होती है।

3. पाश्चन श्रेणी :-

जब किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन किसी उच्च ऊर्जा स्तर से तीसरे ऊर्जा स्तर में आता है। (अर्थात् n = 3) तो उत्सर्जित स्पेक्ट्रम की रेखाएं अवरक्त भाग में प्राप्त होती हैं। इस श्रेणी की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

$\frac{1}{\lambda} = R\left[\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right.$ (n = 4, 5, 6...∞)

इस श्रेणी की सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य (n = 4 के लिए) 18735 तथा सबसे छोटी तरंगदैर्ध्य (n = ∞ के लिए) 8196 प्राप्त होती है।

4. ब्रैकेट श्रेणी :-

जब किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन किसी उच्च ऊर्जा स्तर से तीसरे ऊर्जा स्तर में आता है। (अर्थात् n = 4) तो उत्सर्जित स्पेक्ट्रम की रेखाएं अवरक्त भाग में प्राप्त होती हैं। इस श्रेणी की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

$\frac{1}{\lambda} = R[\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}$ (n = 5, 6, 7...∞)

इस श्रेणी की सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य (n = 5 के लिए) 40500 तथा सबसे छोटी तरंगदैर्ध्य (n = ∞ के लिए) 14516 प्राप्त होती है।

5. फुण्ड श्रेणी :-

जब किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉन किसी उच्च ऊर्जा स्तर से तीसरे ऊर्जा स्तर में आता है। (अर्थात् n = 5) तो उत्सर्जित स्पेक्ट्रम की रेखाएं अवरक्त भाग में प्राप्त होती हैं। इस श्रेणी की रेखाओं की तरंगदैर्ध्य निम्न सूत्र द्वारा व्यक्त की जा सकती है।

$\frac{1}{\lambda} = R[\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}$ (n = 6, 7, 8...∞)

इस श्रेणी की सबसे बड़ी तरंगदैर्ध्य (n = 6 के लिए) 74580 तथा सबसे छोटी तरंगदैर्ध्य (n = ∞ के लिए) 22789 प्राप्त होती है।