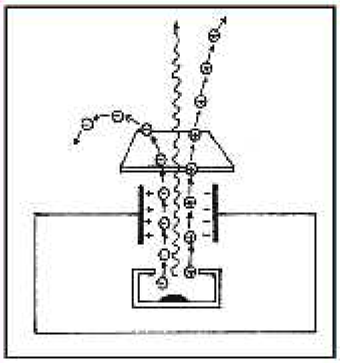
अध्याय - 8

परमाणु संरचना



हम पढ़ेंगे

8.1 परमाणु क्या है?

8.2 परमाणु के रचक कण- इलेक्ट्रॉन प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन की खोज।

8.3 परमाणु की संरचना टॉमसन, रदरफोर्ड, नील्स बोर के परमाणु मॉडल।

8.4 द्रव्यमान संख्या एवं परमाणु भार।

8.5 इलेक्ट्रॉन वितरण की बोरबरी योजना।

8.6 संयोजी इलेक्ट्रॉन एवं संयोजकता।

8.7 रेडियो धर्मिता एवं रेडियो धर्मी समस्थानिक के उपयोग।

8.1 परमाणु क्या है?

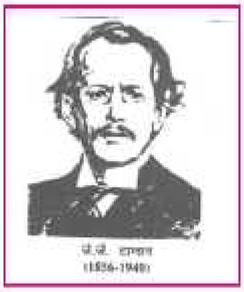
हम जानते हैं कि प्रकृति में पाए जाने वाले विभिन्न पदार्थ सूक्ष्म कणों से मिलकर बने हैं। इन सूक्ष्म कणों को परमाणु कहते है। परमाणु पदार्थ की मूलभूत इकाई है। क्योंकि परमाणु पदार्थों का सूक्ष्मतम अविभाज्य ऋण है ऐसा पूर्व अध्ययन से परिभाषित था। परमाणु की संरचना बहुत समय तक अनुसंधान का विषय रही है। परमाणु के अस्तित्व एवं इसके बारे में विश्व को प्रथम जानकारी देने का श्रेय भारत को जाता है। वैदिक काल में भारतीय महर्षि कणाद ने बताया था कि पदार्थ जिन सूक्ष्म अविभाजित कणों से मिलकर बना है उसे परमाणु कहते है। उनके अनुसार चारों शाश्वत तत्व अर्थात् अग्नि, जल, वायु और पृथ्वी की संरचना एक विशेष गुण वाले परमाणु से हुई है। पृथ्वी की संरचना करने वाले परमाणुओं में गंध का, जल के परमाणुओं में स्वाद का, अग्नि के परमाणुओं में रंग का और वायु के परमाणुओं में स्पर्श का स्वाभाविक गुण होता है। ये सभी परमाणु सक्रिय होते हैं। ग्रीक दार्शनिक डेमोक्रिट्स ने पदार्थ के सूक्ष्म अविभाजित कण को Atom कहा।

Atom = Uncuttable (ग्रीक शब्द)

सन् 1703 में जॉन डॉल्टन ने अपनी पुस्तक (New System of Chemical Philosophy) रासायनिक दर्शन की नवीन प्रणाली में परमाणु के संबंध में विचार प्रस्तुत किए जिन्हें डाल्टन के परमाणु सिद्धांत (Dalton's Atomic Theory) के नाम से जाना जाता है। इस सिद्धांत के अनुसार परमाणु को विभाजित नहीं किया जा सकता है। जॉन डाल्टन के परमाणु सिद्धांत की धारणा लगभग सौ वर्षों तक रसायन शास्त्र की प्रगति में सहायक हुई। काफी समय तक यह मान्यता रही कि परमाणु एक अविभाज्य कण है लेकिन बीसवीं शताब्दी अनेक वैज्ञानिकों ने इस क्षेत्र में काम किया और प्रयोगों के आधार पर सिद्ध किया कि परमाणु विभाजित किया जा सकता है। इन खोजों के संबंध में सर जे.जे. टामसन, लार्ड रदरफोर्ड, नील्स बोर, चैडविक आदि के नाम उल्लेखनीय हैं।

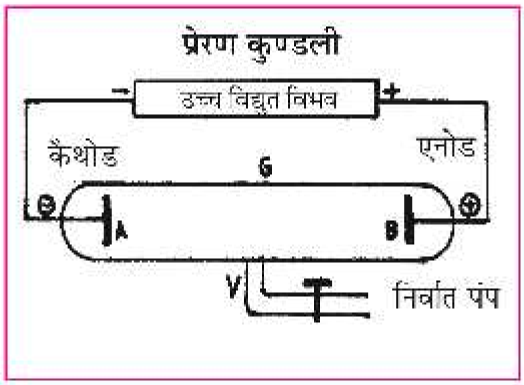
8.2 परमाणु के रचक कण

परमाणु मुख्यत: तीन प्रकार के सूक्ष्म कणों से मिलकर बना है -
(1) इलेक्ट्रॉन (2) प्रोटॉन (3) न्यूट्रॉन



8.2.1 इलेक्ट्रान की खोज

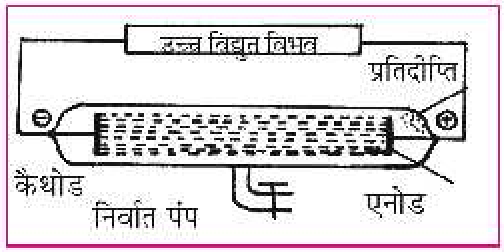
इलेक्ट्रॉन की खोज में सर जे.जे. टॉमसन तथा विलियम क्रुक्स का उल्लेखनीय योगदान रहा है। इन्होंने विसर्जन नलिका को लेकर कई प्रयोग किए।



विसर्जन नलिका

विसर्जन नलिका (चित्र क्र 1) एक काँच की नली होती है। जिसमें धातु के दो इलेक्ट्रोड कैथोड (-Ve) तथा एनोड (+Ve) लगे होते हैं जिसके बीच में उच्च विद्युत विभव लगाया जाता है। यह नली एक निर्वात् पम्प से जुड़ी रहती है।

हम जानते है कि साधारण दाब पर गैसें विद्युत की कुचालक होती है इसलिए जब हवा में चालू बिजली का नंगा तार खुला छोड़ देते हैं तो कमरे की हवा में विद्युत का प्रवाह नहीं होता और हमें करंट नहीं लगता है लेकिन वैज्ञानिकों ने देखा कि जब विसर्जन नलिका में इलेक्ट्रोडों पर लगभग 10000 वोल्ट विद्युत विभव लगाया जाता है। तब इलेक्रट्रोडों के बीच विद्युत धारा प्रवाहित नहीं होती है। अब यदि विसर्जन को एक निर्वात पंप से जोड़कर उसके अंदर की गैस का दाब कम दिया जाए तो गैस का दाब 0.02 mm हो जाने पर उसमें से विद्युत धारा प्रवाहित हो जाती है तथा नली से एक प्रकार का प्रकाश उत्पन्न होता है। दाब को और भी कम करने पर नली से हरे पीले रंग की प्रतिदीप्ति उत्पन्न होती है। यह प्रतिदीप्ति कैथोड से निकलने वाली किरणों के कांच की नली से टकराने के कारण उत्पन्न होती है। सर जे.जे. टॉमसन ने कैथोड से निकलने वाली इन किरणों को कैथोड किरणों का नाम दिया।



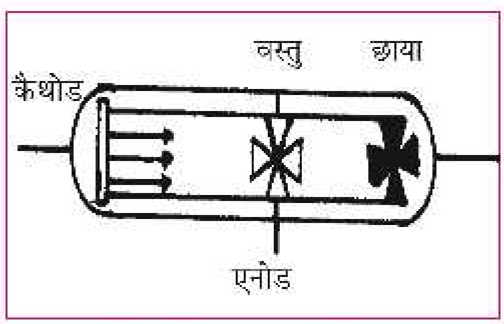
कैथोड किरणों का उत्पादन

कैथोड के विद्युत क्षेत्र में विक्षेपित होने की दिशा ने दिखाया कि ये किरणें ऋणावेशित कणों से मिलकर बनी है इन कणों को 'इलेक्ट्रान' की संज्ञा दी गई।

कैथोड किरणों के गुण

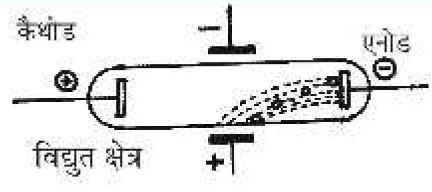
1 कैथोड किरणें सीधी रेखा में गमन करती है यदि इनके मार्ग में कोई ठोस वस्तु रख दी जाए तो उस वस्तु की छाया विसर्जन नली में दूसरी ओर दिखाई देती है। जिससे यह सिद्ध होता है ये किरणें सीधी रेखा में चलती है।

2 कैथोड किरणों का वेग प्रकाश के वेग के लगभग बराबर होता है।



कैथोड किरणों का सीधी रेखा में गमन

3 इन किरणों के पथ में विद्युत क्षेत्र लगाया जाए तो ये धन आवेशित प्लेट की ओर मुड़ जाती है जिससे यह सिद्ध होता है कि ये किरणें ऋणावेशित कणों से मिलकर बनी होती है।



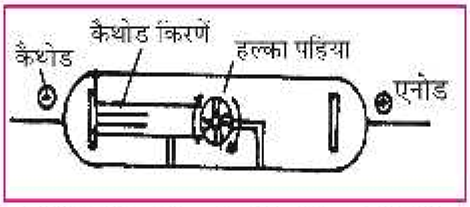
कैथोड किरणें ऋणावेशित कणों से मिलकर बनी है।

4 कैथोड किरणें द्रव्यमान युक्त कणों से बनी होती हैं क्योंकि यदि विसर्जन नलिका में कैथोड किरणों के मार्ग में कोई हल्का घूम सकने वाला पहिया (Paddle Wheel) लगा दिया जाए तो इन किरणों के आघात से यह पहिया घूमने लगता है अर्थात इन किरणों द्वारा यांत्रिक क्रिया की जा सकती है।

5 ये किरणें धातुओं की पतली पत्री को पार कर लेती हैं और उसे हल्का गरम कर देती हैं।

6 ये किरणें कांच की नली की दीवारों पर प्रतिदीप्ति उत्पन्न कर देती है।

7 ये किरणें गैसों को आयनित करती है और फोटोग्राफिक प्लेट को भी प्रभावित करती है।



कैथोड किरणों द्वारा यांत्रिक क्रिया होती है

8 कैथोड किरणों द्वारा X – किरण उत्पन्न होती है अर्थात् जब कैथोड किरणें उच्च गलनांक की किसी धातु जैसे टंगस्टन (W) से टकराती है तो X – किरण उत्पन्न होती हैं।

महत्वपूर्ण तथ्य

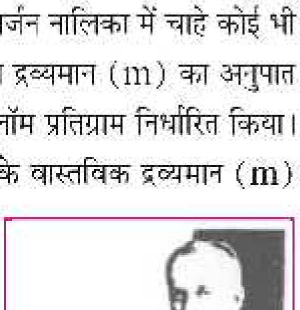
एक्स – किरणें (X-rays)

यह एक विद्युत चुंबकीय विकिरण है। इसकी खोज डब्ल्यू. के. रान्ट्जन (W.K. Roentgen) नामक वैज्ञानिक ने 1895 में की। इसकी प्रबल बेधन क्षमता के कारण इसका उपयोग चिकित्सा विज्ञान में किया जाता है। X – किरणों की खोज के समय इसकी प्रकृति एक रहस्य थी इसलिए ये X – किरण कहलाई। खोजकर्ता के नाम पर कहीं–कहीं इन्हें रान्ट्जन किरणें भी कहते हैं।

इलेक्ट्रॉन के आवेश तथा द्रव्यमान के अनुपात (e/m)का निर्धारण-

सर जे.जे. टॉमसन ने विभिन्न प्रयोगों एवं प्रेक्षणों के आधार पर अनुभव किया कि विसर्जन नालिका में चाहे कोई भी गैस ली जाय तथा कैथोड चाहे किसी भी धातु का बना हो इलेक्ट्रान के आवेश (e) तथा द्रव्यमान (m) का अनुपात (e/m) सदैव बराबर रहता है। गणना द्वारा टॉमसन ने (e/m) का मान 1.76×10^8 कूलॉम प्रतिग्राम निर्धारित किया। इस प्रकार टॉमसन, अपने प्रयोगों द्वारा (e/m) का मान ज्ञात कर सके लेकिन इलेक्ट्रॉन के वास्तविक द्रव्यमान (m) की गणना नहीं की जा सकी।

इलेक्ट्रॉन के आवेश (e) का निर्धारण (मिलिकन तेल बिंदु प्रयोग)


राबर्ट ए. मिलिकन

इलेक्ट्रॉन पर उपस्थित आवेश का मान ज्ञात करने के लिए अमेरिकी वैज्ञानिक राबर्ट ए. मिलिकन (R.A. Milikan) ने तेल की बूंदों के आवेश पर आकर्षक प्रयोग किया जिसे मिलिकन तेल बिंदु प्रयोग कहते हैं। मिलिकन ने इस प्रयोग द्वारा बूंदों पर आवेश (e) की गणना अनेक बार की तथा प्रत्येक बार इसका मान 1.6×10^{-19} कूलॉम पाया।

इन प्राप्त परिणामों को कैथोड किरणों के अध्ययन के परिणामों के साथ जोड़ने पर यह निष्कर्ष निकाला गया कि कैथोड किरणों के कणों (इलेक्ट्रॉनों) पर उपस्थित आवेश की मात्रा (e) = 1.6×10^{-19} कूलॉम होती है।

इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान की गणना

सर जे.जे. टॉमसन द्वारा परिकल्पित (e/m) के मानऔर मिलिकन द्वारा परिकल्पित (e) की मात्रा द्वारा इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान (m) की गणना इस प्रकार की जा सकती है–

$$\frac{e/m}{e} = \frac{1.76 \times 10^{8} \text{ कूलॉम प्रति ग्राम}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ कूलॉम}}$$

$$m = \frac{e}{e/m} = \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1.76 \times 10^{8}}$$

$$m = 9.109 \times 10^{-28} \text{ ग्राम}$$

$$m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ कि.ग्राम}$$

परमाणु की तुलना में इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान

एक मोल हाइड्रोजन का द्रव्यमान = 1.008 (gm)

एक मोल में सन्निहित H परमाणुओं की संख्या = 6.023×10^{23}

$$\frac{\text{हाइड्रोजन के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\text{e का द्रव्यमान}} = \frac{= \frac{1.008}{6.023\times10^{23}} = 1.67\times10^{-27} \text{ कि.ग्रा.}}{= 9.109 \times 10^{-31} \text{ कि.ग्रा.}}$$

$$= \frac{\text{H के एक परमाणु का द्रव्यमान}}{\text{e का द्रव्यमान}}$$

$$= \frac{1.67\times10^{-27}}{9.10\times10^{-31}} = 1837$$

अतः इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान का $\frac{1}{1837}$ गुना भारी होता है।

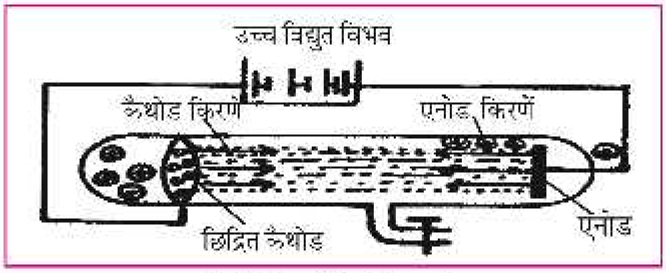
इस प्रकार उपरोक्त विवरण के आधार पर हम इलेक्ट्रॉन को इस प्रकार परिभाषित कर सकते हैं– 'इलेक्ट्रॉन इकाई ऋण आवेश 1.6×10^{-19} कूलॉम युक्त कण हैं जिसका द्रव्यमान 9.10×10^{-31} कि.ग्रा. या हाइड्रोजन के परमाणु के द्रव्यमान का 1/1837 वां भाग होता है। इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान अत्यंत कम होने के कारण इसे नगण्य माना जाता है। इसे $_{-1}e^{0}$ से प्रदर्शित करते हैं जहां द्रव्यमान = 0 (नगण्य) एवं आवेश = –1 है।

8.2.2 प्रोटॉन की खोज

हम देख चुके हैं कि इलेक्ट्रॉन परमाणु का अनिवार्य अवयव है और परमाणु विद्युत उदासीन होता हैं अत: यह आवश्यक है कि परमाणु में इलेक्ट्रॉन के ऋण विद्युत कण (आवेश) को उदासीन करने के लिए परमाणु में धन विद्युत कण भी होने चाहिये।

इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए एक जर्मन वैज्ञानिक ई. गोल्डस्टीन (E. Goldstein)ने सन् 1886 में विसर्जन

नलिका में छिद्र युक्त कैथोड का प्रयोग कर यह दिखाया कि नलिका में एक दूसरे प्रकार की किरण भी उपस्थित रहती हैं जो कैथोड के छेद से पार हो निकल जाती है। ये धनावेशित होती हैं तथा एनोड से कैथोड की ओर चलती हैं इसलिए इन्हें एनोड या धनात्मक (+ve) किरणें कहा जाता है। इन किरणों को कैनाल (Canal) किरणें भी कहा गया क्योंकि ये कैथोड के छिद्रों या कैनाल में से निकली है।



एनोड किरणों का उत्पादन

एनोड किरणों के गुण

(1) एनोड किरणें भी सीधी रेखा में गमन करती हैं। इसके मार्ग में रखी वस्तु का भी प्रतिबिंब बनता है।

(2) एनोड किरणें भी मार्ग में रखे हल्के पहिये को घुमा देती है जिससे सिद्ध होता है कि ये किरणें भी द्रव्यमान युक्त कणों से मिलकर बनी होती है। अत: इन के द्वारा यांत्रिक क्रिया की जा सकती है।

(3) चुंबकीय या विद्युतीय क्षेत्र में ये किरणें ऋणावेशित प्लेट की ओर मुड़ जाती है। जिससे स्पष्ट होता है कि ये किरणें धनावेशित कणों से बनी होती हैं, जिन्हें प्रोटॉन कहा गया।

प्रोटॉन के आवेश तथा द्रव्यमान के अनुपात (e/m) का निर्धारण

एनोड किरणों के लिए किए गए प्रयोगों के आधार पर वीन (wein) नामक वैज्ञानिक ने बताया कि इन कणों के आवेश (e) तथा द्रव्यमान (m) का अनुपात (e/m) नलिका में उपस्थित गैस के स्वभाव के अनुसार बदलता रहता है तथा हाइड्रोजन गैस के लिए यह मान अधिकतम होता है।

हाइड्रोजन गैस के लिए $e/m = 9.58 \times 10^4$ कूलॉम/ ग्राम

इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि यदि गैसों से प्राप्त धन किरणों पर समान आवेश (e) होता है तो हाइड्रोजन गैस से उत्पन्न धन किरणों से प्राप्त कण का भार (m) सबसे कम होना चाहिए क्योंकि (m) का मान सबसे कम होने पर ही (e/m) का मान सबसे ज्यादा होगा।

अत: यह कहा जाता है कि हाइड्रोजन से प्राप्त धन आवेशित कण पदार्थ का मूल कण है जिसे प्रोटॉन कहते है।

प्रोटॉन का आवेश

प्रोटॉन पर एक इकाई धन आवेश अर्थात ($e = 1.602 \times 10^{-19}$) कूलॉम आवेश पाया जाता है। यह आवेश इलेक्ट्रॉन के आवेश के तुल्य परंतु विपरीत प्रकृति का होता है।

प्रोटॉन का द्रव्यमान

हम जान चुके हैं कि हाइड्रोजन गैस के लिए

$e/m = 9.58 \times 10^4$ कूलाम/ग्राम होता है।

तथा आवेश $(e) = 1.602 \times 10^{-19}$ कूलाम

अत: $m = m = \frac{e}{e/m} = \frac{1.602 \times 10^{-19}}{9.58 \times 10^4}$ ग्राम या

$m = 1.67 \times 10^{-24}$ ग्राम

$m = 1.67 \times 10^{-27}$ कि.ग्रा.

अर्थात् प्रोटॉन का द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान से 1837 गुना ज्यादा होता है और हाइड्रोजन के परमाणु के

द्रव्यमान के बराबर, सामान्य गणनाओं में इस द्रव्यमान को इकाई माना जाता है। परमाणु इकाई में यह मान (1.0073 amu atomicmass unit) होता है।

इस प्रकार उपरोक्त विवरण के आधार पर हम प्रोटॉन को इस प्रकार परिभाषित कर सकते है- ''प्रोटॉन परमाणु का वह मूलभूत कण है जिसमें इकाई धन आवेश (1.5×10^{-19} कूलॉम) होता है तथा जिसका द्रव्यमान हाइड्रोजन के परमाणु के द्रव्यमान के बराबर या (1.67×10^{-27}) कि.ग्रा. होता है। इसे ($_1H^1$) से प्रदर्शित करतेहैं जहां द्रव्यमान (=1) तथा आॅवेश (+1) है।

8.2.3 न्यूट्रॉन की खोज

सन् 1930 तक यह माना जाता रहा कि किसी भी परमाणु का द्रव्यमान उसमें उपस्थित प्रोर्टॉन के द्रव्यमान के कारण होता है क्योंकि इलेक्ट्रॉन तो अत्याधिक हल्का कण है जिसका द्रव्यमान नगण्य होता है। चूंकि हाइड्रोजन परमाणु में एक प्रोटॉन एवं एक इलेक्ट्रॉन होता है इसलिए हाइड्रोजन का द्रव्यमान एक प्रोटॉन के द्रव्यमान के बराबर अर्थात (1 a.m.u.) होता है। लेकिन हीलियम या अन्य परमाणुओं में जितने प्रोटॉन होते है उससे अधिक परमाणु का द्रव्यमान देखा गया इससे इसमें अन्य कण की उपस्थिति का भी आभास हुआ।

इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुए यह सोचा गया कि परमाणु में एक कण और उपस्थित होगा। सन् 1932 में चैडविक नामक वैज्ञानिक ने बेरिलियम धातु पर साइक्लोट्रॉन नामक यंत्र द्वारा तीव्रगामी कणों की बौछार कर के एसे कण प्राप्त किए जिनका द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान (हाइड्रोजन परमाणु द्रव्यमान) के लगभग बराबर था परंतु इन पर किसी भी प्रकार का कोई विद्युत आवेश नहीं था। कण की इस उदासीन प्रकृति के कारण इस कण का नाम न्यूट्रॉन रखा गया। उपरोक्त तथ्यों के आधार पर हम न्यूट्रॉन को इस प्रकार परिभाषित कर सकते है-

'' न्यूट्रॉन परमाणु में उपस्थित वह मूलकण है, जो उदासीन होता है तथा जिसका भार (1.6748×10^{-27}) कि.ग्रा. अर्थात् प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर होता है।''

इस कण को ($_0n^1$) से प्रदर्शित किया जाता है जहां आवेश (= O) तथा द्रव्यमान(1 a.m.u.) होता है। इस प्रकार परमाणु के मुख्यत: तीन मूलभूत कणों, इलेक्ट्रॉन प्रोटॉन व न्यूट्रॉन का ज्ञान हुआ।

तालिका- क्रमांक -1 :- परमाणु के प्रमुख तीन मूल कणों के अभिलक्षण

कण का नाम	प्रतीक	द्रव्यमान			आवेश		खोजकर्ता एवं सन्	परमाणु में स्थान
		ग्राम में	कि.ग्रा. में	a.m.u. में	कूलाम में	ईकाई में		
1. इलेक्ट्रॉन	$_{-1}e^0$	$9.109 x 10^{-28}$	$9.109 x 10^{-31}$	0.0005	$1.6 x 10^{-19}$	-1	सर जे.जे. टॉमसन (1897)	नाभिक के आसपास विभिन्न कक्षाओं में
2. प्रोटॉन	H^1	$1.6725 x 10^{-24}$	$1.6725 x 10^{-27}$	1.0073	$1.6 x 10^{-19}$	+1	ई.गोल्डस्टीन (1886)	नाभिक में
3. न्यूट्रॉन	$_0n^1$	$1.6748 x 10^{-24}$	$1.6748 x 10^{-27}$	1.0086	0 (शून्य)	0	चैडविक (1932)	नाभिक में

इन प्रश्नों के उत्तर स्वयं खोजिए-

प्र. 1 इलेक्ट्रॉन की खोज का श्रेय किस वैज्ञानिक को जाता है ?

प्र. 2 रिक्त स्थान भरिए-

(अ) इलेक्ट्रॉन द्रव्य का .... रचक हैं।

(ब) इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान हाइड्रोजन के द्रव्यमान का .... भाग होता है।

(स) प्रोटॉन परमाणु का वह मूलभूत कण है जिसमें .... आवेश होता है।

(द) न्यूट्रॉन की खोज .... ने की।

(इ) परमाणु के नाभिक में उदासीन कण .... होता है।

प्र.3 इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन का आवेश कूलॉम में लिखिए ?

प्र.4 कैथोड किरणों से उत्पन्न होने वाली दूसरी किरण का नाम बताइये जिसका उपयोग चिकित्सा क्षेत्र में किया जाता है?

प्र.5 कैथोड एवं एनोड किरण का कोई एक गुण लिखिए जिसमें दोनों असमानता दर्शाते हैं।

प्र.6 इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान ज्यादा होता है या प्रोटॉन का ? उत्तर दीजिए।

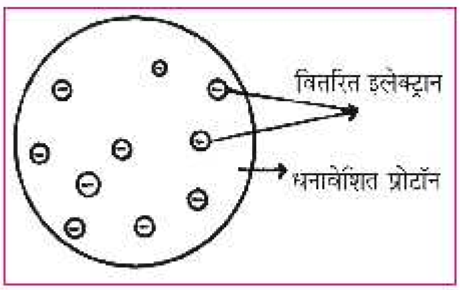
प्र.7 न्यूट्रॉन का द्रव्यमान, प्रोट्रॉन के द्रव्यमान के बराबर होता है या उससे ज्यादा ? उत्तर दीजिये।

8.3 परमाणु की संरचना

इलेक्ट्रॉन एवं प्रोटॉन की खोज के बाद परमाणु की आंतरिक संरचना समझाने हेतु समय-समय पर वैज्ञानिकों ने परमाणु के कई मॉडल प्रस्तुत किये जिनका विवरण इस प्रकार है-

8.3.1 थॉमसन का परमाणु मॉडल (Thomson's Atomic Model)

यह परमाणु का पहला मॉडल है। इलक्ट्रॉन व प्रोटॉन की खोज के बाद थॉमसन ने सन् 1898 में सर्वप्रथम परमाणु संरचना संबंधी अपना मॉडल प्रस्तुत किया, जिसके अनुसार परमाणु एक गोलाकार धनावेशित पिण्ड होता है जिसमें ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन समान रुप से वितरित रहते हैं जिस प्रकार तरबूज के बीज धंसे रहते हैं इसलिए इस मॉडल की तुलना तरबूज से की गई। इस मॉडल को पुडिंग मॉडल भी कहा जाता है।

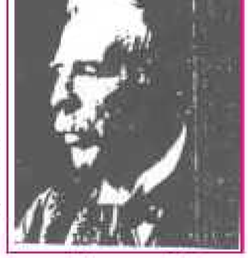


सर जे. जे. थॉमसन का परमाणु मॉडल

दोष- इस सिद्धांत के आधार पर रदरफोर्ड के प्रकीर्णन प्रयोग के परिणाम समझाये नहीं जा सकते थे,इसलिए यह सिद्धांत शीघ्र ही केवल ऐतिहासिक महत्व का रह गया।

8.3.2 परमाणु का रदरफोर्ड मॉडल

परमाणु संरचना का वर्तमान ज्ञान रदरफोर्ड की परमाण्वीय धारणा पर आधारित है। इस धारणा को उन्होंने सन् 1911 में प्रकाशित किया था। रदरफोर्ड के प्रयोग को (α) - प्रकीर्णन प्रयोग कहा जाता है। इस प्रयोग में उन्होंने सोने की पतली पन्नी (मोटाई 0.0004 c.m.) पर (α)- कणों की बौछार की और पाया कि-



अर्नेस्ट रदरफोर्ड
(1871-1937)

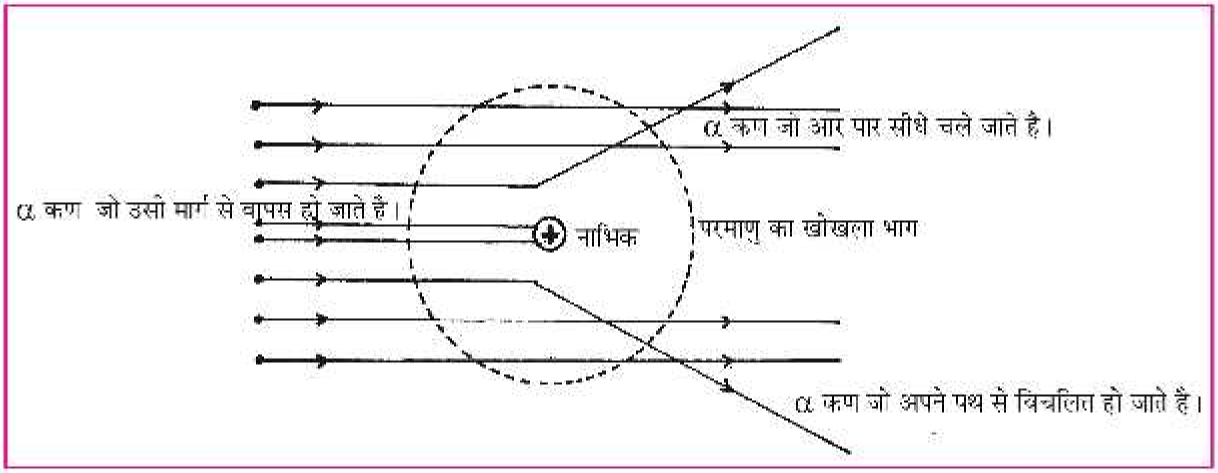
1. अधिकांश (α) कण बिना किसी विक्षेपण के सीधे स्वर्ण पत्र के पार चले जाते हैं।

2. कुछ (α)कण विभिन्न कोण बनाते हुए अपने पथ से विचलित हो जाते है।

3. शेष बहुत कम (लगभग 20,000 में से एक)(α)- कण स्वर्ण पत्र से टकराकर अपने चलने वाले पूर्व मार्ग पर ही वापस लौट आते हैं।

इस प्रयोग के प्रेक्षणों के आधार पर रदरफोर्ड ने परमाणु का नाभकिय मॉडल प्रस्तुत किया जिसके अनुसार -

(1) परमाणु का अधिकांश भाग खोखला एवं आवेशहीन होता है जिससे (α) कण बिना विचलित हुए सीधे बाहर निकल जाते हैं।



रदरफोर्ड का प्रयोग (α कण प्रकीर्णन)

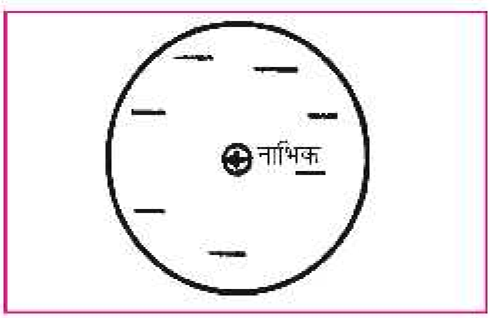
(2) परमाणु का समस्त धनावेश केन्द्र में होता है जिससे प्रतिकर्षित होकर धनावेशित (α) कण विभिन्न कोणों पर विक्षेपित हो जाते हैं। परमाणु के इस धनावेशित केन्द्र को नाभिक (nucleus) कहते है।

(3) चूंकि बहुत ही कम (α) कण नाभिक से टकराकर वापस स्त्रोत की ओर आते हैं, यह दर्शाता है कि नाभिक का आकार परमाणु की तुलना में बहुत छोटा होता है (परमाणु के नाभिक की त्रिज्या (10^{-13}cm)होती है।) जबकि परमाणु की त्रिज्या (10^{-8} cm) होती है।

(4) नाभिक के चारों ओर खाली स्थान होता है जिसमें इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर घूमते रहते हैं ठीक उसी प्रकार जिस प्रकार विभिन्न ग्रह, सूर्य के चारों ओर विभिन्न कक्षाओं में घूमते हैं इसलिए इस मॉडल को सौर मंडल का प्रतिरूप भी माना जाता है।

(5) चूंकि इलेक्ट्रॉनों का द्रव्यमान नगण्य होता है, अत: परमाणु का संपूर्ण द्रव्यमान नाभिक में होता है।

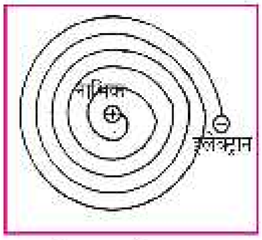
(6) परमाणु विद्युत उदासीन होता है, अत: नाभिक में स्थित प्रोटॉनों की संख्या इलेक्ट्रॉन के बराबर होती है।



रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल

रदरफोर्ड परमाणु मॉडल के दोष- (Defects of Rutherford's Atomic model)

मैक्सवेल की विद्युत चुंबकीय अवधारणा के आधार पर रदरफोर्ड मॉडल के दो महत्वपूर्ण दोष पाए गए:-



घूमते हुए इलेक्ट्रान द्वारा ऊर्जा का लगातार उत्सर्जन

(1) परमाणु के स्थायित्व की व्याख्या न कर पाना।

(2) परमाणु के विविक्त स्पेक्ट्रम की व्याख्या न कर पाना।

रदरफोर्ड मॉडल परमाणु के स्थायित्व की व्याख्या नहीं करता है। मैक्सवेल के अनुसार कोई भी आवेशित कण वृत्त में गतिमान होने पर निरंतर विद्युत चुंबकीय तरंगों को विकसित करेगा जिससे उसकी ऊर्जा में लगातार कमी होते रहने से उसे अपनी राह (कक्षा) घटानी पड़ेगी और ऐसा करते हुए अंत में इलेक्ट्रॉन नाभिक में गिरकर नष्ट होना चाहिये, पर वास्तव में ऐसा नहीं होता।

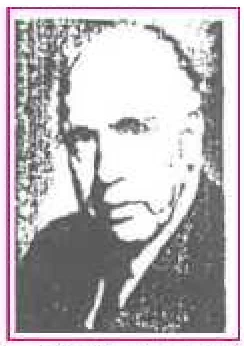
यह मॉडल परमाणु के विविक्त स्पेक्ट्रम की व्याख्या करने में असफल रहा – रदरफोर्ड के अनुसार इलेक्ट्रॉन की कक्ष त्रिज्या निरंतर बदलती रहने के कारण सतत स्पेक्ट्रम बनना चाहिये परंतु रेखिक स्पेक्ट्रम प्राप्त होता है।

8.3.3 बोर का परमाणु मॉडल

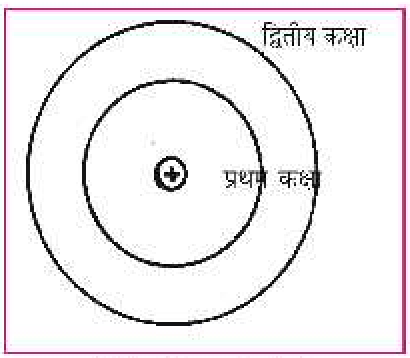
नील्स बोर (Niels Bohr) ने सन् 1913 में क्वांटम सिद्धांत के आधार पर परमाणु संरचना का सरल मॉडल प्रस्तुत किया। इस मॉडल की मुख्य अभिधारणाएं निम्नलिखित हैं।

(1) परमाणु के केन्द्र में नाभिक होता है, जिसमें धनावेशित कण उपस्थित होते हैं।

(2) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर निश्चित ऊर्जा वाले पथ में घूमते हैं। ये निश्चित ऊर्जा वाले पथ कक्षा, कोश या ऊर्जा स्तर कहलाते हैं।


नील्स बोर (1885-1962)

(3) कक्षाओं को (n) द्वारा दर्शाया जाता है (n) का मान पूर्णांक 1,2,3,4,5 .... आदि है इन्हें क्रमश: (K, L, M, N, O) -- ----- आदि लिखा जाता है।



बोर का परमाणु मॉडल
(विभिन्न कक्षाओं की स्थिति)

(4) (n)के बढ़ते हुए मान के साथ ये कक्षायें नाभिक से दूर होती जाती हैं और उनकी ऊर्जा क्रमश: बढ़ती जाती है अर्थात् (n=1) या (k) कक्षा की ऊर्जा सबसे कम होती है एवं यह कक्षा नाभिक के निकटतम स्थित होती है।

(5) बोर के अनुसार यदि कोई इलेक्ट्रॉन एक ही ऊर्जा स्तर या कक्षा में घूमता रहे तो इस इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता है।

(6) इलेक्ट्रॉन जब बाहर से ऊर्जा आवेशित कर लेता है तब वह उत्तेजित

इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का अवशोषण तथा उत्सर्जन

होकर निकटतम अधिक ऊर्जा वाली कक्षा में कूद जाता है और जब इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन करता है तब निकटतम निम्न ऊर्जा स्तर में चला जाता है।

इन प्रश्नों के उत्तर स्वयं खोजें –

प्र. 1 परमाणु का पहला मॉडल किस वैज्ञानिक ने दिया ?

प्र. 2 रदरफोर्ड के परमाणु के मॉडल के दो दोष कौन-कौन से थे ?

प्र. 3 नील्स बोर के परमाणु मॉडल के अनुसार जब इलेक्ट्रॉन एक ही ऊर्जा स्तर में घूमता है तब वह ऊर्जा का उत्सर्जन करता है या अवशोषण या इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता। उत्तर दीजिये।

प्र. 4 कक्षा या ऊर्जा स्तर किसे कहते है?

प्र. 5 बोर के परमाणु मॉडल में (K, L, M, N) कक्षाओं में से नाभिक की निकटतम कक्षा कौन सी है?

प्र. 6 रदरफोर्ड के अनुसार परमाणु के केन्द्र में......... आवेश होता है।

8.4 परमाणु संख्या एवं द्रव्यमान संख्या (Atomic Number and Mass Number)

8.4.1 परमाणु संख्या या परमाणु क्रमांक (Atomic Number)

प्रत्येक तत्व के परमाणु में प्रोटॉन की संख्या अलग-अलग होती है। ''किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉन की संख्या उस तत्व की परमाणु संख्या या परमाणु क्रमांक (Atomic Number) कहलाती है।'' इसे (Z) से प्रदर्शित करते हैं।

चूंकि प्रोटॉन धनावेशित कण होते हैं, इसलिए परमाणु संख्या किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित धनावेशित कणों के बराबर होती है। उदाहरण के लिये कार्बन के परमाणु में 6 प्रोटॉन होते हैं, अत: कार्बन परमाणु की परमाणु संख्या (z) 6 होगी।

हम जानते हैं कि परमाणु विद्युत उदासीन होता है इसलिये किसी परमाणु में जितने प्रोट्रॉन (+ve कण) होते हैं उतने ही इलेक्ट्रॉन (-ve कण) भी उपस्थित होते हैं। इस प्रकार

किसी तत्व की परमाणु संख्या (z) = प्रोटॉन की संख्या (P)

= इलेक्ट्रॉन की संख्या (e)

जब किसी परमाणु से इलेक्ट्रॉन निकलता है तो धनायन बनता है लेकिन जब इलेक्ट्रॉन जुड़ता है तो ऋणायन बनता है। यहां यह बात अत्यंत महत्वपूर्ण है कि किसी तत्व की परमाणु संख्या केवल उदासीन परमाणु में ही इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है। जब उदासीन परमाणु से आयन (धनायन व ऋणायन) बन जाता है तब उसमें इलेक्ट्रॉन की संख्या में परिवर्तन हो जाता है। इस तथ्य को इस प्रकार दर्शाया जाता है-

धनायन में प्रोट्रॉन की संख्या > इलेक्ट्रॉन की संख्या

ऋणायन में प्रोट्रॉन की संख्या < इलेक्ट्रॉन की संख्या

उदासीन परमाणु में प्रोटॉन की संख्या = इलेक्ट्रॉन की संख्या

अत: आयन के लिये परमाणु संख्या (z) का मान इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर नहीं होता है।

8.4 द्रव्यमान संख्या या परमाणु भार (Mass Number or Atomic Mass)

हमने देखा है कि परमाणु में उपस्थित इलेक्ट्रान, प्रोट्रॉन, न्यूट्रॉन तीनों कण में से इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान नगण्य होता है इसलिये यह माना जाता है कि परमाणु का भार उसमें उपस्थित प्रोट्रॉन और न्यूट्रॉन के कारण होता है। अत: किसी परमाणु में उपस्थित प्रोट्रॉन एवं न्यूट्रॉन की संख्या का योग द्रव्यमान संख्या या परमाणु भार कहलाता है इसे (A) से प्रदर्शित करते हैं।

द्रव्यमान संख्या (A) **= प्रोटॉन की संख्या + न्यूट्रॉन की संख्या**

अर्थात् **A = P + n**

उदाहरण के लिये हीलियम परमाणु में दो प्रोटॉन तथा दो न्यूट्रॉन उपस्थित होते हैं इसलिए हीलियम का परमाणु भार या द्रव्यमान संख्या = 2+2=4 होगी।

इस प्रकार ऑक्सीजन परमाणु में 8 प्रोटॉन तथा 8 न्यूट्रॉन होते हैं इसलिये ऑक्सीजन का परमाणु भार या द्रव्यमान संख्या = 8 + 8 = 16 होगी।

कुछ तत्वों में प्रोट्रॉन तथा न्यूट्रॉन की संख्या बराबर होती है, पर विशेष रूप से भारी तत्वों में न्यूट्रॉन की संख्या प्रोटॉन से अधिक होती है। उदाहरण के लिए मरकरी (Hg) की द्रव्यमान संख्या 200 है और परमाणु संख्या 80 होती है अर्थात् 80 प्रोट्रॉन एवं 80 इलेक्ट्रॉन होते हैं और इसमें न्यूट्रानों की संख्या 200–80 =120 होती है।

इस प्रकार किसी परमाणु की द्रव्यमान संख्या (A) एवं परमाणु संख्या (Z) का मान ज्ञात होने पर उसमें उपस्थित प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन एवं न्यूट्रॉन की संख्या निकाली जा सकती है। कुछ उदाहरण तालिका नंबर दो में दिये गये है–

तालिका क्रमांक–2

तत्व का संकेत एवं नाम	परमाणु संख्या (Atomic No. Z)	द्रव्यमान संख्या Mass NO. (A)	प्रोटॉन Proton (P=Z)	इलेक्ट्रॉन Electron e=z	न्यूट्रॉन Neutrons n = A-Z
हाइड्रोजन H*	1	1	1	1	1 - 1=0
हीलियम He	2	4	2	2	4 - 2 = 2
लिथीयम Li	3	7	3	3	7 - 3 = 4
बोरॉन B	5	11	5	5	11 - 5 = 6
फ्लोरीन F	9	19	9	9	19 - 9 = 10
सल्फर S	16	32	16	16	32 - 16 = 16
मर्करी (पारा) Hg	80	200	80	80	200 - 80 = 120

* यहां (H) का प्रोटियम समस्थानिक लिया गया है।

महत्वपूर्ण तथ्य– किसी तत्व के परमाणु को उसके संकेत द्वारा इस प्रकार दर्शाया जाता है–

$^{A}_{Z}X$ या द्रव्यमान संख्या / तत्व का संकेत / परमाणु संख्या

उदाहरण– $^{200}_{80}Hg$

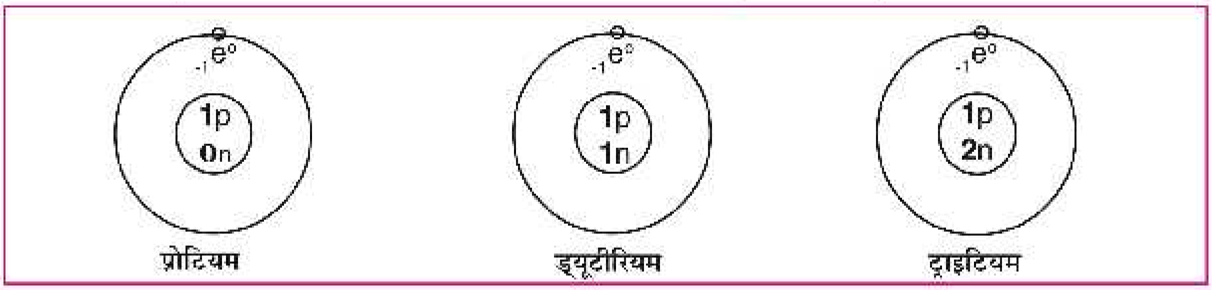
8.4.1 समस्थानिक (Isotopes)

यह देखा गया है कि एक ही तत्व के सभी परमाणुओं के परमाणु भार (Atmoic mass) समान नहीं होते है।

उदाहरण के लिए क्लोरीन के दो प्रकार के परमाणु होते हैं ${}^{35}_{17}Cl$ एवं ${}^{37}_{17}Cl$ इसमें एक क्लोरीन परमाणु की द्रव्यमान संख्या या परमाणु भार 35 तथा दूसरी क्लोरीन का परमाणु भार 37 है लेकिन दोनों की परमाणु संख्या 17 है। ऐसे परमाणु समस्थानिक (Isotopes) कहलाते हैं। अतः समस्थानिक को इस प्रकार परिभाषित किया जा सकता है-

''एक ही तत्व के ऐसे परमाणु जिनकी परमाणु संख्या (Atomic number) समान लेकिन परमाणु भार (Atomic Mass) अलग-अलग होते हैं समस्थानिक कहलाते है।'' उदाहरण के लिए हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं ।

हाइड्रोजन के समस्थानिक	संकेत	परमाणु संख्या Z	द्रव्यमान संख्या A	प्रोटॉन p^+	इलेक्ट्रॉन e^-	न्यूट्रॉन n
प्रोटियम	${}^{1}_{1}H$	1	1	1	1	0
ड्यूटीरियम	${}^{2}_{1}H$ या D	1	2	1	1	1
ट्राइटियम	${}^{3}_{1}H$ या T	1	3	1	1	2



हाइड्रोजन के समस्थानिक

उपरोक्त तालिका से स्पष्ट है कि एक ही तत्व के समस्थानिक परमाणु में इलेक्ट्रॉन तथा प्रोटॉनों की संख्या तो समान होती है लेकिन न्यूट्रॉनों की संख्या में भिन्नता होती है। समस्थानिकों के रासायनिक गुण समान और भौतिक गुण भिन्न होते है। समस्थानिक दो प्रकार के होते हैं:-

1. नान-रेडियोधर्मी समस्थानिक - जैसे ${}^{35}_{17}Cl$, ${}^{1}_{1}H$, ${}^{2}_{1}H$, ${}^{13}_{6}c$, ${}^{12}_{6}c$

2. रोडियाधर्मी समस्थानिक - ${}^{235}_{92}U$, ${}^{233}_{92}U$, ${}^{238}_{92}U$, ${}^{239}_{92}U$, ${}^{230}_{90}Th$, ${}^{230}_{90}Th$, ${}^{14}_{6}C$, ${}^{37}_{17}Cl$

महत्वपूर्ण तथ्य

समभारिक (Radioactive isobars)- विभिन्न तत्वों के ऐसे परमाणु जिनके परमाणु भार समान तथा परमाणु क्रमांक या परमाणु संख्या भिन्न होते हैं समभारिक कहलाते है।

उदाहरण- ${}^{40}_{20}Ca$ तथा ${}^{40}_{18}A$ ${}^{40}_{19}K$ ${}^{50}_{24}Cr$ तथा ${}^{50}_{22}Ti$

समभारिकों के रासायनिक तथा भौतिक गुणों में भिन्नता होती है।

इन प्रश्नों के उत्तर स्वयं खोजिये।

प्र.1 रिक्त स्थान की पूर्ति करिए-

(अ) किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या उस तत्व की .... कहलाती है। इसे............ से प्रदर्शित करते हैं।

(ब) धनायन में प्रोटॉन की संख्या, इलेक्ट्रॉन की संख्या से .... होती है।

(स) उदासीन परमाणु जिसमें प्रोटॉन एवं इलेक्ट्रॉन की संख्या.............. होती है।

प्र.2 द्रव्यमान संख्या एवं परमाणु संख्या को परिभाषित कीजिए?

प्र.4 समस्थानिक में परमाणु संख्या समान लेकिन परमाणु भार अलग-अलग होते है। इसका क्या कारण है?

8.5 इलेक्ट्रानों का वितरण (बोर-बरी व्यवस्था) (Bohr - Bury Scheme)

नील्स बोर ने अपने परमाणु मॉडल में इस बात को स्पष्ट किया कि इलेक्ट्रॉन विभिन्न कक्षाओं में चक्कर लगाते हैं। लेकिन इन इलेक्ट्रॉनों का वितरण व्यवस्था के संबंध में बोर तथा बरी ने 1921 में कुछ नियम दिये जिन्हें बोर बरी व्यवस्था (Bohr - Bury Scheme) के नाम से जाना जाता है। इसके अनुसार किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉनिक विन्यास के निम्न नियम है– **1. परमाणु की किसी भी कक्षा में इलेक्ट्रानों की अधिकतम संख्या $2n^2$ होती है जहां n कक्षा की क्रम संख्या है। इस प्रकार पहली कक्षा में अधिकतम इलेक्ट्रॉन 2, दूसरी में 8, तीसरी में 18 और चौथी कक्षा में 32 हो सकते है।**

तालिका क्रमांक 4

कोश क्र.	कोश संकेत	n	अधिकतम इलेक्ट्रॉन ($2n^2$)
1.	प्रथम (K)	1	$2 \times 1^2 = 2$
2.	द्वितीय (L)	2	$2 \times 2^2 = 8$
3.	तृतीय (M)	3	$2 \times 3^2 = 18$
4.	चतुर्थ (N)	4	$2 \times 4^2 = 32$

2. किसी भी परमाणु के बाहयतम कक्ष में 8 से अधिक इलेक्ट्रॉन तथा बाह्यतम से पूर्व की कक्षा में 18 से अधिक इलेक्ट्रॉन नहीं हो सकते है। 3. यह आवश्यक नहीं है कि नियम के अनुसार कोश पूर्ण होने पर ही दूसरा कोश बने। वास्तव में किसी कोश में 8 इलेक्ट्रॉन भरते ही नया कोश बन सकता है।

8.6 संयोजी इलेक्ट्रॉन एवं संयोजकता (Valency Electrons and valency)

हम परमाणुओं में इलेक्ट्रानों के वितरण की बोर बरी व्यवस्था को समझ चुके हैं। इलेक्ट्रॉन, नाभिक के चारों ओर विभिन्न कोशों में स्थित होते हैं। अंतिम कोश के इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के रासायनिक गुणधर्म निर्धारित करते हैं।

''किसी परमाणु के बाह्यतम कोश को संयोजी कोश (Valency Shell) कहते है एवं इस बाह्यतम कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों को संयोजी इलेक्ट्रॉन (Valency electrons) कहते हैं जो बंध बनाने में भाग लेते है।''

उदाहरण के लिए नाइट्रोजन का परमाणु क्रमांक 7 है अर्थात् इसके पास 7 इलेक्ट्रॉन है।

नाइट्रोजन(N) का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास =	K	L
	2	5
	(प्रथम कोश)	(संयोजी कोश या अंतिम कोश)

अर्थात नाइट्रोजन में 5 संयोजी इलेक्ट्रॉन है।

तालिका - 3

परमाणु	संकेत	इलेक्ट्रॉनों की संख्या	कोशों में इलेक्ट्रानों की व्यवस्था	इलेक्ट्रॉनों का वितरण	संयोजकता
हाइड्रोजन	(H)	1	प्रथम कोश में 1	1	1
हीलियम	(He)	2	प्रथम कोश में 2	2	0
लीथियम	(Li)	3	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 1	2,1	1
बेरिलियम	(Be)	4	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 2	2,2	2
बोरॉन	(B)	5	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 3	2,3	3
कार्बन	(C)	6	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 4	2,4	4
नाइट्रोजन	(N)	7	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 5	2,5	3
ऑक्सीजन	(O)	8	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 6	2,6	2
फ्लुओरीन	(F)	9	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 7	2,7	1
निऑन	(Ne)	10	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8	2,8	0
सोडियम	(Na)	11	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 1	2,8,1	1
मैग्नीशियम	(Mg)	12	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 2	2,8,2	2
एल्यूमीनियम	(Al)	13	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 3	2,8,3	3
सिलिकॉन	(Si)	14	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 4	2,8,4	4
फॉस्फोरस	(P)	15	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 5	2,8,5	3,5
सल्फर	(S)	16	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 6	2,8,6	2
क्लोरीन	(Cl)	17	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 7	2,8,7	1
ऑर्गन	(Ar)	18	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 8	2,8,8	0
पोटेशियम	(K)	19	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 8- चतुर्थ कोश में 1	2,8,8,1	1
कैल्शियम	(Ca)	20	प्रथम कोश में 2-द्वितीय कोश में 8 + तृतीय कोश में 8- चतुर्थ कोश में 2	2,8,8,2	2

* फॉस्फोरस परिवर्ती संयोजकता प्रदर्शित करता है। इसी तरह आर्वत सारणी के और भी तत्व परिवर्ती संयोजकता दर्शाते है।

जिन परमाणुओं के बाह्य कोश में 2 या 8 इलेक्ट्रान होते हैं, वे रासायनिक रूप से अक्रिय होते हैं, जैसे (He, Ne, Ar) आदि, क्योंकि इन कोशों में इलेक्ट्रॉनों का आदान प्रदान नहीं होता है। लेकिन ऐसे संयोजी कोश जिनमें 8 से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं। (He को छोड़कर) अष्टक पूर्ण करने हेतु इलेक्ट्रॉनों का आदान प्रदान करते हैं। फलस्वरूप रासायनिक रूप से सक्रिय होते हैं। बाह्य कोश (संयोजी कोश) के इलेक्ट्रॉनों (संयोजी इलेक्ट्रॉनों) की संख्या ही परमाणुओं की संयोजन क्षमता का निर्धारित करती है। यह संयोजन क्षमता ही संयोजकता कहलाती है क्योंकि (Valency) शब्द की उत्पत्ति भी लेटिन शब्द (Valentia) से हुई है जिसका अर्थ है (Power) या (Capacity) अर्थात् क्षमता।

उपरोक्त विवरण से स्पष्ट है कि संयोजकता, किसी परमाणु के बाह्य कोश में संयोजी इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए हाइड्रोजन, सोडियम, पोटेशियम आदि सब की संयोजकता 1 है, क्योंकि उनके बाह्यतम कोश में एक इलेक्ट्रॉन हैं। (Mg, Ca, Ba) की संयोजकता 2, बोरॉन (B) की 3 तथा कार्बन (C) की संयोजकता 4 है क्योंकि इनके संयोजी इलेक्ट्रानों की संख्या क्रमशः 2, 3 एवं 4 है।

इस प्रकार जब बाह्य कोश में 8 के आधे अर्थात् 4 इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं, तब ऐसे परमाणुओं के संयोजी इलेक्ट्रॉनों की संख्या ही संयोजकता कहलाती है लेकिन जब परमाणु के बाह्यतम कोश में उसकी लगभग पूर्ण क्षमता के बराबर इलेक्ट्रॉन होते हैं (5 से 8 इलेक्ट्रॉन तक), तब संयोजकता दूसरे प्रकार से निर्धारित करते हैं। इसमें संयोजकता उन इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है जिनको प्राप्त कर कोश पूर्ण भर जाता है यानि उसमें 8 इलेक्ट्रॉन पूर्ण हो जाते है।

उदाहरण के लिए ऑक्सीजन के पास कुल 8 इलेक्ट्रॉन है। इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,6 होगा अर्थात् संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या 6 है। इसे अपने अंतिम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन पूर्ण करने हेतु 2 और इलेक्ट्रॉन चाहिए। इस प्रकार ऑक्सीजन की संयोजकता 6 न होकर 2 होती है।

संयोजकता = संयोजी इलेक्ट्रॉन संख्या (1 से 4 संयोजी इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु)	संयोजकता = 8– संयोजी इलेक्ट्रॉन की संख्या (5 से 8 संयोजी इलेक्ट्रॉन वाले परमाणु)

(संयोजकता ज्ञात करने का यह नियम परिवर्ती संयोजकता के लिए लागू नहीं)

उपरोक्त आधार पर आवर्त सारणी के परमाणु क्रमांक 20 तक के तत्वों की संयोजकता को निम्न तालिका के माध्यम से समझाया जा सकता है।

तालिका

तत्व का नाम	संकेत	परमाणु संख्या	इलेक्ट्रॉनिक विन्यास	संयोजी इलेक्ट्रॉन	संयोजकता
हाइड्रोजन	(H)	1	1	1	1
हीलियम	(He)	2	2	2	0*
लीथियम	(Li)	3	2,1	1	1
बेरीलियम	(Be)	4	2,2	2	2
बोरॉन	(B)	5	2,3	3	3
कार्बन	(C)	6	2,4	4	4
नाइट्रोजन	(N)	7	2,5	5	3
ऑक्सीजन	(O)	8	2,6	6	2
फ्लोरीन	(F)	9	2,7	7	1

*हीलियम के पास प्रथम कोश में दो इलेक्ट्रॉन है। यह प्रथम कोश ही अंतिम कोश है। प्रथम कोश में अधिकतम इलेक्ट्रॉन दो होते हैं इसलिए इसकी संयोजकता 0 होती है क्योंकि बाह्य कोशपूर्ण है।

इन प्रश्नों के उत्तर स्वयं खोजिये

प्र.1 विभिन्न परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन की वितरण व्यवस्था किन वैज्ञानिकों द्वारा की गई। इस हेतु प्रयुक्त सूत्र को लिखिए।

प्र.2 परमाणु क्रमांक 12 (Mg), 17 (Cl), 18Ar की इलेक्ट्रॉनिक संरचना का आरेख बनाइये एवं विभिन्न कक्षों में इलेक्ट्रॉनिक वितरण को प्रदर्शित कीजिए।

प्र.3 रिक्त स्थान भरिए – (इलेक्ट्रॉनिक विन्यास पूर्ण कीजिए)

परमाणु संख्या	–			प्रथम कोश	द्वितीय कोश	तृतीय कोश
P	=	15	=	2	8	—
Ne	–	10	–	2	-	—
C	=	6	=	—	4	—

प्र.4 किन्हीं परमाणुओं के अंतिम कोश में 3 एवं 4 इलेक्ट्रॉन हैं इनकी संयोजकता कितनी होगी।

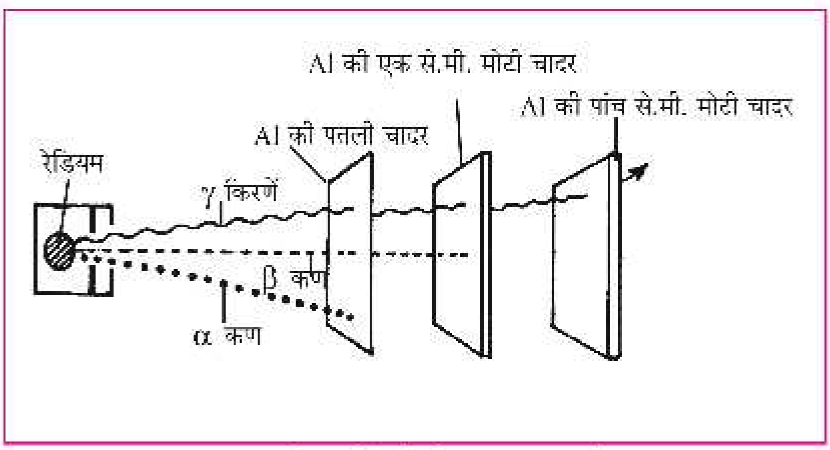
8.7 रेडियोएक्टिवता या रेडियोधर्मिता (Radioctivity)-

सन् 1896 में फ्रांस के प्रसिद्ध वैज्ञानिक, प्रोफेसर हेनरी बेकुरल (Henry Becquerel) ने बताया कि यूरेनियम धातु अथवा इसके यौगिकों में फोटोग्राफिक प्लेटों को काला करने का गुण है। यह क्रिया फोटोग्राफिक प्लेटों को काले कागज में लपेटकर अंधेरे में यूरेनियम के समीप रखने से भी होती है। इससे बैकुरल ने यह निष्कर्ष निकाला कि यूरेनियम से एक प्रकार की अदृश्य किरणें उत्सर्जित होती हैं जिनमें काफी बेधन क्षमता होती है। अत: इन किरणों को खोजकर्ता के नाम पर बैकुरल किरणें कहा गया। जिस पदार्थ से इस प्रकार की किरणें निकलती है उसे रेडियोधर्मी पदार्थ तथा इस गुण को रेडियोधर्मी (Radioactivity) कहते हैं।

इस क्षेत्र में मेडम क्यूरी (Madam Marie Curie) तथा उनके पति प्रोफेसर पियरे क्यूरी (Prof. Piere Curie) ने अति महत्वपूण कार्य किया। उन्होंने पाया कि थोरियम (Th) भी यूरेनियम (U) जैसे गुणधर्म प्रदर्शित करता है। उन्होंने देखा कि पिंच ब्लैंड नामक खनिज में एक या अधिक ऐसे तत्व होते हैं जो यूरेनियम से भी प्रबल हो सकते हैं। क्यूरी दंपत्ति ने इसमें से एक तत्व की खोज कर उसका नाम, अपने जन्म स्थान पौलेण्ड के नाम पर पोलोनियम (Po) रखा इसके अतिरिक्त उन्हें एक तत्व प्राप्त हुआ जो पोलोनियम से भी अधिक सक्रिय था, इसका नाम रेडियम (Ra) रखा गया।

रोडियोधर्मी पदार्थों द्वारा उत्सर्जित विकिरण की प्रकृति

सन् 1904 में रदरफोर्ड ने रेडियोधर्मी तत्वों से निकलने वाले विकिरण की प्रकृति का अध्ययन किया, उन्हें कई रोचक परिणाम प्राप्त हुए। उन्होंने पाया कि किसी रेडियोधर्मी पदार्थ से उत्सर्जित होने वाल विकिरण एकसमान नहीं होते हैं। रदरफोर्ड ने अपने प्रयोग में लेड के बॉक्स में कुछ रेडियोधर्मी पदार्थ रखा और चित्रानुसार



α, β व γ– किरणों की बेधन क्षमता की तुलना

अपने प्रेक्षणों में उन्होंने पाया कि रेडियोधर्मी पदार्थ से निकलने वाले विकिरण तीन प्रकार के होते हैं-

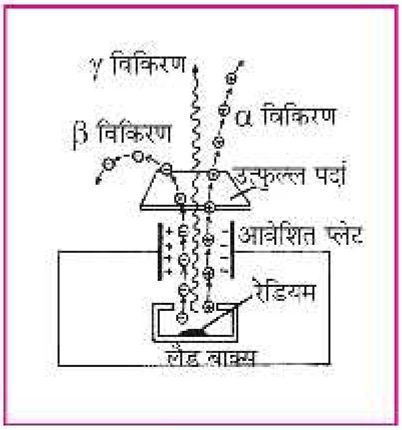
1.(α) विकिरण (β) विकिरण (γ)विकिरण

1. ऐसे विकिरण जो ऋण इलेक्ट्रोड की ओर झुक गए थे उनको (अल्फा विकिरण α-rays)कहा गया। इन कणों का द्रव्यमान 4 a.m.u. तथा आवेश 2 इकाई धनावेश होता है। दूसरे शब्दों में (α)- कण को द्विधन आवेशित हीलियम नाभिक के रूप में प्रदर्शित किया गया।

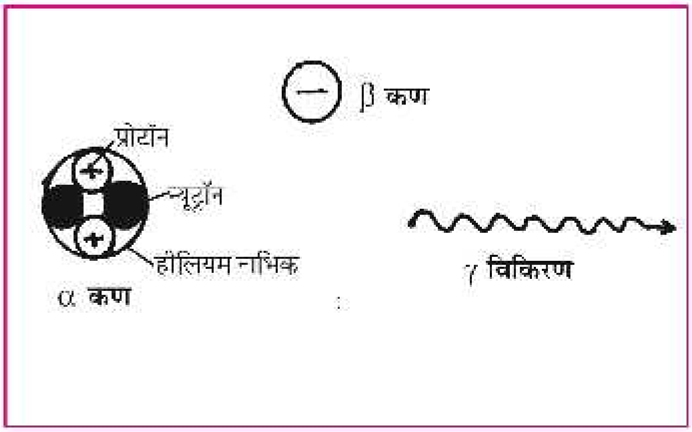
2. ऐसे विकिरण जो धन इलेक्ट्रोड की ओर झुक गए थे उन्हें β विकिरण कहा गया। β कणों का द्रव्यमान और आवेश इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान और आवेश के बराबर होता है।

3. ऐसे विकिरण जो किसी भी इलेक्ट्रोड की ओर नहीं झुकते उन्हे γ विकिरण कहा गया। ये विकिरण द्रव्य कणों द्वारा निर्मित नहीं होते अपितु ये विद्युत चुंबकीय तरंग होती है।

α, β, एवं गामा γ किरणों की वेधन क्षमता को चित्र द्वारा दर्शाया गया है। सर्वाधिक वेधन क्षमता γ किरणों की एवं सबसे कम वेधन क्षमता α कणों की होती है।



विभिन्न प्रकार के विकिरण



α, β तथा γ विकिरणों की प्रकृति

महत्वपूर्ण तथ्य - किसी पदार्थ की रेडियोधर्मिता को मेडम क्यूरी के सम्मान में क्यूरी ईकाई द्वारा व्यक्त किया जाता है। रेडियोधर्मिता की S.I. इकाई बैकुरल (Bq) होती है।

8.7.1 रेडियोधर्मी या रेडियोएक्टिव समस्थानिक एवं उनके उपयोग (Radioactive Isotopes and their uses)

हम पढ़ चुके हैं कि ऐसे परमाणु जिनके परमाणु क्रमांक समान हो तथा परमाणु भार भिन्न-भिन्न हो समस्थानिक कहलाते हैं, लेकिन वे समस्थानिक जो रेडियोधर्मिता अर्थात् α, β अथवा γ किरणें उत्सर्जित करें, रेडियो एक्टिव या रेडियोधर्मी समस्थानिक कहलाते है। यह आवश्यक नहीं कि एक ही तत्व के सभी समस्थानिक रेडियो एक्टिव हो अथवा नान रेडियोएक्टिव हों।

रेडियोधर्मी समस्थानिक की संख्या आज हजारों की तादात में है। सामान्यत: सभी तत्वों के लगभग एक या अधिक रेडियोधर्मी समस्थानिक ज्ञात हैं। कुछ तत्वों के लिये तो यह संख्या 20 से ऊपर है। इन रेडियोधर्मी समस्थानिकों (रेडियोएक्टिव आइसोटोप्स) के कई महत्वपूर्ण उपयोग हैं जिनका वर्णन निम्न बिंदुओं के आधार पर किया गया है-

ट्रेसर तकनीक में रेडियोधर्मी समस्थानिक

ट्रेसर तकनीक विधि में अध्ययन क्षेत्र की आवश्यकतानुसार किसी तत्व में उसके रेडियोधर्मी समस्थानिक की अल्प मात्रा मिला दी जाती है। इसके पश्चात भौतिक अथवा रासायनिक क्रिया के दौरान उस तत्व के रेडियोधर्मी गुणों

के कारण तत्व का क्रिया पथ आसानी से अनुरेखित (ट्रेस) किया जा सकता है। पथ अनुरेखन में रेडियोधर्मी समस्थानिकों के प्रयोग से अनेक जटिल क्रिया विधियों का अध्ययन सरल हो गया। यही कारण है कि रेडियोधमी समस्थानिक ट्रेसर तत्वों के रुप में विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुए।

1. रसायन विज्ञान में ट्रेसर तकनीक का उपयोग

- अभिक्रियाओं की क्रिया विधि के अध्ययन में
- नये यौगिकों की खोज में
- अणु तथा आयनों की संरचना निर्धारण में
- अल्प विलेय पदार्थों की विलेयता ज्ञात करने में आदि।

2. चिकित्सा क्षेत्र में ट्रेसर तकनीक का उपयोग– रोगी के रोग की पहचान करने में रेडियोधर्मी समस्थानिकों का बहुत महत्व है–

- आयोडीन $^{131}_{53}I$ थॉयराइड के रोगों में दिया जाता है।
- फॉस्फोरस $^{32}_{15}P$ द्वारा यह ज्ञात किया जाता है कि टूटी हड्डियों द्वारा फास्फोरस का अवशोषण हो रहा है अथवा नहीं।
- सोडियम $^{24}_{11}Na$ की रेडियोधर्मिता के आकलन से यह ज्ञात किया जाता है कि रोगी का रक्त अमुक घाव तक पहुंच रहा है अथवा नहीं।
- शरीर में विटामिन B_{12} के वितरण का अध्ययन $^{54}_{27}Co$ की रेडियोधर्मिता की सहायता से किया जाता है।

रेडियोथेरेपी में – कोबाल्ट का रेडियोधर्मी आइसोटोप कैंसर वृद्धि को रोकने में सक्षम होता है। इस आइसोटोप में उच्च ऊर्जा वाली (γ) किरणें निकलती हैं जो शरीर के अंदर कैंसर के ऊतकों को नष्ट करके उनकी वृद्धि को रोकती है।

3. कृषि क्षेत्र में ट्रेसरों का उपयोग – पौधों द्वारा खनिज पदार्थों एवं उर्वरकों के अवशोषण की प्रक्रिया के अध्ययन में सहायक।

4. औद्योगिकक्षेत्र में ट्रेसरों का उपयोग ● जमीन की सतह के नीचे पानी की दिशा ज्ञात करने में, जमीन में दबी पाइप लाइनों में छेद का पता लगाने में ● धातु निष्कर्षण में ● धातु उपकरणों के निर्माण में

रेडियोधर्मी समस्थानिकों के अन्य उपयोग

1. कार्बन डेटिंग या रेडियो कार्बन अंकन– इस तकनीक का उपयोग खनिज, चट्टानों, जीवाश्म एवं मृत पौधों तथा मृत जीवों के आयु निर्धारण में किया जाता है। कार्बन आइसोटोप का प्रयोग इस विधि में किया जाता है।

2. न्यूक्लियर रिएक्टर या परमाणु भट्टी में– परमाणु भट्टी में यूरेनियम के आइसोटोप को ईंधन के रूप में प्रयुक्त किया जाता है।

निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर स्वयं खोजिये

- रेडियोएक्टिवता या रेडियोधर्मिता किसे कहते हैं?
- दो रेडियोधर्मी समस्थानिकों (रेडियोएक्टिव आइसोटोप) के उपयोग लिखिए?
- $\alpha, \beta\ \gamma$ किरणों के आवेश की तुलना कीजिए ?
- $\alpha, \beta\ \gamma$ किरणों में से किसकी बेधन क्षमता सर्वाधिक है ?

स्मरणीय बिन्दु

- परमाणु के तीन मूलभूत कण – इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन एवं न्यूट्रॉन हैं।
- सर जे.जे. थॉमसन ने कैथोड किरणों की खोज की।
- इलेक्ट्रॉन द्रव्य का सार्वजनिक रचक है। जिसकी खोज का श्रेय सर जे.जे. थॉमसन को जाता है।
- जर्मन वैज्ञानिक ई. गोल्ड स्टोन ने एनोड किरणों की खोज की।
- एनोड किरणें धनावेशित कणों को बनी होती है,जिन्हें प्रोटॉन कहते हैं।
- प्रोटॉन परमाणु का वह मूलभूत कण है जिसमें इकाई धनावेश (1.6×10^{-15})कूलॉम) होता है तथा जिसका द्रव्यमान हाइड्रोजन के परमाणु के द्रव्यमान के बराबर (1.67×10^{-27}) किलोग्राम होता है। इसे ($_1H^1$) से प्रदर्शित करते हैं, जहां द्रव्यमान –1 तथा आवेश +1 है।
- सन् 1932 में चैडविक नामक वैज्ञानिक ने न्यूट्रॉन की खोज की।
- न्यूट्रॉन परमाणु में उपस्थित वह मूलकण हैं जो उदासीन होता है जिसका भार (1.647×10^{-27})किलोग्राम अर्थात् प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर होता है। इस कण को ($_0n^1$) से प्रदर्शित करते हैं जहां आवेश (o) तथा द्रव्यमान 1(a.m.u.) होता है।
- नील्स बोर ने बताया कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के आसपास निश्चित ऊर्जा वाली कक्षाओंमें घूमते हैं। इन कक्षाओं को निश्चित संख्या द्वारा प्रदर्शित किया जाता है जिसका मान (n –1, 2, 3....) तथा इन्हें क्रमशः (K, L, M...) कहा जाता है।
- इलेक्ट्रॉन जब ऊर्जा अवशोषित करता है तब वह उत्तेजित होकर निकटतम अधिक ऊर्जा वाली कक्षा में कूद जाता है और जब इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का उत्सर्जन करता है तब निकटतम निम्न ऊर्जा स्तर में चला जाता है।
- किसी परमाणु में उपस्थित न्यूट्रॉन की संख्या (A-Z) होता है।
- एक ही तत्व के ऐसे परमाणु जिनकी परमाणु संख्या (Atomic number) समान लेकिन परमाणु भार या द्रव्यमान संख्या (Atomic Mass or Mass number) अलग–अलग होते हैं, समस्थानिक कहलाते है।
- बोर के अनुसार परमाणु की किसी भी कक्षा में इलेक्ट्रॉनोंकी अधिकतम संख्या $2n^2$ होती है। इस प्रकार प्रथम कक्ष में अधिकतम इलेक्ट्रॉन 2, दूसरी में 8, तीसरी में 18 तथा चौथी में 32 होते हैं।
- हैनरी बेकुरल ने सर्वप्रथम रेडियोएक्टिवता या रेडियोधर्मिता की खोज की। मेडम क्यूरी ने इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण कार्य किया।
- रेडियोधर्मी पदार्थ से तीन प्रकार के विकिरण उत्सर्जित होते हैं–

  1. α– कण (+Ve) 2. β कण(–Ve)) 3. γ किरणें (विद्युत चुंबकीय विकरण अर्थात् आवेश रहित)
- रेडियोधर्मिता की (S.i.) इकाई बैकुरल (βq) होती है।

अभ्यास प्रश्न

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

1. प्रोटॉन , इलेक्ट्रॉन से कितने गुना भारी होता है ?
2. यदि हमें किसी परमाणु की परमाणु संख्या ज्ञात है तो क्या हम उसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिख सकते है? यदि हां तो क्यों?
3. ऑक्सीजन और सल्फर की परमाणु संख्या क्रमशः 8 और 16 है। इनमें उपस्थित इलेक्ट्रॉन की संख्या क्या होगी?
4. किसी तत्व को $^{40}_{19}X$ के रुप में प्रदर्शित किया जाता है। इस परमाणु में प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन एवं न्यूट्रॉन की संख्या ज्ञात कीजिए और इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए?
5. ऑक्सीजन के दो समस्थानिकों O–16 तथा O–18 में से किसमें न्यूट्रॉनों की संख्या ज्यादा है?
6. जिस तत्व का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2,8,4 है उसका परमाणु क्रमांक क्या होगा ?
7. एनोड किरणों को केनाल किरणें क्यों कहा जाता है?
8. यदि किसी परमाणु के (K) और (L) कोश पूर्ण रूप से भर हो तब उस तत्व को परमाणु संख्या एवं नाम क्या होगा।
9. न्यूट्रॉन की खोज किसने की? इसके आवेश तथा द्रव्यमान की जानकारी दीजिए?
10. यदि किसी परमाणु में प्रोटॉन की संख्या 8 एवं इलेक्ट्रॉन की संख्या 8 है तब उसकी परमाणु संख्या 8 होगी या 0 (शून्य)।
11. नाइट्रोजन, ऑक्सीजन एवं फ्लुओरीन की संयोजकता आप किस प्रकार ज्ञात करेंगे?

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. समस्थानिक की परिभाषा उदाहरण देकर समझाइये?
2. प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन एवं न्यूट्रॉन के आवेश, द्रव्यमान की तुलना कीजिए? इन कणो के खोजकर्ता का नाम एवं नाभिक में इनका स्थान बताइये।
3. रदरफोर्ड के परमाणु मॉडल के महत्वपूर्ण दोष क्या थे ?

प्रोजेक्ट

''रेडियोएक्टिविटी, पदार्थ का एक ऐसा गुण है, जो बहुत उपयोगी भी है और विध्वंसकारी भी।'' इसके विषय में कक्षा में साथियों के साथ एक परिचर्चा आयोजित करें तथा इस परिचर्चा के बिन्दुओं के विषय में सउदाहरण प्रमाण एकत्रित करके लेख तैयार करें एवं लेख पुस्तिका को शिक्षक के सम्मुख जमा करें।