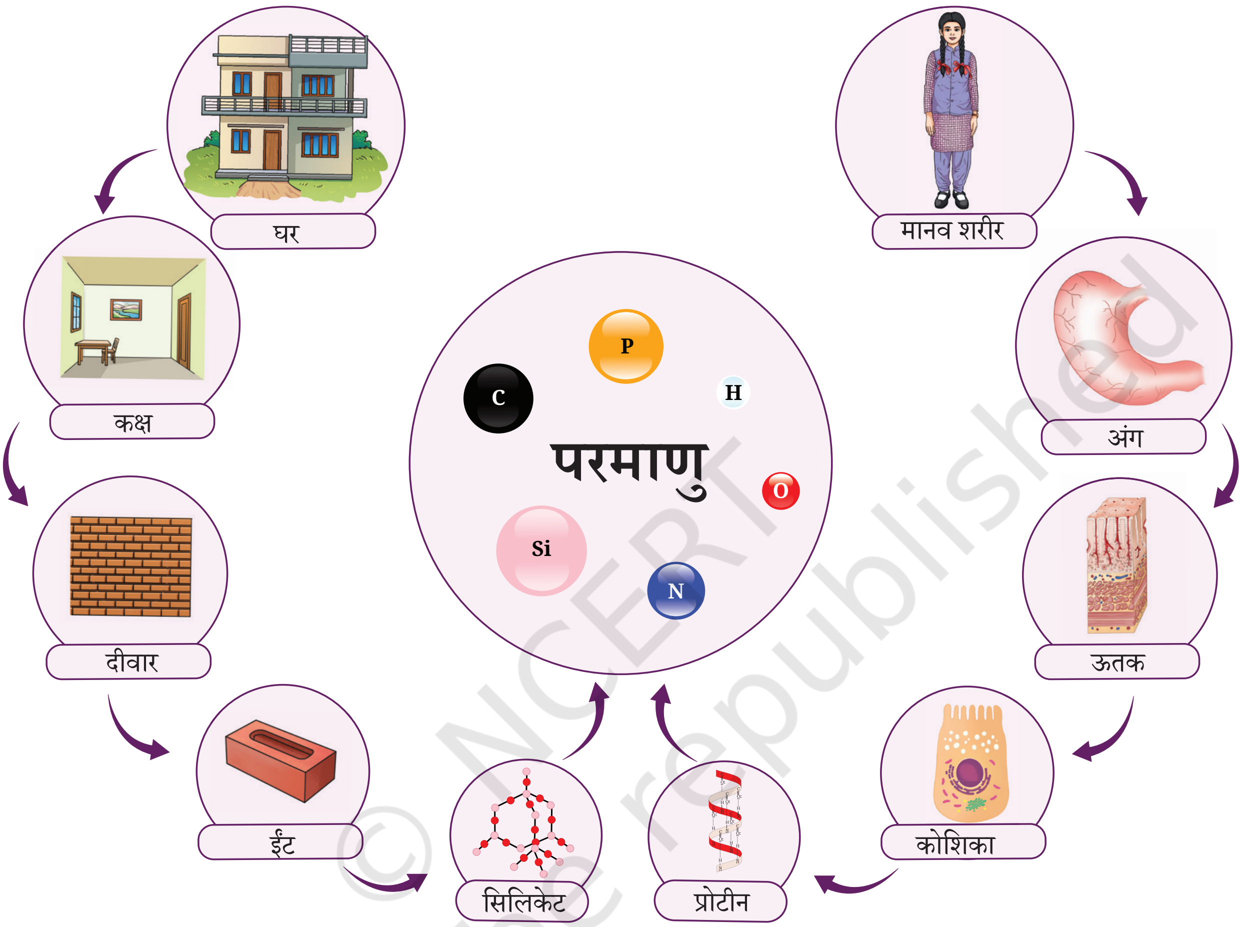
0907CH08

अध्याय

8

एक यात्रा— परमाणु के भीतर



© NCERT not to be republished

चिंतन कीजिए

- क्या परमाणु सूक्ष्मतम अविभाज्य कण हैं?
- इलेक्ट्रॉन परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों द्वारा आकर्षित होने पर भी नाभिक में क्यों नहीं गिरते हैं?
- वैज्ञानिक परमाणु प्रतिरूपों (मॉडलों) में परिवर्तन क्यों करते रहे हैं?

कक्षा 8 जिज्ञासा अध्याय 7

आप अपने परिवेश में जो कुछ देखते हैं अथवा **अवलोकन** करते हैं अथवा अनुभव करते हैं, वे सभी **द्रव्य** हैं। आप अध्ययन कर चुके हैं कि द्रव्य जिन सूक्ष्म कणों से बना होता है वे **परमाणु** कहलाते हैं। उपर्युक्त चित्र को ध्यानपूर्वक देखिए। आपने क्या अवलोकन किया? क्या आपने **ध्यान** दिया है कि हमारे जैसे सजीव प्राणी और घर जैसी निर्जीव वस्तुएँ दोनों ही अंततः परमाणुओं से निर्मित हैं? ये परमाणु इतने सूक्ष्म होते हैं कि इन्हें नग्न आँखों से नहीं देखा जा सकता है।

आप आश्चर्यचकित होंगे कि क्या परमाणु ही वास्तव में द्रव्य की सबसे छोटी इकाई होती है अथवा इसे और भी सूक्ष्म इकाइयों में विभाजित किया जा सकता है ?

वैज्ञानिक भी निरंतर यह जानने का प्रयास करते रहे हैं कि क्या परमाणु विभाज्य हैं। यदि ऐसा है तो परमाणु के घटक कौन-से हैं और वे किस प्रकार व्यवस्थित होते हैं? आइए, **जाँच** करें कि परमाणु की अवधारणा कैसे उत्पन्न हुई और यह समय के साथ कैसे विकसित हुई।

8.1 परमाणु सिद्धांत की उत्पत्ति का पुन: अन्वेषण

आइए, हम 2,000 वर्ष पूर्व के प्राचीन भारत एवं प्राचीन ग्रीस के बौद्धिक परिदृश्य की यात्रा प्रारंभ करते हैं। इन दोनों दूरस्थ परंतु आश्चर्यजनक रूप से समानांतर सभ्यताओं के महान विचारक, जैसे— भारत में आचार्य कणाद एवं ग्रीस में लियुसीपस तथा डेमोक्रिटस उस मूल प्रश्न पर निरंतर विचार करते रहे जो कई शताब्दियों से मानव खोज को प्रेरित करता रहा है कि अंततः समस्त वस्तुएँ किससे निर्मित हुई हैं।

आचार्य कणाद ने यह सुझाव दिया कि यदि पदार्थ (द्रव्य) को निरंतर विभाजित किया जाए तो एक ऐसी स्थिति आएगी जिसमें इतने सूक्ष्म कण प्राप्त होंगे कि उन्हें और अधिक विभाजित नहीं किया जा सकेगा। इन्होंने इन कणों को परमाणु कहा। इनके विचार संस्कृत ग्रंथ *वैशेषिक सूत्र* में उल्लिखित हैं। परमाणु अत्यंत सूक्ष्म कण है और इसे हमारी इंद्रियाँ अनुभव नहीं कर सकती हैं। परमाणु संयोजित होकर द्वय (दो परमाणुओं का समूह) एवं त्रय (तीन परमाणुओं का समूह) इत्यादि बनाते हैं। इन्हीं संयोजनों से संपूर्ण भौतिक ब्रह्मांड के पदार्थ (जिसमें सजीवों की काया भी सम्मिलित हैं, निर्मित होते हैं), यद्यपि दिया गया विवरण यह निर्दिष्ट नहीं करता कि विभिन्न पदार्थों के निर्माण में परमाणुओं के संयोजन का अनुपात क्या होता है।

ग्रीक दार्शनिक लियुसीपस एवं डेमोक्रिटस ने भी ऐसा ही विचार प्रस्तावित किया। इन्होंने इन अविभाज्य कणों को एटोमॉस *(atomos)* कहा (ग्रीक में एटोमॉस का अर्थ अविभाज्य है)।

आपको यह स्मरण रखना चाहिए कि 'परमाणु' की अवधारणा की उत्पत्ति काल्पनिक विचार से हुई थी न कि प्रायोगिक अवलोकनों से।

अनेक शताब्दियों पश्चात वर्ष 1808 में जॉन डाल्टन ने अपना परमाणु सिद्धांत प्रस्तुत किया। यह उस समय के वैज्ञानिक प्रयोगों पर आधारित था। इन्होंने प्रस्तावित किया कि सभी द्रव्य अविभाज्य सूक्ष्म कणों से बने हैं जिन्हें परमाणु कहा जाता है अर्थात परमाणु द्रव्य के वे निर्माण मूल खंड हैं जिन्हें और सूक्ष्म कणों में विभाजित नहीं किया जा सकता। डाल्टन का परमाणु सिद्धांत यह ज्ञात करने का प्रथम वैज्ञानिक विवरण था कि द्रव्य किस प्रकार बना है। यह परमाणु संरचना की आधुनिक समझ का आरंभिक बिंदु बना।

आपको यह जानने की उत्सुकता होगी कि डाल्टन का विचार परमाणु की संरचना के मॉडल के रूप में किस प्रकार विकसित हुआ।

डाल्टन के सिद्धांत के आधार पर वैज्ञानिक निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर जानने को उत्सुक थे—

- परमाणु किससे निर्मित होते हैं?
- यदि हम परमाणुओं को देख सकते तो वे कैसे दिखाई देते?
- एक तत्व के परमाणु किसी अन्य तत्व के परमाणुओं से किस प्रकार भिन्न होते हैं?

8.2 परमाणु मॉडलों की एक संक्षिप्त ऐतिहासिक यात्रा

एक शताब्दी से भी पूर्व, वैज्ञानिक परमाणु संरचना के सरल मॉडल को प्रस्तावित करते रहे एवं यह कल्पना करने का प्रयास करते रहे कि परमाणु कैसे दिखाई देते हैं। जैसे-जैसे नए प्रयोग किए गए और नए प्रमाण प्रकाश में आए, इन मॉडलों में निरंतर परिवर्तन एवं सुधार किया गया। यद्यपि अब हम यह जानते हैं कि प्रारंभिक मॉडल पूर्णतः सही नहीं थे परंतु वर्तमान में भी इनकी महत्ता है क्योंकि ये मॉडल दर्शाते हैं कि जिज्ञासा, प्रश्नों एवं प्रयोगों के द्वारा एक-एक कदम बढ़ाते हुए विज्ञान ने किस प्रकार प्रगति की है।

19 वीं शताब्दी के अंत तक परमाणु को पदार्थ की सबसे छोटी अविभाज्य इकाई माना जाता रहा। यद्यपि वैज्ञानिकों ने खोजा कि कुछ तत्व अदृश्य ऊर्जा एवं कण उत्सर्जित करते हैं जिसे **विकिरण** कहा जाता है

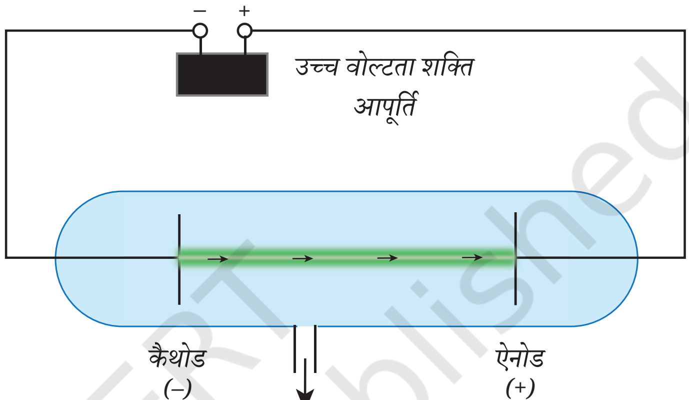
© NCERT not to be republished

टिप्पणी

परमाणुओं का कोई रंग नहीं होता। रेखाचित्रों में प्रदर्शित रंग मात्र चित्रण के उद्देश्य से हैं।

एवं इस परिघटना को **रेडियोधर्मिता** कहा गया। इससे यह ज्ञात हुआ कि परमाणु निश्चित ही और भी सूक्ष्म कणों से मिलकर बने हैं तथा यह प्रमाणित हुआ कि वे अविभाज्य नहीं हैं जैसा कि पहले समझा जाता था।

वर्ष 1897 में जे. जे. टॉमसन ने अति निम्न दाब पर गैसों में विद्युत धारा के चालन का अध्ययन किया। उन्होंने एक काँच की नलिका का उपयोग किया एवं उसमें उच्च वोल्टता पर विद्युत धारा को प्रवाहित किया। उन्होंने देखा कि किरणें, कैथोड (ऋणावेशित इलेक्ट्रोड) से ऐनोड (धनावेशित इलेक्ट्रोड) की ओर गमन कर रही हैं (चित्र 8.1)। इन्हें कैथोड किरणें कहा गया। विद्युत एवं चुंबकीय क्षेत्र में इन कैथोड किरणों पर किए गए अध्ययन के आधार पर वे इस निष्कर्ष पर पहुँचे कि ये किरणें ऋणावेशित कणों जिनका द्रव्यमान परमाणु के द्रव्यमान से बहुत कम है, की धाराएँ हैं। इन कणों को बाद में **इलेक्ट्रॉन** कहा गया। परमाणुओं से उत्सर्जित इन कणों ने यह इंगित किया कि परमाणु और भी सूक्ष्म अवपरमाणुक कणों से निर्मित हैं।



चित्र 8.1 — कैथोड किरण नलिका का रेखाचित्र

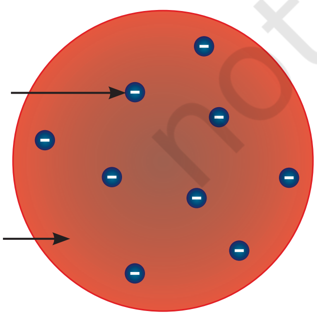
वैज्ञानिक–परिचय

जे. जे. टॉमसन का सर्वाधिक उल्लेखनीय कार्य इलेक्ट्रॉन की खोज थी जिसे प्रथम अवपरमाणुक कण के रूप में पहचाना गया और ये समस्त परमाणुओं में विद्यमान होते हैं। इन्हें वर्ष 1906 में गैसों की विद्युत चालकता के अपने अध्ययन पर भौतिकी का नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ। इनके इसी अनुसंधान ने इन्हें इलेक्ट्रॉन की खोज की प्रेरणा दी। कैम्ब्रिज की प्रसिद्ध कैवेंडिश प्रयोगशाला के प्रमुख के रूप में इन्होंने अर्न्स्ट रदरफोर्ड सहित अनेक वैज्ञानिकों का मार्गदर्शन कर उन्हें प्रेरित किया।

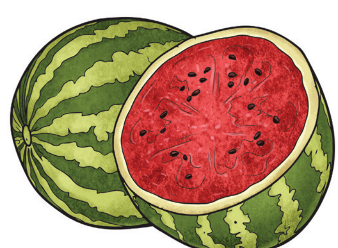
यह ज्ञात हुआ कि कैथोड किरणों की प्रकृति कैथोड के पदार्थ एवं कैथोड नली में भरी हुई गैस पर निर्भर नहीं करती है। इससे यह प्रमाणित हुआ कि इलेक्ट्रॉन सभी परमाणुओं के मूल घटक हैं जो प्रत्येक तत्व में उपस्थित होते हैं। एक इलेक्ट्रॉन पर (-1.602×10^{-19} C) आवेश होता है जिसे परिपाटी एवं सुविधा हेतु -1 लिया जाता है।

8.2.1 टॉमसन का परमाणु मॉडल

जब जे. जे. टॉमसन ने सूक्ष्म ऋणात्मक कण जिन्हें इलेक्ट्रॉन कहते हैं, की खोज की तो इनके सामने एक पहेली यह थी कि यदि परमाणु उदासीन होते हैं तो इनमें धनात्मक आवेश कहाँ विद्यमान होता है? इसके समाधान हेतु टॉमसन ने प्रस्तावित किया कि परमाणु धनात्मक आवेश का एक गोला होता है जिसमें इलेक्ट्रॉन समान रूप से वितरित होते हैं (चित्र 8.2)। इस मॉडल की तुलना पुडिंग में धँसे हुए प्लम्स (सूखा मेवा, आलूबुखारा) से की गई जिसे 'प्लम पुडिंग मॉडल' कहा गया। एक अत्यंत व्यावहारिक उदाहरण तरबूज का लिया जा सकता है (चित्र 8.3) जिसमें लाल गूदा धनात्मक आवेश को और बीज परमाणु में वितरित इलेक्ट्रॉनों को प्रदर्शित करता है। यह सरल चित्र भले ही बाद में परिवर्तित हो गया हो परंतु यह परमाणु में धनावेश एवं ऋणावेश के संतुलन को वर्णित करने का प्रथम सार्थक प्रयास था।



चित्र 8.2 — टॉमसन का परमाणु मॉडल



चित्र 8.3— तरबूज

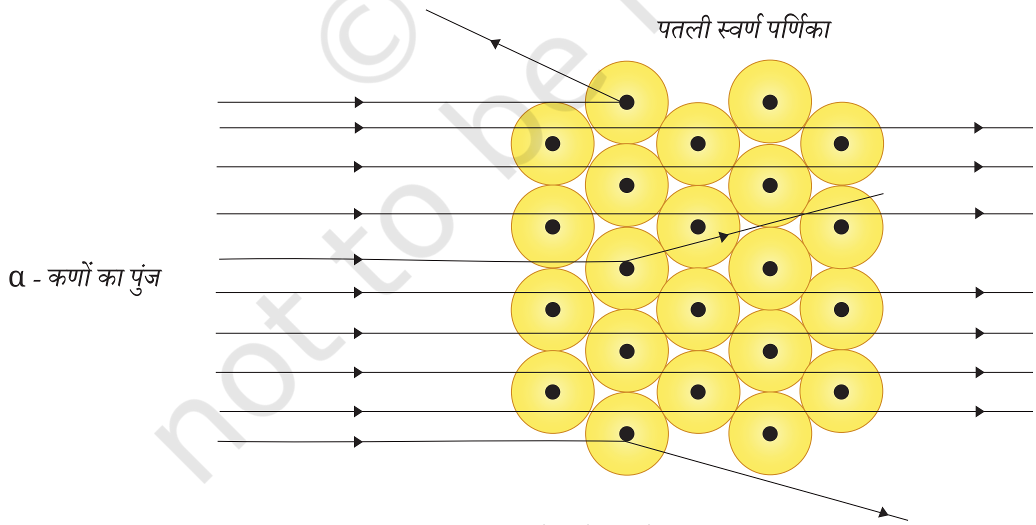
© NCERT not to be republished

सोचिए और बताइए

1. मान लीजिए कि आपने टॉमसन के विवरणानुसार स्वयं एक 'परमाणु' बनाया जिसमें धनात्मक आवेश के लिए मिट्टी और वितरित इलेक्ट्रॉनों के लिए छोटे मोतियों का उपयोग किया। क्या होगा यदि —
   (i) मिट्टी पर धनावेश उसमें वितरित मोतियों के कुल ऋणावेश से कम हो?
   (ii) त्रुटिवश यदि मिट्टी में थोड़ा-सा भी ऋणावेश हो तो क्या आपका मॉडल अब भी उदासीन परमाणु को प्रदर्शित करेगा?
2. क्या इसकी तुलना एक संतरे (अथवा एक नींबू जिनके नरम गूदों के मध्य बीज होते हैं) से करना उचित है? यह कहाँ तक टॉमसन के विचार से मेल खाता है और इसमें कहाँ कमी है?
3. टॉमसन ने यह निष्कर्ष क्यों निकाला कि इलेक्ट्रॉन सभी परमाणुओं में उपस्थित होते हैं?

8.2.2 टॉमसन मॉडल का परीक्षण— स्वर्ण पर्णिका प्रयोग

वर्ष 1911 में गाइगर एवं मार्सडेन जो अर्न्स्ट रदरफोर्ड के निर्देशन में कार्य कर रहे थे, ने टॉमसन के परमाणु मॉडल की जाँच की जो स्वर्ण पर्णिका (gold foil) प्रयोग के नाम से प्रसिद्ध हुआ। इन्होंने स्वर्ण पर्णिका पर अल्फा कणों के संकीर्ण किरणपुंज की बौछार की। अल्फा (प्रतीक α) कण धनावेशित सूक्ष्म कण होते हैं जो कुछ रेडियोधर्मी तत्वों से उत्सर्जित होते हैं। इस अध्याय में आप आगे जानेंगे कि अल्फा कण वास्तव में हीलियम परमाणु का नाभिक है जिसमें दो प्रोटॉन और दो न्यूट्रॉन उपस्थित होते हैं। टॉमसन मॉडल के अनुसार परमाणु में धनात्मक आवेश समान रूप से वितरित होता है। अत: उन्होंने यह अपेक्षा की थी कि अल्फा कण स्वर्ण पर्णिका के आर-पार हो जाएँगे अथवा बहुत कम विक्षेपित होंगे। परंतु उनके लिए ये आश्चर्यजनक था कि जहाँ अधिकांश कण विक्षेपित हुए बिना पर्णिका से सीधे निकल गए वहीं कुछ कण बहुत अधिक विक्षेपित हुए (चित्र 8.4) और कुछ कण तो पुन: लौट आए। इस प्रकार सीधे मार्ग से विक्षेपण को **प्रकीर्णन (scattering)** कहा गया। अत: स्वर्ण पर्णिका प्रयोग को **α-किरण प्रकीर्णन प्रयोग** भी कहा जाता है।

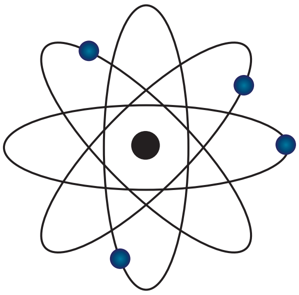


चित्र 8.4— स्वर्ण पर्णिका प्रयोग का व्यवस्थात्मक चित्रण

टॉमसन का मॉडल स्वर्ण पर्णिका के प्रयोग के परिणामों की व्याख्या करने में विफल रहा विशेष रूप से कुछ α-कणों का बड़े कोणों में विक्षेपण तथा अधिकांश α-कणों का पर्णिका से विक्षेपित हुए बिना गमन।

© NCERT not to be republished

क. रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल



चित्र 8. 5— रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित ग्रहीय मॉडल का व्यवस्थात्मक चित्र

स्वर्ण पर्णिका प्रयोग से रदरफोर्ड ने यह निष्कर्ष निकाला कि परमाणु का धनावेश पूरे क्षेत्र में वितरित नहीं होता अपितु एक अति सूक्ष्म क्षेत्र में केंद्रित होता है जिसे **नाभिक** कहते हैं। उन्होंने प्रस्तावित किया कि—

- परमाणु का अधिकांश भाग रिक्त है क्योंकि अधिकतर अल्फा (α) कण बिना विक्षेपित हुए पर्णिका के पार निकल गए।
- नाभिक सघन है जिसमें संपूर्ण धनावेश और परमाणु का अधिकांश द्रव्यमान विद्यमान होता है।
- इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर घूमते हैं जैसे ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं। इसीलिए इस मॉडल को **परमाणु का ग्रहीय मॉडल** कहा जाता है (चित्र 8.5)।

रदरफोर्ड ने पाया कि नाभिक अति सूक्ष्म, परमाणु से लगभग 10^5 (एक लाख) गुना छोटा होता है। इन्होंने परिकलित किया कि परमाणु का व्यास लगभग 10^{-10} m और नाभिक का व्यास लगभग 10^{-15} m होता है। आप कल्पना कर सकते हैं कि यदि परमाणु एक क्रिकेट मैदान (लगभग 100 मीटर) जितना बड़ा है तो नाभिक उसके केंद्र में काली मिर्च के छोटे दाने (कुछ mm) जितना होगा।

आइए, और आगे बढ़ें

0.1 mm मोटाई का कागज का एक पत्रक (जैसा आपकी पाठ्यपुस्तक का एक पृष्ठ) बनाने के लिए कितने परमाणुओं की आवश्यकता होगी? गणना कीजिए।

यदि एक परमाणु का व्यास लगभग 10^{-10} m है और कागज का पत्रक 0.1 mm (10^{-4} m) मोटाई का है तो परमाणुओं की संख्या $\approx (10^{-4}\ \text{m}) \div (10^{-10}\ \text{m}) = 10^6$ होगी।

अर्थात यह लगभग 10 लाख परमाणुओं को एक के ऊपर एक रखने जैसा है! जब ये परमाणु साथ जुड़ते हैं तो ठोस पदार्थ बनाते हैं जिन्हें देखा और छुआ जा सकता है। साधारण-सा दिखने वाला पत्रक, वास्तव में सुगमता से व्यवस्थित छोटी-छोटी इकाइयों का एक बहुत बड़ा समूह है। यह आश्चर्यजनक है कि किस प्रकार अदृश्य परमाणुओं का संसार हमारे प्रतिदिन उपयोग में आने वाली वस्तुओं को आकार देता है जिन्हें हम देख सकते हैं।

वैज्ञानिक की भाँति सोचिए

चित्र 8.4 में दर्शाए स्वर्ण पर्णिका प्रयोग का अवलोकन कीजिए। उन अवलोकनों का **पूर्वानुमान** लगाइए जो प्रयोग में अधिक मोटी स्वर्ण पर्णिका का उपयोग करने पर प्राप्त हो सकते हैं? अपने अपेक्षित अवलोकनों को दर्शाने हेतु एक सरल चित्र भी बनाइए।

संकेत— पतली पर्णिका एवं मोटी पर्णिका की तुलना कीजिए। पर्णिका की मोटाई α कणों के नाभिक से टकराने की संभावनाओं को कैसे प्रभावित करेगी?

सोचिए और बताइए

4. आप क्या सोचते हैं? यदि रदरफोर्ड के स्वर्ण पर्णिका प्रयोग में अल्फा (α) कणों के स्थान पर ऋणावेशित कणों का उपयोग किया जाता तो क्या होता?
5. रदरफोर्ड ने पाया कि कुछ अल्फा (α) कण तीव्र गति से पुन: लौट आए। मात्र इस एक आश्चर्यजनक परिणाम से टॉमसन का परमाणु 'प्लम पुडिंग मॉडल' पूर्ण रूप से कैसे गलत सिद्ध हो गया?
6. यदि आप रदरफोर्ड से उनके कार्य के संबंध में एक प्रश्न पूछ सकते तो वह क्या होता?

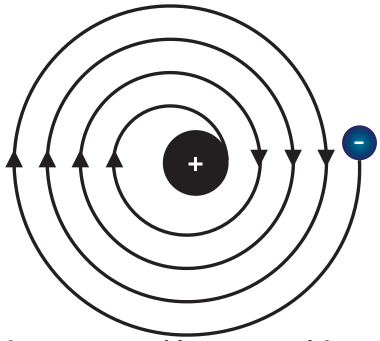
© NCERT not to be republished

स्वर्ण पर्णिका प्रयोग के परिणामों की व्याख्या में रदरफोर्ड का परमाणु मॉडल, टॉमसन के परमाणु मॉडल से अधिक श्रेष्ठ था परंतु इस मॉडल की भी एक सीमा थी। यह परमाणु के स्थायित्व को नहीं समझा पाया।

ख. रदरफोर्ड मॉडल की सीमाएँ

यद्यपि केंद्रीय नाभिक का विचार एक बड़ा अग्र चरण था परंतु रदरफोर्ड मॉडल परमाणु के स्थायित्व की व्याख्या नहीं कर सका।

जैसा कि आपने अध्याय 4 'अपने परिवेश में गति का वर्णन' में सीखा कि कोई कण जब वृत्ताकार मार्ग में गति करता है तो उसकी दिशा निरंतर परिवर्तित होती रहती है इसका अर्थ है कि वह त्वरित हो रहा है। यदि ऋणावेशित इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर त्वरित होता रहता है तो इसकी ऊर्जा में निरंतर ह्रास होना चाहिए। ऊर्जा के उत्तरोत्तर क्षय से उसे धीरे-धीरे भीतर की ओर गति करते हुए अंत में धनावेशित नाभिक में गिर जाना चाहिए (चित्र 8.6)। यदि वास्तव में ऐसा होता तो परमाणु नष्ट हो जाता और उसका अस्तित्व समाप्त हो जाता। परंतु वास्तव में परमाणु स्थायी होते हैं और इसलिए हमारे आस-पास द्रव्य अक्षुण्ण रहता है। इसका अर्थ है कि रदरफोर्ड का मॉडल पूर्णत: सही नहीं था और एक नए स्पष्टीकरण की आवश्यकता थी जो यह व्याख्या कर सके कि इलेक्ट्रॉन नाभिक में गिरे बिना किस प्रकार गतिशील रहते हैं?



चित्र 8.6 — ऊर्जा के ह्रास पर आवेशित कण द्वारा अनुसरित सर्पिलाकार पथ

परंतु इससे पूर्व आपको एक अन्य अवपरमाणुक कण, प्रोटॉन के विषय में जानना आवश्यक है जिसकी रदरफोर्ड ने खोज की एवं नामकरण किया।

वैज्ञानिक-परिचय

न्यूजीलैंड में जन्मे अरनेस्ट रदरफोर्ड कैम्ब्रिज गए वहाँ इन्होंने जे. जे. टॉमसन के साथ कार्य किया और वे 'नाभिकीय भौतिकी के जनक' कहलाए। इन्होंने परमाणु में नाभिक की खोज की और समझाया कि कुछ तत्व प्राकृतिक रूप से कैसे खंडित हो जाते हैं। इस खोज के लिए इन्हें वर्ष 1908 में रसायन विज्ञान के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। वर्ष 1911 में इन्होंने परमाणु का नाभिकीय मॉडल प्रतिपादित किया। इनका चित्र न्यूजीलैंड के100 डॉलर के नोट पर छपा हुआ है।

ग. प्रोटॉन की खोज

रदरफोर्ड ने दर्शाया कि नाभिक में उपस्थित कणों (जिन्हें **प्रोटॉन** कहते हैं) के कारण उस पर धनावेश होता है। प्रोटॉन का भार इलेक्ट्रॉन से बहुत अधिक होता हैं और इस पर इलेक्ट्रॉन के समान परंतु विपरीत आवेश होता है।

एक परमाणु को विद्युत उदासीन होने के लिए उसमें प्रोटॉनों की संख्या इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होनी चाहिए। उदाहरणार्थ— एक हीलियम परमाणु में दो प्रोटॉन और दो इलेक्ट्रॉन होते हैं जबकि सोडियम परमाणु में 11 प्रोटॉन तथा 11 इलेक्ट्रॉन होते हैं। चूँकि कुल धनावेश कुल ऋणावेश के समान है इसलिए हीलियम और सोडियम के परमाणु विद्युत उदासीन हैं। इस प्रकार सभी परमाणु विद्युत उदासीन होते हैं।

सोचिए और बताइए

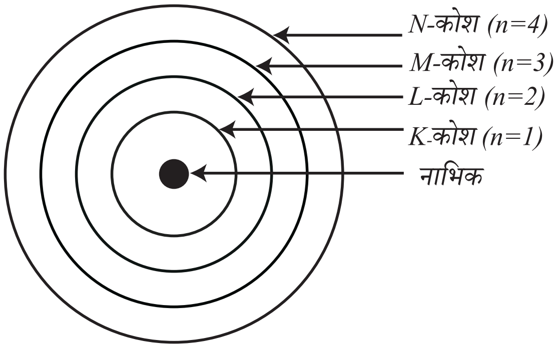
7. नीचे दिए गए अभिकथन एवं कारण को पढिए और उनके संबंध में आगे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिए।

अभिकथन— रदरफोर्ड ने निष्कर्ष निकाला कि परमाणु का अधिकांश द्रव्यमान उसके केंद्र में एक छोटे से भाग में केंद्रित होता है जिसे नाभिक कहते हैं।

कारण— टॉमसन मॉडल के अनुसार इलेक्ट्रॉन एकसमान रूप से वितरित धनावेश वाले गोले में धँसे हुए रहते हैं।

(i) अभिकथन और कारण दोनो सत्य हैं और कारण अभिकथन की सही व्याख्या है।
(ii) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं परंतु कारण अभिकथन की सही व्याख्या नहीं है।
(iii) अभिकथन सत्य है परंतु कारण असत्य है।
(iv) अभिकथन असत्य है परंतु कारण सत्य है।

© NCERT not to be republished



चित्र 8.7— एक परमाणु में ऊर्जा स्तर

8.2.3 बोर का परमाणु मॉडल

परमाणुओं के स्थायित्व को समझाने के लिए नील्स बोर ने वर्ष 1913 में एक नया परमाणु मॉडल प्रतिपादित किया। बोर के अनुसार—

- इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर यादृच्छिक रूप से गति नहीं करते अपितु वे निश्चित वृत्ताकार पथ में गति करते हैं जिन्हें **स्थायी अवस्थाएँ, कक्षाएँ अथवा कोश (shell)** कहा जाता है। प्रत्येक कोश में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा निश्चित होती है इसलिए इन्हें **ऊर्जा स्तर** भी कहते हैं।
- इन कोशों को K, L, M, N, ... अक्षरों से अथवा n = 1, 2, 3, 4, ... संख्याओं द्वारा प्रदर्शित किया जाता है (चित्र 8.7)।
- इलेक्ट्रॉन मात्र इन्हीं अनुमत कोशों में गति कर सकते हैं, इन कोशों के मध्य में नहीं। इस निश्चित कोश में गति करते हुए इलेक्ट्रॉन ऊर्जा का क्षय नहीं करता है।
- प्रथम ऊर्जा स्तर K (n=1) नाभिक के निकटतम होता है और इसकी ऊर्जा सबसे कम होती है।
- जैसे-जैसे हम नाभिक से दूर जाते हैं, स्तरों की ऊर्जा में वृद्धि होती जाती है, जैसे— L-कोश (n=2) की ऊर्जा, K-कोश (n=1) से अधिक होती है, जो कोश नाभिक से जितना दूर होता है उसकी ऊर्जा उतनी ही अधिक होती है।
- दो कोशों की ऊर्जा के अंतर के बराबर निश्चित मात्रा में ऊर्जा अवशोषित अथवा उत्सर्जित कर इलेक्ट्रॉन एक कोश से दूसरे कोश में जा सकता है।
- प्रत्येक कोश में इलेक्ट्रॉनों की एक निश्चित संख्या ही हो सकती है।

आप आश्चर्य कर रहें होंगे कि बोर का मॉडल परमाणु के स्थायित्व को किस प्रकार समझाता है? बोर के मॉडल में भी इलेक्ट्रॉन, रदरफोर्ड मॉडल की भाँति धनावेशित नाभिक के चारों ओर वृत्ताकार पथों में गति करते हैं परंतु इस प्रकार गति करने से ऊर्जा का ह्रास क्यों नहीं होता। बोर ने इसे स्पष्ट करने के लिए स्थायी कक्षाओं (कोश) की अवधारणा को अभिगृहित के रूप में प्रस्तुत किया। इनके अनुसार स्थायी कक्षा में इलेक्ट्रॉन की ऊर्जा स्थिर रहती है भले ही वह नाभिक के चारों ओर गति कर रहा है। बोर का मॉडल अनेक प्रायोगिक अवलोकनों की व्याख्या करने में सफल रहा और यह परमाणु की संरचना को समझने में एक मुख्य चरण था।

वैज्ञानिक-परिचय

नील्स बोर डेनमार्क के कोपेनहेगेन विश्वविद्यालय में भौतिकी के प्रोफेसर थे। वे इस बात को लेकर उत्सुक थे कि परमाणु का अस्तित्व कैसे होता है क्योंकि पुराने मॉडल यह नहीं समझा सके थे कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर गति करते हुए उसमें क्यों नहीं गिरते हैं। परमाणु संरचना पर इनकी व्याख्या ने इस विषय को अधिक स्पष्ट किया। परमाणु संरचना पर अपने कार्य के लिए नील्स बोर को वर्ष 1922 में नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ था।

जिज्ञासा-सूत्र

बोर के कोशों (कोश) को K, L, M, N, ... क्यों कहा गया, A, B, C, D, ... क्यों नहीं?

भौतिक वैज्ञानिक चार्ल्स बर्कला के प्रारंभिक X-किरण प्रयोगों द्वारा ये नाम रखे गए। इन्होंने सर्वप्रथम देखी गई X-किरण रेखा को K नाम दिया। उन्होंने A से नामकरण इसलिए प्रारंभ नहीं किया कि यदि K से पूर्व किसी शृंखला के खोजें जाने की संभावना हो तो इसके नामकरण हेतु स्थान रहे यद्यपि ऐसी कोई शृंखला नहीं खोजी गई। बोर ने परमाणु कोशों के लिए यही नामकरण अपनाया।

एक स्तर ऊपर

तत्पश्चात बोर के मॉडल की भी सीमाएँ देखी गईं इसलिए एक अन्य मॉडल क्वाण्टम यांत्रिकीय मॉडल प्रस्तावित किया गया। इसके विषय में आप उच्च कक्षाओं में अध्ययन करेंगे।

© NCERT not to be republished

8.3 परमाणु के द्रव्यमान में कौन-से घटक योगदान देते हैं?

रदरफोर्ड का मॉडल दर्शाता है कि परमाणु का अधिकांश द्रव्यमान उसके नाभिक में केंद्रित होता है। नाभिक के चारों ओर गति करते हुए इलेक्ट्रॉन इतने हल्के होते हैं कि उनके द्रव्यमान की लगभग उपेक्षा की जा सकती है।

परंतु 20वीं शताब्दी के प्रारंभ में एक समस्या सामने आई, जैसे कि एक हाइड्रोजन परमाणु में एक प्रोटॉन और हीलियम परमाणु में दो प्रोटॉन होते हैं तथापि हीलियम परमाणु का द्रव्यमान, हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान से चार गुना अधिक है, दोगुना नहीं। इसने वैज्ञानिकों को विचार करने के लिए प्रेरित किया कि क्या नाभिक में प्रोटॉन के अतिरिक्त कोई और भी कण है जो आवेश को प्रभावित किए बिना उसके द्रव्यमान में वृद्धि करता है?

8.3.1 न्यूट्रॉन की खोज

वर्ष 1932 में इस समस्या का समाधान जेम्स चैडविक ने किया (वे अरनेस्ट रदरफोर्ड के छात्र थे)। इन्होंने एक नए अवपरमाणुक कण की खोज की जिसका द्रव्यमान लगभग प्रोटॉन के बराबर था परंतु इस पर कोई आवेश नहीं था। इस उदासीन कण को **न्यूट्रॉन** कहा गया और इसे '*n*' से दर्शाया गया। न्यूट्रॉन, हाइड्रोजन परमाणु के अतिरिक्त सभी परमाणुओं में पाए जाते हैं। अतः किसी परमाणु का द्रव्यमान मुख्य रूप से प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों के कारण होता है जो नाभिक में सुसंकलित रहते हैं। इससे यह भी स्पष्ट हुआ कि परमाणु का द्रव्यमान उसमें स्थित कुल प्रोटॉनों के द्रव्यमान से अधिक क्यों होता है।

तालिका 8.1 अवपरमाणुक कणों के प्रतीकों एवं आपेक्षिक आवेशों को दर्शाती है।

तालिका 8.1— अवपरमाणुक कणों के प्रतीक एवं आपेक्षिक आवेश

क्रम सं.	अवपरमाणुक कण	प्रतीक	आपेक्षिक आवेश
1.	इलेक्ट्रॉन	e^-	–1
2.	प्रोटॉन	p^+	+1
3.	न्यूट्रॉन	n^0	0

जिज्ञासा-सूत्र

हल्के परमाणुओं में प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की संख्या प्रायः समान होती है (जैसे— कार्बन परमाणु में छह प्रोटॉन और छह न्यूट्रॉन, ऑक्सीजन परमाणु में आठ प्रोटॉन और आठ न्यूट्रॉन)।

परंतु जैसे-जैसे परमाणु भारी होते जाते हैं उनके नाभिकों में न्यूट्रॉनों की संख्या प्रोटॉनों की संख्या से अधिक होती जाती है। आयरन (लोहा) परमाणु में 26 प्रोटॉन और 30 न्यूट्रॉन होते हैं और जब हम यूरेनियम तक पहुँचते हैं तो उसके नाभिक में 92 प्रोटॉन तथा 146 न्यूट्रॉन होते हैं।

आपको आश्चर्य होगा कि जब समान आवेशित प्रोटॉन नाभिक में संकुचित रहते हैं तो वे एक-दूसरे को दूर क्यों नहीं धकेलते?

इसको इस प्रकार सोचिए कि नाभिक के भीतर प्रत्येक प्रोटॉन दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं क्योंकि वे सभी धनावेशी होते हैं। न्यूट्रॉन जो उदासीन होते हैं प्रोटॉनों के मध्य दूरी बढ़ाकर प्रतिकर्षण को कम कर देते हैं और इसके साथ ही कणों को परस्पर बाँधे रखने वाला बल जिसे नाभिकीय बल कहते हैं, को प्रबल कर देते हैं। अत: भारी परमाणुओं में अधिक न्यूट्रॉनों की आवश्यकता होती है जिससे वे नाभिक में स्थित सभी कणों को दृढ़ता से बाँधे रख सकें।

क्या होगा यदि ...

परमाणु में कोई रिक्त स्थान न हो? इससे विभिन्न वस्तुओं का आकार किस प्रकार प्रभावित हुआ होगा?

आइए, और चिंतन करें।

न्यूट्रॉन की खोज ने परमाणु भौतिकी में एक नए युग का सूत्रपात किया। न्यूट्रॉन अनावेशित कण होते हैं इसलिए सरलता से परमाणु नाभिक को बेध देते हैं। इस कारण कृत्रिम रेडियोधर्मी तत्व बनाना एवं यूरेनियम के परमाणुओं का खंडन जैसी महत्त्वपूर्ण खोजें संभव हुई। इसके द्वारा 'परमाणु युग' की उत्पत्ति हुई जिसके अंतर्गत नाभिकीय शक्ति तथा नाभिकीय हथियारों दोनों का विकास हुआ।

वैज्ञानिक-परिचय

जेम्स चैडविक ने कैम्ब्रिज विश्वविद्यालय की प्रसिद्ध केवेंडिश प्रयोगशाला में रदरफोर्ड के मार्गदर्शन में कार्य करते हुए वर्ष1932 में न्यूट्रॉन की खोज कर एक महत्त्वपूर्ण पहेली का समाधान निकाला। इस खोज से परमाणु द्रव्यमान को स्पष्ट किया जा सका और इसके लिए चैडविक को वर्ष 1935 में भौतिकी का नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ। न्यूट्रॉन की खोज ने अनुसंधान में क्रांतिकारी परिवर्तन किए जिससे वैज्ञानिकों को नाभिक के रहस्यों की खोज करने में सहायता मिली तथा परमाणु ऊर्जा को समझने एवं उसका उपयोग करने हेतु अन्वेषणों की शृंखला को बढ़ावा मिला।

© NCERT not to be republished

भारत का वैज्ञानिक योगदान

मुंबई स्थित भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (चित्र 8.8) 'ध्रुव' जैसे रिएक्टरों का उपयोग कर उन्नत न्यूट्रॉन - प्रकीर्णन प्रयोगों में अग्रणी है। इन प्रयोगों से वैज्ञानिकों को अनेक पदार्थों जैसे अतिचालकों, बैटरी इलेक्ट्रोडों और औषधियों के अणुओं के विषय में महत्त्वपूर्ण सूचना प्राप्त हुई है। इससे श्रेष्ठतर दवाइयों, ऊर्जा भंडारण और सुदृढ़ औद्योगिक मिश्र धातुओं को भारत में ही विकसित करने में सहायता मिली है।

चित्र 8.8 — भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र

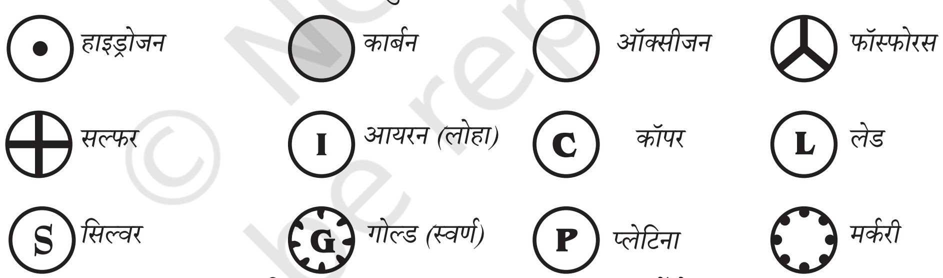
ध्रुव के विषय में और अधिक शोध एवं खोज कीजिए!

वर्ष 1869 तक वैज्ञानिक 69 तत्वों के विषय में जानते थे जिनमें से अधिकांश पृथ्वी में प्राकृतिक रूप से पाए गए थे। वर्तमान में हम 118 भिन्न-भिन्न रासायनिक तत्वों के विषय में जानते हैं। इनमें से कुछ तत्व कृत्रिम रूप से बनाए गए हैं और अन्य तत्वों की खोज जारी है।

आइए, अब हम जानते हैं कि सरलता हेतु तत्वों को निरूपित करने का प्रारंभ किस प्रकार हुआ?

8.4 तत्वों के प्रतीक

जॉन डाल्टन ने यह अनुभव किया कि रसायन विज्ञान को सरल बनाने के लिए तत्वों एवं यौगिकों को निरूपित करने की एक मानक विधि होनी चाहिए। इन्होंने ज्ञात तत्वों को दर्शाने के लिए वर्ष 1803 में प्रथम **चित्रात्मक प्रतीक** बनाए। चित्र 8.9 में कुछ प्रतीकों को दर्शाया गया है।



चित्र 8.9— डाल्टन द्वारा बनाए गए कुछ तत्वों के प्रतीक

बर्जेलियस ने वर्ष 1813 में यह सुझाव दिया कि तत्वों के प्रतीक उनके लैटिन नामों से लिए जाने चाहिए। इस प्रकार अक्षरों वाले रासायनिक प्रतीकों का आरंभ हुआ। वर्तमान समय में 'शुद्ध और अनुप्रयुक्त रसायन विज्ञान का अंतर्राष्ट्रीय संघ' (International Union of Pure and Applied Chemistry) नामक अंतर्राष्ट्रीय वैज्ञानिक संस्था, तत्वों के नामों और उनके प्रतीकों की स्वीकृति प्रदान करती है। इन प्रतीकों को लिखने के कुछ नियम इस प्रकार हैं—

- अनेक तत्वों के प्रतीक उनके आई.यू.पी.ए.सी. नाम के प्रथम अक्षर अथवा प्रथम दो अक्षरों से बने होते हैं।
- प्रतीक के नाम का प्रथम अक्षर सदैव बड़े अक्षर (capital letter) जबकि द्वितीय अक्षर अंग्रेजी भाषा में छोटे अक्षर में लिखा जाता है। उदाहरणार्थ— हाइड्रोजन (H), ऐलुमिनियम (Al) (न कि AL), कोबाल्ट Co (न कि CO) इत्यादि।
- कुछ तत्वों के प्रतीक उनके नाम के प्रथम अक्षर और द्वितीय अक्षर को छोड़कर किसी अन्य अक्षर से बनते हैं। उदाहरणार्थ— क्लोरीन Cl, जिंक Zn इत्यादि।

© NCERT not to be republished

- कुछ तत्वों के प्रतीक उनके अंग्रेजी नाम से नहीं अपितु लैटिन, ग्रीक अथवा जर्मन नामों से लिए गए हैं। उदाहरणार्थ— आयरन का प्रतीक Fe [लैटिन नाम फेरम (*ferrum*)], मर्करी का प्रतीक Hg [ग्रीक नाम हाइड्रेगेईरोस (*hydrargyros*)] और टंगस्टन का प्रतीक W [जर्मन वोल्फ्रॉम (*wolfram*) से लिया गया] है।
- सामान्य रूप से उपयोगी कुछ तत्वों के नाम और प्रतीक तालिका 8.2 में दर्शाए गए हैं।

तालिका 8.2— कुछ सामान्य तत्वों के नाम और उनके प्रतीक

तत्व का नाम	प्रतीक	तत्व का नाम	प्रतीक	तत्व का नाम	प्रतीक
ऐलुमिनियम	Al	कॉपर (Cuprum)	Cu	नाइट्रोजन	N
आर्गन	Ar	फ्लुओरीन	F	ऑक्सीजन	O
बेरियम	Ba	गोल्ड (Aurum)	Au	पोटैशियम (Kalium)	K
बोरॉन	B	हाइड्रोजन	H	सिलिकॉन	Si
ब्रोमीन	Br	आयोडीन	I	सिल्वर (Argentum)	Ag
कैल्सियम	Ca	आयरन (Ferrum)	Fe	सोडियम (Natrium)	Na
कॉर्बन	C	लेड (Plumbum)	Pb	सल्फर	S
क्लोरीन	Cl	मैग्नीशियम	Mg	यूरेनियम	U
कोबाल्ट	Co	निऑन	Ne	जिंक	Zn

वैज्ञानिक पूरे नाम के स्थान पर इन प्रतीकों का उपयोग करते हैं क्योंकि ये अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर मान्य हैं और समस्त विश्व के वैज्ञानिकों को भाषा की बाधा के बिना सरलता एवं स्पष्टता से संवाद करने में सहायता करते हैं।

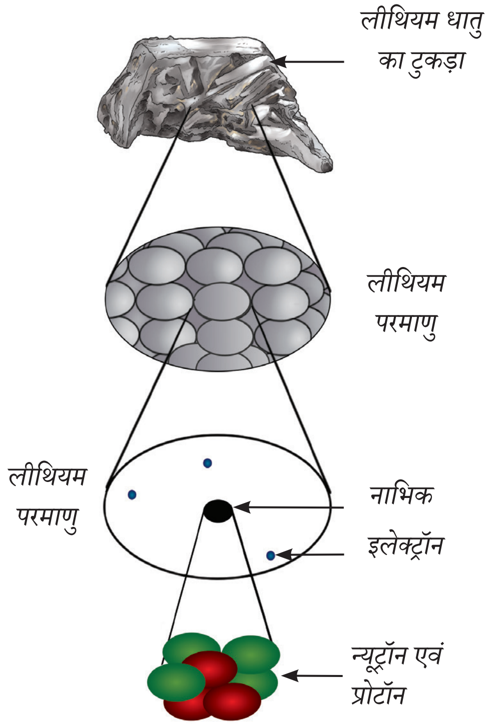
सोचिए और बताइए

8. कल्पना कीजिए कि आप एक वैज्ञानिक हैं और आपने एक नया तत्व खोजा है। उसका नाम अपने नाम पर रखिए और सिद्ध कीजिए कि आपने उसके लिए जिस प्रतीक का चयन किया वह आई.यू.पी.ए.सी. के नियमों का पालन करता है।
9. यदि सभी वैज्ञानिक एक तत्व के लिए भिन्न-भिन्न प्रतीकों का उपयोग करते तो क्या समस्याएँ उत्पन्न हो सकती थीं?

8.5 परमाणु क्रमांक

आपने पढ़ा है कि किसी एक तत्व के सभी परमाणु एक समान होते हैं परंतु वे दूसरे तत्वों के परमाणुओं से भिन्न होते हैं। यह भिन्नता इनमें उपस्थित इलेक्ट्रॉनों एवं प्रोटॉनों की संख्या के कारण होती है। किसी तत्व के परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या को उस तत्व का **परमाणु क्रमांक** कहते हैं। इसे **Z** द्वारा दर्शाया जाता है। यही संख्या किसी तत्व की पहचान एवं उसके रासायनिक व्यवहार को निर्धारित करती है।

© NCERT not to be republished



चित्र 8.10 — नाभिक में न्यूट्रॉन और प्रोटॉन

चूँकि परमाणु पूर्ण रूप से उदासीन होता है इसलिए इसमें प्रोटॉनों की संख्या नाभिक की परिक्रमा कर रहे इलेक्ट्रॉनों की संख्या के बराबर होती है। उदाहरणार्थ— हाइड्रोजन परमाणु में एक प्रोटॉन और एक इलेक्ट्रॉन है।अतः इसका परमाणु क्रमांक 1 होगा। हीलियम का परमाणु क्रमांक 2 है तो इसमें 2 प्रोटॉन और 2 इलेक्ट्रॉन होंगे।

क्या अब आप यह कह सकते हैं कि भिन्न-भिन्न परमाणु क्रमांकों के तत्व एक दूसरे से भिन्न होते हैं अर्थात परमाणु क्रमांक किसी तत्व की विशिष्ट पहचान होती है।

चित्र 8.10 का अवलोकन कीजिए। लीथियम के परमाणु में कितने न्यूट्रॉन एवं प्रोटॉन विद्यमान होते हैं तथा इसका परमाणु क्रमांक क्या है?

8.6. द्रव्यमान संख्या

जैसा कि पूर्व में व्यक्त किया गया है कि हीलियम में दो प्रोटॉन होते हैं परंतु इसका द्रव्यमान प्रोटॉन से लगभग चार गुना अधिक होता है। परमाणु नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों एवं न्यूट्रॉनों की कुल संख्या को **द्रव्यमान संख्या** कहते हैं और इसे **A** से दर्शाया जाता है। नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों एव न्यूट्रॉनों को **न्यूक्लिऑन** कहा जाता है।

द्रव्यमान संख्या = प्रोटॉनों की संख्या + न्यूट्रॉनों की संख्या

चूँकि न्यूट्रॉन का द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर होता है इसलिए हीलियम परमाणु के द्रव्यमान की गणना दो प्रोटॉनों और दो न्यूट्रॉनों से की जा सकती है। कुछ उदाहरण तालिका संख्या 8.3 में दर्शाए गए हैं।

तालिका 8.3— विभिन्न तत्वों की द्रव्यमान संख्या

तत्व	प्रोटॉन (p^+)	न्यूट्रॉन (n^0)	द्रव्यमान संख्या (A)
हाइड्रोजन	1	0	1
हीलियम	2	2	4
लीथियम	3	4	7

सोचिए और बताइए

10. परमाणु क्रमांक 26 के किसी परमाणु में 56 न्यूक्लिऑन हैं। इसके इलेक्ट्रॉनों, प्रोटॉनों एवं न्यूट्रॉनों की संख्या ज्ञात कीजिए।
11. एक परमाणु के नाभिक में 20 प्रोटॉन हैं। यदि उसकी द्रव्यमान संख्या 41 है तो उसमें न्यूट्रॉनों की संख्या ज्ञात कीजिए।
12. एक परमाणु में 18 न्यूट्रॉन हैं और उसका परमाणु क्रमांक 17 है। इसकी द्रव्यमान संख्या क्या होगी?
13. एक परमाणु में 11 इलेक्ट्रॉन हैं। इसमें न्यूट्रॉनों की संख्या ज्ञात कीजिए।

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान तुलनात्मक रूप से लगभग नगण्य होता है इसलिए गणना में इसके द्रव्यमान की उपेक्षा की जा सकती है।

एक परमाणु के लिए मानक संकेतन में किसी तत्व के प्रतीक, परमाणु क्रमांक (Z) एवं द्रव्यमान संख्या (A) को निम्नलिखित रूप से लिखा जाता है।

द्रव्यमान संख्या
तत्व का प्रतीक
परमाणु क्रमांक

उदाहरणस्वरूप — कार्बन का प्रतीक C है, इसका परमाणु क्रमांक 6 और द्रव्यमान संख्या 12 है। संकेत में इसे निम्नलिखित प्रकार से निरूपित किया जाएगा।

$$^{12}_{6}C$$

अब तक आप जान चुके हैं कि प्रोटॉन और न्यूट्रॉन किसी परमाणु के नाभिक में स्थित होते हैं जबकि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर चक्कर लगाते हैं। आइए, अब समझते हैं कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर किस प्रकार व्यवस्थित रहते हैं।

© NCERT not to be republished

8.7 विभिन्न ऊर्जा स्तरों में इलेक्ट्रॉन किस प्रकार वितरित होते हैं?

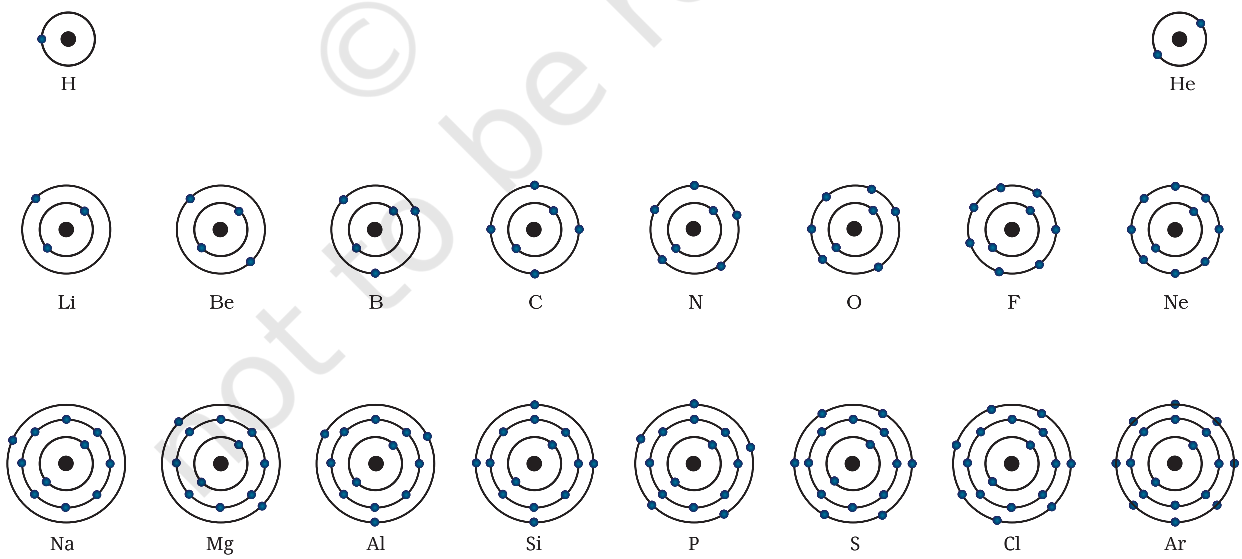
इस संदर्भ में बोर और बरी ने निम्नलिखित नियम सुझाए हैं—

- किसी कोश में उपस्थित इलेक्ट्रॉनों की अधिकतम संख्या $2n^2$ सूत्र से दी जाती है, जहाँ 'n' कोश की संख्या है (चित्र 8.7)। अतः K-कोश, (n = 1) $2\times1^2 = 2$ में, 2 इलेक्ट्रॉन समायोजित हो सकते हैं। L-कोश में (n = 2) $2\times2^2 = 8$ इलेक्ट्रॉन और M-कोश में (n = 3) $2\times3^2 = 18$ इलेक्ट्रॉन हो सकते हैं।
- सबसे बाह्यतम कोश में अधिकतम 8 इलेक्ट्रॉन समायोजित हो सकते हैं (प्रथम कोश में अधिकतम दो इलेक्ट्रॉन समायोजित हो सकते हैं)।
- इन कोशों में इलेक्ट्रॉन क्रम बद्ध रूप से भरे जाते हैं जो नाभिक के निकटतम कोश से आरंभ कर बाहर के कोशों की ओर जाते हैं अर्थात K, L, M, N, … क्रम में। L-कोश तब भरेगा जब K-कोश पूर्ण भर जाएगा और इसी प्रकार आगे भी होता है।

परमाणुओं में इलेक्ट्रॉनों के नियोजन को समझने के लिए आइए, हम हाइड्रोजन (परमाणु संख्या 1) से आरंभ करें। इसमें उपस्थित एक इलेक्ट्रॉन K-कोश में ही होना चाहिए। हाइड्रोजन (H) में इलेक्ट्रॉन के वितरण को चित्र 8.11 में दर्शाया गया है। हीलियम परमाणु में दो इलेक्ट्रॉन और नाभिक में दो प्रोटॉन होते हैं। इसके परमाणु कोश में ये दो इलेक्ट्रॉन किस प्रकार व्यवस्थित होंगे?

8.7.1 परमाणुओं का निर्माण प्रक्रम

आइए, हम विभिन्न तत्वों की द्वि-आयामी (2-D) परमाणु संरचनाएँ बनाएँ जिनमें जब भी परमाणु क्रमांक में 1 की वृद्धि हो तब उपयुक्त ऊर्जा स्तर में एक इलेक्ट्रॉन जोड़ें। विभिन्न कोशों में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को परमाणु का **इलेक्ट्रॉनिक विन्यास** कहा जाता है (चित्र 8.11)। तालिका 8.4 प्रथम अठारह तत्वों के प्रतीकों, परमाणु क्रमांकों प्रोटॉनों की संख्या, न्यूट्रॉनों की संख्या, इलेक्ट्रॉनों की संख्या और कोशों में इलेक्ट्रॉनों के वितरण को सूचीबद्ध करती है।



चित्र 8.11 — K, L और M कोशों में इलेक्ट्रॉन भरने को दर्शाती प्रथम अठारह तत्वों की व्यवस्थात्मक परमाणु संरचना

© NCERT not to be republished

तालिका 8.4 — प्रथम अठारह तत्वों के परमाणुओं के प्रतीक, परमाणु क्रमांक, प्रोटॉनों की संख्या, न्यूट्रॉनों की संख्या, इलेक्ट्रॉनों की संख्या और इलेक्ट्रॉनों का वितरण

तत्व का नाम	प्रतीक	परमाणु क्रमांक	प्रोटॉनों की संख्या	न्यूट्रॉनों की संख्या	इलेक्ट्रॉनों की संख्या	इलेक्ट्रॉनों का वितरण			
						K	L	M	N
हाइड्रोजन	H	1	1	-	1	1	-	-	-
हीलियम	He	2	2	2	2	2	-	-	-
लीथियम	Li	3	3	4	3	2	1	-	-
बेरिलियम	Be	4	4	5	4	2	2	-	-
बोरॉन	B	5	5	6	5	2	3	-	-
कार्बन	C	6	6	6	6	2	4	-	-
नाइट्रोजन	N	7	7	7	7	2	5	-	-
ऑक्सीजन	O	8	8	8	8	2	6	-	-
फ्लुओरीन	F	9	9	10	9	2	7	-	-
निऑन	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-
सोडियम	Na	11	11	12	11	2	8	1	-
मैग्नीशियम	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-
ऐलुमिनियम	Al	13	13	14	13	2	8	3	-
सिलिकॉन	Si	14	14	14	14	2	8	4	-
फॉस्फोरस	P	15	15	16	15	2	8	5	-
सल्फर	S	16	16	16	16	2	8	6	-
क्लोरीन	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-
आर्गन	Ar	18	18	22	18	2	8	8	-

सोचिए और बताइए

14. निम्नलिखित तत्वों के बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉनों की संख्या पहचानिए।

    (i) $^{12}_{6}C$

    (ii) $^{19}_{9}F$

    (iii) $^{28}_{14}Si$

15. ऐसे तत्वों जिनके परमाणु क्रमांक 12, 16 और 18 हैं, का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
16. इस पहेली को हल कीजिए — मैं एक ऐसा परमाणु हूँ जिसकी द्रव्यमान संख्या 23 और प्रोटॉनों की संख्या 11 है। मैं एक नरम धातु हूँ और जल के साथ तीव्रता से अभिक्रिया करती हूँ। मैं कौन हूँ और मेरे पास कितने न्यूट्रॉन हैं?
    आप भी इसी प्रकार की एक पहेली बना सकते हैं।

© NCERT not to be republished

8.8 परमाणु की संयोजन क्षमता — संयोजकता

आपने जाना है कि समान अथवा भिन्न तत्वों के परमाणु मिलकर अणु बनाते हैं। हाइड्रोजन अथवा क्लोरीन के परमाणुओं की वह संख्या जो किसी तत्व के एक परमाणु के साथ संयोजित होकर यौगिक बना सकती है, उसकी संयोजन क्षमता कहलाती है। इसे हाइड्रोजन और क्लोरीन के संदर्भ में इसलिए व्यक्त किया जाता है क्योंकि दोनों की **संयोजन क्षमता** एक होती है। उदाहरण के लिए— H_2O (जल) में ऑक्सीजन का एक परमाणु हाइड्रोजन के दो परमाणुओं के साथ संयोजन करता है इसलिए ऑक्सीजन की संयोजन क्षमता दो है। NH_3 (अमोनिया) और $MgCl_2$ (मैग्नीशियम क्लोराइड) में नाइट्रोजन और मैग्नीशियम की संयोजन क्षमताएँ क्रमशः क्या होंगी? ये उदाहरण दर्शाते हैं कि किस प्रकार तत्वों की संयोजन क्षमता, संयोजित होने वाले हाइड्रोजन अथवा क्लोरीन के परमाणुओं की संख्या से निर्धारित होती है।

कक्षा 8 *जिज्ञासा* अध्याय 7

आइए, जानें कि किसी परमाणु की संयोजन क्षमता उसके इलेक्ट्रॉनिक विन्यास द्वारा किस प्रकार निर्धारित होती है।

परमाणु का बाह्यतम कोश जिसमें इलेक्ट्रॉन होते है उसका **संयोजकता कोश** (valence shell) कहलाता है। इसमें उपस्थित इलेक्ट्रॉन **संयोजकता इलेक्ट्रॉन** कहलाते हैं।

यदि किसी परमाणु के बाह्यतम कोश में 8 इलेक्ट्रॉन हों तो इसे **अष्टक** (octet) कहा जाता है। यह देखा गया है कि जिन तत्वों के संयोजकता कोश में इलेक्ट्रॉनों का अष्टक (8 इलेक्ट्रॉन) (हीलियम में 2 इलेक्ट्रॉन होते हैं) होता है वे सामान्यतः कम अभिक्रियाशील और अधिक स्थायी होते हैं। दूसरी ओर अपूर्ण संयोजकता कोश वाले परमाणु प्रायः अधिक अभिक्रियाशील होते हैं। ऐसे तत्व अपना अष्टक पूर्ण करने हेतु इलेक्ट्रॉनों को त्यागते, ग्रहण करते अथवा साझा करते हैं।

अष्टक पूर्ण करने हेतु त्यागे गए, ग्रहण किए गए अथवा साझा किए गए इलेक्ट्रॉनों की संख्या को उस तत्व की '**संयोजकता**' कहते हैं। सामान्यतः यदि किसी तत्व के संयोजकता कोश में चार से कम इलेक्ट्रॉन होते हैं तो वह अष्टक पूर्ण करने और स्थायित्व प्राप्त करने के लिए इलेक्ट्रॉनों का त्याग करता है। दूसरी ओर यदि संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या चार से अधिक होती है तो वह अष्टक पूर्ण करने के लिए इलेक्ट्रॉन ग्रहण करने का प्रयास करता है। उदाहरण के लिए— सोडियम का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 8, 1 है। यह एक इलेक्ट्रॉन त्याग कर अष्टक प्राप्त कर सकता है। अतः इसकी संयोजकता अथवा संयोजन क्षमता 1 है। दूसरी ओर ऑक्सीजन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 6 है। इसमें छह संयोजकता इलेक्ट्रॉन होते हैं। अत: यह अष्टक पूर्ण करने के लिए दो इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है और इसकी संयोजकता 2 है। कार्बन का इलेक्ट्रॉनिक विन्यास 2, 4 है। कार्बन में चार संयोजकता इलेक्ट्रॉन हैं और यह सरलता से न तो उनका त्याग कर सकता है और न ही और चार इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है। इसलिए यह अन्य परमाणुओं के साथ चार इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी कर अपना अष्टक पूर्ण कर सकता है। अत: कार्बन की संयोजकता 4 है। सामान्यतः कुछ यौगिक संयोजकता नियम का उल्लंघन करते प्रतीत होते हैं जिनके विषय में आप उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे।

एक सोपान ऊपर

क्या आप **पूर्वानुमान** लगा सकते हैं कि उन परमाणुओं के साथ क्या होता है जिनके बाह्यतम कोश में पहले से ही आठ इलेक्ट्रॉन उपस्थित होते हैं (उन तत्वों के परमाणुओं को छोड़कर जिनमें केवल एक ही कोश होता है और उसमें केवल दो इलेक्ट्रॉन ही संभव हैं)? क्या वे तब भी इलेक्ट्रॉन त्यागने अथवा ग्रहण करने का प्रयास करेंगे?

तालिका 8.4 का अवलोकन कीजिए। इसमें एक कॉलम और जोड़िए और प्रत्येक तत्व की सामान्य संयोजकता लिखिए।

आपने सीखा है कि किसी तत्व के सभी परमाणुओं में इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉनों की संख्या समान होती है जो इसके परमाणु क्रमांक के बराबर है। क्या आप न्यूट्रॉनों की संख्या के संदर्भ में भी यही कह सकते हैं? वैज्ञानिकों ने देखा है कि एक ही तत्व के परमाणुओं में न्यूट्रॉनों की संख्या अलग-अलग हो सकती है। इस भिन्नता का परमाणु के गुणधर्मों पर क्या प्रभाव पड़ता है? आइए, इसे ज्ञात करने का प्रयास करें।

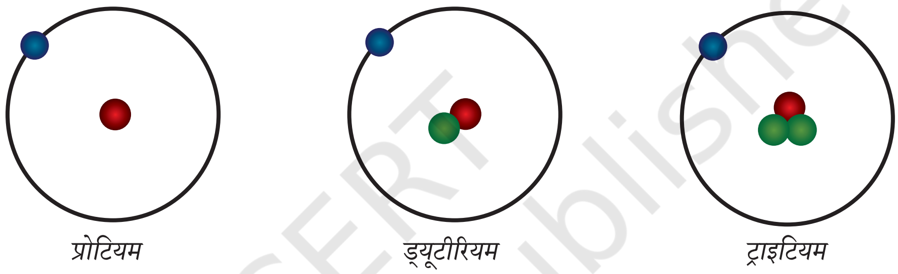
© NCERT not to be republished

8.9 परमाणु संरचना का गहन अध्ययन

8.9.1 समस्थानिक

डाल्टन ने प्रस्तावित किया कि किसी तत्व के सभी परमाणु एक समान होते हैं और उनका परमाणु द्रव्यमान भी एक समान होता है। परंतु वैज्ञानिकों ने कुछ समय पश्चात पाया कि एक ही तत्व के ऐसे परमाणु भी होते हैं जिनमें प्रोटॉनों की संख्या (परमाणु संख्या, Z) समान परंतु न्यूट्रॉनों की संख्या भिन्न-भिन्न हो सकती है और इस कारण से इनके द्रव्यमान भिन्न-भिन्न होते हैं ($A = p^+ + n^0$)। ये 'युग्म परमाणु' जिनके परमाणु क्रमांक समान परंतु द्रव्यमान संख्याएँ भिन्न होती हैं, **समस्थानिक (Isotopes)** कहलाते हैं।

आइए, हाइड्रोजन का उदाहरण लेते हैं। प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला हाइड्रोजन तीन अलग-अलग समस्थानिकों; $^{1}_{1}H$ (प्रोटियम, ~99.98%), $^{2}_{1}H$ (ड्यूटीरियम, ~0.015%), और $^{3}_{1}H$ (ट्राइटियम, अल्प मात्रा में) (चित्र 8.12) का मिश्रण होता है। इनमें से प्रत्येक में एक-एक प्रोटॉन होता है जबकि ड्यूटीरियम में एक न्यूट्रॉन और ट्राइटियम में दो न्यूट्रॉन होते हैं। क्या आप अनुमान लगा सकते हैं कि इनमें से प्रत्येक समस्थानिक में कितने इलेक्ट्रॉन होते हैं?



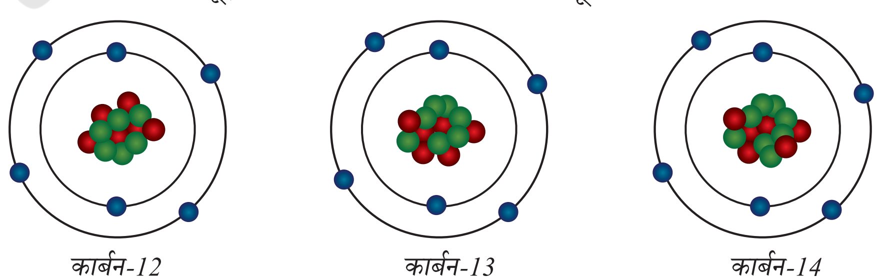
चित्र 8.12— हाइड्रोजन के समस्थानिकों का व्यवस्थात्मक निरूपण

आइए, और आगे बढ़ें

परमाणु इतने सूक्ष्म होते हैं कि उन्हें दैनिक वस्तुओं के समान किलोग्राम अथवा ग्राम में तोला नहीं जा सकता। जिस प्रकार गेहूँ के एक दाने को किलोग्राम के स्थान पर मिलीग्राम में तोलना अधिक सरल होता है उसी प्रकार वैज्ञानिक परमाणुओं का द्रव्यमान मापने के लिए एक विशेष मात्रक का उपयोग करते हैं जिसे 'एकीकृत परमाणु द्रव्यमान इकाई' [Unified atomic mass unit (u)] कहते हैं। ऐसा इसलिए है क्योंकि इतने सूक्ष्म कणों के लिए किलोग्राम बहुत बड़ा मात्रक है। पूर्व में परमाणु द्रव्यमान को 'परमाणु द्रव्यमान इकाई' (amu) में व्यक्त किया जाता था।

समस्थानिकों के रासायनिक गुणधर्म लगभग समान होते हैं। क्या आप जानते हैं, ऐसा क्यों होता है? ऐसा इसलिए है क्योंकि इनमें इलेक्ट्रॉनों की संख्या और इलेक्ट्रॉनिक विन्यास समान होता है। जैसा कि आप सीख चुके हैं कि रासायनिक गुणधर्म मुख्य रूप से संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या पर निर्भर करते हैं। सभी समस्थानिकों के रासायनिक गुण समान होंगे परंतु इनके भौतिक गुण भिन्न होंगे, उदाहरण के लिए— क्वथनांक एवं गलनांक।

इसी प्रकार कार्बन के तीन समस्थानिक होते हैं— $^{12}_{6}C$, $^{13}_{6}C$, और $^{14}_{6}C$ (चित्र 8.13)। इनमें से प्रत्येक में छह प्रोटॉन और छह इलेक्ट्रॉन होते हैं। $^{12}_{6}C$ प्रकृति में सर्वाधिक पाया जाने वाला समस्थानिक है। आप यह देख सकते हैं कि ये तीनों समस्थानिक उनमें न्यूट्रॉनों की संख्या के आधार पर एक-दूसरे से भिन्न होते हैं।



चित्र 8.13— कार्बन के समस्थानिकों का व्यवस्थात्मक निरूपण

आइए, हम अपने दैनिक जीवन में कुछ समस्थानिकों के आवश्यक उपयोगों के विषय में जानें।

© NCERT not to be republished

विज्ञान एवं समाज

कुछ समस्थानिकों के विशेष गुणधर्म होते हैं जो विभिन्न क्षेत्रों में उपयोगी होते हैं। समस्थानिकों के कुछ अनुप्रयोग इस प्रकार हैं —

- यूरेनियम के एक समस्थानिक $^{235}_{92}U$ का उपयोग नाभिकीय परमाणु संयंत्र में विद्युत उत्पादन के लिए ईंधन के रूप में किया जाता है (चित्र 8.14)।
- कोबाल्ट के एक रेडियोधर्मी समस्थानिक $^{60}_{27}Co$ का उपयोग कैंसर के उपचार (रेडियोथेरेपी) हेतु किया जाता है।
- आयोडीन के एक समस्थानिक $^{131}_{53}I$ का उपयोग घेंघा रोग और थायरॉइड कैंसर के उपचार हेतु किया जाता है।

चित्र 8.14— एक नाभिकीय शक्ति संयंत्र

- कार्बन के एक समस्थानिक $^{14}_{6}C$ का उपयोग पुरातत्व और भूविज्ञान में प्राचीन जीवाश्मों और कलाकृतियों की आयु ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

क. औसत परमाणु द्रव्यमान

प्रकृति में क्लोरीन दो समस्थानिक रूपों में पाई जाती है। एक समस्थानिक का द्रव्यमान 35 u और दूसरे का द्रव्यमान 37 u होता है। ये 3:1 के अनुपात में पाए जाते हैं। यहाँ एक रोचक प्रश्न उठता है कि हम क्लोरीन परमाणु का द्रव्यमान 35 u लें अथवा 37 u?

यदि किसी प्राकृतिक तत्व के परमाणु द्रव्यमान को उसके सभी प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले समस्थानिकों के **औसत द्रव्यमान** के रूप में लिया जाए तो यह उसके समस्थानिकों के द्रव्यमानों का एक साधारण अंकगणितीय माध्य होगा, जिसकी गणना प्रत्येक समस्थानिक की सापेक्ष मात्रा को ध्यान में रखे बिना की जाती है। क्लोरीन जिसके समस्थानिक ^{35}Cl और ^{37}Cl हैं, का साधारण औसत परमाणु द्रव्यमान होगा—

औसत परमाणु द्रव्यमान $= \left(\frac{35+37}{2}\right)$

$= 36$ u

यद्यपि यह उसकी प्रकृति को सही रूप में नहीं दर्शाता क्योंकि समस्थानिक समान अनुपात में नहीं पाए जाते हैं। अधिक मात्रा में पाए जाने वाला समस्थानिक ^{35}Cl है जो लगभग 75% होता है जबकि दूसरा समस्थानिक ^{37}Cl लगभग 25% होता है। यथार्थ औसत परमाणु द्रव्यमान की गणना उनकी प्राकृतिक प्रचुरता को ध्यान में रखकर की जा सकती है। इसे **भारित औसत परमाणु द्रव्यमान** कहा जाता है। इसकी गणना प्रत्येक समस्थानिक के द्रव्यमान को उसकी प्रतिशत सापेक्ष प्रचुरता से गुणा करके तथा दोनों मानों को जोड़कर की जा सकती है, जैसा कि नीचे समझाया गया है।

गणितीय रूप से,

$$= \left(35 \times \frac{75}{100} + 37 \times \frac{25}{100}\right)$$

$$= \left(\frac{105}{4} + \frac{37}{4}\right) u$$

$$= \frac{142}{4} u$$

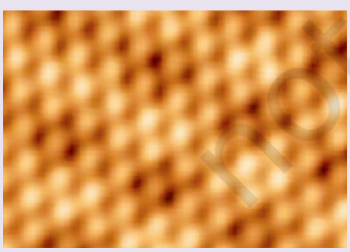
$$= 35.5 \text{ u}$$

वैज्ञानिक-परिचय

होमी जहाँगीर भाभा (Homi Jehangir Bhabha) एक भारतीय भौतिक वैज्ञानिक थे। इन्हें भारतीय परमाणु कार्यक्रम का जनक माना जाता है। इन्होंने भारत में परमाणु ऊर्जा के विकास में अग्रणी योगदान दिया। इन्होंने परमाणु ऊर्जा के शांतिपूर्ण उपयोगों, जैसे— विद्युत उत्पादन, कृषि कार्यों को प्रोत्साहन दिया। इसके साथ ही इन्होंने उन्नत चिकित्सा उपचार के लिए टाटा इंस्टीट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च (TIFR) और भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र (BARC) जैसे प्रमुख संस्थानों की स्थापना की।

आइए, और आगे बढ़ें

इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी जैसे क्रमवीक्षण सुरंगन सूक्ष्मदर्शी (STM) और संचरण इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी (TEM) पदार्थों के परमाण्विक स्तर की विस्तारित छवि बना सकते हैं। क्रमवीक्षण सुरंगन सूक्ष्मदर्शियों द्वारा सामान्यतः सतहों का अध्ययन किया जाता है (चित्र 8.15) जबकि संचरण इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी यह दर्शाते हैं कि अति सूक्ष्म प्रतिदर्श के भीतर परमाणु किस प्रकार व्यवस्थित होते हैं।



चित्र 8.15— किसी सतह पर प्रत्येक परमाणु को दर्शाते हुए क्रमवीक्षण सुरंगन सूक्ष्मदर्शी छवि।

इसका अर्थ यह नहीं है कि क्लोरीन के किसी एक परमाणु का आंशिक द्रव्यमान 35.5 u है। इसका अर्थ है कि मान लीजिए यदि आप 1 मिलियन (10 लाख) क्लोरीन परमाणु लेते हैं तो उनमें 7.5 लाख $^{35}_{17}Cl$ और 2.5 लाख $^{37}_{17}Cl$ परमाणु होंगे जिनका भारित औसत परमाणु द्रव्यमान 35.5 u होगा।

यह तुलना दर्शाती है कि सामान्य औसत द्रव्यमान की गणना में तत्व की प्रकृति में प्रचुरता की उपेक्षा की जाती है जबकि भारित औसत द्रव्यमान, तत्व की प्रकृति में प्रचुरता के आधार पर यथार्थ द्रव्यमान को दर्शाता है।

सोचिए और बताइए

17. आप दो भिन्न परमाणुओं जिसमें से प्रत्येक में 11 प्रोटॉन हैं परंतु एक में 12 न्यूट्रॉन हैं और दूसरे में 13 न्यूट्रॉन हैं, के परमाणु क्रमांकों और द्रव्यमान संख्याओं की तुलना किस प्रकार से करेंगे? क्या वे एक ही तत्व के परमाणु हैं अथवा भिन्न तत्वों के?
18. यदि ब्रोमीन परमाणु दो समस्थानिकों, $^{79}_{35}Br$ (49.7%) और $^{81}_{35}Br$ (50.3%) के रूप में उपलब्ध होता है तो ब्रोमीन परमाणु के भारित औसत द्रव्यमान की गणना कीजिए।

आपने सीखा है कि दो परमाणु जिनके परमाणु क्रमांक समान परंतु द्रव्यमान संख्याएँ भिन्न होती हैं, समस्थानिक कहलाते हैं। क्या होगा यदि उनकी द्रव्यमान संख्या समान हो परंतु परमाणु क्रमांक भिन्न हों? ऐसे परमाणुओं को क्या कहते हैं? आइए, पता लगाएँ!

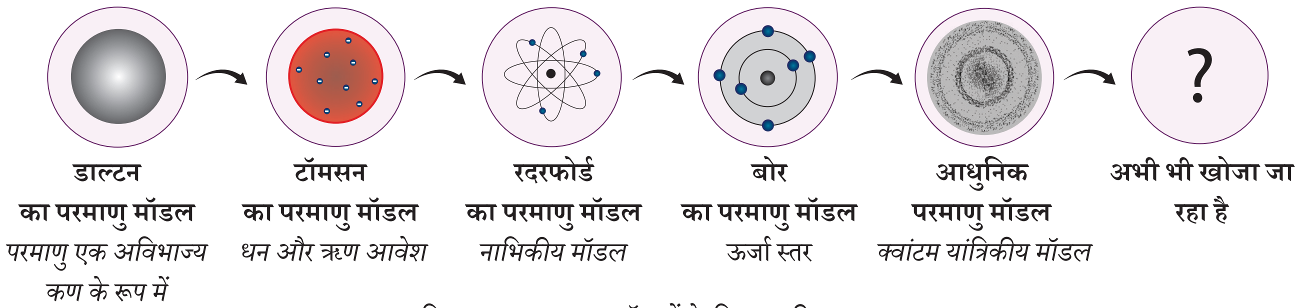
8.9.2 समभारिक

आइए, तीन तत्वों पर विचार करें—कैल्सियम (परमाणु क्रमांक 20), पोटैशियम (परमाणु क्रमांक 19) और आर्गन (परमाणु क्रमांक 18)। इन तत्वों में प्रोटॉनों की संख्या भिन्न होती है परंतु इन सभी की द्रव्यमान संख्या 40 है। यह दर्शाता है कि इनके परमाणुओं में न्यूक्लिऑनों की कुल संख्या समान है यद्यपि ये भिन्न-भिन्न तत्व हैं। जब विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की द्रव्यमान संख्या समान हों परंतु परमाणु क्रमांक भिन्न हों तो उन्हें **समभारिक (Isobar)** कहा जाता है।

अब जब हम परमाणु की संरचना की अपनी यात्रा का समापन कर रहे हैं तो यह जानना महत्त्वपूर्ण है कि कहानी यहीं समाप्त नहीं होती है। परमाणु की संरचना की खोज अभी भी जारी है (चित्र 8.16)। कुछ समय पश्चात वैज्ञानिकों ने पाया कि बोर का मॉडल भी पूर्णरूप से सही नहीं था। बोर की निश्चित कक्षाओं की भाँति, इलेक्ट्रॉन किसी निश्चित पथ पर गति नहीं करते हैं। वर्तमान में हम यह जानते हैं कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर 'इलेक्ट्रॉन अभ्र' के रूप में रहते हैं। हम उन क्षेत्रों का अनुमान लगा सकते हैं जहाँ उनके होने की संभावना सर्वाधिक होती है परंतु उनकी यथार्थ स्थिति नहीं बता सकते हैं। आप इनका विवरण उच्च कक्षाओं में पढ़ेंगे। परमाणु के रहस्यों की खोज की यात्रा अभी समाप्त नहीं हुई है, आगे अभी और भी रोमांचक खोजें शेष हैं।

एक सोपान ऊपर

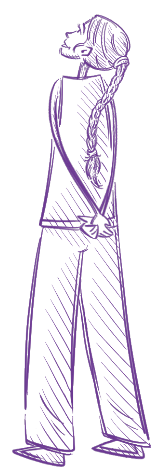
© NCERT not to be republished



चित्र 8.16 — परमाणु मॉडलों के विकास की यात्रा

सारांश

- परमाणु द्रव्य के निर्माण खंड होते हैं।
- जे. जे. टॉमसन ने प्रस्तावित किया कि परमाणु में इलेक्ट्रॉन एक धनावेशित गोले में धँसे होते हैं।
- रदरफोर्ड मॉडल ने परमाणु के अधिकांश भाग को रिक्त स्थान के रूप में वर्णित किया। उनके अनुसार इसके केंद्र में एक सघन, धनावेशित नाभिक होता है और इलेक्ट्रॉन उसके चारों ओर परिक्रमा करते हैं।
- नील्स बोर मॉडल के अनुसार, इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर निश्चित ऊर्जा स्तरों (कोशों) में गति करते हैं।
- परमाणु के कोशों को K, L, M, N, इत्यादि नाम दिए गए हैं।
- जेम्स चैडविक ने परमाणु में न्यूट्रॉन की उपस्थिति की खोज की।
- परमाणु के तीन अवपरमाणुक कण इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन हैं।
- यदि किसी परमाणु के बाह्यतम कोश में इलेक्ट्रॉनों का अष्टक है तो परमाणु स्थायी तथा लगभग पूर्णतया अनभिक्रिय (unreactive) होता है।
- संयोजकता किसी परमाणु की संयोजन क्षमता होती है। यह इलेक्ट्रॉनों की उस संख्या के बराबर होती है जिन्हें कोई परमाणु एक स्थायी विन्यास प्राप्त करने के लिए ग्रहण, त्याग अथवा साझा कर सकता है।
- किसी तत्व का परमाणु क्रमांक उसके नाभिक में उपस्थित प्रोटॉनों की संख्या के बराबर होता है।
- किसी परमाणु की द्रव्यमान संख्या उसके नाभिक में उपस्थित न्यूक्लिऑनों (प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों) की कुल संख्या के बराबर होती है।
- समस्थानिक एक ही तत्व के ऐसे परमाणु होते हैं जिनका परमाणु क्रमांक समान होता है परंतु द्रव्यमान संख्याएँ भिन्न-भिन्न होती हैं।
- किसी तत्व के औसत परमाणु द्रव्यमान की गणना, प्रकृति में उसके समस्थानिकों की सापेक्ष प्रचुरता के आधार पर की जाती है।
- समभारिक भिन्न-भिन्न तत्वों के ऐसे परमाणु होते हैं जिनकी द्रव्यमान संख्याएँ समान होती हैं परंतु परमाणु क्रमांक भिन्न-भिन्न होते हैं।



© NCERT not to be republished

अभ्यास प्रश्न

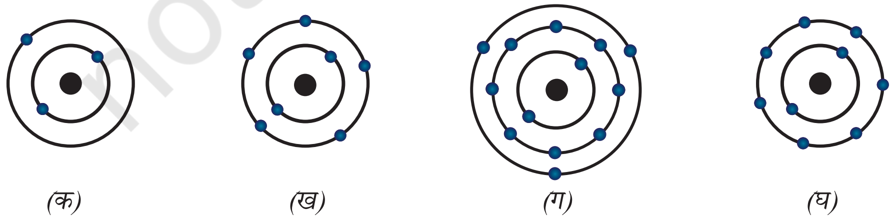
1. अरनेस्ट रदरफोर्ड के स्वर्ण पर्णिका प्रयोग के संदर्भ में **सही** विकल्पों का चयन कीजिए और सही एवं गलत विकल्पों का कारण समझाइए।
   (i) इस प्रयोग ने स्पष्ट रूप से नाभिक में न्यूट्रॉनों की उपस्थिति को दर्शाया।
   (ii) इसके परिणामों ने प्लम पुडिंग मॉडल को गलत सिद्ध कर दिया और परमाणु के केंद्र में नाभिक होने की अवधारणा को जन्म दिया।
   (iii) कुछ अल्फा कणों का अधिक विक्षेपण यह दर्शाता है कि परमाणु का अधिकांश द्रव्यमान और धन आवेश एक सूक्ष्म केंद्र में सुसंकुलित है।
   (iv) जिस प्रकार अल्फा कण विक्षेपित हुए उससे यह ज्ञात हुआ कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर गति करते हैं।
2. बोर के परमाणु मॉडल के अनुसार निम्नलिखित में से कौन-से कथन **सही** अथवा **गलत** हैं? प्रत्येक कथन के लिए एक कारण दीजिए।
   (i) इलेक्ट्रॉन निश्चित कक्षाओं में गति करते हुए अपनी ऊर्जा का ह्रास करते हैं और धीरे-धीरे नाभिक में गिर जाते हैं।
   (ii) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर कहीं भी विद्यमान हो सकते हैं और उनकी ऊर्जा निश्चित नहीं होती।
   (iii) इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर निश्चित ऊर्जा की कक्षाओं में ऊर्जा ह्रास किए बिना चक्कर लगाते हैं।
   (iv) नाभिक के चारों ओर गति करते हुए इलेक्ट्रॉन ऊर्जा स्तरों के मध्य भी पाए जा सकते हैं।
3. तीन परमाणु कणों X, Y और Z के नाभिकों का संघटन नीचे दिया गया है—

	X	Y	Z
प्रोटॉनों की संख्या	18	17	17
न्यूट्रॉनों की संख्या	19	18	20

   निम्नलिखित के मध्य संबंध स्पष्ट कीजिए।
   (i) Y एवं Z
   (ii) Z एवं X
4. रदरफोर्ड ने स्वर्ण पर्णिका प्रयोग में ऐसे कुछ अल्फा कण जो पुन: लौट आए थे अथवा बड़े कोणों पर विक्षेपित हो गए थे, के आधार पर परमाणु के धनावेशित भाग की अवस्थिति और अभिलक्षणों के विषय में क्या निष्कर्ष निकाला?

© NCERT not to be republished

5. निम्नलिखित कथनों की व्याख्या कीजिए और इन्हें सही कालक्रम में व्यवस्थित कीजिए जिससे यह ज्ञात हो सके कि समय के साथ परमाणु मॉडल कैसे विकसित हुए हैं।
   (i) बोर के मॉडल ने प्रस्तावित किया कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर निश्चित कक्षाओं में परिभ्रमण करते हैं और प्रत्येक कक्षा की एक निश्चित ऊर्जा होती है।
   (ii) टॉमसन के मॉडल ने परमाणु को एक 'प्लम पुडिंग' के रूप में दर्शाया है जिसमें इलेक्ट्रॉन धनावेश के एक गोले में धँसे होते हैं।
   (iii) रदरफोर्ड के मॉडल ने प्रस्तावित किया कि परमाणुओं में एक सघन केंद्रीय नाभिक होता है।
   (iv) डाल्टन के मॉडल ने परमाणुओं को अविभाज्य कणों के रूप में वर्णित किया।
6. इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारों ओर कक्षाओं में गति करते हैं। वे परमाणु से बाहर क्यों नहीं निकल जाते? कौन-सा बल उन्हें नाभिक की ओर आकर्षित रखता है, व्याख्या कीजिए?
7. नीचे दिए गए अभिकथन एवं कारण को पढ़िए और उनके संबंध में आगे दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प का चयन कीजिए।
   अभिकथन— अवपरमाणुक कणों की खोज ने परमाणु संरचना को समझने में सहायता की।
   कारण— किसी परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की संख्या प्रोटॉनों की संख्या के समान होती है।
   (i) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं और कारण अभिकथन की सही व्याख्या करता है।
   (ii) अभिकथन और कारण दोनों सत्य हैं परंतु कारण अभिकथन की सही व्याख्या नहीं करता है।
   (iii) अभिकथन सत्य है परंतु कारण असत्य है।
   (iv) अभिकथन असत्य है परंतु कारण सत्य है।
8. मैग्नीशियम अनेक जैविक प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक है जिसमें मांसपेशियों का संकुचन भी सम्मिलित है। मैग्नीशियम के परमाणु की द्रव्यमान संख्या 24 और परमाणु क्रमांक 12 है तो उसमें (i) प्रोटॉनों की संख्या (ii) न्यूट्रॉनों की संख्या (iii) इलेक्ट्रॉनों की संख्या ज्ञात कीजिए। मैग्नीशियम परमाणु में इलेक्ट्रॉनों की व्यवस्था को भी चित्रात्मक रूप से दर्शाइए।
9. चित्र 8.17 में दर्शाए गए तत्वों के लिए निम्नलिखित जानकारी ज्ञात कीजिए।
   (i) तत्व का नाम
   (ii) प्रतीक
   (iii) इलेक्ट्रॉनों की कुल संख्या
   (iv) संयोजकता इलेक्ट्रॉनों की संख्या
   (v) तत्व की संयोजकता
   (vi) प्रोटॉनों की संख्या
   (vii) परमाणु क्रमांक



चित्र 8.17

© NCERT not to be republished

10. रदरफोर्ड और बोर दोनों के प्रतिरूपों में इलेक्ट्रॉन नाभिक की परिक्रमा करते हैं परंतु रदरफोर्ड का मॉडल, परमाणु के स्थायित्व को समझाने में असफल क्यों रहा जबकि बोर का मॉडल सफल रहा?
11. एक परमाणु ^{70}X में 31 इलेक्ट्रॉन हैं। बताइए कि इसके नाभिक में कितने न्यूट्रॉन हैं?
12. एक परमाणु में 79 प्रोटॉन हैं और उसकी द्रव्यमान संख्या 197 है। इसमें (i) न्यूट्रॉनों की संख्या और (ii) इलेक्ट्रॉनों की संख्या की गणना कीजिए।
13. तालिका 8.5 को पूर्ण कीजिए।

तालिका 8.5

परमाणु क्रमांक	द्रव्यमान संख्या	न्यूट्रॉनों की संख्या	प्रोटॉनों की संख्या	इलेक्ट्रॉनों की संख्या	तत्वों के नाम
5	–	6	–	–	–
–	14	–	–	7	नाइट्रोजन
–	24	–	12	–	–
15	–	16	–	–	–
–	1	0	–	–	–

14. अमन अपने सहपाठियों के साथ परमाणु की संरचना पर चर्चा कर रहा था। चर्चा के समय उसे ज्ञात हुआ कि किसी तत्व X की द्रव्यमान संख्या 35 है और उसमें 18 न्यूट्रॉन हैं। इस जानकारी के आधार पर निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए—
    (i) तत्व X में कितने इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन हैं?
    (ii) इसका परमाणु क्रमांक क्या है?
    (iii) तत्व X की पहचान कीजिए।
    (iv) इसका इलेक्ट्रॉनिक विन्यास लिखिए।
    (v) इसमें कितने संयोजकता इलेक्ट्रॉन हैं?
    (vi) यदि इसके नाभिक में दो न्यूट्रॉन और जोड़ दिए जाएँ तो इसकी द्रव्यमान संख्या क्या होगी?
    (vii) X का नए परमाणु के साथ क्या संबंध होगा?
15. किसी परमाणु के नाभिक में 12 प्रोटॉन और 12 न्यूट्रॉन हैं। अब कल्पना कीजिए कि सभी इलेक्ट्रॉनों को किन्हीं काल्पनिक कणों से प्रतिस्थापित कर दिया जाता है जिनका आवेश इलेक्ट्रॉनों के समान ही है परंतु वे 500 गुना अधिक भारी हैं। इस प्रतिस्थापन का परमाणु के निम्नलिखित गुणों पर क्या प्रभाव पड़ेगा?
    (i) परमाणु क्रमांक
    (ii) परमाणु द्रव्यमान
    (iii) द्रव्यमान संख्या
    (iv) समग्र आवेश

© NCERT not to be republished

परियोजना कार्य

- परमाणु क्रमांक, द्रव्यमान संख्या, इलेक्ट्रॉनों की संख्या, प्रोटॉनों की संख्या, न्यूट्रॉनों की संख्या और संयोजकता के आधार पर एक 'परमाणु पूर्वानुमान बोर्ड' गेम बनाइए। विद्यार्थी इन परमाणु संकेतों का उपयोग करके तत्वों का पूर्वानुमान लगा सकते हैं।
- एक रिपोर्ट तैयार कीजिए जिसमें बताया गया हो कि परमाणुओं के गुणधर्म हमारे दैनिक जीवन के विभिन्न क्षेत्रों, जैसे— स्वास्थ्य सेवा, ऊर्जा, कृषि और प्रौद्योगिकी पर कैसे प्रभाव डालते हैं।
- 'एक यात्रा— परमाणु के भीतर' तथा परमाणु संरचना की खोज करने वाले और उसकी पहचान में योगदान देने वाले वैज्ञानिकों पर किसी भूमिका-निर्वाह, मंचीय नाटक अथवा कहानी की रचना कीजिए।
- उपयुक्त सॉफ्टवेयर अथवा डिजिटल उपकरणों का उपयोग करते हुए विभिन्न परमाणु प्रतिरूपों का सजीव चित्रण (animation) अथवा प्रतिरूपण (simulation) बनाने का प्रयास कीजिए और उन्हें कक्षा में साझा कीजिए।
- परमाणु की संरचना के संदर्भ में कोई फिल्म अथवा डॉक्यूमेंट्री (वृत्तचित्र) देखिए और निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर देते हुए एक रिपोर्ट लिखिए।
  - आपने कौन-सी फिल्म अथवा डॉक्यूमेंट्री देखी और उसका मुख्य विचार अथवा विषय क्या था?
  - परमाणु की संरचना और परमाणु मॉडल/मॉडलों के विषय में फिल्म या डॉक्यूमेंट्री ने आपको क्या सिखाया?
  - फिल्म अथवा डॉक्यूमेंट्री में किन वैज्ञानिकों का उल्लेख किया गया था और उनका क्या योगदान था?
  - फिल्म अथवा डॉक्यूमेंट्री का कौन-सा भाग आपको सबसे रोचक लगा और आपके मन में अभी भी कौन-सा प्रश्न है?
- किन्हीं तीन तत्वों के प्रत्येक ऊर्जा स्तर में इलेक्ट्रॉनों की संख्या दर्शाते हुए एक स्तंभ ग्राफ बनाइए।
- परमाणुओं के विषय में और अधिक जानने के लिए आप नीचे दिए गए लिंक देख सकते हैं।
  - https://phet.colorado.edu/en/simulations/rutherford-scattering
  - https://phet.colorado.edu/en/simulations/isotopes-and-atomic-mass

खोज जारी है...

क्या परमाणु के भीतर होने वाली प्रत्येक प्रक्रिया को पूर्ण रूप से समझना संभव है?

© NCERT not to be republished