

कहानी रैडॉन की खोज की

डॉ. विजय कुमार उपाध्याय

रैडॉन एक रासायनिक तत्व है जिसका संकेत Rn तथा परमाणु संख्या 86 है। यह तत्व रेडियोधर्मी, रंगहीन, गंधहीन तथा स्वादहीन नोबल गैस है। यह युरेनियम एवं थोरियम के रेडियोधर्मी क्षय के फलस्वरूप उत्पन्न होकर प्राकृतिक रूप से उपलब्ध रहता है। इसका सर्वाधिक स्थिर समस्थानिक है Rn-222 जिसका अर्द्धजीवन काल 3.8 दिनों का है। रैडॉन गैसीय तत्व है जो सामान्य परिस्थिति में काफी गाढ़ी अवस्था में पाया जाता है। यह अकेला ऐसा गैसीय तत्व है जो सामान्य अवस्था में भी रेडियोधर्मी समस्थानिक युक्त होता है। इसलिए यह स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है। रेडियोधर्मिता के कारण ही इसके रासायनिक गुणों पर और अध्ययन नहीं हो पाया व इसके बहुत ही कम यौगिकों की जानकारी है।

रैडॉन की उत्पत्ति एक सामान्य रेडियोधर्मी क्षय श्रृंखला में एक मध्यवर्ती के रूप में होती है। इस क्षय श्रृंखला में युरेनियम एवं थोरियम क्रमशः विघटित होते हुए अन्ततः सीसे (लेड) में परिवर्तित होते हैं। युरेनियम तथा थोरियम पृथ्वी पर पाए जाने वाले दो सर्वाधिक सामान्य रेडियोधर्मी तत्व हैं। ये पृथ्वी पर उस समय से मौजूद रहे हैं जब पृथ्वी का निर्माण हुआ था। इनके समस्थानिकों का अर्द्धजीवन काल बहुत अधिक (अरबों वर्ष) है। अतः युरेनियम एवं थोरियम तथा इनका क्षय-उत्पाद रेडियम तथा रेडियम का क्षय उत्पाद रैडॉन करोड़ों वर्षों तक पृथ्वी पर लगभग उसी मात्रा में बने रहेंगे जिस मात्रा में वे आज उपस्थित हैं। रैडॉन स्वयं भी क्षय ग्रस्त होकर नए रेडियोधर्मी तत्व उत्पन्न करता है जिन्हें 'रैडॉन पुत्रियां' (रैडॉन डॉटर्स) कहा जाता है। परन्तु रैडॉन के समान रैडॉन पुत्रियां गैसीय अवस्था में नहीं रहतीं, बल्कि ठोस अवस्था में रहती हैं। यही कारण है कि रैडॉन पुत्रियां पदार्थों की सतहों पर चिपक जाती हैं। ऐसे पदार्थों में प्रमुख हैं वायुमण्डल में उड़ते धूल कण। यदि ये धूल कण सांस द्वारा ग्रहण किए जाएं तो रैडॉन पुत्रियां सांस नली में चिपक जाती हैं जिससे फेफड़े का कैंसर पैदा हो

सकता है।

युरेनियम एवं थोरियम की क्षय श्रृंखला में मध्यवर्ती जितने भी तत्व हैं उनमें सिर्फ रैडॉन ही गैसीय अवस्था में पाया जाता है। शेष सभी तत्व ठोस अवस्था में पाए जाते हैं। यही कारण है कि रैडॉन आसानी से सांस द्वारा हमारे शरीर के भीतर पहुंच जाता है। इस प्रकार इस नाभिकीय युग में भी आयनीकारक विकिरण द्वारा लोगों को प्रभावित करने वाला सबसे बड़ा कारक है रैडॉन। लोगों को पृष्ठभूमि विकिरण से प्रभावित करने वाला यह सबसे बड़ा प्रदूषक है। परन्तु इसके विकिरण की तीव्रता स्थान-स्थान पर काफी अलग-अलग होती है। अपने अल्प अर्द्ध जीवन काल के बावजूद प्राकृतिक स्रोतों से कुछ रैडॉन अपने अधिक घनत्व के कारण सामान्य से अधिक मात्रा में भवनों में (विशेषकर तलघरों में) जमा हो जा सकती है। रैडॉन गैस कुछ झरनों तथा गर्म झरनों में भी पाई जाती है।

रोग प्रसार विज्ञान सम्बंधी अध्ययनों (एपिडेमियोलॉजिकल स्टडीज़) से पता चला है कि जिन क्षेत्रों में वायुमण्डल में रैडॉन की उपस्थिति सामान्य से अधिक है, वहां फेफड़े के कैंसर से ग्रस्त लोगों की संख्या अधिक पाई जाती है। वस्तुतः रैडॉन विश्व स्तर पर एक ऐसा वायु प्रदूषक है जो घरों के अंदर तक घुस कर वायु को प्रदूषित करता है। संयुक्त राज्य अमेरिका की पर्यावरण सुरक्षा एजेन्सी के अनुसार कैंसर पैदा करने के दृष्टिकोण से सिगरेट के बाद रैडॉन दूसरा सर्वाधिक खतरनाक कारक है। इसके कारण संयुक्त राज्य अमेरिका में प्रति वर्ष लगभग 21,000 लोग फेफड़े के कैंसर से मरते हैं। इन मरने वालों में लगभग 2900 ऐसे लोग होते हैं जिन्होंने कभी भी धूम्रपान नहीं किया।

युरेनियम, थोरियम, रेडियम तथा पोलोनियम के बाद रैडॉन पांचवां रेडियोधर्मी तत्व था जिसकी खोज की गई। इसकी खोज सन 1900 में फ्रेडरिक अन्स्ट डॉर्न (1848-

1916) द्वारा की गई। सन 1900 में डॉन ने अपने प्रयोगों के बाद एक रिपोर्ट प्रकाशित की थी जिसमें बताया गया था कि रेडियम यौगिक एक रेडियोधर्मी गैस उत्सर्जित करते हैं। डॉन ने इस गैस का नाम रखा 'रेडियम उत्सर्जन (रेडियम इमेनेशन)'। इसके पूर्व सन 1899 में पियरे तथा मेरी क्यूरी ने अपने प्रयोगों के दौरान देखा था कि रेडियम से उत्सर्जित गैस एक महीने तक रेडियोधर्मी रहती है। उसी वर्ष कुछ समय बाद रॉबर्ट बी. ओवेन्स तथा अन्स्ट रदरफोर्ड ने मॉन्ट्रियल स्थित मैकगिल युनिवर्सिटी में अपने प्रयोगों में देखा था कि थोरियम ऑक्साइड से निकलने वाली गैस की रेडियोधर्मिता में परिवर्तन होता रहता है। रदरफोर्ड ने देखा कि थोरियम लगातार एक रेडियोधर्मी गैस का उत्सर्जन करता रहता है जिसकी रेडियोधर्मिता चन्द मिनटों तक बनी रहती है। उन्होंने इसका नाम 'उत्सर्जन (इमेनेशन)' रखा तथा बाद में उसका नाम 'थोरियम उत्सर्जन (थोरियम इमेनेशन)' कर दिया। सन 1901 में रदरफोर्ड ने दिखाया कि उत्सर्जित गैस रेडियोधर्मी है। परंतु उन्होंने इस खोज का श्रेय क्यूरी दम्पति को दिया। सन 1903 में इसी प्रकार की गैस का उत्सर्जन आंद्रे लुईस डेबिएर्न द्वारा एक्टिनियम नामक तत्व से देखा गया तथा इसका नाम रखा गया 'एक्टिनियम इमेनेशन'।

उपयुक्त तीन गैसों के लिए सन 1904 में कई नाम सुझाए गए जिनमें शामिल थे 'एक्स रेडियो, एक्स थोरियो तथा एक्स एक्टिनियो'। सन 1918 में 'रैडॉन थॉर्न तथा ऐक्टीनॉन' नाम सुझाए गए थे। सन 1919 में सुझाए गए नामों में शामिल थे 'रैडियोन, थोरियोन तथा ऐक्टीनियोन'। अन्ततः सन 1920 में उनके नाम रखे गए 'रैडॉन, थोरॉन तथा ऐक्टीनॉन'।

इन तीन गैसों के वर्णक्रम आर्गन, ज़ीनॉन, तथा क्रिप्टॉन के वर्णक्रम से मिलते-जुलते थे। साथ ही इनकी रासायनिक निष्क्रियता को देख कर सर विलियम रामसे ने सन 1904 में विचार व्यक्त किया था कि ये उत्सर्जन नोबल गैस परिवार के एक नए तत्व के हो सकते हैं। सन 1910 में विलियम रामसे तथा रॉबर्ट व्हिटला ग्रे ने मिल कर रैडॉन को अलग करने में सफलता पाई। इन लोगों ने उसके



फ्रेडरिक अन्स्ट डॉन (1848-1916)

घनत्व की माप की तथा बताया कि ज्ञात गैसों में यह सबसे अधिक भारी है। रामसे ने विचार व्यक्त किया कि 'रेडियम इमेनेशन' सही नाम नहीं है। उन्होंने इसका नाम 'नाइटॉन' सुझाया था जो लैटिन शब्द 'नाइटें' से उत्पन्न हुआ है जिसका अर्थ है चमकता हुआ। उनके द्वारा ऐसा नाम 'रेडियो ल्युमिनेसेंस' के आधार पर रखा गया था। सन 1912 में इस नाम को इंटरनेशनल कमिशन फॉर ऐटॉमिक वेट्स द्वारा मान्यता प्रदान कर दी गई। सन 1923 में इंटरनेशनल कमिशन फॉर केमिकल एलेमेंट्स तथा इंटरनेशनल युनियन फॉर प्योर एंड एप्लायड केमिस्ट्री द्वारा रैडॉन थोरॉन तथा ऐक्टीनॉन के नामों को मान्यता प्रदान की गई। बाद में जब समस्थानिकों के नाम के बदले उन्हें संख्या प्रदान की गई तो इस तत्व ने सबसे स्थिर समस्थानिक 'रैडॉन' का नाम ग्रहण किया। जबकि थोरॉन (Tn) का नया नाम रैडॉन-220 तथा ऐक्टीनॉन का नया नाम 'रैडॉन-219' पड़ा।

भूमिगत खदानों एवं गहरी खुली खदानों के भीतर के

वायुमण्डल में रेडॉन की उपस्थिति प्रायः सामान्य से काफी अधिक परिमाण में पाई गई है। सन 1530 में पैरासेल्सस नामक वैज्ञानिक ने खान मज़दूरों को प्रभावित करने वाली एक घातक बीमारी की चर्चा की थी जिसे 'माल मेटालियोरम' कहा जाता था। जॉर्जियस ऐग्रिकोला ने खनिकों की सुरक्षा के लिए हवा की समुचित आवाजाही की व्यवस्था करने का परामर्श दिया था। इस रोग की पहचान सर्वप्रथम सन 1879 में हर्टिंग तथा हेस द्वारा जर्मनी में स्थित स्नीबर्ग की खानों में कार्यरत उन मज़दूरों की जांच के दौरान की गई जो फेफड़े के कैंसर से ग्रस्त थे। रेडॉन से स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों के सम्बंध में पहला विस्तृत अध्ययन बोहेमिया के जोआचीम क्षेत्र में युरेनियम खनन के सिलसिले में किया गया था।

पर्यावरण में रेडॉन की प्रचुरता सम्बंधी अधिकांश अध्ययन रेडॉन-222 (Rn-222) से सम्बंधित रहा है। हालांकि रेडॉन-220 (थोरियम श्रृंखला के क्षय से) के उत्पादन की दर लगभग वही है जो रेडॉन-222 की है, परन्तु पर्यावरण में रेडॉन-220 की प्रचुरता रेडॉन-222 की तुलना में बहुत कम है क्योंकि रेडॉन-220 का अर्द्ध जीवन काल रेडॉन-222 के अर्द्ध जीवन काल से बहुत कम है (जहां रेडॉन-220 का अर्द्ध जीवन काल 55 सेंकड है, वहीं रेडॉन 222 का 3.8 दिन है)।

वायुमण्डल में रेडॉन की प्रचुरता प्रायः बेकेरल प्रति घनमीटर (Bq_{lm}³) की इकाई में नापी जाती है। संयुक्त राज्य अमेरिका में किए गए अध्ययनों से पता चला है कि वहां घरों के अंदर रेडॉन की प्रचुरता औसत रूप से 48 Bq_{lm}³ है जबकि बाहर 15 Bq_{lm}³ है। वायुमण्डल के प्रति लीटर में रेडॉन के लगभग 150 परमाणु मौजूद रहते हैं। रेडॉन की प्रचुरता अलग-अलग स्थान पर अलग-अलग पाई गई है। खुली हवा में इसकी प्रचुरता 1 से 100 Bq_{lm}³ पाई गई है। गुफाओं, खानों तथा कम हवादार मकानों में इसकी प्रचुरता 20 से 2000 Bq_{lm}³ तक पाई गई है। खनिजों के

उत्खनन वाले क्षेत्रों में रेडॉन की प्रचुरता काफी अधिक हो सकती है। सुरक्षा के नियमानुसार युरेनियम खानों में रेडॉन की प्रचुरता प्रति लीटर वायु में 546 पिकोग्राम से अधिक नहीं होनी चाहिए।

रेडॉन-222 अधिकांशतः रेडियम तथा युरेनियम की क्षय श्रृंखला तथा कभी-कभी रेडियम-226-थोरियम की क्षय श्रृंखला के साथ पाया जाता है। रेडॉन उन क्षेत्रों की ज़मीन से प्राकृतिक रूप से उत्सर्जित होता रहता है जहां युरेनियम या थोरियम मौजूद हो। ऐसा विशेषकर ग्रेनाइट या शेल नामक कणों से युक्त मिट्टी में होता है जिनमें युरेनियम की उपस्थिति सामान्य से अधिक होती है।

रेडॉन कुछ झरनों या गर्म जल के झरनों में भी काफी परिमाण में पाया जाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका, जर्मनी तथा जापान के कुछ क्षेत्रों में रेडियम युक्त झरने पाए जाते हैं जिनसे रेडॉन का उत्सर्जन होता रहता है। किसी भी झरने में जब रेडॉन की प्रचुरता 74 Bq_{lm}³ से अधिक रहती है तो उसे रेडॉन खनिज जल (रेडॉन मिनरल वाटर) कहा जाता है। इटली में ल्युरीसिया नामक स्थान पर स्थित झरने में रेडॉन की प्रचुरता 4000 Bq_{lm}³ पाई गई है।

वायुमण्डल में रेडॉन की उपस्थिति बहुत कम परिमाण में है। यही कारण है कि वायुमण्डल के सम्पर्क में रहने वाले रेडॉन युक्त जल से रेडॉन उड़ कर वायुमण्डल में पहुंचता रहता है। इसी वजह से भूसतह पर पाए जाने वाले जल की अपेक्षा भूमिगत जल में रेडॉन की उपस्थिति अधिक पाई जाती है।

1971 में अपोलो-15 अन्तरिक्ष यान जब चन्द्रमा पर स्थित अरिस्टार्कस पठार के ऊपर से गुज़रा तो रेडॉन-222 के क्षय से उत्सर्जित अल्फा कणों की संख्या में काफी वृद्धि अंकित की गई। बाद में इस तथ्य की पुष्टि 'ल्युनर प्रॉस्पेक्टर अल्फा पार्टिकल स्पेक्ट्रोमीटर' द्वारा भी हुई। कुछ स्थानों पर पाए जाने वाले पेट्रोलियम में भी रेडॉन की उपस्थिति पाई गई है। (स्रोत फीचर्स)