सुरक्षित परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम

विजय कुमार भार्गव

ऊर्जा मानव जीवन की अनिवार्य आवश्यकता है। हम सभी जानते हैं जैसे-जैसे मानव की प्रगति हुई वैसे-वैसे विभिन्न ऊर्जा स्रोतों की खोज होती रही। इस खोज से लकड़ी, कोयला, तेल आदि के ऊर्जा स्रोत मानव को मिले। इन स्रोतों के सीमित भंडार होने के कारण जैसे-जैसे जनसंख्या बढ़ी और मानव की आवश्यकताएँ बढ़ीं वैसे-वैसे नए स्रोतों की खोज जारी रही। उपर्युक्त स्रोत रासायनिक क्रिया पर आधारित है। इस क्रिया के परमाणु के नाभिकों में परिवर्तन नहीं होता उनके इलेक्ट्रॉनों की स्थिति में परिवर्तन होता है। इसके द्वारा नए यौगिकों के कण उत्पन्न होते हैं और कुछ इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा उत्पन्न होती है। (एक इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा का मान 1.6×10^{-a} जूल (a=19), अथवा 1.6×10^{2} अर्ग)।

परमाणु ऊर्जा जिसे वास्तव में हमें नाभिक ऊर्जा कहना चाहिए, बिलकुल अलग प्रकार की ऊर्जा है। इसकी उत्पत्ति परमाणु के नाभिक से होती है। नाभिक ऊर्जा पर चर्चा करने से पहले भौतिकी की कुछ महत्त्वपूर्ण खोजों का उल्लेख करना आवश्यक है।

विकिरणधर्मिता या विकिरण सक्रियता की खोज सन् 1895 में हैनरी बैक्वेरल द्वारा की गई थी। बैक्वेरल एवं उनके सहयोगियों ने, जिसमें मेरी एवं पियर क्यूरी प्रमुख हैं, पाया कि विघटनाभिक परमाणुओं (वे परमाणु जिनके नाभिक में विघटन होता हो) से तीन प्रकार के कण उत्सर्जित होते हैं, उन्हें अल्फा α, बीटा β, γ गामा का नाम दिया गया। वे अत्यन्त ऊर्जावान होते हैं, अल्फा कण की ऊर्जा का मान 5 लाख इलेक्ट्रॉन वोल्ट (5 Mev) पाया गया। विघटनाभिकता एक स्वचालित अभिक्रिया है, उसकी गति में कोई परिवर्तन नहीं किया जा सकता।

रदरफोर्ड ने प्रयोगों द्वारा सिद्ध किया कि अल्फा कण, द्वि-आयनीकृत हीलियम परमाणु है। उन्होंने अल्फा कण का प्रयोग प्रक्षेपास्त्र के रूप में किया और सिद्ध किया कि परमाणु प्रकृति का मूल कण नहीं है, उसके दो घटक हैं, एक नाभिक तथा दूसरा इलेक्ट्रॉन-समूह। परमाणु का अर्धव्यास लगभग 10^{10} मीटर तथा नाभिक का अर्धव्यास लगभग 10^{-a} मीटर (a=15), होता है। नाभिक में परमाणु का धनावेश तथा अधिकांश द्रव्यमान केन्द्रित है। सौर मंडल में जैसे ग्रह सूर्य की परिक्रमा करते हैं वैसे ही इलेक्ट्रॉन नाभिक की परिक्रमा करते हैं। नाभिक और इलेक्ट्रॉन का आवेश मिलाकर शून्य होता जाता है।

सन् 1932 में, रदरफोर्ड के एक सहयोगी, जेम्स चैडविक ने एक नए कण न्यूट्रॉन की खोज की। उसका द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान से कुछ अधिक पाया गया था, न्यूट्रॉन का विद्युत आवेश शून्य पाया गया। नाभिक के अंदर न्यूट्रॉन स्थाई रहता है, पर उत्तेजित होने पर प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन में क्षरित हो जाता है। नाभिक के दोनों घटकों, प्रोटॉन और न्यूट्रॉन को न्यूक्लियोन कहा जाता है, उनके बीच विशाल आकर्षक बल काम करता है, जो प्रोटॉनों के बीच विकर्षण बल से लगभग 100 गुणा शक्तिशाली होता है। अतः नाभिक में प्रोटॉनों के बीच विशाल विकर्षण होते हुए भी अनेक परमाणुओं के नाभिक स्थाई बने रहते हैं।

शून्य आवेश होने के कारण, नाभिक भौतिकी में, न्यूट्रॉन एक अत्यन्त कारगर अस्त्र सिद्ध हुआ। इस अस्त्र का व्यापक प्रयोग करने वाले वैज्ञानिकों के नाम हैंइटली के एनरिको फर्मी, फ्रांस के आइरीनजोलियट-क्यूरी, जरमनी के ऑटो हान तथा फिट्ज स्ट्रासमान। इन अभिक्रियाओं में अनेक नए समस्थानिकों (आइसोटोपों) का निर्माण हुआ। फर्मी का विश्वास था कि न्यूट्रॉन के अवशोषण द्वारा भारी परमाणुओं के नाभिकों से परायूरेनियम (ट्रान्सयूरेनियम) तत्त्वों के परमाणुओं का निर्माण होगा। फर्मी भौतिकी के दोनों पक्षोंसैद्धान्तिक एवं प्रायोगिकमें सिद्धहस्त थे, सन् 1938 में उन्हें भौतिकी का नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया था। फर्मी रसायनशास्त्र में उतने प्रखर नहीं थे। अतः वे नाभिक के विखंडन की खोज में असफल रहे।

हमें नाभिक के विखंडन तथा विघटनाभिकता के भेद को स्पष्टतः समझ लेना चाहिए। विघटनाभिकता में अल्फा, बीटा, गामा का उत्सर्जन होता है। यह स्वचालित क्रिया है, इसे किसी प्रकार घटाया-बढ़ाया नहीं जा सकता। नाभिक विखंडन स्वचालित अभिक्रिया नहीं है, इसे न्यूट्रॉन द्वारा नाभिक लगभग दो भागों में विभाजित हो जाता है, साथ में नाभिक से दो या तीन न्यूट्रॉन उत्पन्न होते हैं और विखंडन से विशाल ऊर्जा उत्पन्न होती है। न्यूट्रॉनों के अवशोषण द्वारा, अभिक्रिया को इच्छानुसार मन्द अथवा बन्द किया जा सकता है, और नियंत्रित तौर से ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।

नाभिक के विखंडन की खोज का श्रेय जर्मनी के दो वैज्ञानिकों, हान तथा स्ट्रासमान को जाता है। हान एक प्रतिभाशाली भौतिकज्ञ तथा स्ट्रासमान एक प्रखर रसायनज्ञ थे। उन्होंने सन् 1939 में प्रयोगों द्वारा

* विजय कुमार भार्गव, सेवा निवृत्त, वरिष्ठ वैज्ञानिक, भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र एवं परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद, मुम्बई, भारत

एफ-6/1, सैक्टर 7 (मार्केट), नवी मुम्बई 400703, भारत, ईमेल :

सिद्ध किया कि यूरेनियम पर न्यूट्रॉन के प्रक्षेपण से यूरेनियम का विखंडन, दो तत्त्वों, बेरियम तथा क्रिप्टन एवं तीन न्यूट्रॉनों की उत्पत्ति होती है। इस अभिक्रिया को निम्न समीकरण से दर्शाया जा सकता है

$$^{235}U_{92+}no^{142} = Ba_{56+91}Kr_{36+}(3)^{1}no$$

यहाँ यूरेनियम235 यूरेनियम तत्त्व का एक समस्थानिक है। यूरेनियम तत्त्व के समस्थानिक हैं, यू-233 से लेकर यू-238 तक। इसमें यू-235 विखंडनीय तथा यू-238 से प्लूटोनियम बनाया जा सकता है, जो विखंडनीय है। यदि हम उपर्युक्त समीकरण के दोनों ओर द्रव्यमानों की तुलना करें, तो पाएँगे कि दाहिनी ओर की तुलना में बाँई ओर का द्रव्यमान अधिक है। अतः आइन्सटाइन के समीकरण $E=mc^2$ द्वारा उत्पन्न ऊर्जा का मान ज्ञात कर सकते हैं, कि यूरेनियम के एक नाभिक के विखंडन से 20 करोड़ इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा उत्पन्न होती है।

परमाणु बम विस्फोट से उत्पन्न ऊष्मा एवं विकिरण पदार्थ हानिकारक सिद्ध हुए पर सावधानी बरतते हुए एवं उपयुक्त साधनों का प्रयोग करते हुए सुरक्षित परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के द्वारा इनका लाभकारी उपयोग भी संभव हो सका।

परमाणु ऊर्जा से आम जनता का परिचय उसके विध्वंसकारी रूप से हुआ। सन् 1949 में जापान के हिरोशिमा और नागासाकी शहर परमाणु बम विस्फोट से तहस नहस हो गए। इस विस्फोट से उत्पन्न ताप व कम्पन से पूरा-का-पूरा शहर तबाही के कगार पर पहुँच गया एवं परमाणु के विखंडन से निष्कासित विकिरणधर्मी पदार्थ वायु के साथ जापान ही नहीं, आसपास के अन्य देशों की उपजाऊ जमीन पर भी गिरे। विकिरणधर्मी पदार्थों से निकले विकिरण हानिकारक होते हैं इनमें से कुछ कई वर्षों तक विकिरण उत्सर्जित करते रहते हैं। उपजाऊ जमीन पर गिरे पदार्थ पेड़, पौधों के माध्यम से कई पीढ़ियों तक मानव को विकलांग करते रहे।

विखंडन प्रक्रिया केवल कुछ भारी परमाणुओं में होती है। प्रकृति में केवल 235 नाभिकीय कणों (143 न्यूट्रॉन और 92 प्रोटॉन) एवं 233 नाभिकीय कणों (141 न्यूट्रॉन और 92 प्रोटॉन) वाले यूरेनियम परमाणु में ही विखंडन के गुण हैं। यूरेनियम 235 में एक न्यूट्रॉन प्रवेश कराने पर वह विखंडित हो जाता है। कुछ नाभिकों में न्यूट्रॉन प्रवेश कराने पर वे विखंडित न होकर विखंडनीय बन जाते हैं। ये परमाणु हैं238 नाभिकीय कणों वाला प्लूटोनियम एवं 232 नाभिकीण कणों वाला थोरियम, जो एक-एक न्यूट्रॉन पाकर 239 नाभिकीय कणोंवाला प्लूटोनियम व 233 नाभिकीय कणों वाला यूरेनियम बन जाते हैं। ये दोनों ही विखंडनीय हैं।

यह सिद्धान्त आइन्सटीन ने प्रतिपादित किया था। उसके अनुसार $E=mc^2$ जिसमें E प्राप्त ऊर्जा, m नष्ट हुए पदार्थ की मात्रा व c प्रकाश का वेग है। इसके अनुसार एक ग्राम पदार्थ नष्ट होने पर 9×10^{20} अर्ग ऊर्जा प्राप्त होती है जो 2.15×10^{13} कैलोरी के बराबर होती है। एक कैलोरी ताप से एक ग्राम पानी का तापमान 1 डिग्री सेन्टीग्रेट बढ़ता है। इसी सिद्धान्त के आधार पर विखंडन में नष्ट हुए परमाणु की मात्रा ताप ऊर्जा में बदल जाती है। उदाहरण के लिए यूरेनियम 235 (परमाणु द्रव्यमान (मात्रा) इकाई 235.1175) के नाभिक में एक न्यूट्रॉन (परमाणु द्रव्यमान इकाई 1.0089) डालने पर कुल नाभिकीय कणों की संख्या 236 (परमाणु द्रव्यमान इकाई 236.1265) हो जाती है। विखंडन होने पर 92 (परमाणु द्रव्यमान इकाई 91.9264) नाभिकीय कणों वाला क्रिप्टन और 141 (परमाणु द्रव्यमान इकाई 140. 9477) नाभिकीय कणों वाला बेरियम या ऐसे ही दो अलग-अलग नाभिकीय कणों और तत्त्वों की जोड़ी बनती है और 3 (परमाणु द्रव्यमान इकाई 3.02694) न्यूट्रॉन निकलते हैं। विखंडन प्रक्रिया में न्यूट्रॉन व प्रोटॉन की कुल संख्या बराबर रहती हैं, पर परमाणुओं की कुल मात्रा कम हो जाती है। यह कम हुई मात्रा ऊर्जा में बदलती है। किसी भी परमाणु की मात्रा का अनुमान उसकी परमाणु द्रव्यमान इकाई से लगाया जाता है। इस उदाहरण में विखंडन से पहले कुल द्रव्यमान इकाई 236. 1265 थी और अविखंडन के बाद कुल परमाणु द्रव्यमान इकाई 235. 911 हुई। इस प्रकार परमाणु द्रव्यमान (मात्रा) इकाई .2155 ($.03590\times10^{23}$ ग्राम) के कण नष्ट होकर ऊर्जा में बदल जाते हैं। यह ऊर्जा ताप व इनसे उत्पन्न नाभिकों एवं न्यूट्रॉनों को गति देती है। इस ताप ऊर्जा से जल गर्म किया जाता है जो भाप में बदलकर टरबाइन चलाता है। टरबाइन से जुड़े चुम्बकीय क्षेत्र में रखी संचालक तारों की कुंडली घुमती है। जब संचालक चुम्बकीय क्षेत्र में घूमता है तब विद्युत पैदा होती है। कोयला के बिजली घरों में ताप ऊर्जा कोयला ईंधन के जलने से मिलती है, परमाणु बिजली घरों में विखंडनीय तत्त्व ईंधन का काम करता है। 1 ग्राम पदार्थ से प्राप्त ऊर्जा से 2.5×10^{a} (a=7) यूनिट (किलोवाट घंटा) विद्युत प्राप्त होती है।

इस ऊर्जा से बिजली उत्पन्न की जा सकती है, विशालकाय जहाज तथा पनडुब्बियाँ चलाई जा सकती हैं। विखंडन ऊर्जा का प्रयोग नाभिकीय बम अथवा हाइड्रोजन बम बनाने के लिए किया जा सकता है। परमाणु के नाभिक के विखंडन द्वारा ऊर्जा का महान् स्रोत प्राप्त हुआ। इस अनुसंधान में अमेरिका के वैज्ञानिकों के अतिरिक्त योरोप से अमेरिका आए हुए अनेक वैज्ञानिकों का महत्त्वपूर्ण योगदान है, इनमें इटली के वैज्ञानिक, एनरीको फर्मी का नाम विशेष रूप से उल्लेखनीय है। प्रयोगों द्वारा उन्हें सिद्ध किया कि नाभिक ऊर्जा का प्रयोग रचनात्मक एवं विध्वंसकारी, दोनों प्रकार से किया जा सकता है।

ऊपर बताया गया है कि यूरेनियम के नाभिक में एक न्यूट्रॉन प्रवेश कराने से विखंडन होने पर 3 न्यूट्रॉन निकलते हैं। इन तीन से तीन यूरेनियम नाभिकों का विखंडन करके 9 न्यूट्रॉन हो जाते हैं और इस प्रकार अधिक-से-अधिक विखंडन क्रियाएँ होती हैं। यदि ये क्रियाएँ खुले स्थान पर हों तो सारी ऊर्जा चारों ओर फैल जाती है। अतः इस क्रिया को किसी पात्र के अंदर सीमित रखने से ही उसकी ऊर्जा का उपयोग किया जा सकता है। इस पात्र को रिएक्टर या परमाणु भट्ठी कहते हैं।

इन परमाणु भट्टियों के निर्माण में सुरक्षा प्रबंधों के प्रावधान एवं उनका कड़ाई से पालन करना अत्यंत आवश्यक है। ऐसा न करने पर थ्री माइल आइलैंड (अमेरिका) व चेर्नोबिल (रूस) रिएक्टरों जैसी दुर्घटनाएँ हो सकती हैं। इन दुर्घटनाओं से ताप व कम्पन द्वारा आस-पास की इमारतें ध्वस्त हुईं एवं विकिरणधर्मी पदार्थों के फैलने से मानव को क्षति का सामना करना पड़ा। नियमों के पालन न करने और भूकम्प जैसी प्राकृतिक घटनाओं से विस्फोट जैसी स्थिति पैदा हो सकती है। रिएक्टर परिचालन में यह सुनिश्चित करना आवश्यक है कि जन सुरक्षा के लिए विकिरणधर्मी पदार्थ पर्यावरण में न छोड़े जाएँ, कार्मिकों को मिलने वाली विकिरण मात्रा न्यूनतम संभव हो और किसी हालत में स्वीकृत सीमा से अधिक न हो। इसके अलावा रिएक्टर में उत्पन्न विकिरणधर्मी अपशिष्ट निपटान व्यवस्था भी सुरक्षित ढंग से हो और विस्फोटक स्थिति होने पर किसी भी हालत में ऊष्मा एवं विकिरणधर्मी पदार्थ चारदीवारी में रहें। विकिरण सुरक्षा के इसी दृष्टिकोण से रिएक्टर स्थापन के लिए स्थल चयन, उसकी अभिकल्पना (डिजाइन), निर्माण, अभिचालन (कमिशनिंग), प्रचालन (ऑपरेशन) एवं अनुरक्षण (मेन्टेनेन्स) किया जाता है साथ ही आपात्कालीन सुरक्षा व्यवस्था भी की जाती है।

स्थल चयन : इसमें प्राकृतिक बाधाओं जैसे भूकम्प, बाढ़, इत्यादि एवं मानव प्रेरित दुर्घटनाओं जैसे वायुयान का ध्वंस, विस्फोट आदि की संभावनाओं, स्थानीय जलवायु का अवलोकन एवं पर्याप्त मात्रा में जल स्रोत की उपस्थिति पर ध्यान दिया जाता है। इसके अलावा यह भी देखा जाता है कि यह स्थूल भूकम्पीय कटिबंध या उससे अधिक वाले क्षेत्र में नहीं है। भूगर्भीय अंश या विस्फोटक पदार्थों के भंडार से 5 किलोमीटर और बड़े हवाई अड्डे से 8 किलोमीटर से अधिक दूर पर स्थल है। हाँ यह भी सुनिश्चित किया जाता है कि स्थल से 5 कि.मी. दूरी तक 2000 से अधिक की, 10 कि.मी. तक 10000 से अधिक तक एवं 30 कि.मी तक के अंदर 100000 जनसंख्या नहीं है। साथ ही वन पशुओं की सुरक्षा का ध्यान रखा जाता है।

अभिकल्पना : अभिकल्पना करते समय ऐसे प्रावधान किए जाते हैं जिससे प्रचालन के समय ईंधन छड़ें सुरक्षित रहें और उच्च ताप व दाब पर ईंधन की छड़ों का आवरण फटे नहीं। सामान्य व असामान्य स्थिति में रिएक्टर सुरक्षित ढंग से बंद किया जा सके; विकिरणधर्मी पदार्थों को पर्यावरण में आने से रोका जा सके, गैस अवस्था में निष्कासित विकिरणधर्मी पदार्थ स्वीकृत सीमा में है। ऐसी व्यवस्था भी होनी चाहिए जिससे विस्फोटक जैसी अवस्था में भी प्रभाव जनमानस तक न पहुँचे। रिएक्टर भवन की दीवार के चारों ओर दूसरी दीवार स्थित की जाती है।

निर्माण : सुरक्षा की दृष्टि से परमाणु विद्युतघर में भवनों, संयंत्रों एवं समाधानों का निर्माण करते समय उपयोग में आने वाले अवयवों, घटकों, निर्माण पदार्थों का पूर्णरूपेण गुणवत्ता नियंत्रित किया जाता हैं इसके लिए उठाए गए कदमों में हैंक्रिया-प्रक्रिया के साथ गुणवत्ता के आश्वासन का प्रबंध, परियोजना (प्लानिंग) स्थल पर सामानों का निरीक्षण, एवं परीक्षण, भंडारण की समुचित व्यवस्था सुनिश्वित करना, संयंत्र निर्माण से संबंधित उपकरणों की जाँच पड़ताल, निर्माण विधियों एवं अन्तर्राष्ट्रीय मापदंड एवं निर्माण संबंधी दस्तावेज का सुसंगठित रख-रखाव सुनिश्चित करना।

अभिचालन : परमाणु विद्युतघर का अभिचालन करके सुनिश्चित किया जाता है कि प्रचालन सुरक्षित ढंग से किया जा सकेगा और विद्युत घर की सारी सुरक्षा प्रणालियाँ अभिकल्पना के अनुकूल कार्य करने में सक्षम हैं।

प्रचालन एवं अनुरक्षण : प्रचालन के दौरान सुरक्षा को सुनिश्चित करने के लिए रिएक्टर भवन के अंदर विकिरण क्षेत्र में विकिरण स्तर मापन एवं अवलोकन तथा पर्यावरण में उत्सर्जित विकिरणधर्मी पदार्थ पर पूरा नियंत्रण किया जाता है। साथ ही पैदा हुए विकिरणधर्मी तत्त्वों से युक्त अपशिष्ट का सुरक्षित भंडारण तथा उन्हें नष्ट करने की व्यवस्था भी की जाती है।

आपात्कालीन : आपात्कालीन व्यवस्था में यह सुनिश्चित किया जाता है कि आपात् स्थिति के समय संयंत्र भवन को कोई खतरा नहीं, प्रभावित क्षेत्र संयंत्र स्थल की सीमा के अंदर हो और स्थल के बाहर जनता प्रभावित न हो।

विश्व में विकिरण सुरक्षा के मापदंडों को निर्धारित करने वाली संस्था है अन्तर्राष्ट्रीय परमाणु ऊर्जा एजेन्सी (आई.ए.ई.ए.) इन मापदंडों का क्रियान्वयन सुनिश्चित करने के लिए हर देश में सरकारी परिषद/एजेंसी होती है। भारत में मापदंडों का क्रियान्वयन सुनिश्चित करने का कार्य परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद, अणुशक्तिनगर, मुंबई करती है। यह परिषद यह भी सुनिश्चित करती है कि विकिरणधर्मी पदार्थों का उपयोग भी मापदंडों के आधार पर होता है। न तो कोई परमाणु बिजलीघर इस परिषद् की अनुमति के बिना प्रचालित हो सकता है और न ही विकिरणधर्मी पदार्थों का उपयोग। परमाणु रिएक्टर में उत्पन्न विकिरणधर्मी पदार्थ से उत्सर्जित विकिरण के हानिकारक प्रभावों के कारण विकिरण सुरक्षा व्यवस्था की जाती है।

कोशिकाओं को नष्ट करने, भेदन क्षमता के होने, विकिरण की सूक्ष्मतम मात्रा के मापन की क्षमता होने के कारण इसका उपयोग चिकित्सा, उद्योग एवं कृषि में भी किया जाता है। यहाँ भी विकिरण सुरक्षा का ध्यान रखा जाता है। चिकित्सा में विकिरण ऊर्जा से कैंसर कोशिकाओं को नष्ट किया जाता है पर यह ध्यान रखा जाता है कि स्वस्थ कोशिकाओं को नुकसान न पहुँचे। शरीर की सतह पर हुए कैंसर, जैसे जीभ और गर्भाशय कैंसर, के लिए सीलबंद स्रोत को उस भाग के समीप रखा जाता है। इन यंत्रों की स्वीकृति परमाणु ऊर्जा नियामक परिषद से लेनी पड़ती है। रोग निदान के लिए द्रव रूप में विकिरणधर्मी पदार्थ से युक्त उपयुक्त पदार्थ को पिलाया जाता है और शरीर से बाहर आने वाले विकिरण का अवलोकन करके पता लगाया जाता है कि वह

पदार्थ शरीर में कहाँ है। इससे शरीर की क्रियाओं का निदान किया जाता है।

औद्योगिक जगत में बेल्डिंग किए स्थान का चित्रण करके बेल्डिंग की स्थिति का पता लगाया जा सकता है। कृषि जगत में विकिरण द्वारा बीजों में जीन परिवर्तन करके उन्नत फसल का उत्पादन, खाद में विकिरणधर्मी पदार्थ मिलाकर और पौधों में विकिरण की मात्रा का अवलोकन करके खाद ग्रहण करने की क्षमता का पता लगाया जाता है। खाद्य पदार्थों की विकिरणित करके उनमें प्रस्फुटन को रोककर लम्बे समय तक भंडारण किया जा सकता है।

भारत में परमाणु ऊर्जा का उपयोग विद्युत् उत्पादन एवं विकिरणधर्मी पदार्थों के लिए सुरक्षापूर्वक हो रहा है, पर अभी तक हमारे रिएक्टर यूरेनियम आधारित हैं इसके लिए हमें विदेशों पर निर्भर रहना पड़ता है। हमारे देश में थोरियम का प्रचुर भंडार है। थोरियम आधारित रिएक्टरों का निर्माण करके हम अपने देश भारत को आत्मनिर्भर बना सकते हैं।

आभार : लेख के तकनीकी परामर्श के लिए इस पत्रिका के मुख्य सम्पादक प्रो. राम चौधरी, व साहित्यिक परामर्श के लिए मेरी धर्मपत्नी डॉ. (श्रीमती) प्रेम भार्गव का हार्दिक आभार।