35

रेडियोएक्टिव अपशिष्ट एवं उनका निष्कासन (Disposal)

35.1 भूमिका

कुछ भारी परमाणुओं के नाभिक अस्थिर होते हैं। इनमें स्वतः परिवर्तन होते है जिनके अंतर्गत वे तेज गति करते कणों अथवा अधिक ऊर्जा वाले वैद्युत चुम्बकीय विकिरण को उत्सर्जित करते हैं। यह प्रक्रम रेडियोऐक्टिवता कहलाता है। ऐसा विकिरण आयनकारी विकिरण कहलाता है क्योंकि यह परमाणुओं के एक अथवा अधिक इलेक्ट्रॉनों पर प्रहार कर उनको हटा सकता है तथा उन्हें धन आविशष्ट आयनों में परिवर्तित करता है।

कोई भी आयनकारी विकिरण अपने प्रभाव से मानव शरीर की जीवित कोशिकाओं को नष्ट कर सकता है। नाभिकीय आयुधों के विकास और नाभिकीय ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए रिऐक्टरों की स्थापना के कारण उत्पन्न कृत्रिम रेडियोऐक्टिवता की खोज से मानव और पर्यावरण को रेडियोऐक्टिव प्रदूषण का संकट बढ़ गया है।

इस पाठ में हम प्राकृतिक एवं मानव निर्मित स्रोतों के कारण उत्पन्न नाभिकीय विकिरणों से मानव और पर्यावरण को होने वाले संभावित संकट तथा नाभिकीय अपशिष्ट पदार्थों के सुरक्षित प्रबंधन की विधियों पर विचार करेंगें।

35.2 उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के बाद आप :

- विभिन्न रेडियोऐक्टिव स्रोतों को सूचीबद्ध कर सकेंगे,
- नाभिकीय अपशिष्ट और नाभिकीय दुर्घटनाओं से उत्पन्न रेडियोऐक्टिव उत्पादों के निकलने का लेखा रख सकेंगे,
- मानव शरीर पर विकिरण के दुष्परिणाम बता पाएंगे

- रेडियोऐक्टिव प्रदूषण निरोधक उपायो को सूचीबद्ध कर सकेंगे और
- विकिरण प्रभावन से सुरक्षा के संबंध में किए जाने वाले उपायों के विभिन्न नियमनों को सूचीबद्ध कर सकेंगे।

35.3. आयनकारी विकिरण और रेडियोऐक्टिव अपक्षय

आयनकारी विविक्त विकिरण दो प्रकार के होते हैं : अल्फा (α) कण (धन आवेशित पदार्थ जिसमें दो प्रोट्रॉन और दो न्यूट्रॉन होते है) और बीटा (β) कण (ऋण आवेशित इलेक्ट्रॉन)। रेडियोऐक्टिव पदार्थ से निकलने वाला सबसे सामान्य आयनकारी वैद्युत चुम्बकीय विकिरण उच्च-उर्जा γ-किरणें (गामा) हैं। ये किरणें X-किरणों से भी अधिक प्रवेशी होती है।

रेडियोऐक्टिव नाभिक स्वत: उच्च उर्जा वैद्युतचुम्बकीय विकरणों (γ-किरणें अथवा अवपरमाणुक कण (α अथवा β कण) अथवा दोनों को ही उत्सर्जित करते हैं और शनै: शने: दूसरे रेडियोऐक्टिव न्यूक्लाइड अथवा साधारण तत्व में परिबर्तित हो जाते हैं।

35.4 रेडियोऐक्टिव प्रदूषण के विभिन्न स्रोत

प्राकृतिक रूप से पर्यावरण में परमाणुक खनिजों के अपक्षय से रेडियोऐक्टिव तत्व बनते हैं। जीवित जीव निरंन्तर विविध विकिरण स्रोतों के प्रभाव में आते हैं। ये स्रोत निम्न रूप से वर्गीकृत किए गए है:

X विकिरण के प्राकृतिक स्रोत एवं विकिरण के मानवोद्‌भवी स्रोत।

35.4.1. विकिरण के प्राकृतिक स्रोत

(i) **परमाणुक खनिजों का अपक्षय :** यूरेनियम के खदान के समय रेडॉन गैस निरंतर वायु में मोचित होती है। रेडॉन-222 ($t_{1/2}$ =3.82 दिन) का जनक रेडियम-226 है जिसकी अर्ध-आयु 1602 वर्ष है और व्यापक रूप से यूरेनियम के समस्थानिकों के साग्नि शैलों, अवसादों और मृदाओं में वितरित पाया जाता है। अत: इन स्रोतों से निकलने वाले आयनकारी विकिरण से बचना असंभव है जिसे कि प्राकृतिक अथवा पृष्ठभूमिक विकिरण भी कह लाता है।

(ii) अन्य स्रोतों में कॉस्मिक किरणे आती है जो वाह्य अंतरिक्ष से आने वाले उच्च उर्जा आयनकारी वैद्युत चुम्बकीय विकरण हैं।

(iii) प्राकृतिक रूप से मिलने वाले समस्थानिक जैसे कि रेडॉन-222 मृदा, इंटा ओर कंक्रीट फर्श में पाये जाते हैं। स्थलमण्डल में मिलने वाले रेडियोऐक्टिव तत्वों में यूरेनियम, थोरियम, रेडियम, पोटेशियम समस्थानिक (K-40) और कार्बन समस्थानिक (C-40) आते हैं।

पेटेशियम -40 पोटोशियम रखने वाली सभी मृदा प्रणालियों में रेडियोऐक्टिवता देता है। इस प्रकार की मृदाओं में उगायी जाने वाली फसलों में कार्बन-14 और पोटेशियम-40 जैसे रेडियोऐक्टिव तत्व मिलते है। जल तब रेडियोऐक्टिव खनिज रखने वाली मृदाओं में न्यूक्लाइडों से संदूषित हो जाता है। हम प्राकृतिक विकिरणों से भरे पर्यावरण में रह रहे हैं लेकिन वे बिरले ही हानिकारक होते हैं क्योंकि उनके विकिरण का स्तर प्राय: बहुत निम्न होता है।

35.4.2. विकिरण के मानवोद्‌भवी स्रोत

विभिन्न मानव गतिविधियों के परिणाम स्वरूप हमें आयनकारी विकिरण का सामना करना पड़ता है।

(i) **नैदानिक चिकित्सा परीक्षण :** इस प्रकार के अधिकतर विकिरण से मरीजों को सामना दंत और X-किरणों, तथा अन्य परीक्षणों जिनमें रेडियोऐक्टिव समस्थानिकों का अंतर्ग्रहण विकिरण चिकित्सा के अंतर्गत मरीजो द्वारा किया जाता है के कारण होता है।

(ii) **नाभिकीय परीक्षण :** वायुमण्डल में किए जाने वाले नाभिकीय विस्फोट परीक्षण विशेषकर विकिरण-प्रदूषण का प्रमुख कारण है और विश्वभर में बढ़ते पृष्ठभूमिक स्तर के लिए उत्तरदायी हैं। वायुमण्डलीय नाभिकीय विस्फोट परीक्षणों के दौरान वायुमण्डल में कई लम्बी अवधि के रेडियो न्यूक्लिआइड छोड़े होते हैं। यह रेडियोऐक्टिव धूल (जो कि रेडियोऐक्टिव फॉल आऊट भी कहलाती है) पृथ्वी के धरातल से ऊपर 6 से 7 कि.मी. की ऊँचाई पर वायु में निलंबित हो जताती है और परीक्षण स्थल से वायु द्वारा लम्बी दूरी तक विस्तारित कर दी जाती है। ये रेडियोन्यूक्लिआर वर्षा के कारण नीचे आ जाते हैं और मृदा तथा जल में मिल जाते हैं। यहाँ से वे सरलता से खाद्य शृंखला में प्रवेश कर जाते हैं और अंत में मानव शरीर में एकत्रित होकर गम्भीर स्वास्थ्य संकट उत्पन्न करते हैं नाभिकीय परीक्षणों के दौरान निकलने वाले कुछ रेडियो ऐक्टिव समस्थानिक मानव शरीर को प्रभावित करते हैं।

भार ने अपनी नाभिकीय युक्ति (12 किलोटन ट्राइनाइट्रो टोल्यूइन (टी एन टी) के मुल्य) को पाकिस्तान के निकट थार के रेगिस्तान में भूमिगत सुरंग में 107 मीटर की गहरीई पर विस्फोट किया। आसपास के क्षेत्र में रेडियोऐक्टिवता नहीं देखो गयी। अभी फिर मई, 1998 में भारत ने नाभिकीय विस्फोट किया जिसमें कोई रेडियोएक्टिवता का रिसाव नहीं हुआ।

(iii) **नाभिकीय रिएक्टर :** नाभिकीय रिऐक्टर और नाभिकीय सुविधाएँ जब सामान्य रूप से कार्य कर रहे होते है तब भी विकिरणो का रिसाव होता है। अक्सर यह आशंका रहती है कि उत्तम डिजायन, उचित देखभाल और तकनीकियों की उपस्थिति के बाद भी कुछ रेडियोऐक्टिवता नित्यचर्या के रूप से वायु और जल में छोड़े जाते हैं।

नाभिकीय रिऐक्टर, वह साधन है जहाँ से नियंत्रित दशाओं में नाभिकीय ऊर्जा का निरन्तर मोचन होता है। नाभिकीय रिऐक्टर का उपयोग बिजली पैदा करने के लिए किया जाता है।

हालांकि विकिरण रिसाव के संकटो की वास्तविक संभावना आकस्मिक दुर्घटनाओं के कारण रहती है जिसका परिणाम भारी मात्राओं में आयनकारी विकिरण के उत्सर्जित होने के कारण हो सकता है। इस प्रकार की आकस्मिक दुर्घटनायें 1986 में यू.एस.एस.आर. के 'चर्नोबिल नाभिकीय पावर प्लांट' और 1978 में यू.एस.ए. के 'थ्री माइल आइलैण्ड पावर प्लांट' में हुई।

35.5 नाभिकीय अपशिष्टों से नाभिकीय विकिरण का मोचन

35.5.1 यूरेनियम अयस्क की खुदाई

प्राकृतिक रूप से मिलने वाला यूरेनियम का धीरे-धीरे अन्य उत्पादों में अपक्षय होता है ओर वे भी रेडियोऐक्टिव होती हैं। अतः यूरेनियम की खुदाई और मिलिंग (निर्माणीयन) प्रक्रम के बाद शेष बचा विशाल अपशिष्ट पदार्थ भी आयनकारी विकिरणों का स्रोत होता है। यह अपशिष्ट द्रव्य अथवा पाऊडर के रूप में मिलता है और 'मलवा' अथवा 'पछोड़ने' कहलाता है। यह पछोड़ने कई हजार सौ वर्षों तक रेडियोएक्टिव रेडॉन-222 गैस उत्सर्जित करता है तथा स्थानीय भूजल को रिसाव द्वारा प्रदूषित कर सकता है। ठोस पछोड़न वर्षाजल में घुलकर भूजल में भी मिल सकता है। यदि पछोड़न का उपयोग भूमि भराव के लिए किया जाए जिस पर बिल्डिंग का निर्माण होता है तो इससे विकिरण की समस्यायें हो सकती है। विकिरण यूरेनियम-238 के अवक्षय होने से रेडॉन गैस निकलने के कारण उत्पन्न हो सकता है। रेडॉन शैलो और मृदाओं द्वारा वायुमण्ड में विसरित हो सकती है। वायुमण्डल में रेडॉन पहुंचने पर यह श्वास द्वारा अन्दर पहुंच सकती है। लेड में रूपान्तरण बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि कि ठोस रेडियोऐक्टिव कण फेफड़ों में फंस जाते हैं और वास्तव में हानिकारक होते हैं।

35.5.2 नाभिकीय अपशिष्ट

जब यूरेनियम-235 नाभिक नाभिकीय रिऐक्टर में विभक्त होते हैं तो वे विखंडन उत्पादों में टूटते है जो गहन रूप से रेडियोएक्टिव भी होते है। यह इस प्रकार होता है:

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\,^{1}_{0}n + \text{ऊर्जा}$$

एक यूरेनियम परमाणु दो रेडियोऐक्टिव उत्पादों में विभक्त होता है जिससे पृथ्वी पर रेडियोऐक्टिव परमाणुओं की संख्या दुगनी हो जाती है। इसके अतिरिक्त यूरेनियम-235 की अर्ध आयु 700 मिलियन वर्षों से अधिक होती है और इसके कुछ विखंडन उत्पादों की अर्ध-आयु छोटी होती है। वे यूरेनियम से अधिक शीघ्रता से विघटित होते हैं और विकिरण के उच्च स्तरों का उत्सर्जन करते हैं।

ऐसी कोई विधि नहीं है जिसके द्वारा हम इन उत्पादों के अपक्षय को बढ़ा अथवा घटा सके। नाभिकीय रिऐक्टर के अपशिष्ट हजारों-हजारों वर्षों तक हानिकारक विकिरणों को उत्सर्जित करते हैं। क्योंकि इन रेडियो न्यूक्लिआइडों को नष्ट करना संभव नहीं है अतः पृथ्वी पर इनको ऐसे स्थान पर संग्रहित रखा जाना चाहिए जहाँ ये मानवों को कम से कम क्षति पहुँचाऐं।

प्लूटोनियम-239 नाभिकीय अपशिष्ट समस्या का दूसरा उदाहरण है। प्लूटोनियम-239 समस्थानिक यूरेनियम विखंडन के दौरान उप-उत्पाद के रूप में उत्पन्न होता है। यह एक अल्फा कण उत्सर्जक है ओर इसकी अर्ध आयु 24000 वर्षों की होती है। लगभग 1000 अथवा उससे भी अधिक वर्षों के बाद नाभिकीय रिऐक्टरों की ईंधन शालाओं से होने वाली मुख्य रेडियोऐक्टिवता प्लूटोनियम तथा उस जैसे भारी तत्वों से होगी क्योंकि इस समय तक विखंडन से बनने वाले अपेक्षाकृत छोटी अर्ध आयु के अन्य न्यूक्लिआइडों का बड़े पैमाने पर अपक्षय हो चुका होगा। प्लूटोनियम अब ज्ञात विषों में सबसे अधिक मारक विष है। यह प्राकृतिक रूप में पृथ्वी पर नहीं मिलता है। यह तत्व या तो नाभिकीय रिऐक्टरों अथवा नाभिकीय हथियार प्रोग्राम में उत्पन्न होता है। आज उत्पन्न होने वाले प्लूटोनियम का ध्यान हजारों वर्षों तक हमारी भावी पीढ़ीयों के लिए रखना होगा। रेडियोऐक्टिव अपशिष्टों से निबटने का सामान्य उपगमन रेडियाऐक्टिवता को जहाँ तक संभव हो सके सान्द्रित रोका जाए। केवल निम्न स्तर की रेडियोऐक्टिवता रखने वाले बहिःस्राव को ही पर्यावरण में विसर्जन किया जाए।

35.4.3 नाभिकीय दुर्घटनाएं

रिऐक्टरों में नाभिकीय विखंडन कुछ ईंधन को रेडियोऐक्टिव खंडो मं परिवर्तित करता है। ये अभिक्रियाऐं काफी उष्मा पैदा करती है अतः रिऐक्टर के क्रोड की ईंधन शलाकाओं को जल प्रवाह द्वारा ठंडा करना पड़ता है जिससे कि ईंधन शलाकाऐं पिघल न जाऐं। यदि यह पिघलना आक्समिक तौर पर हो जाए तो भारी मात्रा में अत्यधिक हानिकारक रेडियोऐक्टिव पदार्थ पर्यावरण में छोड़ दिया जाएगा। इस प्रकार की गम्भीर दुर्घटनाओं से बचने के लिए नाभिकीय रिऐक्टरों के लिए कई प्रकार के सुरक्षा प्रबंध किए जाते हैं जिससे कि रिऐक्टकर का फटना असंभव सा होता है।

हालांकि क्रोड का पिछलना असंभव सा है लेकिन कभी संभव भी हो सकता है। उदाहरण के लिए कुछ पदार्थ त्रुटि के कारण शीतलक की हानि रिऐक्टर के क्रोड को अतितापित कर देगी और अंततः ईंधन शलाकाऐं पिघल जाऐंगीं। दूसरी संभावना है रिऐक्टर की वाहिकाओं के अन्दर किसी गैस अथवा वाष्प की वृद्धि शीर्ष को उड़ा सकती है और रेडियोऐक्टिव पदार्थ के विशाल बादल वायुमण्डल में फैल जाऐंगे जिसका परिणाम हजारों लोगों की मृत्यु और क्षति होगा।

नाभिकीय पावर उद्योग के इतिहास में मिडिलटाऊन (यू.एस.ए.) के 'थ्री माइल आइलैण्ड' में 1979 में और 'चर्नोबिल नाभिकीय पावर' सयंत्र (यू.एस.एस.आर.) में 1986 में हुयी दुर्घटनाऐं महाविनाशक थीं। दोनों ही प्रकरणों में दुर्घटनाओं और त्रुटियों की शृंखला के कारण नाभिकीय क्रोड की अतितापन हुआ। थ्री माइल आइलैण्ड के नाभिकीय रिऐक्टर से हुए रिसाव के बारे में कहा जाता है कि वह बहुत कम था और कार्यकर्ताओं अथवा

लोगों को तुरन्त हानि नहीं पहुंची। लेकिन चर्नोबिल में हुआ रिसाव बहुत अधिक था तथा कुछ कार्यकत्ताओं की मृत्यु हो गयी और विकिरण सारे यूरोप के विशाल क्षेत्रों में फैल गया। शहर को खाली करा के लोगों को सुरक्षित जगहों पर ले जाना पड़ा तथा संयंत्र को बन्द कर दिया गया। नाभिकी वैज्ञानिकों का सोचना है कि इस प्रकार की घटनाओं से बचा जा सकता है यदि रिऐक्टर की डिजायन में सुधार किया जाए और अच्छा प्रचालक प्रशिक्षण दिया जाए है।

पाठगत प्रश्न 35.1

1. क्या होता है जब एक न्यूट्रॉन यूरेनियम-235 पर प्रहार करता है?

   ....

2. किसी नाभिकीय रिऐक्टर का बम्ब की भांति उड़ना क्यों असंभव है? विवेचना कीजिए।

   ....

3. नाभिकीय रिऐक्टर से मानव और पर्यावरण को संभावित संकट क्या है?

   ....

4. प्रकृति में रेडियोक्टिवता के दो स्रोतो के नाम बताओ।

   ....

5. तीन मानव निर्मित अथवा मानवोद्‌भवी स्रोतों के नाम बताये, जो रेडियोऐक्टिवता मोचित करते हैं।

   ....

6. रेडियोऐक्टिव फॉल आऊट क्या हैं?

   ....

35.5 मानव शरीर पर आयनकारी विकिरण के जैविक प्रभाव

आयनकारी विकिरण निम्नलिखित प्रभाव उत्पन्न करते पाये गए हैं : जन्मजात विकृतियां, उत्परिवर्तन, अर्बुद (पराबैंगनी किरणों त्वचा में अर्बुद पैदा करती हैं)।

पिछले कुछ दशकों में आयनकारी विकिरण से प्रभावित होने वाले लोगों की संख्या बहुत अधिक बढ़ी है। वे लोग जो यूरेनियम अयस्क की खुदाई मे लगे हैं, मरीज जिन्हें γ-विकिरणों से उपचारित किया गया है तथा तकनीकी लोग जो X-किरणों तथा अन्य रेडियोस्कोपी समस्थानिकों का उपयेाग करते हैं विशेषकर प्रभावित हुए हैं। मानव शरीर पर विकिरण के संकटों का ज्ञान होने से पहले रेडियोऐक्टिव पदार्थों से संबंध रखने वाले लोग असावधान थे और उन्हें अनेक प्रकार के कैन्सर से पीड़ित होना पड़ा। आरम्भिक कार्यकर्ता जिन्होंने 1920 के दौरान स्फुरदीप्ति रेडियम पेन्ट युक्त डायलों वाली घड़ियों का उपयोग किया था हड्डी के अबुर्दों से पीडित हुए।

35.6.1 विकिरण क्षति के प्रकार

किसी भी प्रकार के आयनकारी विकिरण (α और β कण, γ-किरणें और X-किरणें) का प्रभाव हानिकारक और घातक सिद्ध हो सकता है। रेडियोऐक्टिव प्रदूषण, वायु, जल और मृदा के प्रदूषण से भिन्न होता है तथा व्यक्ति के स्वास्थ्य (अ-आनुंवशिक) को ही केवल प्रभावित नहीं करता बल्कि भावी पीढ़ियों में शारीरिक परिवर्तन (आनुवंशिक प्रभाव) भी लाता है। दो प्रकार के शारीरिक क्षतिसंबंधी प्रभाव हो सकते हैं: (i) आनुवंशिक

और (ii) अ-आनुवंशिक क्षति। आनुवंशिक क्षति में जीनों और गुणसूत्रों के प्रभाव में फेर बदल हो जाता है। इसका प्रभाव भावी पीढ़ियों (बच्चों और पौत्र पौत्री) में विकृतियों के रूप में दृष्टिगत हो सकता है। आनुवंशिक पदार्थ अर्थात आनुवंशिक सूचना रखने डी.एन.ए. (वाले डी ऑक्सीराइबो न्यूक्लिक अम्ल) अणु में परिवर्तन अथवा टूटने को उत्परिवर्तन कहते हैं।

अ-अनुवांशिक प्रभावों में हानि तुरन्त जन्म विकृतियों, दाह, ल्यूकेमिया के कुछ प्रकार, गर्भपात, अर्बुद तथा एक या अधिक अंगो का कैन्सर के रूप में दिखाई देता है।

35.6.2 हानि का विस्तार

हानि के विस्तार अनेक कारकों पर निर्भर करता है :

(i) प्रभावना का समय

(ii) विकिरण की तीव्रता

(iii) आयनकारी विकिरण (इसकी प्रवेशी शक्ति) का प्रकार

(iv) क्या विकिरण मानव शरीर के बाहर अथवा भीतर से निर्गमित हो रहे हैं।

रेडियोएक्टिव प्रदूषण अन्य प्रकार के प्रदूषणों (वायु, जल, मृदा) से काफी भिन्न है। इससे न केवल मानव स्वास्थ्य (अ-आनुवांशिक) प्रभावित होता है बल्कि भावी पीढ़ियों में आनुवंशिक प्रभाव भी देखे जाते हैं। विभिन्न प्रकार के विकिरणों का मनुष्य के शरीर पर प्रभाव तालिका 35.1 में दिखाया गया है। ये विकिरण मनुष्य के शरीर में प्राकृतिक तथा मानव-निर्मित स्त्रोंतों से पहुंचते हैं।

तालिका 35.1 शरीर पर विभिन्न विकिरणों का प्रभाव

विकिरण का प्रकार	शरीर पर प्रभाव
α-कण	प्राय: त्वचा में प्रवेश नहीं कर पाते। यदि उनका स्रोत शरीर के अन्दर है तो वे हड्डियों अथवा फेफड़ों को हानि पहुंचा सकते हैं।
β- कण	त्वचा में प्रवेश कर सकते है लेकिन ऊतकों को हानि नहीं पहुंचाते हैं। ये त्वचा और आंखों (मोतियाबिंद) को क्षति पहुंचा सकते हैं।
γ-विकिरण	सरलता से शरीर को भेद कर उससे निकल सकते हैं। ये कोशिका संरचना को क्षति पहुंचा सकते हैं
X-किरण	काफी दूरी तक जा सकती है और हड्डियों को छोड़कर शरीर के ऊतकों से गुजर सकती है। ये कोशिकाओं को हानि पहुंचा सकती हैं।

अल्फा (α) और बीटा (β) कण बाहर से उच्च स्तर के प्रभावन द्वारा त्वचा को दाह (जलाना) उत्पन्न कर सकते है लेकिन वे त्वचा में प्रवेश कर आन्तरिक क्षति नहीं पहुंचा सकते हैं। यदि कोई अल्फा अथवा बीटा कण उत्सर्जन करने वाला रेडियोऐक्टिव समस्थानिक शरीर में श्वास के [illegible] द्वारा [illegible] प्रवेश कर जाए तो आस-पास के ऊतकों को भारी क्षति पहुंचा सकता है। वे कोशिकाओं की [illegible] को प्रभावित कर अबुर्द बनाने को प्रेरित कर सकते हैं। समान ऊर्जा वाले अल्फा कणों की अपेक्षा बीटा कणों से शरीर के अन्दर क्षति कम होती है। गामा (γ) किरणें और उच्च ऊर्जा वाले न्यूट्रॉन बहुत अधिक प्रवेशी होते है और शरीर में सरलता से गुजर जाते है। ये शरीर को बाहर और भीतर दोनों से ही कोशिकीय क्षति पहुंचा सकते हैं।

35.6.3 मात्रा और प्रभावन समय का प्रभाव

आयन कारी विकिरण की छोटी मात्रायें लम्बे समय की अवधि में एक बार में ही देने की तुलना में मानव स्वास्थ को कम क्षति पहुंचाती हैं। इसका कारण है कि मानव शरीर में कुछ समय में छोटी प्रतिपूति करने का गुण होता है। छोटी अवधि में भारी मात्रा का प्रभाव अधिक क्षतिकारी हो सकता है अथवा मृत्यु कारी हो सकता है। तेजी से वृद्धि करते भ्रूण बहुत संवेदनशील होते हैं, अत: गर्भवती महिलाओं को जहाँ तक हो सके रेडियोऐक्टिवता और X-किरणों के प्रभावन से बचना चाहिए। हालांकि X-किरणों के चिकित्सकीय उपयोग में विकिरण की निम्न मात्राओं का प्रयोग किया जाता है लेकिन ऐसा लगातार किया जाए तो उसका परिणाम आयनकारी विकिरण की मात्रा में महत्वपूर्ण वृद्धि होता है जिससे निश्चित संकट पैदा हो सकता है। कैन्सर के उपचार के लिए रेडियो-समस्थानिकों और गामा किरण विकिरण के प्रयोग से रेडियोऐक्टिवता की काफी अधिक मात्रायें बढ़ सकती है।

कॉस्मिक विकिरण की मात्रा इस बात पर निर्भर करती है कि व्यक्ति किस ऊँचाई पर रहता है। उदाहरण के लिए 2000 मीटर की ऊँचाई बाहय अंतरिक्ष से आने वाली कॉस्मिक किरणों से होने वाले विकिरण की मात्रा को दुगना कर देती है। विकिरण का प्रभाव तुरन्त अथवा देर से हो सकता है।

पाठगत प्रश्न 35.2

1. आयनकारी विकिरण के प्रभावन से होने वाली मानव क्षति के प्रकारों की रूप रेखा बताइये।

   ....

2. वे दो कौन सी दुर्घटनाएं थीं जिनमें रेडियोएक्टिव रिसाव हुआ था?

   ....

35.7 नाभिकीय विकिरण से बचने के निरोधक उपाय

प्राकृतिक और कृत्रिम विकिरणों के प्रभावों को कम करने के लिए निम्नलिखित निरोधक उपाय अपनाये जा सकते है :

(i) वायुमण्डल में परमाणुक विस्फोट नहीं किए जाने चाहिए।

(ii) नाभिकीय रिऐक्टरों में संवृत चक्र शीतलक प्रणाली लगायी जानी चाहिए जिससे शीतलक से विकिरण का रिसाव नहीं होगा।

(iii) नाभिकीय रिऐक्टरों अथवा नाभिकीय आयुध प्रोग्राम उत्पन्न रेडियोऐक्टिव अपशिष्टों को इस प्रकार निपटारा करना चाहिए कि उनसे कम से कम हानि पहुँचे। पहली अवस्था में उपशिष्टों को ऐसी जगह पर अस्थाई तौर पर संग्रहित करना चाहिए जहाँ आरम्भिक, बहुत तीव्र, रेडियोऐक्टिवता प्राकृतिक अपक्षय द्वारा खत्म हो जाए। नाभिकीय अपशिष्टों को दुहरी-भित्ति वाले टैंको में बन्द कर देना चाहिए जिससे कि कोई रिसाव न हो। दूसरी अवस्था में रिऐक्टरों में विखंडन के दौरान उत्पन्न कुछ उपयोगी समस्थानिको का पुन: संसाधनकारी संयंत्रों में पुन:चक्रण किया जा सकता है। अंत में अपशिष्टों के चिरस्थायी संग्रहण के लिए भू वैज्ञानिक स्थायी तौर पर भूमिगत गहरी खाइयों का निमार्ण किया जाना चाहिए। ऐसा सुझाव है कि इन अपशिष्टों को तब तक संग्रहित रखना चाहिए जब तक कि रेडियोऐक्टिवता का स्तर प्राकृतिक यूरेनियम खान के बराबर न हो जाए।

(iv) समस्थानिकों का उत्पादन और उपयोग कम से कम तथा बहुत आवश्यक उपयोग के लिए ही होना चाहिए। निर्माण के बाद समस्थानिकों को किसी भी प्रकार से नष्ट नही किया जा सकता हैं केवल

(v) नाभिकीय प्रतिष्ठानों की संख्या कम की जानी चाहिए जिससे कि रेडियो प्रदूषिकों का उत्सर्जन सीमित किया जा सके।

(vi) विखंडन प्रक्रिया सीमित की जानी चाहिए।

(vii) नाभिकीय खानों में गीली खुदाई होनी चाहिए और पछोड़न को उचित रूप से सील करना चाहिए जिससे विकिरण रिसाव से पूर्ण सुरक्षा रहे।.

(viii) रेडियो न्यूक्लिआइडो से संदूषित औद्योगिक अपशिष्टों का निपटारा सावधानी से विशेष रूप से बनाये हैं को में रखकर करना चाहिए

(ix) उन कार्यस्थलों पर जहाँ रेडियोऐक्टिव उत्सर्जन संभव है वहाँ ऊँची चिमनियां और अच्छी संवातन प्रणाली होनी चाहिए।

(x) उन क्षेत्रों में जहाँ भूमिगत रेडॉन रिसाव का संकट है रेडॉन के सांद्रणों की निगरानी होनी चाहिए और इमारतों तथा घरों में सुरक्षा उपाय करने चाहिए।

35.8 सुरक्षा उपायों के संबंध में नियमन

परमाणु ऊर्जा संबंधी सभी गतिविधियों की प्रधान ऐजेन्सी डिपार्टमेंट ऑफ ऐटामिक एनर्जी (DAE) है जिसकी स्थापना 1954 में हुई थी। नाभिकीय अधिष्ठानों को लगाने के स्थलों का चयन, सुरक्षा का ध्यान रखकर किया जाता है। कई भौतिक बाधाओं को डिजायन किया जाता है जिससे कि रिऐक्टर से निकलने वाले विकिरण इन्हें तोड़ कर बाहर न आ सकता है। कार्यकर्त्ताओं द्वारा प्राप्त की जाने वाली विकिरण मात्राओं की निगरानी प्रत्येक महीने की जाती है। एनर्जी रेगुलेटरी बोर्ड ने कार्यकर्त्ताओं के लिए 30 मिलीसीवर्ट (mSv) मात्रा निश्चित की है। यह इन्टरनेशल कमीशन आन रेडियोलॉजिकल प्रोटेक्शन (ICRD) की सहमति से सुनिश्चित की गयी है

एटॉमिक एनर्जी रेगुलेटरी बोर्ड, एटॉमिक एनर्जी कमीशन की स्वायत्त इकाई है जो एटॉमिक एनर्जी एक्ट 1962 के तहत डिपार्टमेन्ट ऑफ एटॉमिक एनर्जी के सभी प्रतिष्ठानों में सभी नियमनकारी और सुरक्षा कार्यों को देखती है। यह सभी नाभिकीय प्रतिष्ठनों में स्थान चयन, डिजायन, निर्माण और चालू करना, प्रचालन आदि के संबंध में निर्णय लेने के लिए समर्थ है।

पाठगत प्रश्न 35.3

1. नाभिकीय रिऐक्टरों में ईंधन के रूप में उपयोग करने के लिए यूरेनियम-235 की क्या सांद्रता होनी चाहिए?

   ....

2. कारण बतायें कि रेडॉन-222 की अनुजात रेडॉन की अपेक्षा स्वास्थ्य के लिए अधिक हानिकारक क्यों होती है?

   ....

3. पछोडनों के कारण उत्पन्न विकिरण से हम अपने को कैसे सुरक्षित रख सकते हैं?

   ....

35.9 आपने क्या सीखा

- नाभिकीय विकिरण का वायुमण्डल में (i) प्राकृतिक और (ii) मानवोद्भवी स्त्रोतों द्वारा उत्सर्जन होता है।

- प्राकृतिक स्त्रोतों से उत्पन्न विकिरण यूरेनियम और अन्न रेडियोऐक्टिव तत्वों से आते हैं जो विघटन के बाद अन्य रेडियोऐक्टिव समस्थानिको को जन्म देते हैं। रेडॉन-222 गैस ऐसा प्रबल स्त्रोत है।
- मानव निर्मित विकिरण स्त्रोतों में, (i) नैदानिक चिकित्सकीय परीक्षण जिनमें रेडियो समस्थानिकों का प्रयोग होता हैं, (ii) वायुमण्डल में किए जाने वाले नाभिकीय परीक्षण, (iii) अनुसंधान और पावर के लिए नाभिकीय रिऐक्टर सम्मलित है।
- वायुमण्डल में विकिरण विभिन्न तरीकों से मोचित होते हैं: यूरेनियम की खानों से उत्पन्न रेडियोऐक्टिव अपशिष्ट जो 'पछोडन' (टेलिंग्स), (i) नाभिकीय रिऐक्टरों द्वारा पीछे छोड़े गए नाभिकीय अपशिष्ट, (ii) नाभिकीय प्रक्रियों के उत्पाद जैसे प्लूऔनियम-239 (iii) नाभिकीय दुर्घटनाऐं।
- आयनकारी विकिरणों के प्रभावन से हल्के से गम्भीर प्रभाव मानव स्वास्थ्य पर हो सकते हैं और कभी-कभी मृत्यु भी हो सकती है।
- विकिरण रिसाव को कम से कम करने के लिए अनेक कदम सुझाये गए हैं।

35.10 पाठान्त प्रश्न

1. किस प्रकार के विकिरण आयनकारी विकिरण कहलाते हैं?

   ....

2. किस प्रकार के विकिरण मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होते हैं?

   ....

3. 'पृष्ठभूमिक विकिरण' की परिभाषा दीजिए।

   ....

4. मानवोद्भवी विकिरणों के क्या स्त्रोत हैं?

   ....

5. नाभिकीय अपशिष्टों से उत्पन्न विकिरण के विभिन्न स्त्रोत कौन से हैं?

   ....

6. आयनकारी विकिरण के मानव स्वास्थ्य पर क्या प्रभाव होते हैं?

   ....

अपने उत्तरों की जाँच कीजिए

पाठगत प्रश्न 35.1

1. यूरेनियम-235 दो विखंडन उत्पादों, दो अथवा तीन न्यूट्रॉनो और बहुत सी ऊर्जा में विभक्त होता है। विभक्त हुए उत्पाद भी रेडियोऐक्टिव होते हैं। यह अभिक्रिया नाभिकीय विखंडन आभिक्रिया कहलाती है। यह रेडियोऐक्टिव विखंडन उत्पादों में विभक्त होता है।

   $$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3\ ^{1}_{0}n + \text{ ऊर्जा}$$

2. रिऐक्टर में प्रयोग किए जाने वाले नाभिकीय ईंधन में विखंडनकारी U-235 (केवल 3%) की निम्न सांद्रता होती है। स्वत: चलने वाली विखंडन आभिक्रिया के लिए क्रांतिक संहति उपलब्ध न होने के कारण विखंडनकारी नाभिकों पर नाभिकों द्वारा प्रहार की संभावना कम होती है। अभिक्रिया धीमी गति से चलती रहती है।

3. रिऐक्टरों से होने वाले पर्यावरण संबंधी संकट में सम्मलित है :

   (i) गम्भीर दुर्घटना की संभावना जिससे वायुमण्डल में रेडियोऐक्टिवता मोचित होती है।

   (ii) सामान्य कार्य दशाओं के दौरान भी छोटी मात्रा में विकिरण रिसाव की संभावना।

   (iii) रेडियोऐक्टिव अपशिष्ट के निबटान की महत्वपूर्ण समस्या।

4. खनिजों का अपक्षय / वाह्य अंतरिक्ष से आने वाली कॉस्मिक किरणे / प्रकृति में मिलने वाले रेडियोऐक्टिव तत्व। (कोई दो)

5. नाभिकीय अपशिष्ट, नाभिकीय अभिक्रिया, नाभिकीय दुर्घटनाऐं।

6. नाभिकीय दुर्घटनाओं के समय वायुमण्डल में मोचित रेडियोन्यूक्लिआइड।

पाठगत प्रश्न 35.2

1. भाग 35.6 देखिए

2. भाग 35.5.3 देखिए

पाठगत प्रश्न 35.3

1. विखंडनकारी यूरेनियम-235 की सांद्रता रिऐक्टर के ईंधन में 3% और अ-विखंडनकारी यूरेनियम-235 में 97% होती है। बम्ब श्रेणी के पदार्थ में U-235 की सांद्रता 85% आपेक्षित होती है।

2. रेडॉन-222 गैस जब शरीर में श्वास द्वारा चली जाती है तो शीघ्रता से विघटित होकर ठोस रेडियोऐक्टिव लेउ-210 में परिवर्तित हो जाती है जिसकी 223 वर्षों की लम्बी अर्ध-आयु होती है। यह आयनकारी विकिरण उत्सर्जित करता है जो पास के ऊतकों को क्षति पहुंचाता है।

3. यूरेनियम खानों में आर्द्र खुदाई करनी चाहिए और पछोड़न को अच्छी तरह सील करना चाहिए जिससे रिसाव से सुरक्षा प्राप्त हो।

पाठान्त प्रश्न

1. α और β कण, γ और X-किरणें आयनकारी विकिरण कहलाते हें क्योंकि उनमें बहुत अधिक ऊर्जा होती है। ये परमाणुओ में से 1 अथवा अधिक इलेक्ट्रॉनों को हटाने में सक्षम होते हैं जिन पर ये प्रहार कर सकते है और परमाणों को धन अवशिष्ट आयनों में परिवर्तित करते हैं।

2. सभी आयनकारी विकिरणों की विवेचना प्रश्न-1 में की गयी है। परावैगनी विकिरण मानव स्वास्थ को क्षति पहुंचा सकता है।

3. पृष्ठभूमिक विकिरण का अर्थ है बाह्य अंतरिक्ष से आने वाले और प्राकृतिक पदार्थों जैसे शैलो और मृदाओं में पाये जाने वाले यूरेनियम से उत्पन्न विकिरण से प्रभावित होना।

4. पढ़े खण्ड 35.4.2

5. पढ़े खण्ड 35.5

6. पढ़े खण्ड 35.6