5

ऊर्जा के स्रोत

SOURCES OF ENERGY

परिचय
(Introduction)

- हमारे दैनिक जीवन में ऊर्जा की नितान्त आवश्यकता है। दूसरे शब्दों में हमारे दैनिक जीवन के हरेक क्षेत्र में ऊर्जा एक महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है।
- दैनिक जीवन में कोई ऐसी क्रिया-कलाप (activity) नहीं है जो बिना ऊर्जा के संपन्न हो सके।
- कुछ प्रमुख उदाहरण ऐसे हैं जिनके द्वारा ऊर्जा की महत्ता को समझा जा सकता है।

(i) खाना बनाने के लिए ऊष्मा ऊर्जा (heat energy) की आवश्यकता होती है। इसके अतिरिक्त पानी गर्म करना हो, कमरा को गर्म रखना हो ऊष्मा ऊर्जा की जरूरत होती है।

(ii) छोटे हलके या भारी वाहनों को चलाने के लिए पेट्रॉल, डीजल, किरोसीन इत्यादि ईंधन के रूप में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अर्थात् परिवहन क्षेत्र में इसका व्यापक उपयोग है। इसके अतिरिक्त कृषि क्षेत्र में भी ट्रैक्टर और पंपसेट्स को चलाने के लिए इसकी आवश्यकता होती है।

(iii) विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता केवल प्रकाश के लिए ही नहीं होती है, बल्कि घरेलू उपयोग में लाए जानेवाली युक्तियाँ जैसे—टी॰वी॰, रेडियो, रेफ्रिजरेटर, कम्प्यूटर, वाशिंग मशीन, विद्युत चूल्हा (Electric oven) इत्यादि को चलाने के लिए आवश्यकता होती है।

इसके अतिरिक्त बड़े-बड़े कारखाने को चलाने के लिए विद्युत ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

(iv) थर्मल पावर संयंत्र में कोयला का उपयोग करके पहले ऊष्मा ऊर्जा तथा बाद में ऊष्मा ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिणत किया जाता है।

(v) जल विद्युत पावर संयत्र में जल का उपयोग करके विद्युत ऊर्जा प्राप्त किया जाता है।

(vi) पवन चक्की (wind mill) के द्वारा भी विद्युत ऊर्जा उत्पन्न किया जाता है.

इस प्रकार हम कह सकते हैं कि जीवन के प्रत्येक क्षेत्र में ऊर्जा की नितान्त आवश्यकता है। प्रायः विद्युत ईंधन के रूप में ऊर्जा का उपयोग होता है। ऊर्जा को उसके विभिन्न स्रोतों से प्राप्त किया जा सकता है।

इन सबों के बाबजूद सूर्य (sun) ही ऊर्जा का मूल स्रोत (ultimate source) माना जाता है जिससे ऊर्जा के विभिन्न रूप ऊष्मा ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा आदि आसानी से प्राप्त होते हैं।

ऊर्जा के विभिन्न स्रोत
(Different sources of Energy)

विभिन्न क्रियाकलापों जैसे—खाना बनाना, किसी चीज को गर्म करना, प्रकाश प्राप्त करना, बस, ट्रक, रेलगाड़ी, हवाई जहाज इत्यादि को चलाने के अतिरिक्त टी॰वी॰, कम्प्यूटर, वाशिंग मशीन जैसे घरेलू युक्तियों को चलाने के लिए ऊर्जा की आपूर्ति जिस स्रोत से की जाती है, उसे ही ऊर्जा का स्रोत कहा जाता है।

ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों में कुछ स्रोत इस प्रकार हैं—पौधा, हवा, जल, कोयला, पेट्रोलियम, प्राकृतिक गैस, गोबर गैस इत्यादि।

इन सभी स्रोतों के बाबजूद सूर्य को ही एक मात्र अल्टीमेट स्रोत माना जाता है क्योंकि सौर ऊर्जा के मदद से विभिन्न ऊर्जाओं की प्राप्ति होती है।

उदाहरणस्वरूप—

[A] सौर ऊर्जा पृथ्वी की सतह को गर्म कर देती है जिससे आसपास की हवा गर्म होकर ऊपर उठ जाती है और ठंढ़ी हवा उस खाली जगह को भरने के लिए दौड़ पड़ती है। इस घूमती हवा को गतिज ऊर्जा प्राप्त होती है। इस तरह हम कह सकते हैं—

सौर ऊर्जा	+	हवा	–	पवन ऊर्जा
[Solar energy	+	Air	–	Wind energy]

[B] सूर्य की उपस्थिति में हरे पौधे प्रकाश संश्लेषण (Photo synthesis) द्वारा अपना भोजन बनाते हैं। भोजन की आपूर्ति होने से ही यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) प्राप्त होता है।

[C] सौर ऊर्जा तालाब, झील, नदी या सागर के जल को गर्म कर देता है। जल वाष्पीकरण द्वारा वाष्पित होकर बादल में परिणत हो जाता है। यही बादल ठंढ़ा होकर वर्षा कर देती है।

वर्षा जल जब नदी से होकर तेज गति में बहता है तो बड़े-बड़े बाँधे बनाकर जल विद्युत ऊर्जा (hydroelectric energy) प्राप्त किया जाता है।

अर्थात् सौर ऊर्जा + जल – बादल – वर्षा – जल विद्युत ऊर्जा

इस प्रकार हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि ऊर्जा के ये विभिन्न रूप एक मात्र स्रोत सूर्य से ही प्राप्त होते हैं।

ऊर्जा के उत्तम स्रोत
(Good sources of Energy)

ऊपर के तथ्यों में हमने पाया कि दैनिक जीवन में कार्य करने के लिए ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों का उपयोग किया जाता है। फिर भी उन स्रोतों में यह जानना आवश्यक है कि ऊर्जा का उत्तम स्रोत किसे माना जाए?

अतः उत्तम स्रोत होने के लिए निम्नलिखित प्रमुख विशेषताएँ होनी चाहिए—

(i) प्रति इकाई आयतन अथवा प्रति इकाई द्रव्यमान से अधिक ऊर्जा की आपूर्ति होनी चाहिए।

दूसरे शब्दों में अत्यधिक मात्रा में उपयोगी ऊर्जा की आपूर्ति होनी चाहिए।
(ii) इसे आसानी से भण्डारण किया जाना चाहिए।
(iii) इसका परिवहन आसानी से किया जाना चाहिए।
(iv) इसे आसानी से प्राप्त किया जाना चाहिए।
(v) इसे सस्ता होना चाहिए।
(vi) वातावरण को न्यूनतम प्रदूषित करने वाला होना चाहिए।

ऊपर वर्णित विभिन्न ऊर्जाओं की प्राप्ति के लिए ईंधन की आवश्यकता होती है। इसी तरह ईंधन का चयन करते समय अच्छे ईंधन की विशेषताओं पर ध्यान देना आवश्यक होता है। अच्छे ईंधन की प्रमुख विशेषताएँ निम्नलिखित हैं—

(i) इसे सरलता एवं सुगमता से उपलब्ध होना चाहिए।
(ii) इसका **उष्मीय मान** (calorific value) उच्च होना चाहिए।
(iii) जलने के पश्चात् हानिकारक अवशिष्ट पदार्थों से मुक्त होना चाहिए।
(iv) अत्यल्प धुआँ तथा अधिक ऊष्मा मुक्त करना चाहिए।
(v) इसे सस्ता होना चाहिए।
(vi) इसका भण्डारण एवं परिवहन आसानी से किया जाना चाहिए।

ऊर्जा स्रोत के प्रकार
(Classification of Sources of Energy)

[1] नवीकरणीय एवं अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत
[2] परंपरागत एवं गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत

[1] [A] **नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत** (Renewable Sources of energy) : वैसे ऊर्जा स्रोत जिसे समाप्त नहीं किया जा सकता अर्थात् उपयोग करने के बाद उसे हटाकर पुनः उसका उपयोग बार-बार ऊर्जा उत्पन्न करने में किया जा सकता है। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहलाता है। [Those sources of energy which are inexhaustible i.e., which can be replaced as we use them and can be used to produce energy again and again are called renewable sources of energy.]

प्रकृति में यह स्रोत असीमित मात्रा में उपलब्ध है।

उदाहरण—सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, जल विद्युत ऊर्जा, भू-तापीय ऊर्जा, महासागरीय ऊर्जा, जैव द्रव्यमान ऊर्जा इत्यादि।

नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत से लाभ (Advantages of Renewable Sources of energy) :

(i) ये स्रोत तब तक रहेंगे जबतक कि पृथ्वी सूर्य से प्रकाश प्राप्त करता रहे।
(ii) ये स्रोत प्रकृति में मुक्त रूप से उपस्थित रहते हैं।
(iii) इन स्रोतों द्वारा किसी प्रकार का प्रदूषण उत्पन्न नहीं होता है।

[B] **अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत** (Non-renewable Sources of energy) : वैसी ऊर्जा स्रोत जो समाप्य हो अर्थात् जिसे एक बार उपयोग के बाद पुनः उपयोग में नहीं लाया जा सकता है अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहलाता है। [Those sources of energy which are exhaustible and cannot be replaced once they have been used called non-renewable sources of energy.]

जैसे—**कोयला, तेल एवं प्राकृतिक गैस** ये सभी **जीवाश्म ईंधन** (fossil fuel) कहलाते हैं।

अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत की हानियाँ (Disadvantages of non-renewable sources of energy) :

(i) इसका व्यापक उपयोग होने के कारण इसका क्षय होता जा रहा है।

(ii) ये स्रोत वातावरण को अधिक प्रदूषित करता है।

[2] [A] **परंपरागत ऊर्जा स्रोत** (Conventional Sources of energy) : वे ऊर्जा स्रोत जिनका उपयोग व्यापक तौर पर किया जाता है तथा आवश्यक ऊर्जा के अधिकांश भाग की आपूर्ति की जाती है, परंपरागत ऊर्जा स्रोत कहलाता है। [Those sources of energy which are used extensively and meet a major portion of our energy requirement called, conventional source of energy.]

जैसे—जीवाश्म ईंधन, जैव द्रव्यमान ऊर्जा, पवन ऊर्जा।

[B] **गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत** (Non-conventional Source of energy) : वैसा ऊर्जा स्रोत जिसका उपयोग व्यापक तौर पर नहीं किया जा सकता है साथ ही आवश्यक ऊर्जा की आपूर्ति सीमित मात्रा में होती है, गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत कहलाता है। [Those sources of energy which are not used as extensively and meet our energy requirement only on a limited scale, called non-conventional source of energy.] जैसे—सौर ऊर्जा, तरंग ऊर्जा, महासागरीय तापीय ऊर्जा, भू-तापीय ऊर्जा, नाभिकीय ऊर्जा इत्यादि।

(A) स्वयं जाँच कीजिए
(Test yourself)

1. ऊर्जा का अंततः स्रोत किसे कहा जाता है?
   Which is called ultimate source of energy?
2. ऊर्जा के विभिन्न स्रोतों के नाम लिखें। (Name of different sources of energy.)
3. नवीकरणीय एवं अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत में मुख्य अन्तर क्या है? (What is the main difference between renewable and non-renewable source of energy?)
4. उत्तम ऊर्जा स्रोत क्या है? (What is a good source of energy?)
5. एक अच्छे ईंधन की क्या विशेषताएँ हैं?
   What are characteristics of a good fuel?

जीवाश्म ईंधन
(Fossil Fuel)

पेड़-पौधे एवं जन्तु के अवशेष करोड़ों वर्षों तक पृथ्वी के अन्दर दबकर ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में अधिक ताप एवं दाब के कारण ईंधनों में परिवर्तित हो जाते हैं, ऐसा ही ईंधन **जीवाश्म ईंधन** कहलाता है।

वर्तमान में ऊर्जा के अधिकांश भाग की आपूर्ति जीवाश्म ईंधन द्वारा ही की जाती है। प्रमुख जीवाश्म ईंधन इस प्रकार हैं—

(i) कोयला (Coal)

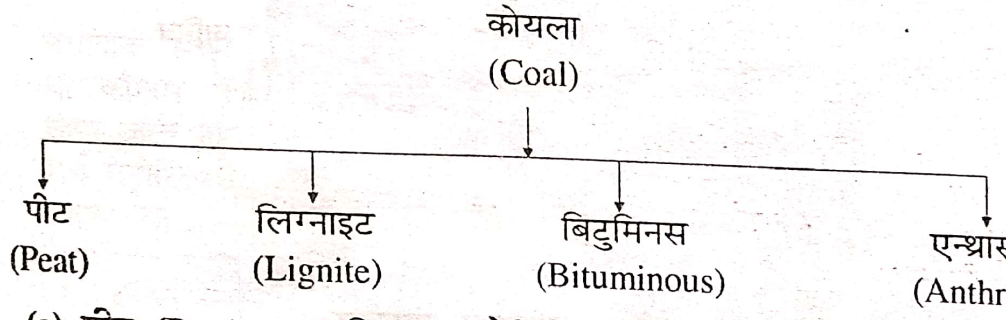
(ii) पेट्रोलियम (Petroleum) और

(iii) प्राकृतिक गैस (Natural Gas)

वनस्पति (पेड़-पौधे) तथा जन्तु जो करोड़ों वर्ष पहले पृथ्वी की सतह के नीचे दब गये थे उनका अवशेष धीरे-धीरे पृथ्वी के अन्दर दबता गया और उनके ऊपर कीचड़ तथा रेत जैसे तलछट (sediments) जमा होता गया। पृथ्वी के अन्दर दब जाने के कारण जीव अवशेषों को ऑक्सीजन (वायु) नहीं मिल सका जिसके कारण उनका ऑक्सीकरण (oxidation) अथवा विघटन (decomposition) नहीं हो पाया। लेकिन तलछट के भार के कारण दबे रहने से जीव अवशेषों में से पानी तथा अन्य वाष्पशील पदार्थ निचुड़कर बाहर निकल गये। ऑक्सीजन की अनुपस्थिति तथा दाब, ताप और बैक्टीरिया (जीवाणुओं) के मिले-जुले प्रभाव से दबा हुआ जैवीय अवशेष क्रमशः कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस जैसे जीवाश्म ईंधनों में परिवर्तित हो गया। जीवाश्म ईंधनों के बनने की यह प्रक्रिया अत्यन्त धीमी होती है और इसमें करोड़ों वर्ष का समय लगता है। जो जीवाश्म ईंधन आजकल पृथ्वी में से खोदकर निकाले जा रहे हैं वे करोड़ों वर्ष पहले पृथ्वी में दबे जीव अवशेषों से बने हैं। यदि हम कोयला, पेट्रोलियम तथा प्राकृतिक गैस जैसे जीवाश्म ईंधनों का उपयोग अत्यन्त तीव्र दर से करने लगें तो शीघ्र ही यह पूर्ण रूप से समाप्त हो जायेगा क्योंकि पृथ्वी पुनः नये जीवाश्म ईंधनों को उसी तीव्रता से नहीं बना सकती है।

(i) **कोयला** (Coal) : यह एक ऐसा जीवाश्म ईंधन है जो मुक्त कार्बन तथा कार्बन के जटिल यौगिकों का मिश्रण है। इसमें कार्बन के अतिरिक्त ऑक्सीजन, नाइट्रोजन एवं गंधक भी उपस्थित रहता है।

भारत वर्ष में कोयला का विशाल भंडार है। यह मुख्यतः झारखण्ड, उड़ीसा, मध्य प्रदेश तथा पश्चिम बंगाल में पाया जाता है। विशेष रूप से झारखण्ड के झरिया एवं बेरमो में तथा पश्चिम बंगल के रानीगंज में यह प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है।



(a) **पीट** (Peat) : यह निम्नतम कोटि का कोयला है। इसमें केवल **60% कार्बन** उपस्थित रहता है। इसका उपयोग खाना बनाने में किया जाता है।

(b) **लिग्नाइट** (Lignite) : यह निम्नतर कोयला है। इसमें लगभग **67% कार्बन** उपस्थित रहता है। यह जलने के पश्चात् अधिक धुआँ तथा कम ऊष्मा देता है।

(c) **बिटुमिनस** (Bituminous) : इसमें **लगभग 70-80% कार्बन** उपस्थित रहता है। जलने के पश्चात् यह अल्प धुँआ तथा अधिक ऊष्मा देता है।

(d) **एन्थ्रासाइट** (Anthracite) : यह उत्तम कोटि का कोयला है। इसमें **कार्बन लगभग 96% उपस्थित रहता है।** यह जलने के पश्चात् अत्यल्प धुआँ तथा अत्यधिक ऊष्मा देता है। चूँकि यह महँगा होता है इसलिए इसका उपयोग व्यापक तौर पर नहीं किया जाता है।

कोयला के उपयोग (Uses of Coal) :

(i) इसका उपयोग खाना बनाने तथा पानी को गर्म करने में किया जाता है।

(ii) इसका उपयोग तापीय विद्युत संयंत्र (Thermal Power Plant) में विद्युत उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

(iii) इसका उपयोग अन्य रासायनिक उद्योगों में भी किया जाता है।

(iv) इसका उपयोग प्रमुखतः सोना या अन्य धातुओं को गलाने के लिए भी ईंधन के रूप में किया जाता है।

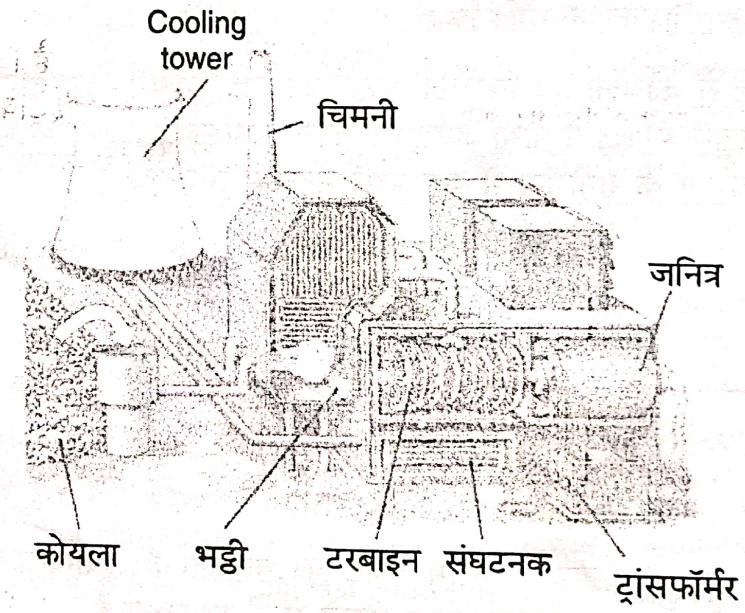
कोयला को जलाने से हानियाँ (Disadvantages of burning Coal) :

कोयला को जलाने पर **कार्बन डाइऑक्साइड** (CO_2) एवं **कार्बन मोनोक्साइड** (CO) गैस उत्पन्न होता है। कार्बन डाइऑक्साइड वातावरण को प्रदूषित करता है जबकि कार्बन मोनोक्साइड जहरीली गैस है जो हमलोगों के लिए काफी नुकसानदेह होता है।

तापीय विद्युत संयंत्र
(Thermal Power Plant)

यह एक ऐसा संयंत्र होता है जिसके द्वारा विद्युत उत्पन्न किया जाता है। इसमें मुख्यतः कोयला या तेल को जलाकर विद्युत उत्पन्न किया जाता है। इसलिए तापीय विद्युत संयंत्र कोयला या तेल के क्षेत्रों के निकट स्थापित किए गए हैं।

एक सामान्य तापीय विद्युत संयंत्र का नामांकित आरेख आगे दर्शाया गया है—



चित्र 5.1

क्रियाविधि (Working Process) : सर्वप्रथम कोयले को महीन करके पाउडर बना लिया जाता है। इसके बाद उसे विशेष रूप से बनी भट्ठी में गर्म किया जाता है ताकि ऊष्मा ऊर्जा प्राप्त हो। प्राप्त ऊष्मा ऊर्जा का उपयोग जल को अत्यधिक गर्म करने में किया जाता है। फलस्वरूप उच्च दाब पर **भाप** (Steam) उत्पन्न होता है जिसे **अति तप्त भाप** (Super heated steam) कहा जाता है।

इस अति तप्त भाप को टरबाइन (Turbine) के पंखुड़ियों पर गिराया जाता है जो काफी उच्च वेग से घूमती है। टरबाइन का धूरी या एक्सल (axle) एक विद्युत जनित्र (Electric generator) जिसे डायनेमो कहते हैं, से जुड़ा रहता है। जब डायनेमो का आर्मेचर घूमता है तो **यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा** में परिणत हो जाती है।

इस तरह प्राप्त विद्युत को विभिन्न स्थानों पर आपूर्ति की जाती है।

पेट्रोलियम
(Petroleum)

यह ग्रीक शब्द Petra तथा Oleum से बना है जिसका शाब्दिक अर्थ होता है चट्टान का तेल।

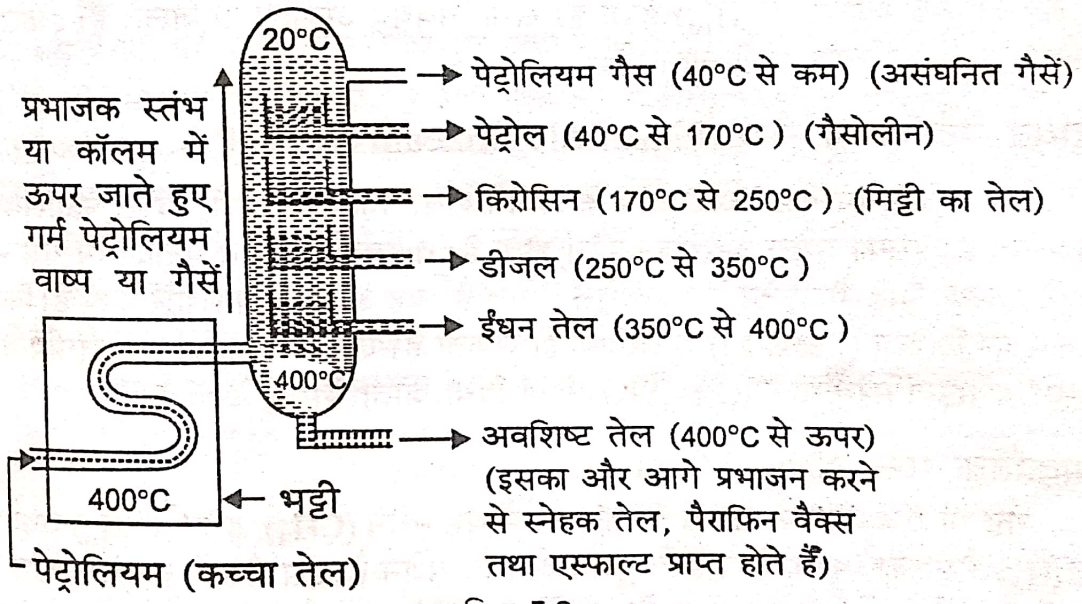
अर्थात् Petra = rock (चट्टान) तथा Oleum = oil (तेल)

सामान्यतः पेट्रोलियम प्राकृतिक हाइड्रोकार्बन का मिश्रण है जो ठोस, द्रव अथवा गैस के रूप में चट्टानों में पाया जाता है। विशेष रूप से हाइड्रोकार्बन का द्रव रूप ही पेट्रोलियम या कच्चा तेल कहलाता है।

यह **गाढ़ा, चिपचिपा, गहरे काले या भूरे रंग का गंधयुक्त अतिज्वलनशील तैलीय द्रव है।**

पेट्रोलियम का शोधन (Refining of Petroleum) : वह विधि जिससे कच्चे तेल को शुद्ध प्रभाजों में विभाजित किया जाता है, पेट्रोलियम का शोधन कहलाता है। [The process of separating pure fraction from crude oil is called refinings of petroleum.] इसके लिए भंजन आसवन विधि (factional distillation method) का उपयोग किया जाता है जिससे भिन्न-भिन्न क्वथनांक (boiling point) पर भिन्न-भिन्न उपयोगी पदार्थ प्राप्त होते हैं।

कच्चा तेल (Crude oil) मुख्यतः हाइड्रोकार्बनों का मिश्रण होता है जिसका क्वथनांक 0°C से 400°C के बीच रहता है। प्रभाजी आसवन विधि द्वारा इन हाइड्रोकार्बनों को अलग किया जाता है जिन्हें पेट्रोलियम का उत्पाद (Products of Petroleum) कहते हैं।



चित्र 5.2

शोधन की क्रियाविधि (Process of refining petroleum) : पेट्रोलियम का शोधन के लिए कच्चे तेल (crude oil) को पंप द्वारा भट्टी में भेजा जाता है, जहाँ यह वाष्प के रूप में परिणत हो जाता है। यह वाष्प प्रभाजक स्तम्भ में ऊपर उठता है। इस स्तम्भ में उच्च क्वथनांक वाले (higher boiling point) वाष्प पहले द्रवीभूत होते हैं और प्रभाज स्थल पर जमा हो जाते हैं। जो वाष्प द्रवीभूत नहीं होते हैं वे स्तम्भ के ऊपरी भाग से निकल जाते हैं। विभिन्न प्रकार के प्रभाज, विभिन्न निकास नलियों से प्राप्त किये जाते हैं। प्रभाजी स्रवण के फलस्वरूप जो विभिन्न प्रभाज (fractions) प्राप्त होते हैं उसे नीचे प्रस्तुत किया गया है—

प्रभाज	क्वथनांक	संघटन	उपयोग
1. गैस	0° से नीचे	C_1 से C_4	ईंधन गैस
2. पेट्रोलियम ईथर	20–60°C	C_5 से C_6	घोलक के रूप में तथा dry cleaning में
3. बेंजीन	40–90°C	C_6 से C_7	dry cleaning में
4. पेट्रोल (गैसोलीन)	40–220°C	C_6 से C_{12}	मोटर के ईंधन तथा घोलक के रूप में
5. किरासन तेल	175–325°C	C_{14} से C_{18}	घरेलू उपयोग में
6. गैस तेल	275°C से ऊपर	C_{16} से C_{18}	डीजल इंजन के लिए
7. स्नेहक तेल	300°C से ऊपर	C_{17} से C_{20}	स्नेहक के रूप में
8. पैराफिन वैक्स	400°C से ऊपर	C_{20} से C_{80}	कैण्डल तथा बैक्स पेपर में
9. हैवी ईंधन	अवशेष से	—	पेन्ट में उपयोग होता है

भारत में पेट्रोलियम का शोधन आसाम के **दिगबोई**, बिहार के **बरौनी**, पश्चिम बंगाल के **हल्दिया**, गुजरात के **कोयला** के अतिरिक्त **विशाखापत्तनम** में किया जाता है।

पेट्रोलियम गैस (Petroleum Gas)

यह गैस **इथेन** (C_2H_6), **प्रोपेन** (C_3H_8) तथा **ब्यूटेन** (C_4H_{10}) का मिश्रण है। इसका मुख्य अवयव **ब्यूटेन** (C_4H_{10}) होता है। सभी अवयव आसानी से जलते हैं। इसलिए इसे ऊष्मा ऊर्जा का स्रोत माना जाता है।

द्रवित पेट्रोलियम गैस (Liquefied Petroleum Gas) L.P.G.

वह पेट्रोलियम गैस जिसे दबाब के अधीन द्रवित किया जाता है, द्रवित पेट्रोलियम गैस कहलता है। इसका मुख्य अवयव ब्यूटेन होता है। वास्तव में द्रवित पेट्रोलियम गैस **नॉर्मल ब्यूटेन** तथा **आइसो ब्यूटेन** का द्रवीभूत मिश्रण है। यह अति ज्वलनशील होता है। किसी भी प्रकार का लिकेज (Leakage) खतरनाक हो सकता है। ऐसे लिकेज का पता लगाने के लिए इसमें **इथाइल मरकैप्टन** (C_2H_5SH) मिला दिया जाता है।

प्राकृतिक गैस (Natural Gas)

यह भी एक जीवाश्म ईंधन है। वास्तव में यह मेथेन (CH_4), इथेन (C_2H_6) तथा प्रोपेन (C_3H_8) गैसों का मिश्रण है। इसका मुख्य अवयव मेथेन है। इस गैस में लगभग 95% मेथेन उपस्थित रहता है। अनेक तेल के कुओं में पेट्रोलियम गैस के साथ-साथ उप-उत्पाद (bio-product) के रूप में प्राकृतिक गैस मिलती है।

संपीडित प्राकृतिक गैस CNG [Compressed Natural Gas]

उच्च दाब पर जब प्राकृतिक गैस को द्रव रूप में संग्रहित किया जाता है तो उसे CNG कहा जाता है। इसके उपयोग से बहुत ही कम प्रदूषण होता है।

उपयोग (Uses) :

(i) प्राकृतिक गैस और CNG का उपयोग वाहनों में ईंधन के रूप में किया जाता है।

(ii) प्राकृतिक गैस का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने में किया जाता है।

(iii) खाद या उर्वरक उत्पादन में भी प्राकृतिक गैस का उपयोग किया जाता है।

जीवाश्म ईंधन के जलने से हानियाँ (Disadvantages of burning fossil fuel)

(i) लगभग सभी जीवाश्म ईंधन जलने के पश्चात् पर्याप्त मात्रा में कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), अल्प मात्रा में सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) एवं नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO_2) गैस मुक्त करता है।

कार्बन डाइऑक्साइड **हरित गृह प्रभाव** (Green House Effect) उत्पन्न करता है। जो खतरा का सूचक होता है।

सल्फर डाइऑक्साइड **अम्लीय वर्षा** (Acid rain) कराने में सहायक होती है जो शारीरिक उत्सर्जन तंत्र को प्रभावित कर देता है। साथ ही मिट्टी, जल तथा जंगल को भी प्रभावित कर देता है।

(ii) कोयला के जलने से गैसों के अतिरिक्त धुआँ भी निकलता है जो काफी हानिकारक होता है। इसके जलने से प्राप्त राख (ashes) भी काफी हानिकारक होता है।

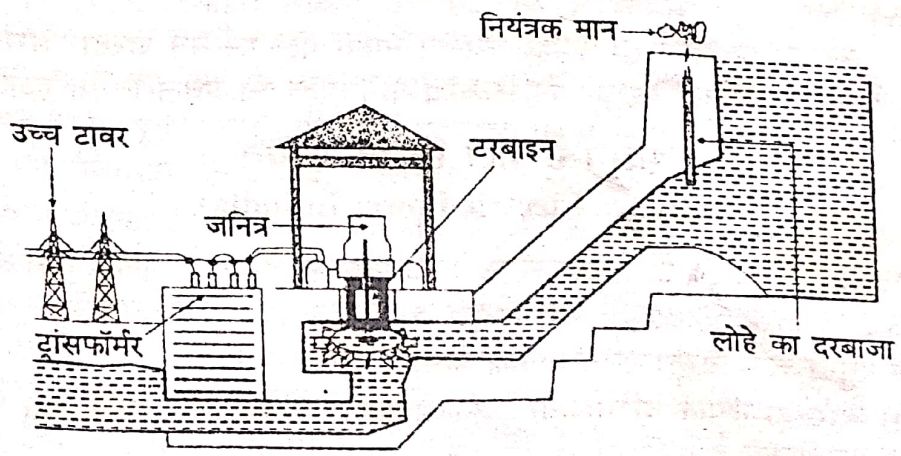
अतः जीवाश्म ईंधन के जलने के पश्चात् उत्पन्न प्रदूषण को कम करने के लिए बेहतर तकनीक अपनाना चाहिए अथवा अन्य कोई वैकल्पिक स्रोत का पता लगाना चाहिए।

जल विद्युत ऊर्जा एवं जल विद्युत संयंत्र
(Hydro Electric Energy (Hydel energy) and Hydro Electric Power Plant)

"बहते जल की गतिज ऊर्जा से उत्पन्न विद्युत जल विद्युत कहलाता है तथा वह संयंत्र जो बड़े पैमाने पर बहते जल से विद्युत उत्पन्न करता है, जल विद्युत संयंत्र कहलाता है।" [The electricity produced by the kinetic energy of flowing water is called hydroelectricity and a plant which generates electricity on a large scale from flowing water is called hydroelectric power plant.]

अर्थात् बहता जल ऊर्जा का एक प्रमुख स्रोत है।

जल विद्युत उत्पन्न करने के लिए नदियों के बहाव को रोककर बड़े जलाशयों (कृत्रिम झील) में जल एकत्र करने के लिए ऊँचे-ऊँचे बाँध (dam) बनाए जाते हैं। जलाशयों में जल संचित होता है जिसके फलस्वरूप जल का तल ऊँचा हो जाता है। बाँध के ऊपरी भाग से



चित्र 5.3

पाइपों द्वारा जल बाँध के आधार के समीप स्थापित टरबाइन के ब्लेडों पर मुक्त रूप से गिरता है जिससे टरबाइन का ब्लेड घूमने लगता है, टरबाइन की धूरी (axle) जनित्र (generator) के आर्मेचर से जुड़ा रहता है। अतः .लगातार आर्मेचर के घूमने से यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदल जाती है।

जल विद्युत की उत्पत्ति का सिद्धांत (Principle of Generation of hydel electricity)

(i) जैसे ही बहता जल नीचे से ऊँचे बाँध पर बने संग्राहक (Reservoir) में पहुँचता है तो उसकी गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा में बदल जाती है।

(ii) जैसे ही जल ऊपर से नीचे टरबाइन के ब्लेड पर गिरता है तो स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में बदल जाती है।

(iii) जैसे ही जल टरबाइन के ब्लेड पर गिरता है तो वह तेजी से घूमने लगता है और गतिज ऊर्जा टरबाइन के यांत्रिक ऊर्जा में बदल जाती है।

(iv) चूँकि टरबाइन की धूरी (axle) जनित्र (generator) के आर्मेचर से जुड़ा रहता है इसलिए टरबाइन के यांत्रिक ऊर्जा आर्मेचर की यांत्रिक ऊर्जा में बदल जाती है।

(v) अंततः यांत्रिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा में परिणत हो जाती है जिसे जल विद्युत ऊर्जा कहते हैं।

जल विद्युत ऊर्जा से लाभ(Advantages of hydel energy)

(i) जल विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए आवश्यक जल मुफ्त (free) में उपलब्ध हो जाता है।

(ii) यह ऊर्जा प्रदूषण रहित होता है।

(iii) नदियों पर बाँध बनाने से बाढ़ नियंत्रण में मदद तो मिलती ही है साथ ही साथ सिंचाई के लिए भी जल उपलब्ध रहता है।

(iv) जल विद्युत ऊर्जा अपेक्षाकृत सस्ता होता है।

जल विद्युत ऊर्जा प्राप्त करने में हानियाँ (Disadvantages of hydel energy)

(i) जल विद्युत ऊर्जा उसी नदी के समीप उत्पन्न की जा सकती है। जहाँ सालों भर जल उपलब्ध रहता है।

(ii) जल विद्युत ऊर्जा को एक जगह से दूसरे जगह भेजने में काफी खर्च होता है।

(iii) इसके लिए बाँध बनाने में उर्वर भूमि का बहुत बड़ा भाग नष्ट हो जाता है।

(iv) जल विद्युत संयंत्र स्थापित होने पर पुनर्वास (rehabiliation) की समस्या उत्पन्न हो जाती है। उदाहरणस्वरूप नर्मदा नदी पर बने **सरदार सरोवर बाँध** तथा गंगा नदी पर बने **टेहरी बाँध** के निर्माण का प्रबल विरोध हुआ है।

भारत में जल विद्युत शक्ति
(Hydro Electric Power in India)

भारत में जल विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने की विशाल क्षमता है लेकिन कुल ऊर्जा का केवल 23% ही ऊर्जा की आपूर्ति जल विद्युत ऊर्जा द्वारा की जाती है।

कुछ प्रमुख जल विद्युत परियोजनाओं के नाम इस प्रकार हैं—

(i) **भाखड़ा नंगल परियोजना** : यह हिमाचल प्रदेश के **सतलज नदी** पर बनी परियोजना है।

(ii) **हीराकुण्ड परियोजना** : यह उड़ीसा में **महानदी** पर बनी परियोजना है।

(iii) **चमेड़ा जल विद्युत परियोजना** : यह हिमाचल प्रदेश में रावी नदी पर बनी परियोजना है।

(iv) **नथपा-झकरी जल विद्युत परियोजना** : यह हिमालच प्रदेश के सतलज नदी पर बनी परियोजना है जो एशिया में सबसे बड़ी है।

(B) स्वयं जाँच कीजिए
(Test yourself)

1. जीवाश्म ईंधन क्या है? (What is fossile fuel.)
2. जीवाश्म ईंधन तीन उपयोग लिखें। (Enlist three uses of fossile fuels.)
3. कोयला के विभिन्न किस्मों के नाम बतावें। (Name the different types of coal.)
4. द्रवित पेट्रोलियम गैस (LPG) क्या है?
   What is Liquefied Petroleum Gas (LPG)?
5. जीवाश्म ईंधन की क्या हानियाँ हैं? (What are disadvantages of fossil fuels.)
6. प्राकृतिक गैस तथा CNG क्या है? (What are natural Gas and CNG.)
7. पेट्रोलियम के शोधन विधि को समझावें।
   Explain the process of refining of Petroleum.
8. जल विद्युत ऊर्जा क्या है? जल विद्युत ऊर्जा के क्या लाभ हैं?
   What is hydroelectric energy? What are advantages of hydro-electric energy?
9. जीवाश्म ईंधन को ऊर्जा का अनवीकरणीय स्रोत क्यों माना जाता है?
   Why is fossil fuel assumed to be a non-renewable source of energy?

ऊर्जा के पारंपरिक स्रोतों के उपयोग के लिए प्रौद्योगिकी में सुधार
(Improvement in the Technology for using Conventional Sources of Energy)

बायोमास (Biomass) (जैव मात्रा)

पेड़-पौधे तथा जानवरों के शरीर में निहित जैव पदार्थ को **जैवमात्रा** या **बायोमास** कहते हैं। पेड़-पौधे जैसे वानस्पतिक जीवों की मृत्यु के बाद उनके जीव द्रव्यमान को घरेलू ईंधन के रूप में व्यवहार किया जाता है। वास्तव में लकड़ी अथवा कृषि उत्पाद का बचा अवशेष, पशुओं का गोबर या वृक्ष के पत्ते इत्यादि सामान्यतः ग्रामीण क्षेत्रों की 80% ऊर्जा आवश्यकताओं को पूरा करते हैं। चूँकि ये ईंधन पादप एवं जन्तु उत्पाद हैं, अतः इन ईंधनों के स्रोत को हम **जैवमात्रा** (Biomass) कहते हैं।

ये ईंधन जलकर अधिक ऊष्मा उत्पन्न नहीं करते बल्कि जलने के पश्चात् अत्यधिक धुआँ उत्पन्न करते हैं। इसका कारण यह है कि घरों में परंपरागत चूल्हा का उपयोग होता है जिसमें बहुमूल्य ईंधन की बर्बादी होती है। परंपरागत चूल्हों की दक्षता बहुत कम होती है। ऐसे चूल्हों में ईंधनों का पूर्ण दहन नहीं हो पाता है फलस्वरूप काफी मात्रा में धुआँ के साथ-साथ अन्य हानिकारक गैसें उत्पन्न होती हैं जो वायु को तो प्रदूषित करता हीं है साथ ही महिलाओं और बच्चों के स्वास्थ्य को बुरी तरह प्रभावित कर देती है। इन चूल्हों के उपयोग करने से ईंधन में उपस्थित कुल ऊर्जा में से केवल 8% ऊर्जा ही प्राप्त होती है।



चित्र 5.4

अतः इन ईंधनों की दक्षता को बढ़ाने के लिए प्रौद्योगिकी (Technology) का सहारा आवश्यक हो गया। विशेष रूप से तैयार किया गया धूमहीन चूल्हा (smokeless chulha) का उपयोग करने से इसकी दक्षता बढ़ जाती है क्योंकि इसमें ईंधनों का पूर्ण दहन हो जाता है। अर्थात् इसमें धुआँ कम तथा ऊर्जा अधिक उत्पन्न होती है। धुआँ को निकालने के लिए एक चिमनी लगा रहता है। इस तरह धुआँ को सुरक्षित बाहर निकल जाने पर घर साफ-सुथरा तथा महिलाओं और बच्चों का स्वास्थ्य भी अच्छा रहता है।

जैव मात्रा वाला ईंधन अत्यधिक ऊष्मा नहीं देता है। इसलिए इन ईंधनों की दक्षता बढ़ाने के लिए प्रौद्योगिकी (technology) का सहारा लेकर एक उत्तम ईंधन को विकसित किया गया, जिसे **चारकोल** कहते हैं।

इसके लिए **जब लकड़ी को सीमित वायु की उपस्थिति में जलाया जाता है तो उसमें उपस्थित जल एवं वाष्पशील पदार्थ बाहर निकाल जाते हैं तथा गहरे काले रंग का अवशेष बचता है जिसे चारकोल (charcoal) या लकड़ी का कोयला कहते हैं।** लकड़ी की तुलना में चारकोल एक अच्छा ईंधन माना जाता है क्योंकि लकड़ी मात्र 17 **किलोजूल** प्रति ग्राम ऊर्जा प्रदान करती है जबकि **चारकोल** 33 **किलो जूल प्रतिग्राम ऊर्जा देती है।** चारकोल जलने के पश्चात् बहुत ही कम धुआँ देता है तथा बिना ज्वाला के जलता है। घरेलू उपयोग के लिए यह उपयोगी ईंधन है लेकिन बड़े पैमाने पर वनों की कटाई के परिणामस्वरूप लकड़ी की कमी ने इसे दुर्लभ बना दिया है।

अतः प्रौद्योगिकी का सहारा लेकर अन्य स्रोत को विकसित किया गया जिसे **बायोगैस** (Biogas) कहते हैं।

गोबर, फसलों के कटने के पश्चात् बचे अवशिष्ट, सब्जियों के अपशिष्ट जैसे विविध पादप एवं वाहित मल जल ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में अपघटित होते हैं तो बायोगैस निकलती है। इसे ही **जैवगैस** कहा जाता है। चूँकि इस गैस को बनाने में मुख्य रूप से गोबर का उपयोग किया जाता है इसलिए इसे **गोबर गैस** भी कहा जाता है।

जल की उपस्थिति में पशु एवं वनस्पति के अवशिष्ट आसानी से सूक्ष्म जीवाणुओं द्वारा अनॉक्सी क्रिया के कारण अवक्रमणित (decompose) हो जाते हैं। इस प्रक्रिया में मेथेन (CH_4), कार्बनडाइऑक्साइड (CO_2), हाइड्रोजन (H_2) एवं हाइड्रोजन सल्फाइड (H_2S) जैसी गैसें उत्पन्न होती है। गैस के इसी मिश्रण को **बायोगैस** कहते हैं।

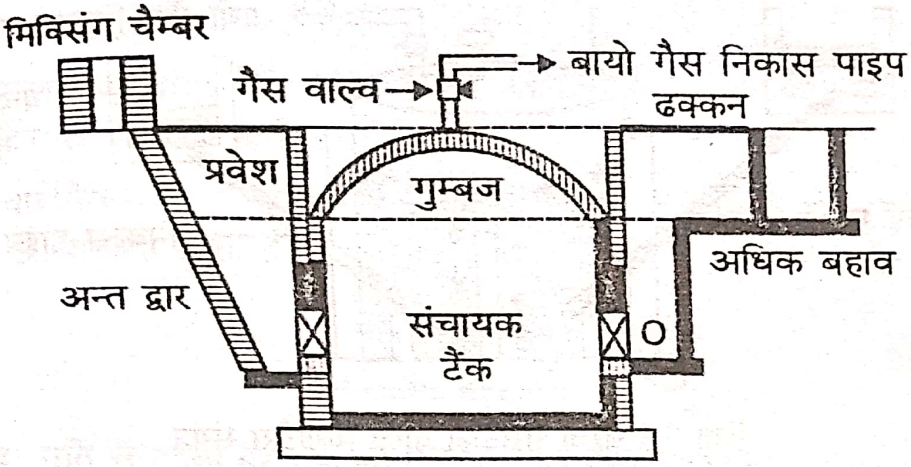
बायोगैस का मुख्य अवयव मेथेन है जिसकी उपस्थिति लगभग 75% है।

बायोगैस को एक संयंत्र में उत्पन्न किया जाता है जिसे बायोगैस संयंत्र (Biogas plant) कहते हैं।

हमारे देश में दो प्रकार के बायोगैस प्लांट उपयोग में लाये जाते हैं—

(i) स्थिर गुंबदनुमा गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र
(Fixed dome type Biogas Plant)
(ii) तैरती हुई गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र
(Floating gas-holder type Biogas Plant)

[I] **स्थिर गुंबदनुमा गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र** : इस संयंत्र के प्रमुख भाग निम्नलिखित हैं—



चित्र 5.5 स्थिर गुंबदनुमा गैस टंकी वाला बायोगैस संयंत्र

(i) **संपाचित टैंक** (Digester tank) : यह भूमिगत टैंक होता है। इसका आधार एवं दीवार ईंट एवं सीमेंट का बना होता है। इसकी छत गुम्बद (Dome) जैसी होती है जो ईंट, सीमेंट या कंक्रीट का बनाया जाता है। गुम्बद बायोगैस को संचित करता है। ऊपर में बायोगैस निकास पाइप लगा रहता है। बायोगैस के निकास का नियंत्रण गैस वाल्ब से किया जाता है।

(ii) **मिक्सिंग चैम्बर** (Mixing chamber) : संपाचित टैंक के बायीं ओर एक अन्य टैंक जो ईंट की ही बनी होती है, उसमें गोबर तथा जल का गाढ़ा घोल बनाया जाता है उसे मिक्सिंग चैम्बर कहते हैं। गोबर तथा जल के गाढ़ा घोल को **कर्दम** (slurry) कहते हैं। यह कर्दम धीरे-धीरे संपाचित टैंक की ओर बहता है।

(iii) **प्रयुक्त कर्दम टैंक** (Spent slurry tank) : संपाचित टैंक के दाहिने ओर भी ईंट का बना एक टैंक होता है। इस टैंक का आधार वहाँ होता है जहाँ संपाचित्र टैंक के गुम्बद का सबसे निचला भाग होता है। इस टैंक का आधार संपाचित्र के आधार से ईंट के ही बने चैनल से जुड़ा रहता है।

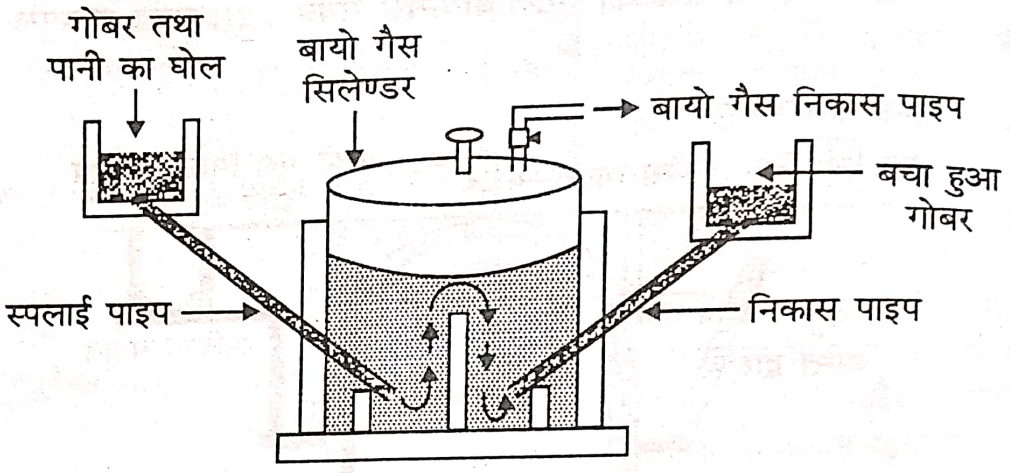
क्रियाविधि (Working) : बायोगैस बनाने के लिए गोबर तथा जल का गाढ़ा घोल जिसे कर्दम (slurry) कहते हैं बनाकर मिक्सिंग चैम्बर में डाला जाता है। यह कर्दम धीरे-धीरे संपाचित्र टैंक में प्रविष्ट होने लगता है। संपाचित्र (digestor) चारों ओर से बन्द एक कक्ष होता है जिसमें ऑक्सीजन नहीं होती है। **अवायवीय सूक्ष्म जीव** (anaerobic) जिसे जीवित रहने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता नहीं होती है, गोबर के कर्दम (slurry) के जटिल यौगिकों का अपघटन संपाचित्र टैंक में करने लगता है। इसे ही **अवायवीय किण्वन** (anaerobic fermentation) कहते हैं। अवायवीय किण्वन के कारण बायोगैस निकलने लगती है जो उस गुम्बद में जमा होने लगता है।

बायोगैस को गुम्बद से बाहर एक पाइप द्वारा निकाल लिया जाता है साथ ही बहाव का नियंत्रण गैस बाल्व द्वारा किया जाता है।

लगातार बायोगैस की आपूर्ति के लिए बराबर कर्दम (slurry) **संपाचित टैंक** में डाला जाता है। जैव गैस संयंत्र में शेष बचे स्लरी को समय-समय पर संयंत्र से बाहर निकाल लिया

जाता है। इस स्लरी में **नाइट्रोजन** तथा **फॉस्फोरस** प्रचुर मात्रा में उपस्थित रहता है जिसका उपयोग एक उत्तम खाद के रूप में किया जाता है।

[2] **तैरती हुई गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र** : इस संयंत्र को नीचे चित्र में दर्शाया गया है—



चित्र 5.6 तैरती गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र

बनावट (Construction) : इसमें एक संपाचित्र होता है जो जमीन के अन्दर कुआँ के आकार का होता है। संपाचित्र पार्टिशन दीवार द्वारा दो चैम्बर में विभक्त रहता है। बायोगैस को जमा करने के लिए संपाचित्र के मुँह के ऊपर इस्पात का बना तथा उलटा गैस होल्डर होता है, जिसकी आकृति ड्रम जैसी होती है। इसे संचायक टैंक भी कहा जाता है। यह टैंक संपाचित्र में रखे कर्दम (slurry) के ऊपर तैरता रहता है इसलिए इसे **तैरती हुई गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र** कहा जाता है।

क्रियाविधि (Working) : मिक्सिंग टैंक संपाचित्र टैंक से एक पाइप द्वारा जुड़ा रहता है। गोबर एवं जल का गाढ़ा घोल मिक्सिंग टैंक में डाला जाता है। धीरे-धीरे मिक्सिंग टैंक से सलरी डाइजेस्टर टैंक (संपाचित्र टैंक) में प्रवेश करती है। अवायवीय किण्वन (anaerobic fermentation) के कारण बायोगैस प्राप्त होता है जिसे निकासक पाइप द्वारा बाहर निकाल लिया जाता है। शेष बचे स्लरी का उपयोग खाद के रूप में किया जाता है।

बायोगैस से लाभ (Advantages of biogas)

(i) बायोगैस संयंत्र अत्यन्त ही सरल है। इसलिए इसे ग्रामीण क्षेत्रों में आसानी से स्थापित किया जा सकता है। ग्रामीण क्षेत्रों में अधिकांश ऊर्जा की आपूर्ति इस संयंत्र से प्राप्त बायोगैस से की जा सकती है।

(ii) बायोगैस जलने के पश्चात् धुआँ नहीं देता है।

(iii) बायोगैस का मुख्य अवयव मिथेन (CH_4) होता है जिसका ऊष्मीय मान काफी उच्च अर्थात् 55 kJ/g होता है जबकि पेट्रॉल का ऊष्मीय मान मात्र 50 kJ/g होता है।

(iv) इसका उपयोग उर्वरक के रूप में भी किया जाता है क्योंकि शेष बची स्लरी में नाइट्रोजन एवं फॉस्फोरस प्रचुर मात्रा में पाया जाता है।

(v) बायोगैस के उपयोग से जंगल कटाई को रोका जा सकता है।

बायोगैस संयंत्र को आगे बढ़ाने में सरकार की भूमिका
(Role of Government in Promoting biogas Plants)

बायोगैस संयंत्र को आगे बढ़ाने में सरकार अहम भूमिका निभा रही है। सरकार द्वारा उठाए गए प्रमुख कदम इस प्रकार हैं—

(i) बायोगैस संयंत्र स्थापित करने के लिए सरकार किसानों को आर्थिक सहायता प्रदान करती है।

(ii) सरकार ऐसे संयंत्रों के निर्माण के लिए तकनीकी ज्ञान (technical knowledge) देने की व्यवस्था करती है।

(iii) बायोगैस संयंत्र को सुचारु रूप से संचालित करने के लिए किसानों को प्रशिक्षण की व्यवस्था करती है।

पवन ऊर्जा
(Wind Energy)

"तीव्र गति से बहती हुई हवा को पवन" कहा जाता है। [Air moving with high speed air is called wind.]

सूर्य के विकिरणों द्वारा भूखण्डों (lands) और जलाशयों (oceans) के असमान तप्त होने के कारण वायु में गति उत्पन्न हो जाती है जिसे बहती हुई **हवा** या **पवन** कहा जाता है।

बहती हुई हवा को काफी गतिज ऊर्जा होती है। इस ऊर्जा का उपयोग परंपरागात रूप से पवन चक्कियों (wind mills) को चलाने में किया जाता रहा है। उदाहरणस्वरूप पवन चक्की द्वारा प्रचालित जलपंप में पवन चक्की की पंखुड़ियों की घूर्णी गति का उपयोग कुओं से जल खींचने के लिए ही किया जाता था, लेकिन आजकल पवन ऊर्जा जो ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने में किया जाता है।

पवन चक्की
(Wind Mill)

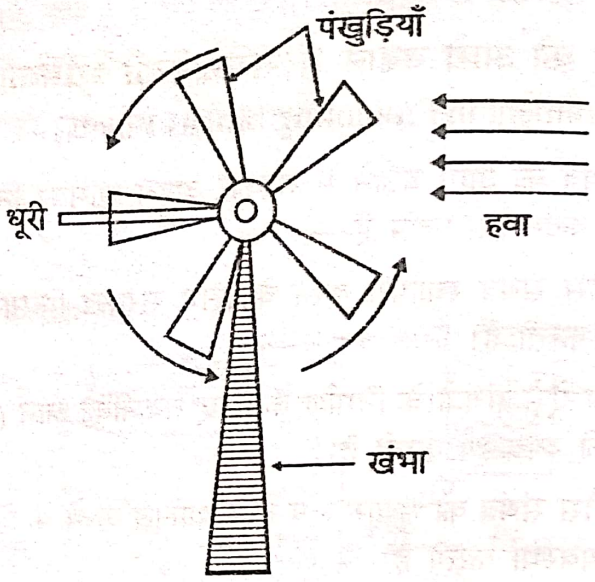
ऐसी युक्ति **जो पवन ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा या विद्युत ऊर्जा में परिणत करता है पवन चक्की कहलाता है।** [A wind mill is a machine or device which converts wind energy into mechanical energy or electrical energy.]

हॉलैण्ड (Holland) तथा **नार्वे** (Norway) में 17वीं शताब्दी से ही पवन चक्की काफी लोकप्रिय है, क्योंकि वहाँ वर्ष के अधिकांश महीनों में काफी तेज हवाएँ बहती हैं।

किसी भी पवन चक्की को संचालित करने के लिए वहाँ पवन का वेग कम-से-कम 15 km/h होना आवश्यक होता है।

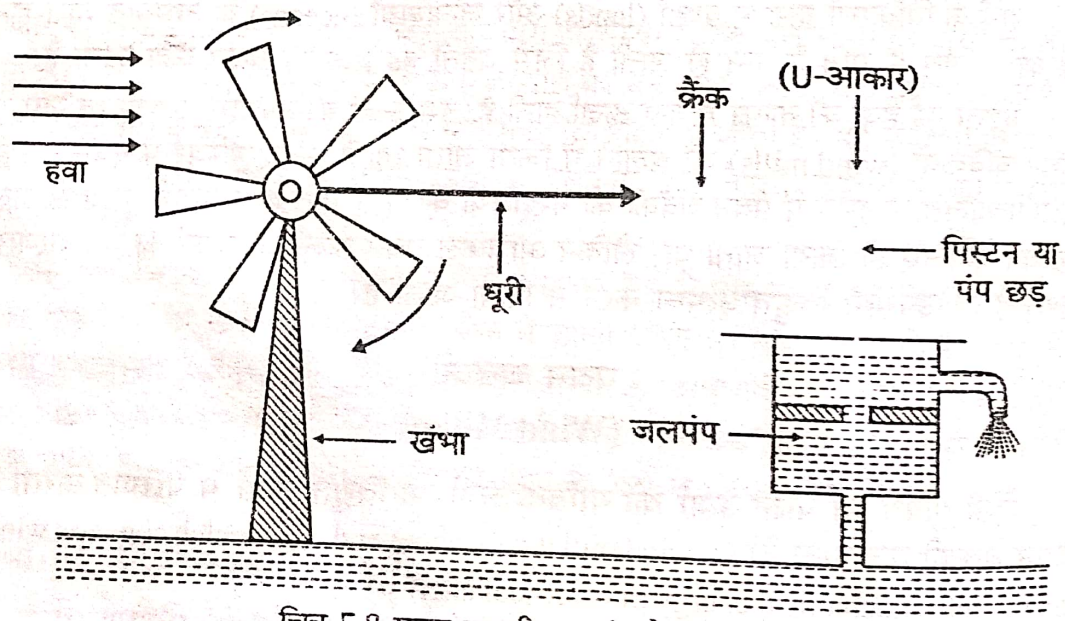
पवन चक्की का उपयोग विशेष रूप से जल पम्प (water pump) में तथा विद्युत उत्पन्न करने में किया जाता है।

पवन चक्की में एक पहिया होता है जिसमें विशेष प्रकार की पंखुड़ियाँ (blades) लगी रहती हैं। एक खंभे (pole) के ऊपर व्यवस्थित वह पहिया अपने धुरी (axis) के परितः तेज हवा के कारण घूमती है।



चित्र 5.7 पवन चक्की

[A] **पवन चक्की का उपयोग जलपंप में** (Wind mill used in water lifting) : पवन चक्की की धुरी एक क्रैंक छड़ [Crank rod] से जुड़ा रहता है। जल पम्प पिस्टन (piston) का मुक्त सिरा क्रैंक छड़ के U-आकार वाले भाग से जुडा रहता है। जैसा कि चित्र 5.9 में दर्शाया गया है।



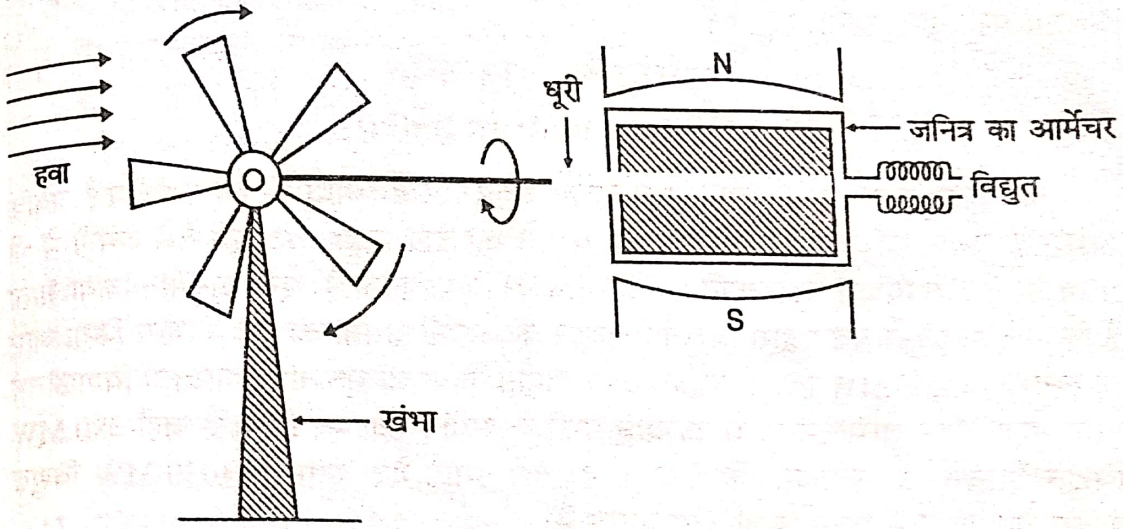
चित्र 5.8 पवन चक्की जलपंप के रूप में

क्रियाविधि (Working) : जब किसी पवन चक्की के ब्लेड से पवन टकराता है तो पवन की गतिज ऊर्जा पवन चक्की के पहिया को घुमाता है। इसके परिणामस्वरूप पहिया से जुड़ा धुरी (axle) भी घुमने लगता है और क्रैंक छड़ को भी घुमाता है। इससे जलपंप के पिस्टन से जुड़ा क्रैंक छड़ का U-आकार वाला भाग ऊपर तथा नीचे गति करने लगता है। फलस्वरूप जमीन के अन्दर का जल पृथ्वी की सतह पर आ जाता है।

अतः ऊर्जा के रूप में इसे संक्षेप में इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है—

पवन की गतिज ऊर्जा पहिया के घूर्णन के गतिज ऊर्जा में परिणत हो जाता है। पुनः पहिया के घूर्णन की गतिज ऊर्जा पिस्टन के गतिज ऊर्जा में बदल जाता है। पुनः पिस्टन की गतिज ऊर्जा पानी के ऊपर उठाने में स्थितिज ऊर्जा में परिणत हो जाता है।

[B] **पवन चक्की का उपयोग विद्युत उत्पादन में** (Wind mill for generating electricity): हाल के वर्षों में ग्रामीण क्षेत्रों में पवन चक्कियों का उपयोग करके पवन ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा उत्पन्न करने के प्रति काफी अभिरुचि बढ़ गई है।



चित्र 5.9 पवन चक्की जलपंप के रूप में

इसके लिए पवन चक्की की धूरी को जनित्र (generator) के आर्मेचर के धूरी से जोड़ दिया जाता है। जब तेज बहती हवा पवनचक्की के पंखुड़ियों (Blades) को घूमाता है तो जेनेरेटर के अंदर का आर्मेचर भी घूमने लगता है। चूँकि आर्मेचर एक चुम्बक के दोनों ध्रुवों के बीच व्यवस्थित रहता है और पवन चक्की के पहिया के घूमने के कारण वह भी घूर्णन करने लगता है जिससे विद्युत की उत्पत्ति होती है। अर्थात् पवन की गतिज ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में परिणत हो जाता है।



चित्र 5.10

एकल पवन चक्की द्वारा उत्पन्न विद्युत बहुत कम होता है अर्थात् व्यापारिक स्तर पर इसका उपयोग नहीं किया जा सकता है। इसलिए व्यापारिक स्तर पर विद्युत प्राप्त करने के लिए एक बड़े से क्षेत्र में अनेक पवन चक्कियों को परस्पर युग्मित कर लिया जाता है जिसे **पवन ऊर्जा फार्म** (wind energy farm) कहते हैं।

पवन ऊर्जा फार्म स्थापित करने के लिए एक विशाल भूखंड की आवश्यकता होती है। ऐसा माना गया है कि 1 MW विद्युत उत्पादन के लिए पवन फार्म को लगभग 2 हेक्टेयर भूमि

की आवश्यकता है। पवन ऊर्जा फार्म स्थापित करने के लिए प्रारंभिक लागत काफी अधिक होती है। साथ ही पवन चक्कियों का रख-रखाव भी काफी उच्च स्तरीय होता है क्योंकि सभी पवन चक्कियाँ वायुमंडल के खुला रहता है जहाँ धूप, चक्रवात, वर्षा इत्यादि प्राकृतिक प्रकोपों का सहन करना पड़ता है।

भारत में पवन ऊर्जा
(Wind energy in India)

दुनियाँ में, पवन ऊर्जा द्वारा विद्युत उत्पादन करने में **डेनमार्क** का स्थान **प्रथम** है जबकि **भारत** का स्थान **पाँचवा** है। **डेनमार्क को पवनों का देश कहा जाता है।** वैसे जर्मनी में भी पवन ऊर्जा द्वारा विद्युत का उत्पादन बड़े पैमाने पर किया जाता है। ऐसा अनुमान किया जाता है कि यदि भारत में पवन द्वारा विद्युत उत्पादन की अपनी क्षमता का पूरा उपयोग किया जाए तो लगभग 45,00 MW विद्युत शक्ति का उत्पादन किया जा सकता है। भारत में विशालतम पवन ऊर्जा फार्म **तमिलनाडु में कन्याकुमारी** के समीप स्थापित किया है जहाँ 380 MW **विद्युत शक्ति** का उत्पादन किया जाता है। वैसे हमारा देश लगभग 1030 MW विद्युत शक्ति का उत्पादन पवन ऊर्जा द्वारा करता है।

गुजरात में दो पवन ऊर्जा फार्म स्थापित किए गए हैं। एक फार्म **पोरबन्दर जिला के लैम्बा (Lamba)** में तथा दूसरा फार्म **ओखा (Okha)** में स्थापित है। इसके अतिरिक्त अन्य राज्यों राजस्थान, कर्नाटक, मध्यप्रदेश, पश्चिम बंगाल इत्यादि के कई क्षेत्रों में ऐसे ही फार्म या तो स्थापित किए गए हैं या स्थापित करने की योजना है।

पवन ऊर्जा से लाभ (Advantages of Wind Energy)

(i) पवन ऊर्जा न तो धुआँ और न ही हानिकारक गैसें उत्पन्न करती है इसलिए ऊर्जा का यह रूप प्रदूषण मुक्त होता है।
(ii) यह नवीकरणीय ऊर्जा का एक पर्यावरणीय हितैषी एवं दक्ष स्रोत है।
(iii) यह-सस्ता होता है क्योंकि पवन की उपलब्धता में कोई खर्च नहीं होता है।

पवन ऊर्जा की सीमाएँ (Limitation of Wind Energy)

(i) पवन ऊर्जा फार्म सभी जगह स्थापित नहीं किए जा सकते हैं क्योंकि जेनरेटर को संचालित करके विद्युत उत्पन्न करने के लिए पवन का वेग कम-से-कम 15 km/h होना चाहिए।
(ii) पवन ऊर्जा फार्म स्थापित करने के लिए एक विशाल भूखंड की आवश्यकता होती है।
(iii) पवन ऊर्जा फार्म स्थापित करना काफी महँगा होता है।
(iv) चूँकि हरेक क्षण पवन एक समान वेग से नहीं बहता है, इसलिए 15 km/h के वेग से कम होने पर जेनेरेटर काम करना बंद कर देगा। अतः ऊर्जा के अन्य स्रोत पर निर्भर होना पड़ेगा।

(C) स्वयं जाँच कीजिए
(Test yourself)

1. बायोमास (जैव मात्रा) क्या है? इसका उपयोग ईंधन के रूप में कैसे किया जाता है?
   What is biomass? How is it used as a fuel?
2. लकड़ी की अपेक्षा चारकोल अच्छा ईंधन है, क्यों?
   Why charcoal is better fuel than wood?

3. बायोगैस क्या है? बायोगैस के मुख्य अवयव का नाम बतावें।
What is Biogas? Name the chief constituent of biogas.
4. घरेलू उपयोग के लिए बायोगैस को आदर्श ईंधन क्यों माना जाता है?
Why is biogas considered ideal fuel for domestic use?
5. स्थिर गुम्बदनुमा गैसटंकी वाला बायोगैस संयंत्र की बनावट एवं क्रियाविधि का सचित्र वर्णन करें। (Describe the construction and working of fixed dome type biogas plant with the help of diagram.)
6. बायोगैस के उपयोग से होने वाले लाभ क्या हैं?
What are the advantages of using biogas?
7. पवन ऊर्जा क्या है? (What is wind energy?)
8. पवन ऊर्जा से क्या लाभ हैं? (What are the advantages of wind energy?)
9. पवन ऊर्जा की सीमाएँ क्या हैं? (What are the limitations of wind energy?)
10. पवन चक्की क्या है? पवन चक्की द्वारा विद्युत कैसे उत्पन्न किया जाता है?
What is wind mill? How is electricity generated by using wind mill?
11. पवन ऊर्जा फार्म क्या है? (What is wind energy farm?)
12. पवन क्या है? उन चार कारकों का नाम लिखें जो पवन के निर्माण के लिए उत्तरदायी हैं।
What is wind? List four factors responsible for the formation of wind.

वैकल्पिक अथवा गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत
(Alternative or Non-conventional Source of Energy)

प्रौद्योगिकी (technology) में विकास के साथ ही हमारी जीवन शैली में भी लगातार परिवर्तन हो रहा है। हम अपनी क्रिया-कलापों में अधिकाधिक मशीनों का उपयोग करने लगे हैं। जैसे-जैसे हमारी ऊर्जा की माँग में वृद्धि होती जाती है वैसे-वैसे ही हमें अधिक ऊर्जा स्रोतों की आवश्यकता होती रहती है।

प्राचीन समय की तुलना में हमारा जवीन आरामदेह हो गया है। पहले जो काम मनुष्य अपने मेहनत से करते थे इसे आजकल मशीनों के द्वारा किया जाता है। फलस्वरूप मशीनों के संचालन के लिए किसी-न-किसी ऊर्जा स्रोत की जरूरत होती है। ऊर्जा की आपूर्ति की तुलना में ऊर्जा का उपभोग ज्यादा होने लगा है इसलिए ऊर्जा संकट उत्पन्न हो जाता है। अतः इस संकट से उबरने के लिए ऊर्जा के नए स्रोतों की खोज की जाती है जिसे ऊर्जा का वैकल्पिक स्रोत माना जाता है।

इसे मुख्यतः दो तरह से पूरा किया जा सकता है—(i) ज्ञात ऊर्जा स्रोतों को अधिक दक्ष उपयोग के लिए प्रौद्योगिकी (technology) विकसित करना पड़ेगा तथा (ii) आधुनिकतम विशिष्ट युक्तियों का उपयोग ऊर्जा के नए स्रोतों को ढूँढ़ना होगा। नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों में हमलोग **सौर ऊर्जा** (solar energy) के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे।

सौर ऊर्जा
(Solar Energy)

सूर्य से निकलने वाली ऊर्जा सौर ऊर्जा कहलाती है। यह ऊर्जा ऊष्मा एवं प्रकाश के रूप में प्राप्त होती है। [The energy radiated by sun in the form of heat and light is called solar energy.]

सूर्य के कोर में अति उच्च ताप पर हाइड्रोजन के नाभिक संलयित (fused) होकर हीलियम के नाभिक का निर्माण करता है, साथ ही ऊर्जा की विपुल राशि भी उत्सर्जित होती है। यह ऊर्जा ऊष्मा एवं प्रकाश के रूप में प्राप्त होती है। यह प्रक्रिया **नाभिकीय संलयन** (Nuclear fusion) कहलाती है।

सौर परिवार के सभी ग्रह सूर्य से ही ऊर्जा प्राप्त करते हैं। सूर्य से उत्सर्जित ऊर्जा का अल्प अंश ही पृथ्वी के वायुमंडल की बाह्य परतों पर पहुँच पाता है। इसका लगभग आधा भाग वायुमंडल से गुजरते समय अवशोषित हो जाता है तथा शेष भाग पृथ्वी के पृष्ठ पर पहुँच पाता है।

ऐसा अनुमान किया गया है कि पृथ्वी वायुमंडल का बाह्य परत सूर्य से 1.4 **किलोजूल प्रति सेकेण्ड प्रति वर्गमीटर** (1 kJ/sec m^2) सौर ऊर्जा के रूप में प्राप्त करता है। इसी मान को **सौर स्थिरांक** (Solar constant) कहा जाता है। इसे इस रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है।

सौर स्थिरांक = 1.4 kW/m^2

सौर स्थिरांक को निम्न रूप में परिभाषित किया जा सकता है—

"पृथ्वी के वायुमंडल की परिरेखा पर सूर्य की किरणों के लंबवत् स्थित खुले क्षेत्र के प्रति इकाई क्षेत्रफल पर प्रति सेकेण्ड पहुँचनेवाली सौर ऊर्जा को सौर स्थिरांक कहते हैं जबकि इस क्षेत्र को सूर्य से पृथ्वी के बीच की औसत दूरी माना गया है।"
[The energy received from the sun in one second by the unit square meter area of outer edge of earth's atmosphere exposed perpendicular to the radiation of sun at an average distance between the earth and the sun is called solar constant.]

पृथ्वी के सतह पर प्राप्त सौर ऊर्जा का मान हमेशा सौर स्थिरांक के मान से कम होता है क्योंकि सौर ऊर्जा का अधिकांश भाग **ओजोन परत** (Ozone layer) द्वारा अवशोषित हो जाता है तथा शेष बचा भाग अवरक्त प्रकाश (Infrared rays) एवं अन्य दृश्य प्रकाश (visible light) के रूप में पृथ्वी पर पहुँचता है। पृथ्वी जिस सौर ऊर्जा को प्राप्त करती है वह भूखंड, नदियाँ, महासागर एवं झीलों के द्वारा अवशोषित हो जाता है। यही अवशोषित ऊर्जा कई प्राकृतिक घटनाओं जैसे— **आँधी, वर्षा, हिमपात, समुद्री लहरें** आदि को जन्म देती है।

☛ **नोट** : सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में हरे पौधे भी प्रकाश संश्लेषण (Photo sysnthesis) विधि द्वारा अपना भोजन तैयार करता है।

सौर ऊर्जा के कुछ प्रमुख परंपरागत उपयोग
(Some Important traditional uses of Solar Energy)

(i) सौर कूकर का उपयोग करके खाना बनाने में।
(ii) सौर जल हीटर द्वारा पानी को गर्म करने में।
(iii) हरे पौधे द्वारा अपना भोजन तैयार करने में।
(iv) सौर सेल का उपयोग करके विद्युत उत्पन्न करने में।
(v) कपड़ा एवं अनाज सुखाने में।
(vi) सौर भट्ठी का उपयोग करके धातुओं को गलाने में।

भारत एक भाग्यशाली देश है, क्योंकि वर्ष के अधिकांश दिनों में हमें सौर ऊर्जा प्राप्त होती है। लगाए गए अनुमानों के अनुसार हमारा देश प्रतिवर्ष 500,000,000 करोड़ किलोवाट घंटा (5000 ट्रिलियन किलोवाट घंटा) सौर ऊर्जा प्राप्त करता है। स्वच्छ आकाश की स्थिति होने पर पृथ्वी के किसी क्षेत्र में प्रतिदिन प्राप्त होनेवाली सौर ऊर्जा का औसत परिमाण 4 से 7 kWh/m^2 के बीच होता है।

Sample Problem

किसी स्थान पर सौर स्थिरांक 1.4 kW/m^2 है। इस स्थान पर 5 m^2 वाले क्षेत्रफल में प्रति सेकेण्ड कितनी सौर ऊर्जा प्राप्त होगी? [The solar constant at a place is 1.4 kW/m^2. How much solar energy will be received at this place per second over an area of 5 m^2.]

हल : यहाँ सौर स्थिरांक = 1.4 kW/m^2

इसका अर्थ यह है कि प्रति सेकेण्ड 1 m^2 क्षेत्रफल में प्राप्त सौर ऊर्जा 1.4 kJ

[$\because$ 1 W = 1 J sec^{-1}]

अतः प्रति सेकेण्ड 5 m^2 क्षेत्रफल में प्राप्त सौर ऊर्जा

$= 5 \times 1.4\ kJ = 7.0\ kJ = 7\ kJ.$

PRACTICE PROBLEMS

1. यदि किसी स्थान पर सौर स्थिरांक 1.4 kW/m^2 है तो 2 घंटे में 100 m^2 क्षेत्रफल द्वारा प्राप्त सौर ऊर्जा का मान ज्ञात करें। [If solar constant at a place is 1.4 kW / m^2 then find the solar energy received by area of 100 m^2 in 2 hours.] [**Ans.** 100.8×10^7 J]
2. यदि 10 m^2 क्षेत्रफल द्वारा 5 मिनट में 4200 kJ सौर ऊर्जा प्राप्त होता है तो सौर स्थिरांक का मान ज्ञात करें। [If the solar energy received in 5 min by 10 m^2 area is 4200 kJ. Find the value of solar constant.] [**Ans.** 1.4 kW/m^2]

सौर ऊर्जा युक्तियाँ
(Solar Energy Devices)

अनेक ऐसी युक्तियाँ हैं जिनमें सौर ऊर्जा का उपयोग करके ऊष्मा तथा विद्युत प्राप्त किया जाता है। उन युक्तियों में **सोलर कुकर, सौर सेल, सोलर जल तापक सौर भट्ठी** इत्यादि प्रमुख हैं। अब हमलोग मुख्य रूप से सोलर कुकर, सौर जल तापक एवं सौर सेल का वर्णन करेंगे।

[1] **सोलर कुकर** (Solar Cooker) : **यह एक ऐसी युक्ति है जिसके द्वारा सूर्य से सौर ऊर्जा प्राप्त करके उसे ऊष्मा ऊर्जा में बदलकर खाना बनाया जाता है।**

[It is a device which is used to cook food by utilising the heat radiation coming from the sun.]

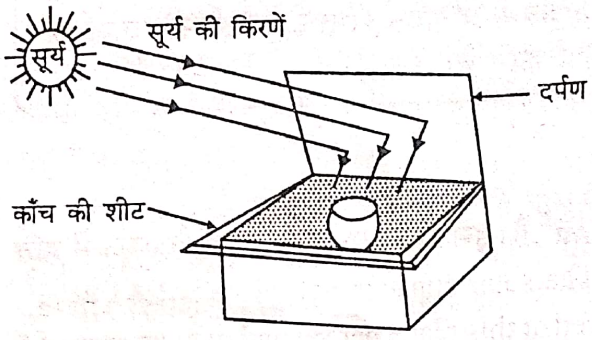
सोलर कुकर मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं—

[A] बॉक्स टाइप सोलर कुकर तथा

[B] अवतल परावर्तक टाइप सोलर कुकर।

[A] बॉक्स टाइप सोलर कुकर (Box type solar cooker)

बनावट (Construction) : इसमें लकड़ी का एक आयताकार बॉक्स होता है जिसमें एक धातु का बॉक्स होता है जो काले रंग से पेंट किया होता है। काले रंग से इसलिए पेंटेड रहता है कि ऊष्मा का अधिक अवशोषण किया जा सके। दोनों बक्सों के बीच में थर्मोकॉल (thermocol) जैसे कुचालक पदार्थों से भर दिया जाता है। धातु वाले बॉक्स को मोटे काँच के सीट के ढक्कन से ढक दिया जाता है।



चित्र 5.11 सौर कुकर

एक समतल दर्पण परावर्तक को धातु वाले बॉक्स से जोड़ दिया जाता है। यह समतल दर्पण परावर्तक सूर्य की किरणों को परावर्तित कर देता है। बक्से के अन्दर खाद्य सामग्री को एक बरतन में रखकर डाल दिया जाता है। यह ध्यान रखा जाता है कि बरतन की पेंदी एवं दीवाल काले रंग का होगा।

क्रियाविधि (Working) : अवतल दर्पण परावर्तक को इस प्रकार व्यवस्थित किया जाता है कि सूर्य प्रकाश की अधिकांश किरणें उस परावर्तक सतह पर पड़े। परावर्तक सतह से परावर्तित होकर प्रकाश की किरणें उस मोटे काँच के सतह पर पहुँचती है। ऊष्मा विकरित होकर काँच के ढक्कन से गुजरता है जिसे वह बतरन तथा बॉक्स का काला स्तर अवशोषित कर लेता है। जब विकरित प्रकाश उस बॉक्स के अन्दर प्रविष्ट कर जाती है तो पुनः उस काँच के ढक्कन से बाहर नहीं निकल पाता है लगातार इस क्रिया के होने से बॉक्स के अन्दर का ताप बढ़ जाता है तथा बतरन में रखा खाना बन कर तैयार हो जाता है।

बॉक्स टाइप सोलर कुकर से लाभ (Advatages of box type Solar Cooker)

(i) इस प्रकार के सोलर कुकर से बना भोजन सस्ता होता है।
(ii) चूँकि इसमें किसी प्रकार के ईंधन को नहीं जलाया जाता है इसलिए किसी प्रकार का प्रदूषण नहीं उत्पन्न होता है।
(iii) यह गैस, तेल या लकड़ी जैसे ईंधन को बचाता है।
(iv) चूँकि इसमें खाना कम ताप पर धीरे-धीरे बनता है इसलिए पौष्टिक तत्वों का क्षय नहीं होता है।

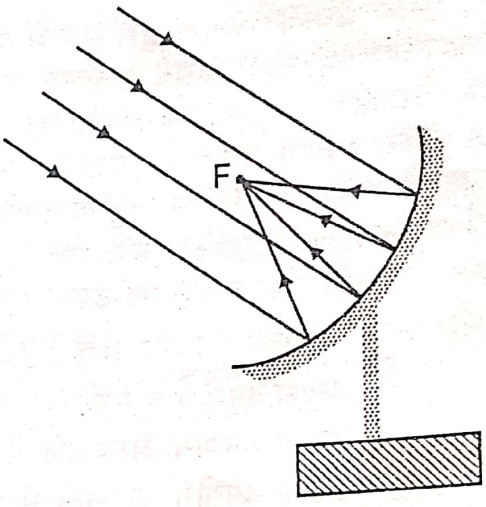
सोलर कुकर से हानियाँ या सोलर कुकर की सीमाएँ
(Disadvantages of Solar Cooker or limitation of Solar Cooker)

(i) रात में भोजन नहीं बनाया जा सकता है।
(ii) खाना बनाने में काफी अधिक समय लगता है।
(iii) ऐसे कूकर द्वारा अधिक मात्रा में भोजन नहीं तैयार किया जा सकता है।
(iv) चापाती नहीं बनायी जा सकती है।
(v) हमेशा परावर्तक समतल दर्पण को सूर्य की ओर घुमाना पड़ता है।

[B] **अवतल परावर्तक टाइप सोलर कुकर** (Concave Reflector type Solar Cooker) : इस सोलर कुकर में एक बड़ा अवतल दर्पण होता है। जब सूर्य से निकलने वाली

समांतर प्रकाश पुंज अवतल दर्पण के परावर्तक सतह पर पड़ती है तो परावर्तन के बाद वे सभी किरणें एक बिन्दु फोकस (F) पर अभिसरित (concentrate) हो जाती है। परिणामस्वरूप उस बिन्दु पर का ताप बढ़कर 200°C तक हो जाता है। इसलिए उस बिन्दु पर किसी बरतन में भोज्य सामग्री रखा जाए तो भोजन बनकर तैयार हो जाता है।

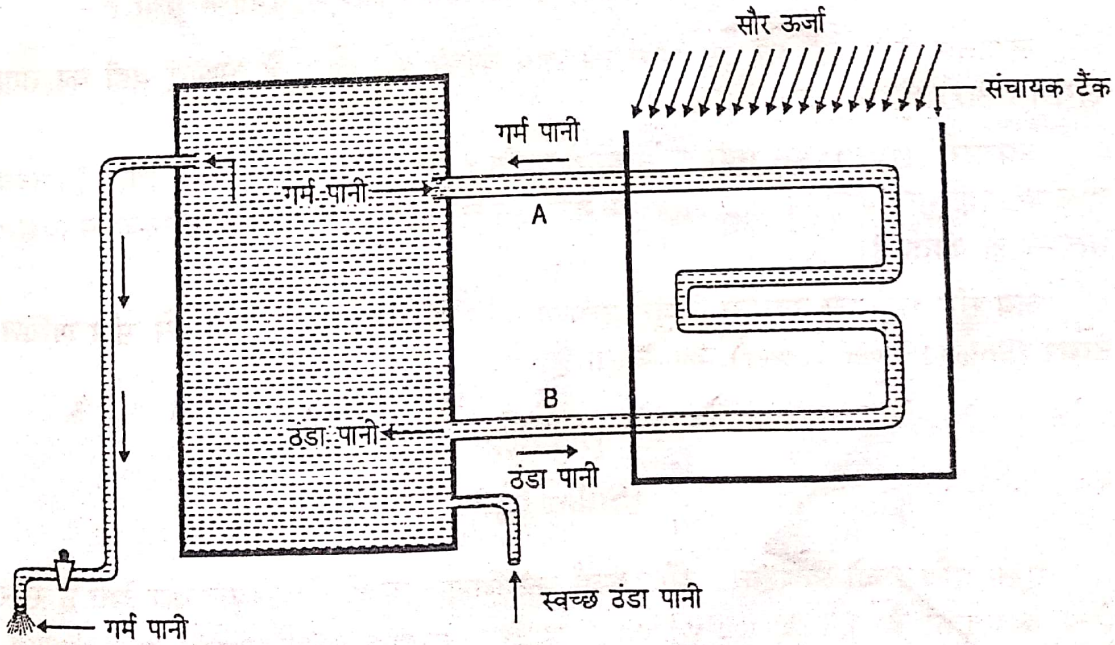
यह ध्यान रखा जाता है कि अवतल दर्पण परावर्तक जिसे सोलर कन्सेनट्रेटर (अभिसारी) कहा जाता है उसे हमेशा सूर्य की ओर घुमाया जाता है।



चित्र 5.12 अवतल टाइप सोलर कुकर

सौर जल तापक
(Solar Water Heater)

बनावट (Construction) : इसमें एक आयताकार अचालक धातु का बॉक्स होता है जिसके दोनों ओर काले पेंट से पेंटेड कर दिया जाता है। इस बक्से के अन्दर ताँबे के पाइप को टेढ़े-मेढ़े (वक्राकार) रूप में व्यवस्थित कर दिया जाता है। ताँबे के पाइप को बाहर से काला कर दिया जाता है। बॉक्स एवं पाइप को इसलिए काला कर दिया जाता है क्योंकि ये सूर्य से प्राप्त ऊष्मा को आसानी से अवशोषित कर लें। कॉपर पाइप के मुक्त सिरा को ऐसे संचायक टैंक से जोड़ा जाता है जो कुचालक होता है। इस टैंक में एक साथ दोनों तरह के जल से संचय की व्यवस्था रहती है। अन्दर से ठंढ़ा पानी टैंक से निकलकर उस धातु के बॉक्स में प्रवेश करती है तथा पुनः गर्म होकर उसी संचायक टैंक में वापस आ जाती है। इसके लिए धातु के बॉक्स के ऊपर समतल काँच का ढक्कन रखा जाता है जहाँ सूर्य से आने वाली किरणें आपतित होती है।



चित्र 5.13 सौर जल तापक

क्रियाविधि (Working) : सूर्य से आनेवाली प्रकाश किरणें काँच के ढक्कन होकर कॉपर पाइप तक पहुँचती है जिसमें जल उपस्थित रहता है। जल उस ऊष्मीय प्रकाश को अवशोषित कर लेता है। जल ऊष्मा का अवशोषण करके गर्म हो जाता है तथा यह आगे बढ़ता है। पाइप A होकर संचायक टैंक में पहुँचता है। पुनः उस गर्म जल का स्थान लेने के लिए ठंढ़ा जल पाइप B से होकर पुनः उस धातु के बक्से में पहुँचती है। यह क्रिया बारंबार होती रहती है और संवहनीय (convectional) धारा व्यवस्थत हो जाती है तथा गर्म जल संचय होने लगता है। इस तरह सौर जल तापक का उपयोग करके जल गर्म किया जाता है।

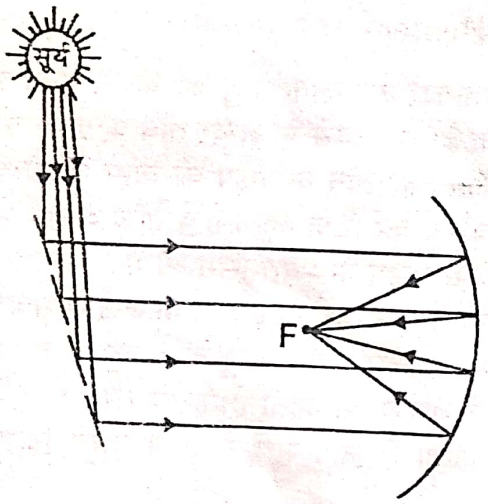
सौर जल तापक का उपयोग (Uses of Solar water heater)

(i) इसका उपयोग बड़े-बड़े होटलों में गर्म जल आपूर्ति के लिए किया जाता है।

(ii) इसका उपयोग अस्पताल में किया जाता है।

(iii) इसका उपयोग कारखानें में भी किया जाता है।

सौर भट्ठी
(Solar Furnace)



चित्र 5.14 सौर भट्ठी

इसमें काफी संख्या में घूमती समतल दर्पण के साथ-साथ परवलयिक परावर्तक सतह का उपयोग किया जाता है। सूर्य से आनेवाली ऊष्मीय प्रकश किरणों को उन घूमती समतल दर्पण पर आपतित कराया जाता है। वे सभी दर्पण उन किरणों को परावर्तित करके परवलयिक परावर्तक सतह (parabolic reflcting surface) पर भेजती है। इसके बाद पुनः प्रकाश की किरणें परवलयिक परावर्तक सतह से परावर्तन के बाद एक छोटे से भाग पर अभिसरित (converge) हो जाती है। जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है—

लगातार ऐसा होने पर इस भाग का ताप काफी बढ़ जाता है अर्थात् वहाँ का ताप लगभग 3000°C हो जाता है।

उपयोग (Uses) : इस भट्ठी का उपयोग करके भाप (steam) प्राप्त किया जाता है। उच्च दाब पर यही भाप जनित्र (generator) के टरबाइन को घूर्णित कर देता है फलस्वरूप विद्युत उत्पन्न हो जाता है।

जब सौर भट्ठी का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने में किया जाता है तो इसे **सौर शक्ति टावर** (Solar Power Tower) कहा जाता है।

सौर सेल
(Solar cell)

ऐसी युक्ति जो प्रत्यक्षतः सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिणत कर देता है सौर सेल कहलाता है। [A device which directly converts solar energy into electric energy is called solar cell.]

सौर सेल बनाने के लिए अर्द्धचालक (semiconductor) का उपयोग किया जाता है अर्थात् वह पदार्थ जिसकी चालकता चालक एवं अचालक पदार्थों की चालकता के बीच होती है, अर्द्धचालक कहलाता है। आजकल जितने भी सौर सेल बनाए जा रहे हैं उनमें विशेष रूप से अर्द्धचालक **सिलिकॉन** (Silicon) एवं **जर्मेनियम** (Germanium) का ही उपयोग किया जाता है। अर्द्धचालक सिलिकॉन के विभिन्न परतों (waber) के पास अशुद्धियाँ रहती हैं जो हर एक के ऊपर दूसरा व्यस्थित रहता है। अशुद्धि के रूप में प्रायः **गैलियम** (Gallium) उपस्थित रहता है।

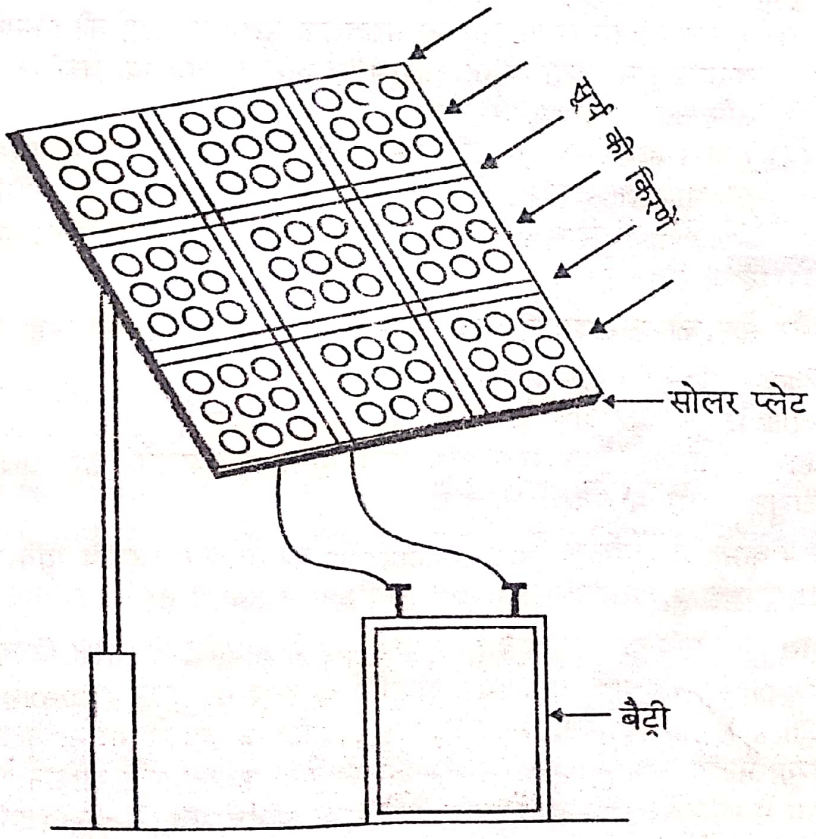
जब सूर्य का प्रकाश उन परतों पर पड़ती है तो काफी संख्या में इलेक्ट्रॉन उत्पन्न हो जाता है जो दूसरे परतों की ओर विसरित (diffuse) हो जाता है फलस्वरूप उन दो परतों के बीच विभवांतर (potential difference) उत्पन्न होता है जो विद्युत को जन्म देता है। इस तरह **सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदला जाता है।**

एक प्रारूपी सौर सेल को धूप में रखकर उससे 0.5 V – 1.0 V ताक वोल्टता विकसित किया जा सकता है तथा लगभग 0.7 W विद्युत उत्पन्न किया जा सकता है।

सौर पैनल (Solar Panel) : जब बहुत अधिक संख्या में सौर सेल को एक निश्चित पैटर्न में संयोजित करके इच्छित विभवांतर प्राप्त किया जाता है तो यह व्यवस्था **सौर पैनल** कहलाती है। [A group of solar cells connected in certain pattern to produce desired potential difference is called solar panel.]

सौर पैनल की क्षमता काफी अधिक होती है। इस पैनल में कुछ सौर सेलों को श्रेणीक्रम में तथा कुछ सौर सेलों को समांतर क्रम में संयोजित किया जाता है।

दिन के समय में सूर्य का प्रवेश जब सौर पैनल पर आपतित होती है तो सौर पैनल इसे विद्युत ऊर्जा में परिणत कर देता है। यह प्राप्त ऊर्जा उस संचायक बैट्री में संचित हो जाता है। जैसे ही रात में या बादल वाली दिन में सूर्य का प्रकाश सौर पैनल पर नहीं पहुँचती है तो वह



चित्र 5.15 सौर सेल

बैट्री विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति करने लगती है।

सौर सेल का उपयोग (Uses of Solar Cell)

(i) इसका उपयोग कैलकुलेटर, कलाई घड़ी, अनेक खिलौने इत्यादि में किया जाता है।
(ii) इसका उपयोग सुदूर ग्रामीण क्षेत्रों में विद्युत बल्ब को जलाने में किया जाता है।
(iii) इसका उपयोग रेडियो सेट अथवा बेतार संचार तंत्रों को चलाने में किया जाता है।
(iv) कृत्रिम उपग्रहों तथा अंतरिक्ष अन्वेषक युक्तियों जैसे **मार्स ऑर्बिटरों** में विद्युत ऊर्जा की आपूर्ति के लिए इसका उपयोग किया जाता है।

सौर सेल से लाभ (Advantages of Solar Cell)

(i) यह प्रत्यक्षतः सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिणत कर देता है।
(ii) यह प्रदूषण नहीं उत्पन्न करता है।

सीमाएँ (Limitations)

(i) सौर सेल सिलिकॉन का बना होता है। यह महँगा होता है।
(ii) सौर पैनल में लगे सौर सेल सर्वश्रेष्ठ चालक चाँदी के तार से संयोजित रहता है। चाँदी भी काफी महँगा होता है।
(iii) सौर पैनल में जुड़ा संचायक बैट्री केवल दिष्ट धारा (direct current, D.C.) ही आपूर्ति करता है।
(iv) सिर्फ दिन में ही विद्युत की आपूर्ति संभव हैं।

IMPORTANT NOTES

प्राचीन सभ्यताओं में भी सौर ऊर्जा का उपयोग किया जाता था।

[A] यूनानियों द्वारा खर-पतवार जलाने में सौर ऊर्जा का उपयोग किया गया था।
(i) यूनानी जानते थे कि गोलीय परावर्तक सतह पर सूर्य की किरणों को आपतित कराकर पुनः ऐसे जगह अभिसरित कराया जाए कि वहाँ का ताप बढ़ जाए और आग जलाया जा सके।
(ii) यूनानी दार्शनिक एवं प्रसिद्ध गणितज्ञ आर्किमीडिज ने भी विशालकाय दर्पण की सहायता से 212 ई॰ पूर्व सायराकूज के निकट रोमन वारशिप्स (roman warships) पर सूर्य के प्रकाश की किरणों को अभिसरित कराकर उसमें आग लगा दी।

[B] सौर सेल को फोटोवोल्टेयिक सेल (Photovoltaic cell) भी कहा जाता है।
Photo — का अर्थ प्रकाश तथा
Voltaic — का अर्थ विभवांतर की उत्पत्ति होता है।
अतः फोटोवोल्टेयिक सेल एक ऐसी युक्ति है जिसके द्वारा **प्रकाश ऊर्जा** को **विद्युत ऊर्जा** में बदला जाता है।

[C] जब कभी अर्द्धचालक (semiconductor) का उपयोग विशेष युक्ति में होता है तो उसमें कुछ अशुद्धियाँ (impurities) मिला दी जाती है।
अतः वह प्रक्रिया जिसके द्वारा अर्द्धचालक में अशुद्धियाँ मिला दी जाती हैं, डोपिंग (Doping) कहलाती है। प्रायः अशुद्धि के रूप में बोरोन (Boron) या फॉस्फोरस (Phosphorus) मिलाया जाता है। जब अशुद्धि के रूप में बोरोन मिलाया जाता है तो ऐसा अर्द्धचालक *p*-type (ग्राह्य) अर्द्धचालक कहलाता है लेकिन जब अशुद्धि के रूप में फॉस्फोरस मिलाया जाता है तो ऐसा अर्द्धचालक *n*-type (दातृ) अर्द्धचालक कहलाता है।

समुद्रों से ऊर्जा
(Energy from Sea or Ocean)

सूर्य से निकलनेवाली प्रकाश की किरणें नदियों, तालाबों एवं समुद्रों के जल को गर्म कर देता है। चूँकि जल की विशिष्ट ऊष्मा (काफी अधिक) 4200 J/kg/°C होता है इसलिए समुद्र का जल काफी ऊष्मा ऊर्जा को संचित कर लेता है।

समुद्र से प्राप्त ऊर्जा तीन रूपों में पाये जाते हैं—

(1) ज्वारीय ऊर्जा (Tidal energy)

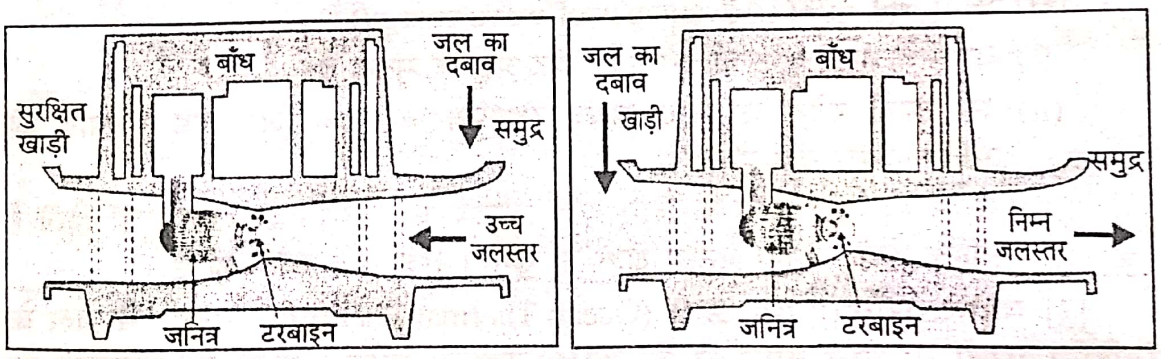
(2) तरंगे ऊर्जा (Wave energy) तथा

(3) महासागरीय तापीय ऊर्जा (Ocean thermal energy)

[1] **ज्वारीय ऊर्जा** (Tidal energy) : मुख्य रूप से चन्द्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण समुद्र में जल का स्तर चढ़ता तथा गिरता रहता है। यह परिघटना **ज्वार-भाटा** (tides) कहलाती है। 24 घंटे में लगभग दो बार **ज्वार-भाटा** उत्पन्न हो जाता है। ज्वार-भाटे में जल के स्तर के चढ़ने तथा गिरने से ज्वारीय ऊर्जा प्राप्त होती है। अर्थात् ज्वार-भाटा घटना के दौरान इसे काफी मात्रा में यांत्रिक ऊर्जा होती है। इस यांत्रिक ऊर्जा का उपयोग विद्युत ऊर्जा प्राप्त करने में किया जाता है।

इसके लिए समुद्र के किसी संकीर्ण क्षेत्र पर बाँध (Dam) का निर्माण किया जाता है।

जब जल स्तर काफी ऊँचा हो जाता है तो बाँध का गेट खुला रहता है। इस स्थिति में जल के उठे स्तर से जल को जनित्र (generator) के टरबाइन पर गिराया जाता है तथा यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदल जाती है जैसा कि चित्र 5.16 (a) में दर्शाया गया है।



चित्र 5.16

पुनः जब जलस्तर निम्न (low) रहता है तो बाँध का गेट बन्द रहता है इसलिए बाँध के पीछे जल का स्तर उठ जाता है जहाँ उठे जलस्तर को स्थितिज ऊर्जा होती है। इस संग्रहित जल को टरबाइन पर गिराया जाता है। जनित्र (generator) के टरबाइन घूमने लगता है तथा लगातार विद्युत की उत्पत्ति हो जाती है जैसा कि चित्र 5.16 (b) में दर्शाया गया है।

फ्रांस तथा कनाडा में ज्वारीय ऊर्जा व्यापक रूप में प्राप्त किया जाता है।

भारतवर्ष में भी गुजरात के **कच्छ की खाड़ी, कैम्बे की खाड़ी** (Gulf of Cambay), पश्चिम बंगाल में **सुन्दर वन** में ज्वारीय शक्ति संयंत्र स्थापित करने की व्यवस्था की गई है।

ज्वारीय ऊर्जा की सीमाएँ (Limitation of tidal energy) : सभी समुद्री तटीय स्थानों पर उपयुक्त बाँध नहीं बनाया जा सकता है क्योंकि उच्च और निम्न ज्वार-भाटा के बीच का अन्तर सही होना चाहिए।

ज्वारीय ऊर्जा से लाभ (Advantages of tidal energy) :

(i) यह ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है।

(ii) इससे किसी प्रकार का प्रदूषण नहीं उत्पन्न होता है।

(iii) बार-बार बाँध बनाने की आवश्यकता नहीं होती है।

ज्वारीय ऊर्जा से हानियाँ (Disadvantages of tidal energy) :

(i) अधिक मात्रा में विद्युत की उत्पत्ति नहीं की जा सकती है।

(ii) खाड़ी के खास क्षेत्र में ही बाँध बनाया जा सकता है।

(iii) बाँध बनाना काफी महँगा होता है।

[2] **तरंगें ऊर्जा** (Waves energy) : महासागरों के आर-पार प्रबल पवन बहती है तो तरंगें उत्पन्न करती है। इन तरंगों को गतिज ऊर्जा होती है। तरंग की ये गतिज ऊर्जा समुद्र के जल को गतिशील बना देता है। इस गतिशील जल की गतिज ऊर्जा जनित्र के टरबाइन को घुमाता है तथा विद्युत की उत्पत्ति हो जाती है अर्थात् तरंग ऊर्जा को ट्रेप करने के लिए विभिन्न युक्तियाँ विकसित की गई हैं।

पूरे विश्व में उपस्थित ऊर्जा में तरंगें ऊर्जा के रूप में लगभग 2 से 3 मिलियन मेगावाट ऊर्जा प्राप्त होता है।

तरंगें ऊर्जा की सीमाएँ (Limitation of wave energy) : तरंग ऊर्जा का व्यवहारिक उपयोग वहीं संभव है जहाँ तरंगें अत्यंत प्रबल हों। इसके लिए काफी तेज गति से हवा को बहना होगा। दूसरे शब्दों में जैसे ही हवा का बहना बंद होगा विद्युत उत्पादन बंद हो जाएगा अर्थात् इस ऊर्जा पर निर्भर होना संभव नहीं है।

तरंग ऊर्जा का लाभ (Advantages of wave energy) :

(i) यह नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत है। यह प्रदूषण मुक्त है।

(ii) इस ऊर्जा स्रोत के लिए संयंत्र स्थापित करने के लिए बड़े भू-भाग की आवश्यकता नहीं होती है।

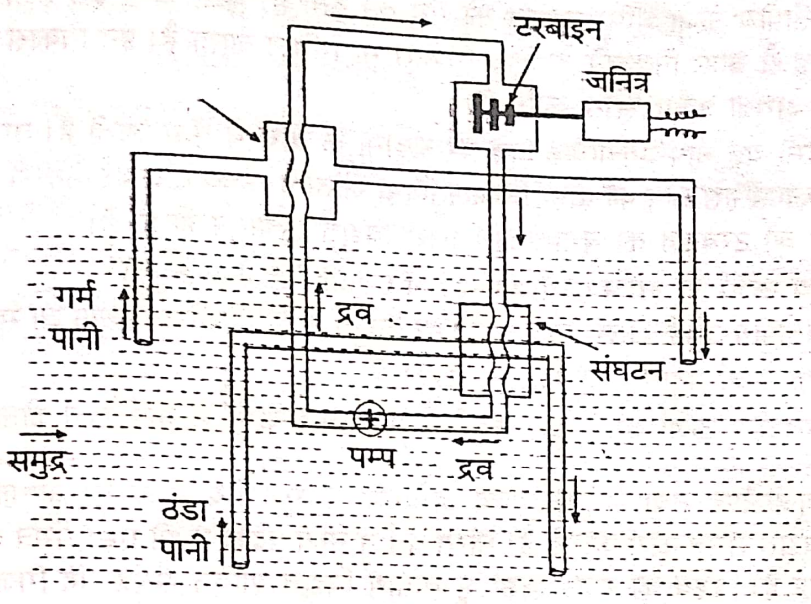
(iii) संयंत्र स्थापित करने के लिए कोई विशेष क्षेत्र की आवश्यकता नहीं होती है बल्कि सभी समुद्री तटीय क्षेत्रों के समीप तेज हवा बहती ही हैं।

[3] **महासागरीय तापीय ऊर्जा** (Ocean Thermal Energy) : **"समुद्र में जल के विभिन्न परतों के बीच तापान्तर के कारण उत्पन्न ऊत्पन्न ऊर्जा को महासागरीय तापीय ऊर्जा कहते हैं।"** [The heat energy produced due to temperature difference between the different layers of water in the ocean is knwon as ocean thermal energy (OTE)]

समुद्र अथवा महासागर के सबसे ऊपरी वाले जल के सतह का ताप अधिक होता है जबकि इनके गहराई वाले भाग का जल अपेक्षाकृत ठंढ़ा होता है। इसी तापान्तर के कारण समुद्री जल से ऊष्मा ऊर्जा को विशेष संयंत्र द्वारा प्राप्त किया जाता है जिसे महासागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण विद्युत संयंत्र (Ocean thermal energy conversion plant) कहते हैं। इस ऊष्मा ऊर्जा का उपयोग विद्युत उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

महासागरीय तापीय ऊर्जा रूपांतरण संयंत्र
(Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) Powers Plant)

OTEC के संचालन के लिए महासागर के पृष्ठ पर जल का ताप या 2 km तक की गहराई पर जल के ताप में 20°C का अंतर होना चाहिए। महासागर के पृष्ठ के तप्त जल का



चित्र 5.17

उपयोग अमोनिया जैसे वाष्पशील द्रव या क्लोरोफ्लोरोकार्बन (CFC) को उबालने में किया जाता है। उबालने के फलस्वरूप द्रव के वाष्प का उपयोग उच्च दाब पर जनित्र के टरबाइन को घुमाने में किया जाता है। टरबाइन के घुमने के फलस्वरूप विद्युत की उत्पत्ति होती है।

मृत भाप (dead steam) अर्थात् जिस वाष्प का उपयोग न किया गया हो को पंप से खींचकर पुनः द्रव में संघनित कर लिया जाता है। द्रव में संघनित करने के बाद प्रक्रिया को पुनः दुहराई जाती है तथा महासागरीय तापीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिणत कर लिया जाता है।

OTEC शक्ति संयंत्र का लाभ (Advantages of OTEC Power Plant) :

(i) इस संयंत्र से प्राप्त विद्युत ऊर्जा नवीकरणीय एवं प्रदूषण मुक्त होता है।

(ii) इस संयंत्र का परिचालन सालों भर लगातार किया जा सकता है।

(iii) यह संयंत्र पौष्टिक तत्त्वों को मछली तक पहुँचाने में मदद करता है।

OTEC की सीमाएँ (Limitation of OTEC) :

(i) OTEC संयंत्र स्थापित करने के लिए काफी अधिक पूँजी की आवश्यकता होती है।

(ii) पृष्ठ पर के जल तथा गहराई वाले जल के ताप में अन्तर बहुत कम होने के कारण इसकी दक्षता बहुत कम (3%-4%) होती है।

भूतापीय ऊर्जा
(Goethermal Energy)

पृथ्वी की संरचना में तीन परतें होती हैं—

(i) भूपर्पटी (Crust) (ii) प्रावार (Mantle) तथा (iii) कोर (Core)

कोर सबसे आन्तरिक भाग होता है। कोर तथा पर्पटी के बीच में प्रावार होता है। प्रावार वाले क्षेत्रों में उच्च ताप पर पिघली चट्टानें गैसें तथा भाप होती हैं। इसे **मैग्मा** (Magma) कहते हैं। भौमिकीय परिवर्तन (Geological change) के कारण ये मैग्मा गर्म होकर पृथ्वी के पर्पटी में जमा हो जाता है। जिस क्षेत्र में मैग्मा जमा होता है उसे **तप्त स्थल** (hot spot) कहते हैं।

पृथ्वी के पर्पटी के तप्त स्थल में संचित ऊष्मा ऊर्जा को **भू-तापीय** ऊर्जा कहते हैं।

यह भू-तापीय ऊर्जा भूमिगत जल को गर्म कर देता है। कभी-कभी इस तप्त जल को पृथ्वी के सतह से बाहर निकलने के लिए निकास मार्ग मिल जाता है। इन निकास मार्ग को **गरम चश्मा** अथवा **ऊष्ण स्रोत** कहते हैं।

कभी-कभी यह भाप अत्यधिक दाब पर चट्टानों के बीच में फँस जाती है। तप्त स्थलों तक पाइप डालकर इस भाप को बाहर निकाल लिया जाता है। उच्च दाब पर निकली यह भाप विद्युत जनित्र की टरबाइन को घुमाती है जिससे विद्युत उत्पादन होता है।

भूतापीय ऊर्जा से लाभ (Advantage of Geothermal energy) :

(i) भूतापीय ऊर्जा को लगातार सालों भर विद्युत ऊर्जा में परिणत किया जा सकता है।

(ii) यह ऊर्जा प्रदूषण नहीं उत्पन्न करता है।

(iii) भूतापीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने में कर्म खर्च होता है।

☛ **नोट** : न्यूजीलैंण्ड तथा संयुक्त राज्य अमेरिका में भूतापीय ऊर्जा पर आधारित कई विद्युत संयंत्र कार्य कर रहे हैं। भारत वर्ष में मध्य प्रदेश में भी ऐसा संयंत्र कार्य कर रहा है। विश्व का सबसे बड़ा भू-तापीय विद्युत शक्ति संयंत्र 'दि गिजर' (the geysers) जो USA के सन फ्रांसिस्को के नजदीक है की उत्पादन क्षमता 2000 MW है।

भूतापीय ऊर्जा की सीमाएँ (Limitation of Geothermal Energy) :

(i) भूगर्भीय रूप से उपयुक्त कुछ ही स्थान ऐसे हैं जहाँ भू तापीय ऊर्जा उपलब्ध है।

(ii) इस ऊर्जा को प्राप्त करने के लिए काफी गहरा छेद करना पड़ता है जो उच्च तकनीक पर आधारित होता है, जो काफी महँगा होता है।

(D) स्वयं जाँच कीजिए
(Test yourself)

1. ऊर्जा के वैकल्पिक स्रोत की आवश्यकता क्या है?
   What is the need of alternative source of energy?
2. सौर ऊर्जा क्या है? सौर स्थिरांक को परिभाषित करें।
   What is solar energy? Define solar constant.
3. सौर ऊर्जा के प्रमुख उपयोग को लिखें।
   Write the important uses of solar energy?
4. सौर ऊर्जा की दो सीमाओं को लिखें।
   Write the two limitations of solar energy.
5. बॉक्स टाइप सौर कुकर की बनावट एवं क्रियाविधि का वर्णन करें।
   Describe the construction and working of Box-type solar cooker.
6. ज्वारीय ऊर्जा की सीमाएँ क्या हैं?
   Whar are limitation of tidal energy?
7. सोलर कुकर का आंतरिक सतह काला होता है, क्यों?
   Why is the interior surface of solar cooker black?
8. भूतापीय ऊर्जा क्या है?
   What is geo-thermal energy?

नाभिकीय ऊर्जा या परमाणु ऊर्जा
(Nuclear Energy or Atomic energy)

जब किसी परमाणु के नाभिक पर न्यूट्रॉन आदि कणों से बमबारी की जाती है तो वह नाभिक विखंडित हो जाती है। इस क्रिया में अत्यधिक ऊर्जा मुक्त होती है। इसी ऊर्जा को **नाभिकीय ऊर्जा या परमाणु ऊर्जा** कहते हैं।

नाभिकीय विखंडन की क्रिया में नाभिक के द्रव्यमान में कुछ क्षति हो जाती है। द्रव्यमान की यह क्षति **आइन्सटीन** (Einstein) **के समीकरण $E = \Delta mc^2$ के अनुसार ऊर्जा में परिणत हो जाती है।**

जहाँ E = ऊर्जा; Δm = द्रव्यमान में कमी, c = प्रकाश का वेग।

उदाहरणस्वरूप जब $^{235}_{92}U$ के नाभिक पर न्यूट्रॉन से बमबारी की जाती है तो इसका नाभिक विखंडित होकर $^{139}_{56}Ba$ (बेरियम) तथा $^{94}_{36}Kr$ (क्रिप्टन) के नाभिकों में बदल जाता है।

$$^{235}_{92}U + {}_0n^1 \longrightarrow {}^{139}_{56}Ba + {}^{94}_{36}Kr + 3\,{}_0n^1 + E$$

इसमें ऊर्जा की विपुल राशि (लगभग 200 MeV) मुक्त होती है।

☛ **नोट :** नाभिकीय ऊर्जा को इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) में व्यक्त किया जाता है।

$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$ होता है।

$1\ MeV = 10^6\ eV$

$= 10^6 \times 1.6 \times 10^{-19}\ J = 1.6 \times 10^{-13}\ J$

परमाणु ऊर्जा या नाभिकीय ऊर्जा की उपयोगिता (Utility of Nuclear Energy)

(i) विद्युत उत्पादन में। (ii) स्पेस रिसर्च में।

(iii) युद्ध क्षेत्र में। (iv) सुरक्षा में।

नाभिकीय अभिक्रिया
(Nuclear reaction)

परमाणु के नाभिक में होनेवाली अभिक्रिया नाभिकीय अभिक्रिया कहलाती है। इस अभिक्रिया की खोज **सबसे पहले रदरफोर्ड ने 1919 ई० में किया।**

जब किसी परमाणु के नाभिक में दो प्रोटॉन परस्पर टकराते हैं तो मूल कणों से बिल्कुल भिन्न प्रकार के कण उत्पन्न होते हैं। उदाहरणस्वरूप उच्च वेग वाले दो प्रोटॉनों के परस्पर टकर के फलस्वरूप एक प्रोटॉन (p) न्यूट्रॉन में बदल जाता है और दो नए कण उत्पन्न होते हैं—पॉजिट्रॉन तथा न्यूट्रिनो।

$$\underset{\text{प्रोटॉन}}{{}^1_1H} + \underset{\text{प्रोटॉन}}{{}^1_1H} \xrightarrow[\text{प्रतिक्रिया}]{\text{नाभिकीय}} \underset{\text{प्रोटॉन}}{{}^1_1H} + \underset{\text{न्यूट्रॉन}}{{}^1_0n} + \underset{\text{पोजिट्रॉन}}{{}^0_{+1}e} + \underset{\text{न्यूट्रिनो}}{{}^0_0\nu} + \underset{\text{ऊर्जा}}{E}$$

पॉजीट्रॉन धनावेशित होता है तथा इसका द्रव्यमान इलेक्ट्रॉन के द्रव्यमान के बराबर होता है। न्यूट्रिनों उदासीन होता है एवं इसका द्रव्यमान शून्य होता है। यह अभिक्रिया नाभिकीय अभिक्रिया कहलाती है जो रासायनिक अभिक्रिया से पूर्णतः भिन्न होती है।

सभी नाभिकीय अभिक्रियाओं में तीन नियमों का पालन होता है—

(i) कुल आवेश संरक्षित रहता है।

(ii) न्यूक्लिऑनों की संख्या संरक्षित रहती है।

(iii) कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है।

उपर्युक्त नाभिकीय अभिक्रिया में—

अभिक्रिया से पहले $1 + 1 = 2$ प्रोटॉन है तथा बाद में भी $1 + 1 = 2$ प्रोटॉन हैं अर्थात् कुल आवेश संरक्षित हैं।

अभिक्रिया के पहले $1 + 1 = 2$ न्यूक्लिऑन है तथा बाद में $1 + 1 = 2$ न्यूक्लिऑन हैं अर्थात् न्यूक्लिऑनों की कुल संख्या संरक्षित हैं। इसके अतिरिक्त नाभिकीय अभिक्रिया में कुल ऊर्जा भी संरक्षित रहती है।

नोट : 1905 ई॰ में आइन्स्टीन ने आपेक्षिकता का विशिष्ट सिद्धांत (special theory of relativity) निकाला जिसके अनुसार द्रव्यमान और ऊर्जा तुल्य है अर्थात् $E = \Delta mc^2$ जहाँ c प्रकाश की चाल है।

नाभिकीय भौतिकी में द्रव्यमान का मात्रक एकीकृत परमाणु द्रव्यमान मात्रक (Unified atomic mass unit) होता है। इसका संकेत 'u' होता है जो कार्बन-12 परमाणु के द्रव्यमान का बारहवाँ भाग होता है।

$$1\ u = 1.66 \times 10^{-27}\ kg$$

अतः 1 u के तुल्य ऊर्जा सूत्र $E = mc^2$ द्वारा दी जा सकती है।

जहाँ $c =$ प्रकाश का वेग

$$1\ u = (1.66 \times 10^{-27}) \times (3 \times 10^8)^2\ J \quad \ldots (i)$$

नाभिकीय भौतिकी में ऊर्जा को इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV) में व्यक्त किया जाता है।

$$1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J \quad \ldots (ii)$$

$$\therefore \quad 1\ u = \frac{1.66 \times 10^{-27} \times 9 \times 10^{16}}{1.6 \times 10^{-19}}\ eV$$

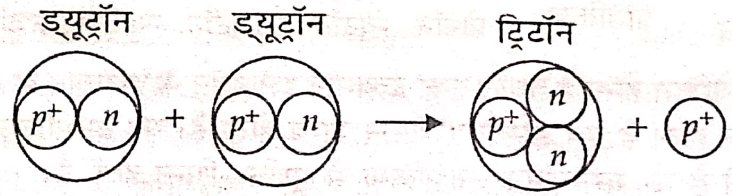
$$1\ u = 933\ MeV.$$

नाभिकीय संलयन
(Nuclear Fusion)

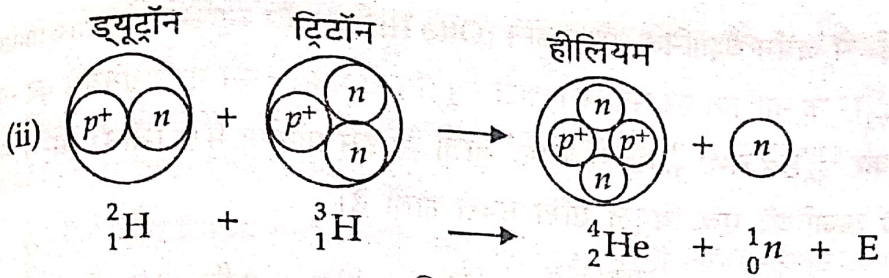
ऐसी नाभिकीय अभिक्रिया जिसके फलस्वरूप दो हल्के नाभिक परस्पर संयुक्त होकर एक भारी तथा एक स्थायी नाभिक का निर्माण करते हैं, **नाभिकीय संयलन** कहलाती है। इस अभिक्रिया के फलस्वरूप ऊर्जा की विपुल राशि मुक्त होती है।

इस अभिक्रिया को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है—

(i)



$$_1^2H + {}_1^2H \longrightarrow {}_1^3H + {}_1^1H + E$$



चित्र 5.18

(iii) हाइड्रोजन के समस्थानिक ड्यूटेरियम के दो हल्के नाभिक परस्पर संलयित होकर एक भारी नाभिक हीलियम का निर्माण करती है साथ ही अभिक्रिया के फलस्वरूप काफी मात्रा में ऊर्जा मुक्त होती है।

$$^2_1H + {}^2_1H \longrightarrow {}^3_2He + {}^1_0n + E$$

ड्यूटेरियम — हीलियम न्यूट्रॉन

हाइड्रोजन के संलयन के लिए इसके नाभिकों का अति उच्च वेग से टकराना आवश्यक है। यह वेग तभी संभव है जबकि ताप लगभग 4×10^6 °C हो।

• नोट : (A) संलयन अभिक्रिया के द्वारा सूर्य में 1 ग्राम हाइड्रोजन से 62×10^9 जूल ऊर्जा उत्पन्न होती है जबकि पृथ्वी पर 1 g कोयले के जलने से सिर्फ 350 जूल ऊर्जा मुक्त होती है।

(B) नाभिकीय संलयन अभिक्रिया सूर्य तथा तारों की विशाल ऊर्जा का का स्रोत है। नाभिकीय संलयन अभिक्रिया में नाभिकों को परस्पर संलयित होने के लिए अत्यधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। अर्थात् अत्यधिक ताप एवं दाब की आवश्यकता होती है। इसमें मिलियन कोटि केल्विन ताप तथा मिलियन कोटि पास्कल दाब होता है।

हाइड्रोजन बम
(Hydrogen Bomb)

हाइड्रोजन बम ताप नाभिकीय अभिक्रिया पर आधारित होता है। हाइड्रोजन बम के क्रोड में यूरेनियम तथा प्लूटोनियम के विखंडन पर आधारित किसी नाभिकीय बम को रखा जाता है। यह नाभिकीय बम ऐसे पदार्थ में अंतः स्थापित किया जाता है जिनमें ड्यूटेरियम तथा लीथियम होते हैं।

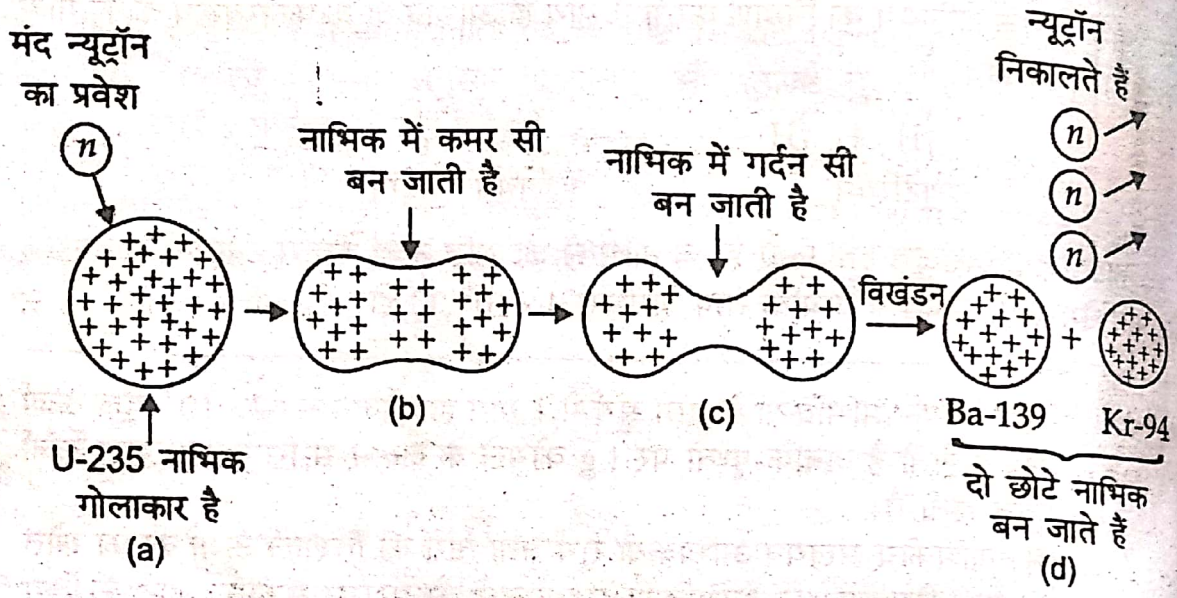
जब इस नाभिकीय बम को अधिविस्फोटित किया जाता है तो इस पदार्थ का ताप कुछ ही माइक्रोसेकेण्ड में 10^7K तक बढ़ जाता है। यह अति उच्च ताप हल्के नाभिकों को संलयित होने के लिए पर्याप्त ऊर्जा उत्पन्न कर देता है जिसके फलस्वरूप अति विशाल परिमाण की ऊर्जा मुक्त होती है।

नाभिकीय विखंडन
(Nuclear Fission)

वैसी नाभिकीय अभिक्रिया जिसके फलस्वरूप एक भारी एवं अस्थायी नाभिक विखंडित होकर दो हल्के एवं स्थायी नाभिकों में परिवर्तित हो जाता है तथा ऊर्जा की एक विशाल राशि मुक्त होती है, नाभिकीय विखंडन कहलाती है।

1939 ई॰ में जर्मन वैज्ञानिक ओटो हॉन (Otto Hahn) और स्ट्रास्मान (Strassmann) ने बताया कि $^{235}_{92}U$ के नाभिक पर मंद वेग वाले न्यूट्रॉन से प्रहार करने पर यूरेनियम का नाभिक विखंडित होकर $^{139}_{56}Ba$ तथा $^{94}_{36}Kr$ में बदल जाता है। इस प्रक्रिया में 3 (तीन) अन्य न्यूट्रॉन के साथ-साथ ऊर्जा की एक विपुल राशि मुक्त होती है।

$$^{235}_{92}U + {}_0n^1 \xrightarrow[\text{विखंडन}]{\text{नाभिकीय}} {}^{139}_{56}Ba + {}^{94}_{36}Kr + 3\,{}^{0}_{1}n + E$$



चित्र 5.19

जीवाश्म ईंधन से प्राप्त ऊर्जा की तुलना में नाभिकीय विखण्डन से प्राप्त ऊर्जा के लाभ (Advantages of nuclear fission energy over fossil fuel) :

(i) नाभिकीय ईंधन की थोड़ी मात्रा से नाभिकीय विखंडन में ऊर्जा की विशाल राशि प्राप्त होती है जबकि जीवाश्म ईंधन की पर्याप्त मात्रा भी अधिक ऊर्जा नहीं उत्पन्न करती है। उदाहरणस्वरूप—U^{235} का 1 kg उतनी ऊर्जा मुक्त करती है जितना कि 2500000 kg कोयला के जलाने पर ऊर्जा मुक्त होती है।

(ii) नाभिकीय शक्ति संयंत्र (Nuclear power plant) में एक बार नाभिकीय ईंधन डालने पर लंबे समय तक ऊर्जा मिलती रहती है जबकि तापीय शक्ति संयंत्र (thermal power plant) से ऊर्जा की आपूर्ति के लिए लगातार जीवाश्म ईंधन डालना पड़ता है।

जीवाश्म ईंधन की अपेक्षा नाभिकीय विखंडन ऊर्जा से हानियाँ (Disadvantages of nuclear fission energy over the fossil fuel energy) :

(i) नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया के दौरान काफी हानिकारी विकिरण उत्सर्जित होता है जिसके फलस्वरूप कई खतरनाक बीमारी होने का भय रहता है जबकि जीवाश्म ईंधन के जलने पर ऐसी बात नहीं होती है।

(ii) नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया के फलसवरूप प्राप्त नाभिकीय कचड़ा कई प्रकार के प्रदूषण को एक साथ जन्म देता है। इसे दूर करने का कोई ठोस तरीका

उपलब्ध नहीं है जबकि जीवाश्म ईंधन कोयला के जलने के पश्चात् प्राप्त राख (ash) को खेतों में डाल दिया जाता है।

नाभिकीय विखंडन की अपेक्षा नाभिकीय संलयन से लाभ (Advantages of Nuclear Fusion over Nuclear Fussion) :

(i) नाभिकीय विखंडन की अपेक्षा नाभिकीय संलयन में अधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है।

(ii) नाभिकीय संलयन में हाइड्रोजन के नाभिक संलियत होकर स्थायी नाभिक हीलियम बनाता है। हीलियम के नाभिक किसी प्रकार का हानिकारक विकिरण को उत्सर्जित नहीं करता है जबकि नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया के दौरान हानिकारक विकिरण का उत्सर्जन होता है जो एक बड़ी समस्या है।

नाभिकीय संलयन एवं नाभिकीय विखंडन में अंतर
(Difference between Nuclear fusion and Nuclear fission)

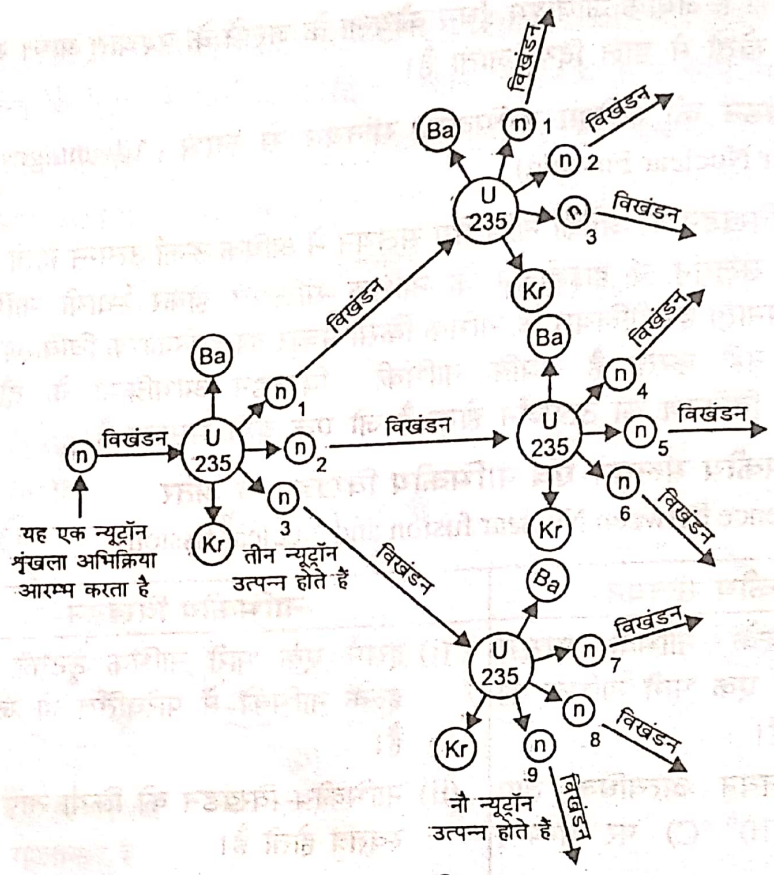
नाभिकीय संलयन	नाभिकीय विखंडन
(i) इसमें दो हल्के नाभिक परस्पर संलयित होकर एक भारी नाभिक का निर्माण करते हैं।	(i) इसमें एक भारी नाभिक टूटकर दो हल्के नाभिकों में परिवर्तित हो जाते हैं।
(ii) नाभिकीय संलयन अत्यधिक ताप (लगभग 4×10^6 °C) पर सम्पन्न होती है।	(ii) नाभिकीय विखंडन की क्रिया ताप से स्वतंत्र होती है।
(iii) नाभिकीय संलयन प्रोटॉन द्वारा प्रेरित होता है।	(iii) नाभिकीय विखंडन न्यूट्रॉन द्वारा प्रेरित होता है।
(iv) नाभिकीय संलयन श्रृंखला अभिक्रिया नहीं है।	(iv) नाभिकीय विखंडन एक श्रृंखला अभिक्रिया है।
(v) नाभिकीय संलयन में भाग लेनेवाले कण का वेग अति उच्च होता है।	(v) नाभिकीय विखंडन की क्रिया मंद वेग वाले न्यूट्रॉन द्वारा कराया जाता है।

श्रृंखला अभिक्रिया
(Chain reaction)

जब U^{235} के नाभिक में एक मंद वेग वाला न्यूट्रॉन प्रवेश करता है तो यह नाभिक विखंडित होकर अन्य नाभिकों के अतिरिक्त तीन अन्य न्यूट्रॉन तो उत्पन्न करते ही हैं और साथ में काफी मात्रा में ऊर्जा मुक्त करती है। ये तीनों अतिरिक्त न्यूट्रॉन यदि मंद वेग वाले हों तो ये तीन अन्य U^{235} के नाभिकों पर प्रहार कर उन्हें विखंडित कर देते हैं। इस प्रक्रिया में 9 अतिरिक्त न्यूट्रॉन प्राप्त होते हैं। पुनः ये 9 अतिरिक्त न्यूट्रॉन 9 अन्य नाभिकों को विखंडित करते हैं फलस्वरूप 27 अन्य न्यूट्रॉन प्राप्त होते हैं। इस तरह यह प्रक्रिया तब तक चलती है जबतक कि U^{235} के सभी नाभिक विखंडित नहीं हो जाते।

यह अल्प समय में विस्फोट के साथ सम्पन्न होती है। इसी क्रिया को **श्रृंखला अभिक्रिया** कहते हैं।

यदि इस श्रृंखला अभिक्रिया को नियंत्रित नहीं किया जाए तो इसका परिणाम नाभिकीय विस्फोट होगा। इसी सिद्धांत के आधार पर **परमाणु बम** (Atom bomb) बनाए जाते हैं।



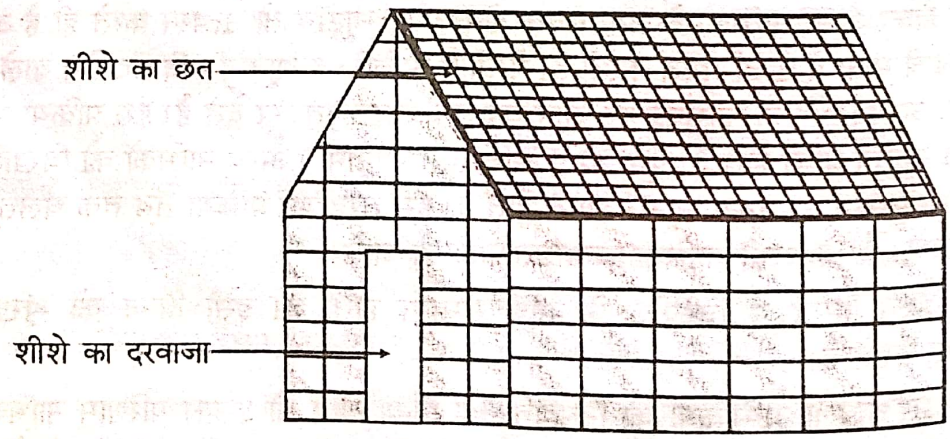
चित्र 5.20

नियंत्रित विखंडन अभिक्रिया (Controlled fission reaction)

ऐसी अवस्था जिसमें प्रत्येक चरण में विखंडित होनेवाले परमाणुओं की संख्या नियत होती है, नियंत्रित विखंडन अभिक्रिया कहलाती है। इसी सिद्धांत के आधार पर **परमाणु रिएक्टर** बनाए जाते हैं।

हरित गृह प्रभाव
(Green House Effect)

काँच के पास एक विशेष गुण पाया जाता है जो कम तरंगदैर्ध्य वाले अवरक्त प्रकाश की किरणों को अपने से होकर गुजरने देता है लेकिन अधिक तरंगदैर्ध्य वाले अवरक्त प्रकाश को नहीं जाने देता है।



चित्र 5.21

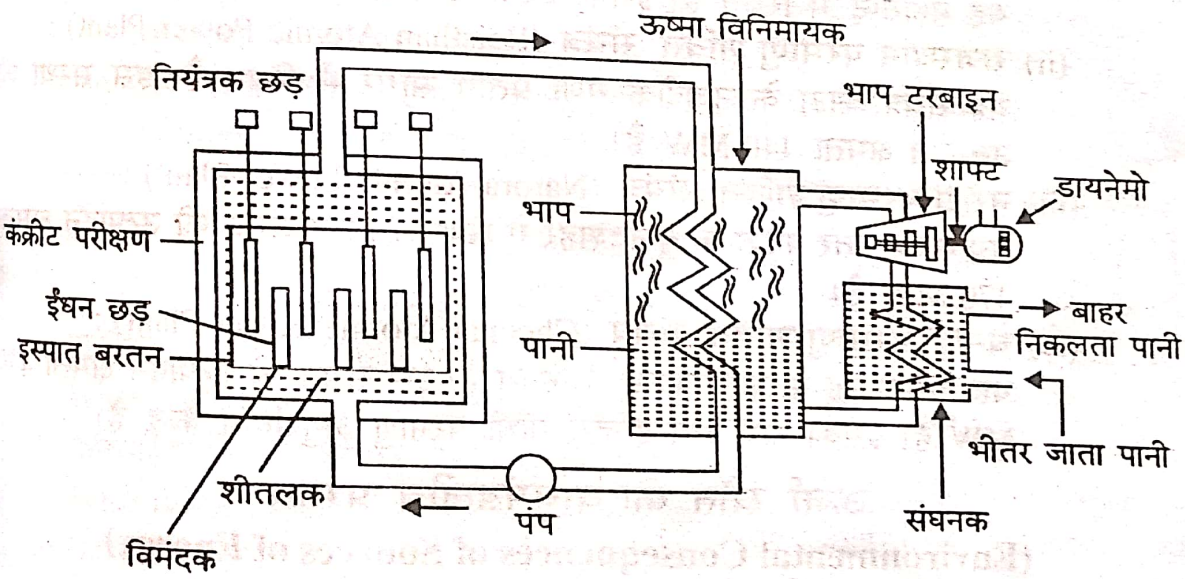
सूर्य से निकलने वाली कम तरंगदैर्ध्य की प्रकाश किरणें काँच के घर के छत से या काँच के बने खिड़की से आसानी से प्रवेश कर जाती है।

घर के अन्दर पौधा उस उष्मीय प्रकाश को अवशोषित कर लेता है। इस तरह घर के अन्दर के हवा का ताप चालन या संवहन क्रिया द्वारा बढ़ जाता है। वे पौधे गर्म होकर अधिक तरंगदैर्ध्य के अवरक्त प्रकाश को उत्सर्जित तो करता है लेकिन काँच उसे बाहर नहीं जाने देता है। इस तरह काँच के घर के अन्दर का भाग एवं पौधा गर्म रहता है। इसे ही **हरित गृह प्रभाव** (Green house effect) कहा जाता है।

यही कारण है कि (i) ठंढ़े प्रदेशों में काँच का घर बनाए जाते हैं तथा (ii) सोलर कुकर एवं सौर भट्ठी को भी इसी प्रभाव द्वारा गर्म किया जाता है।

परमाणु रिएक्टर या नाभिकीय रिएक्टर
(Atomic Reactor or Nuclear Reactor)

वह संयंत्र जिसमें नाभिकीय ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में परिवर्तित करके विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जाती है, परमाणु रिएक्टर या नाभिकीय रिएक्टर कहलाता है। इसमें होनेवाली विखंडन शृंखला अभिक्रिया नियंत्रित रहती है। नाभिकीय विखंडन में मुक्त ऊर्जा से जल को गर्म करके उससे टरबाइन चलाकर विद्युत ऊर्जा का उत्पादन किया जाता है। नाभिकीय रिएक्टर एनारिको फर्मी (Enrico Fermi) की देन है। इटली के वैज्ञानिक एनरिको फर्मी ने 2 दिसम्बर, 1942 को संयुक्त राज्य अमेरिका (USA) में नाभिकीय अभिक्रिया का श्री गणेश किया था। उसी दिन से मानव का नाभिकीय युग में प्रवेश हुआ।



चित्र 5.22

परमाणु रिएक्टर के प्रमुख भाग निम्नलिखित हैं—

(i) **कोर** (Core) : यह यूरेनियम की छड़ों का बना होता है जिस पर ऐल्युमिनियम धातु की एक परत चढ़ा दी जाती है। इसी कोर में ही विखंडन शृंखला अभिक्रिया होती है जिसके फलस्वरूप परमाणु ऊर्जा ऊष्मा के रूप में मुक्त होती है।

(ii) **मंदक या विमंदक** (Moderator) : रिएक्टर में ऐसा प्रबंध रहता है कि अवांछित न्यूट्रॉन अवशोषित हो जाए ताकि नाभिकीय अभिक्रिया अनियंत्रित न हो पाए इसके लिए रिएक्टर के ईंधन में कैडमियम या बोरॉन की छड़ें घुसेड़ दी जाती है जो अवांछित न्यूट्रॉनों का अवशोषित कर उन्हें प्रभावहीन कर देती है। इन छड़ों को मंदक कहते हैं। मंदक रूप में भारी

जल (D_2O) तथा ग्रेफाइट का भी प्रयोग किया जाता है। जब ग्रेफाइट का उपयोग मंदक के रूप में किया जाता है तो रिएक्टर परमाणु पाइल कहलाता है तथा भारी जल का मंदक के रूप में उपयोग होने पर वह **स्वीमिंग पुल रिएक्टर** कहलाता है।

(iii) **शीतक** (Coolant) : नियंत्रित नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया के फलस्वरूप जो ऊष्मा उत्पन्न होती है उसे एक द्रव में अवशोषित कर रिएक्टर से हटा लिया जाता है। इस द्रव को शीतक कहते हैं। शीतक के रूप में सोडियम और पोटैशियम के द्रवित मिश्रधातु का उपयोग होता है। जल का उपयोग शीतक के रूप में नहीं किया जाता, कारण जल न्यूट्रॉनों का अवशोषण कर लेता है। यह द्रवित मिश्रधातु ऊष्मा का ऊष्मा विनियोजक (heat exchanger) में ले जाती है जहाँ भाप (steam) बनाकर टरबाइन चलाए जाते हैं। ये टरबाइन विद्युत ऊर्जा का उत्पादन करते हैं।

(iv) **परिरक्षण** (Shielding) : यह रिएक्टर का एक प्रमुख भाग है, हालाँकि एक्टर के कार्य में यह कोई विशेष भूमिका नहीं निभाता। इसका कार्य ऊष्मा γ-किरणों और न्यूट्रॉनों को रिएक्टर से बाहर जाने से रोकना है, ताकि रिएक्टर के निकट काम करने वाले लोगों को ये कोई नुकसान न पहुँचा सके। यह लगभग 8 फीट मोटे एक विशेष प्रकार के कंक्रीट (concrete) का बना होता है और यह रिएक्टर को ढँके रहता है।

कुछ प्रमुख परमाणु शक्ति संयंत्रों के नाम इस प्रकार हैं (Some Important Atomic Power Plant)—

(i) **तारापुर परमाणु शक्ति संयंत्र** (Tarapur Atomic Power Plant) : यह महाराष्ट्र में स्थित है। इसकी उत्पादन क्षमता 420 MW है।

(ii) **राजस्थान परमाणु शक्ति संयंत्र** (Rajsthan Atomic Power Plant) : यह संयंत्र कोटा के नजदीक राणा प्रताप सागर में स्थित है। इस संस्था की उत्पादन क्षमता 440 MW है।

(iii) **नरौरा परमाणु शक्ति संयंत्र** (Narora Atomic Power Plant) : यह संयंत्र उत्तर प्रदेश के बुलंदशहर में स्थित है। इस संयंत्र की उत्पादन क्षमता 470 MW है।

(iv) **चेन्नई परमाणु शक्ति संयंत्र** (Chennai Atomic Power Plant) : यह तमिलनाडु के कलपक्कम में स्थित है। इस संयंत्र की उत्पादन क्षमता 470 MW है। इसका नाम अब इन्दिरा गाँधी परमाणु अनुसंधान केन्द्र है।

ऊर्जा स्रोत का वायुमंडलीय प्रभाव
(Environmental Consequences of Sources of Energy)

ऊर्जा के कई स्रोत है जैसे परंपरागत एवं गैर-परंपरागत ऊर्जा स्रोत। किसी-न-किसी रूप में अवश्य ही ये ऊर्जा स्रोत वायुमंडल को प्रभावित करता है। कुछ प्रमुख उदाहरण इस प्रकार हैं—

(i) परंपरागत ऊर्जा स्रोत जैसे—लकड़ी को जलाने, गोयठा का उपयोग आदि करने में अनेक हानिकारक गैसें निकलती हैं।

(ii) जीवाश्म ईंधन के उपयोग से भी इसी तरह की अनेक समस्याएँ उत्पन्न होती हैं।

(iii) जल विद्युत ऊर्जा स्रोत से परिस्थितिकी संतुलन बिगड़ जाती है और काफी संख्या में लोगों को विस्थापित करना पड़ता है।

(iv) पवन ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए पवन चक्की का रख-रखाव काफी महँगा है।

(v) सौर सेल बनाने में अनेक वायुमंडलीय प्रदूषण उत्पन्न होता है।

(vi) नाभिकीय ऊर्जा काफी खतरनाक होता है तथा प्राप्त करना महँगा होता है। किसी भी तरह का रेडियोसक्रिय का लीकेज होना बहुत बड़ी घटना को दावत दे सकती है।

अतः अच्छा संतुलन के लिए सस्ता तथा कम प्रदूषण उत्पन्न करने वाले ऊर्जा को ढूँढ़ना पड़ता है। पूर्णरूपेण कोई भी ऊर्जा स्रोत दोषमुक्त नहीं होता है फिर भी हाइड्रोजन को स्वच्छ ऊर्जा स्रोत माना जाता है। हाइड्रोजन को तो CNG (Compressed Natural Gas) (संपीड़ित प्राकृतिक गैस) से भी अच्छा माना जाता है लेकिन CNG को डीजल एवं पेट्रोल से ज्यादा स्वच्छ माना जाता है।

कोई ऊर्जा स्रोत हमारे लिए कब तक बना रह सकता है (How long will an energy source last us?)

(i) **जीवाश्म ईंधन** (Fossil Fuel) : हम अधिक समय तक जीवाश्म ईंधन पर निर्भर नहीं कर सकते हैं इसे ऊर्जा का समाप्य स्रोत माना जाता है क्योंकि धीरे-धीरे नष्ट होने के बाद एक-न-एक दिन समाप्त हो जाएगा।

(ii) **बायोमास** (Biomass) : बायोमास की सार्थकता तभी तक है जब तक पौधे की लगातार उपस्थिति है। जंगल कटाई, वृक्षारोपण की अपेक्षा तेजी से हो रही है इसलिए बायोमास की भी कमी हो जाएगी लेकिन नियमित रूप में वृक्षों द्वारा जैव मात्रा का प्रबंधन की जाए तो लागतार ऊर्जा की आपूर्ति हो सकती है।

(iii) **भूतापी ऊर्जा** (Geothermal energy) : यह ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है। इसे सालों भर प्राप्त किया जा सकता है।

(iv) **नाभिकीय ऊर्जा** (Nuclear energy) : नाभिकीय ऊर्जा भी नवीकरणीय स्रोत है। यह ऊर्जा काफी मात्रा में प्राप्त की जा सकती है।

(v) सौर ऊर्जा, पवन ऊर्जा, महासागरीय ऊर्जा, तापीय ऊर्जा भी ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है। यह असमाप्य स्रोत है।

(E) स्वयं जाँच कीजिए
(Test yourself)

1. नाभिकीय ऊर्जा क्या है? इसका मात्रक क्या है?
   What is nuclear energy? What is its unit?
2. नाभिकीय संलयन क्या है? एक उदाहरण दें।
   What is nuclear fussion? Give one example.
3. नाभिकीय विखंडन क्या है? एक उदाहरण दें।
   What is nuclear fission? Give one example.
4. नाभिकीय शृंखला अभिक्रिया को उदाहरण के साथ समझाएँ।
   Explain with an example of nuclear chain reaction.
5. नाभिकीय रिएक्टर किस सिद्धांत पर आधारित है?
   On which principle nuclear reactor is based on?
6. नाभिकीय ऊर्जा का क्या महत्व है?
   What is the importance of nuclear energy?
7. दो नवीकरणीय एवं दो अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों के नाम लिखें।
   Name two renewable sources of energy and two non-renewable sources of energy.

स्मरणीय तथ्य
(Points to Remember)

- अच्छे ईंधन का ऊष्मीय मान **उच्च** होना चाहिए।
- ऊर्जा का उत्तम स्रोत वह होता है जो **प्रति इकाई आयतन** अथवा **प्रति इकाई द्रव्यमान** अधिक कार्य करता हो।
- जीवाश्म ईंधन ऊर्जा का **अनवीकरणीय स्रोत** है।
- जीवाश्म ईंधन प्रायः **लकड़ी, कोयला** तथा **पेट्रोलियम** है।
- तापीय विद्युत संयंत्र में प्रायः कोयला अथवा तेल का उपयोग किया जाता है।
- जल विद्युत संयंत्र द्वारा जल की **गतिज ऊर्जा** को **विद्युत ऊर्जा** में बदला जाता है।
- पेड़-पौधे तथा जानवरों के शरीर में उपस्थिति जैव पदार्थ को जैव मात्रा या **बायोमास** कहते हैं।
- लकड़ी की तुलना में चारकोल **अच्छा** ईंधन है।
- बायोगैस **मिथेन, कार्बन डाइऑक्साइड, हाइड्रोजन** एवं **हाइड्रोजन सल्फाइड** गैसों का मिश्रण है।
- बायोगैस का मुख्य अवयव **मिथेन** है जिसकी उपस्थिति लगभग 75% है।
- गोबर तथा जल के गाढ़ा घोल को **कर्दम** (slurry) कहते हैं।
- वह युक्ति जो **पवन ऊर्जा** को **विद्युत ऊर्जा** में बदलता है **पवन चक्की** कहलाता है।
- सौर ऊर्जा, ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है।
- सौर स्थिरांक का मान 1.4 KW/m^2 होता है।
- सोलर कुकर में **अवतल दर्पण** का उपयोग किया जाता है।
- सौर सेल बनाने के लिए **अर्द्धचालक** सिलिकॉन का उपयोग किया जाता है।
- सौर पैनल में काफी संख्या में **सौर सेल** संयोजित रहते हैं।
- समुद्र से प्राप्त होनेवाली ऊर्जाओं में **ज्वारीय ऊर्जा, तरंगें ऊर्जा** तथा **महासागरीय तापीय ऊर्जा** प्रमुख हैं।
- पृथ्वी की संरचना में तीन परतें होती हैं— **भूपर्पटी, प्रावार** तथा **कोर।**

मॉडल प्रश्न
(Model Questions)

बहुविकल्पीय प्रश्न (Multiple Choice Questions)

सही विकल्प चुनें (Pick the correct option)

1. ऊर्जा का SI मात्रक होता है
   (A) कैलोरी
   (B) जूल
   (C) ताप
   (D) न्यूटन
2. जल विद्युत संयंत्र किस ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित करता है? [Bihar 2018 (A)]
   (A) तापीय ऊर्जा
   (B) नाभिकीय ऊर्जा
   (C) सौर ऊर्जा
   (D) स्थितिज ऊर्जा

3. सौर कुकर के लिए कौन सा दर्पण सर्वाधिक उपयुक्त होता है? [Bihar 2018 (A)]
(A) समतल दर्पण (B) उत्तल दर्पण
(C) अवतल दर्पण (D) इनमें सभी

4. नाभिकीय विखंडन अभिक्रिया किसके द्वारा प्रेरित होता है
(A) इलेक्ट्रॉन (B) प्रोटॉन
(C) न्यूट्रॉन (D) इनमें से कोई नहीं

5. सौर कूकर में भोजन पकाने के लिए किस ऊर्जा का प्रयोग किया जाता है?
(A) पवन ऊर्जा (B) सौर ऊर्जा
(C) जल-ऊर्जा (D) जीवाश्म ऊर्जा

6. जीव द्रव्यमान ऊर्जा-स्रोत का उदाहरण निम्नलिखित में कौन नहीं है? [Bihar 2014 (A)]
(A) पेट्रोलियम (B) गोबर गैस
(C) नाभिकीय ऊर्जा (D) कोयला

7. पवन विद्युत जनित्र में पवन की चाल कम-से-कम होनी चाहिए [Bihar 2014 (A)]
(A) 15 km/h (B) 150 km/h
(C) 1.5 km/h (D) 1500 km/h

8. प्रकृति में पृथ्वी पर ऊर्जा का मुख्य स्रोत है [Bihar 2014 (A), 2016 (C)]
(A) कोयला (B) सूर्य
(C) पानी (D) लकड़ी

9. नाभिकीय ऊर्जा प्राप्त करने हेतु आवश्यक है [Bihar 2013 (A)]
(A) हीलियम (B) क्रोमियम
(C) यूरेनियम (D) एल्युमिनियम

10. निम्नलिखित में से कौन नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत का उदाहरण है? [Bihar 2015 (C)]
(A) पवनचक्की (B) जल पम्प
(C) विद्युत जनित्र (D) बायोमास संयंत्र

11. निम्न में से किस देश को पवनों का देश का जाता है?
(A) USA (B) भारत
(C) जापान (D) डेनमार्क

12. नरौरा नाभिकीय विद्युत संयंत्र किस राज्य में स्थित है? [Bihar 2018 (A)]
(A) राजस्थान (B) महाराष्ट्र
(C) उत्तर प्रदेश (D) गुजरात

13. जीवाश्म ईंधन की ऊर्जा का वास्तविक स्रोत है
(A) सूर्य (B) चंद्रमा
(C) नाभिकीय संलयन (D) इनमें कोई नहीं

14. सौर जल-ऊष्मक का उपयोग गर्म पानी पीने के लिए नहीं किया जा सकता है
(A) धूपवाले दिन में (B) बादलवाले दिन में
(C) गर्म दिन में (D) तूफानी दिन में

15. आदर्श ईंधन से कौन सी गैस उत्सर्जित होती है?
(A) मिथेन (B) ऑक्सीजन
(C) कार्बन डाइऑक्साइड (D) इनमें से कोई नहीं

16. नाभकीय संलयन से ऊर्जा प्राप्त करने के लिए किस ईंधन का प्रयोग करते हैं?
(A) पेट्रोलियम (B) प्राकृतिक गैस
(C) मिथेन गैस (D) हाइड्रोजन गैस

17. U_{92}^{235} के एक परमाणु के विखण्डन से मिलने वाली ऊर्जा का मान होता है?
(A) 220 MeV (B) 931 MeV
(C) 1 J (D) 10 J

18. निम्न में से किसका उपयोग खाना बनाने वाले ईंधन के रूप में नहीं किया जाता है?
(A) CNG (B) LPG
(C) बायोगैस (D) कोयला

19. ग्लोबल वार्मिंग के लिए निम्नांकित में कौन-सी गैस उत्तरदायी है?
(A) N_2 (B) CO_2
(C) O_2 (D) NH_3

20. निम्न में से किस पदार्थ का उपयोग सौर सेल बनाने में किया जाता है
(A) कार्बन (B) काँच
(C) सिलिकॉन (D) ऐलुमिनियम

21. सोलर कुकर में प्रयुक्त बरतन प्रायः निम्न में से किस रंग से पेंटेड होता है
(A) श्वेत (B) काला
(C) पीला (D) लाल

22. गर्म जल प्राप्त करने के लिए हम सौर जल तापक का उपयोग किस दिन नहीं कर सकते।
(A) धूप वाले दिन (B) बादलों वाले दिन
(C) गरम दिन (D) पवनों वाले दिन

23. निम्नलिखित में से कौन जैव मात्रा ऊर्जा स्रोत उदाहरण नहीं है।
(A) लकड़ी (B) गोबर गैस
(C) नाभिकीय ऊर्जा (D) कोयला

24. जितने ऊर्जा स्रोत हम उपयोग में लाते हैं उनमें से अधिकांश सौर ऊर्जा को निरूपित करते हैं। निम्नलिखित में से कौन-सा ऊर्जा स्रोत अंततः सौर ऊर्जा से व्युत्पन्न नहीं हैं
(A) भूतापीय ऊर्जा (B) पवन ऊर्जा
(C) जीवाश्मी ईंधन (D) जैव मात्रा

उत्तर (Answers)

1. (B)	2. (B)	3. (C)	4. (C)	5. (B)	6. (C)
7. (A)	8. (B)	9. (C)	10. (D)	11. (D)	12. (B)
13. (A)	14. (B)	15. (D)	16. (D)	17. (B)	18. (A)
19. (B)	20. (C)	21. (B)	22. (B)	23. (C)	24. (D)