

इकाई 13 ऊर्जा



- ऊर्जा एवं कार्य की अवधारणा
- ऊर्जा एवं कार्य में सम्बन्ध
- ऊर्जा के विभिन्न रूप
- ऊर्जा के स्रोत - अनवीकरणीय तथा नवीकरणीय स्रोत

आपने अपने दैनिक जीवन में अवश्य देखा होगा कि लुढ़कती हुई काँच गोली (कंचा) जब किसी तल पर रखी गयी किसी अन्य स्थिर गोली से टकराती है तो स्थिर गोली विस्थापित होकर आगे बढ़ जाती है। जब तने हुए गुलेल से छोटा पत्थर का टुकड़ा छोड़ते हैं तो पत्थर का टुकड़ा विस्थापित होकर आगे बढ़ जाती है। इसी प्रकार जब तनी हुई धनुष की प्रत्यंचा खींचकर तीर छोड़ते हैं तो तीर भी विस्थापित होकर आगे बढ़ जाता है। इन उदाहरणों से स्पष्ट है कि गतिमान गोली, तने हुए गुलेल, तनी हुयी प्रत्यंचा में कार्य करने की क्षमता है।

कार्य की क्षमता को ही ऊर्जा कहते हैं। इस अध्याय में हम ऊर्जा के विभिन्न स्रोत, ऊर्जा की उपयोगिता, विभिन्न प्रकार की ऊर्जा का विस्तृत अध्ययन करेंगे।

13.1 कार्य की अवधारणा

आप प्रतिदिन कुछ कार्य करते हैं तथा अपने आस-पास के लोगों को भी कार्य करते हुए देखते हैं। आम बोलचाल की भाषा में पढ़ना, लिखना, साइकिल चलाना, दीवार को धक्का देना, बोझा ढोना आदि गतिविधियों को हम कार्य का होना मानते हैं, परन्तु विज्ञान की भाषा में हमारे द्वारा की गई प्रत्येक गतिविधि को हम कार्य नहीं कहते हैं। जैसे - किसी

व्यक्ति द्वारा बल लगाने पर भी एक बहुत भारी पत्थर अपने स्थान से नहीं हटता है जबकि कई व्यक्तियों द्वारा मिलकर बल लगाने पर वह पत्थर बल की दिशा में कुछ दूरी तक हट जाता है। विज्ञान के अनुसार पहली स्थिति में व्यक्ति द्वारा कोई कार्य नहीं किया गया क्योंकि बल लगाने के बावजूद पत्थर अपने स्थान पर स्थिर रहता है। इसमें व्यक्ति द्वारा कार्य करने का मात्र प्रयास किया गया है। दूसरी स्थिति में पत्थर पर बल लगाने से पत्थर बल की दिशा में कुछ दूरी तक हट जाता है। इस स्थिति में व्यक्तियों द्वारा पत्थर पर कार्य किया गया है। इसी प्रकार यदि आप कोई भारी बोझ सिर पर रखकर कुछ समय तक खड़े रहें तथा पसीने से तर हो जाये तो भी विज्ञान की भाषा में कहा जायेगा कि आपने कोई कार्य नहीं किया। क्योंकि बोझ अपनी जगह पर ही स्थिर है। किन्तु यदि बोझ सिर पर रखकर सीढ़ियों से होकर आप घर की छत पर पहुँचा दे तो कहा जायेगा कि आप ने कार्य किया, क्योंकि आप पृथ्वी के गुरुत्व बल के वि:द्ध बोझ को विस्थापित करते हैं। उपरोक्त उदाहरणों के आधार पर हम कह सकते हैं कि कार्य के लिए दो शर्तों की पूर्ति का होना आवश्यक है।

1. वस्तु पर बल का लगना।

2. वस्तु का बल के अनुदिश में विस्थापन होना।

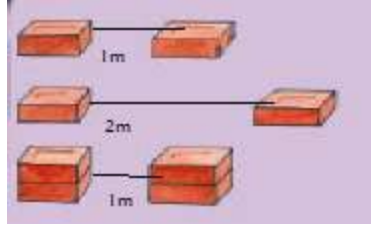
क्रियाकलाप 1

एक ंडंट लीजिए। इसे फर्श पर रख कर फर्श के समान्तर एक मीटर तक खिसकाएँ।

पुनः इसी ंडंट को दो मीटर तक खिसकाएँ।

सोचिए किसमें कार्य अधिक हुआ ?

पुनः अब उसी प्रकार की दो ंडंटों को एक दूसरे के ऊपर रख कर एक मीटर तक खिसकाएँ। क्या अनुभव होता है?



चित्र 13.1

आप महसूस करते हैं कि एक मीटर की तुलना में दो मीटर तक ंइंट को खिसकाने में अधिक विस्थापन होने के कारण अधिक ऊर्जा का प्रयोग हुआ अर्थात कार्य अधिक हुआ। इसी प्रकार एक ंइंट की तुलना में एक साथ दो ंइंटों को समान दूरी (एक मीटर) तक खिसकाने में अधिक बल प्रयोग करना पड़ता है। इस कारण कार्य अधिक होता है। स्पष्ट है कि कार्य वस्तु पर लगाए गए बल की मात्रा और वस्तु द्वारा बल की दिशा में चली गई दूरी पर निर्भर करता है।

किये गये कार्य का मान निम्नलिखित सूत्र द्वारा ज्ञात कर सकते हैं -

कार्य · बल X बल के अनुदिश विस्थापन

$$W=(F)X(S)$$

यदि बल न्यूटन में तथा विस्थापन मीटर में हो तो कार्य का **S.I** मात्रक जूल होता है। अगर बल डाइन में तथा दूरी सेंटीमीटर में हो तो कार्य का **CGS** मात्रक अर्ग होता है।

$$1 \text{ जूल} = 10^7 \text{ अर्ग}$$

13.2 ऊर्जा की अवधारणा

अधिक समय तक व्यायाम करने, बोझा ढोने, नृत्य करने, खेलने आदिक्रियाकलाप करने के बाद आप थकावट महसूस करते हैं, क्या आपने कभी इसका कारण जानने का प्रयास किया है। उपर्युक्त सभी में कार्य करना पड़ता है और कार्य करने में ऊर्जा व्यय होती है।

जिसके कारण शरीर में संचित ऊर्जा कम हो जाती है और थकान का अनुभव होता है। व्यय ऊर्जा की आपूर्ति भोजन के द्वारा होती है। ट्यूबवेल, ट्रक, ट्रैक्टर आदि का उपयोग कार्य करने के लिए होता है। इनको चलाने के लिए ईंधन की आवश्यकता होती है। पेट्रोल, डीजल, सी.एन.जी. आदि ईंधन के रूप में प्रयुक्त होते हैं, क्योंकि इनके दहन से ऊर्जा मिलती है, सभी उदाहरणों से स्पष्ट है कि हमारा कोई भी कार्य ऊर्जा के बिना सम्भव नहीं है।

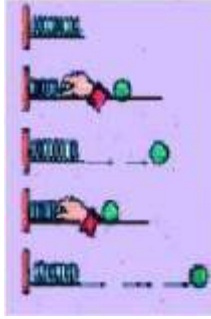
अतः **कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं।** ऊर्जा कम हो जाने से कार्य करने की क्षमता में कमी आ जाती है तथा किसी स्रोत से ऊर्जा प्राप्त होने पर कार्य करने की क्षमता बढ़ जाती है। कोई कार्य ऊर्जा के बिना सम्भव नहीं है।

ऊर्जा को एक वस्तु से दूसरे वस्तु में स्थानान्तरित किया जा सकता है या विभिन्न रूपों में रूपान्तरित किया जा सकता है।

13. 3 कार्य तथा ऊर्जा में सम्बन्ध

क्रियाकलाप 2

- एक स्प्रिंग तथा एक लकड़ी का गुटका लीजिए।
- स्प्रिंग के एक सिरे से चित्रानुसार गुटके लगाइए।
- इस व्यवस्था को मेज पर रखिए।
- लकड़ी के गुटके को एक हाथ से रोक कर दूसरे हाथ से स्प्रिंग के स्वतंत्र सिरे के पास काँच की एक गोली रखकर स्प्रिंग को थोड़ा दबाइए।
- स्प्रिंग के दबे हुए सिरे को छोड़िए। क्या होता है ?
- आप देखेंगे कि स्प्रिंग अपनी पूर्व स्थिति पर वापस आकर काँच की गोली को टक्कर मारता है। काँच की गोली चित्रानुसार विस्थापित हो जाती है।
- अब पहले की ही भाँति गोली रखकर स्प्रिंग को अधिक दबाइए। स्प्रिंग के दबे हुए सिरे को छोड़ें। क्या होता है ?



चित्र 13.2

आप देखेंगे कि दूसरी स्थिति में काँच की गोली पहले की तुलना में अधिक दूरी तक विस्थापित होती है। इससे स्पष्ट है कि दूसरी स्थिति में किया गया कार्य पहले की तुलना में अधिक हुआ है।

स्प्रिंग को दबाने में कार्य करना पड़ता है। स्प्रिंग में कार्य ऊर्जा के रूप में संचित हो जाता है। संचित ऊर्जा के कारण स्प्रिंग गोली पर बल लगाती है। ऊर्जा और कार्य में सम्बन्ध एक सिक्के के दो पहलू की तरह होता है।

- वस्तु पर किया गया कार्य, ऊर्जा के रूप में संचित होता है।
- ऊर्जा युक्त वस्तु कार्य करने में सक्षम होती है।

13.4 ऊर्जा के विभिन्न रूप

- यांत्रिक ऊर्जा

एक चाभी वाला खिलौना लीजिए। इसे चाभी भर कर छोड़ दीजिए। क्या होता है ? खिलौना गति करने लगता है। क्यों ?

खिलौने में चाभी द्वारा स्प्रिंग को ऐंठने पर स्प्रिंग में ऊर्जा संचित हो जाती है। स्प्रिंग की ऐंठन धीरे-धीरे खुलने पर खिलौना चलने लगता है। स्प्रिंग में संचित इस ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं।

गतिमान रेलगाड़ी, गतिमान वायु, खिंची हुई रबर, खिंचा हुआ तीर कमान, बहते हुए पानी में भी यांत्रिक ऊर्जा होती है।



• रासायनिक ऊर्जा

भोजन से शरीर को ऊर्जा मिलती है। शरीर में भोजन के पाचन उपरान्त ऑक्सीजन की उपस्थिति में रासायनिक अभिक्रियाएँ होती हैं। जिसके फलस्वरूप ऊर्जा मुक्त होती है। इसी ऊर्जा से शरीर अनेक कार्य करता है। भोजन में ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा के रूप में संचित रहती है।



चित्र 13.4

भाप के इंजन में कोयला, पेट्रोल इंजन में पेट्रोल तथा डीजल इंजन में डीजल का प्रयोग ईंधन के रूप में होता है। कोयला, पेट्रोल तथा डीजल में भी ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा के रूप में होती है।

- **ध्वनि ऊर्जा**



चित्र 13.5

जब कोई ध्वनि, कान के पर्दे पर पड़ती है, तो कान का पर्दा कम्पन करने लगता है। ध्वनि द्वारा कान के पर्दे के कंपित होने के कारण ऊर्जा मिलती है जिससे सुनने का कार्य होता है और ध्वनि सुनाई देने लगती है। कभी-कभी बादलों के गर्जन तथा पटाखों की तेज आवाज से मकान के दरवाजे, खिड़कियाँ हिलने लगती हैं। खिड़कियों के काँट टूट जाते हैं। इस प्रकार हम देखते ध्वनि में कार्य करने की क्षमता अतः ध्वनि भी एक प्रकार की ऊर्जा है।

• प्रकाश ऊर्जा

आपने कभी सोचा है कि फोटोग्रफिक प्लेट तथा कैमरे की रील को काले कागज में लपेटकर, काले डिब्बे में रखते हैं। क्यों ?

फोटोग्रफिक प्लेट पर प्रकाश के पड़ने से रासायनिक क्रिया होती है। फलस्वरूप वह खराब हो जाती है और फोटो खींचने के योग्य नहीं रहती है। आप जानते हैं कि प्रकाश की उपस्थिति में पौधे अपना भोजन बनाते हैं जिससे उनकी वृद्धि होती है। इन क्रियाओं के लिए प्रकाश ऊर्जा आवश्यक है। प्रकाश एक प्रकार की ऊर्जा है। प्रकाश ऊर्जा का उपयोग स्वचलित दरवाजों, बैंकों में प्रयोग होने वाले चोर अलार्म, रोड लाइट के स्वचलित स्विचों आदि में भी किया जाता है।

ऊष्मीय ऊर्जा

एक भगोने में पानी लेकर इसे ढक्कन से ढकिए। इसे जलते हुए स्टोव पर रखिए। कुछ समय बाद क्या देखते हैं ? ढक्कन ऊपर नीचे गति करने लगता है। क्यों ?

पानी के उबलने से भाप बनती है। भाप ढक्कन को धक्का देती हुई बाहर निकलती है। जिससे ढक्कन गति करने लगता है। ऐसा ऊष्मीय ऊर्जा के कारण होता है।

इसी प्रयोग के आधार पर जैम्सवाट ने भाप के इंजन का आविष्कार किया था जिसके द्वारा रेलगाड़ी चलायी जाती थी।



चित्र 13.6

- विद्युत ऊर्जा

विद्युत पंखे का स्विच ऑन करें। क्या होता है ? पंखा घूमने लगता है। क्यों ?

स्विच ऑन करने पर पंखे के अन्दर विद्युत धारा प्रवाहित होती है और पंखा घूमने लगता है। विद्युत धारा के द्वारा कारखानों की मशीनें, रेलगाड़ी का इंजन, आटा व तेल चक्की

आदि चलाई जाती हैं। इस प्रकार हम देखते हैं कि विद्युत धारा में कार्य करने की क्षमता होती है। अतः विद्युत एक प्रकार की ऊर्जा है।

- चुम्बकीय ऊर्जा

चुम्बक की सहायता से हम किसी लोहे के टुकड़े में गति उत्पन्न कर सकते हैं। अतः चुम्बकत्व के गुण के कारण किसी चुम्बक में जो ऊर्जा पाई जाती है, उसे चुम्बकीय ऊर्जा कहते हैं।

13.5 ऊर्जा के स्रोत : नवीकरणीय व अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत

वायु, जल, जन्तु अपशिष्ट (बायोमास) तथा सौर ऊर्जा पुनः प्राप्त होने वाले ऊर्जा के स्रोत हैं। प्रकृति में इनकी आपूर्ति निरन्तर होती रहती है। अतः इन्हें बार-बार प्रयोग में लाया जा सकता है। ऊर्जा के ऐसे स्रोतों को नवीकरणीय ऊर्जा (पुनः प्राप्त होने वाले) स्रोत कहते हैं। इनके प्रयोग से वातावरण बहुत कम प्रदूषित होता है। इनसे अधिक से अधिक ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है।

पत्थर का कोयला, मिट्टी का तेल, डीजल, पेट्रोल आदि पुनः न प्राप्त होने वाले ऊर्जा के स्रोत हैं। इन स्रोतों के समाप्त होने पर इन्हें पुनः प्राप्त करना सम्भव नहीं है। इन्हें ऊर्जा के अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत अथवा समाप्य स्रोत कहते हैं। इन स्रोतों के भण्डार का भण्डारण सीमित मात्रा में उपलब्ध है। अतः इनका विवेकपूर्ण उपयोग न होने पर ये शीघ्र समाप्त हो सकते हैं, जिससे ऊर्जा संकट उत्पन्न हो सकता है। अतः आवश्यकतानुसार ऊर्जा का व्यय करना चाहिए।

- ईंधन

खाना पकाने में व ठण्ड से बचाव के लिए ऊष्मा (आग) का प्रयोग किया जाता है। यह ऊष्मा ईंधन को जलाने से मिलती है। लकड़ी, कोयला तथा मिट्टी के तेल को जलाने पर ऊष्मीय ऊर्जा प्राप्त होती है। कोयले को जला कर पानी को उबालने पर भाप उत्पन्न होती है। लकड़ी, कोयला, मिट्टी का तेल, ऊष्मीय ऊर्जा के स्रोत है।

वाहन चलाने के लिए डीजल या पेट्रोल, ईंधन के रूप में प्रयोग किए जाते हैं। भोजन पकाने के लिए सिलेण्डर में भरा हुआ ईंधन एल.पी.जी. (Liquified Petroleum Gas) होता है। अतः कोयला, मिट्टी का तेल, डीजल, पेट्रोल, एल.पी.जी. आदि ऊर्जा के ऐसे स्रोत हैं जिनके जलने से ऊर्जा प्राप्त होती है। इन्हें ईंधन कहते हैं।

• भोजन

शारीरिक व मानसिक विकास तथा कार्य करने के लिए ऊर्जा आवश्यक है। ऊर्जा के संचय हेतु भोजन की आवश्यकता होती है। भोजन शरीर में कार्य करने की क्षमता बढ़ाता है तथा शरीर का ताप बनाए रखने में सहायक होता है। इस प्रकार भोजन भी ऊर्जा का एक स्रोत है।

• बायोगैस

कूड़ा-करकट, औद्योगिक कारखानों का कचरा, फसलों के अवशेष, जल, मल-मूत्र, गोबर, लकड़ी आदि को बायोमास (जैवमात्रा) कहते हैं।

जैवमात्रा को सीधे जलाने से ऊष्मीय ऊर्जा उत्पन्न होती है। ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में बायोमास के अपघटन द्वारा बायोगैस प्राप्त होती है। बायोगैस मीथेन तथा कुछ अन्य गैसों का मिश्रण होती है। इस गैस का उपयोग खाना पकाने तथा प्रकाश उत्पन्न करने में किया जाता है। गोबर गैस प्लांट द्वारा भी बायोगैस उत्पन्न की जाती है।



चित्र 13.7 बायो गैस प्लांट

- सौर ऊर्जा

सूर्य से प्रकाश एवं ऊष्मा के रूप में जो ऊर्जा प्राप्त होती है उसे सौर ऊर्जा कहते हैं। पेड़-पौधे सूर्य से प्राप्त प्रकाश से अपना भोजन बनाते हैं। सौर ऊर्जा से ही प्रकृति में जल चक्र चलता है, जिससे प्राकृतिक संतुलन बना रहता है। सौर कुकर तथा सौर हीटर में सौर ऊर्जा का उपयोग आजकल खाना पकाने एवं पानी को गरम करने में किया जाता है। सौर सेल द्वारा सौर ऊर्जा से विद्युत का उत्पादन भी किया जाता है। कृत्रिम उपग्रह में भी सौर सेल का प्रयोग होता है।



सोलर सेल द्वारा विद्युत उत्पादन

चित्र 13.8

- वायु ऊर्जा

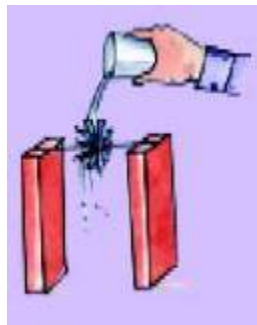
पवन चक्की का उपयोग पवन ऊर्जा से विद्युत बनाने में किया जाता है। अपने देश में अनेक क्षेत्र हैं, जहाँ वर्ष भर हवा अपेक्षाकृत तेज गति से चलती है। जब तेज हवा पवन चक्की की पंखुड़ी से टकराती है तो पंखुड़ी तेज गति से घूमने लगती है। पंखुड़ी के घूमने से इससे जुड़े टरबाइन भी घूमने लगते हैं, जिससे विद्युत् उत्पन्न होती है। इस प्रकार पवन ऊर्जा द्वारा विद्युत बनती है। गतिमान वायु में ऊर्जा होती है।



चित्र13.9 पवन चक्की

- **जल ऊर्जा**

चित्र 13.10 के अनुसार टिन के टुकड़े की एक फिरकी पर कुछ ऊँचाई से पानी डालें तो क्या होता है ? फिरकी घूमने लगती है। क्यों ?



चित्र 13.10

गतिमान जल से फिरकी को ऊर्जा प्राप्त होती है। पहाड़ी क्षेत्रों में नदियों के बहते हुए जल की ऊर्जा से आटा आदि पीसने वाली पनचक्की चलाई जाती है। नदियों एवं नहरों में बहते हुए जल द्वारा इमारती लकड़ी को एक स्थान से दूसरे स्थान तक ले जाया जाता है। नदियों के बहते हुए जल द्वारा ही बालू व उपजाऊ मिट्टी प्राप्त होती है। **गतिमान जल में ऊर्जा होती है।**

हमने सीखा

- कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। कार्य तथा ऊर्जा का मात्रक जूल होता है।
- यदि विस्थापन शून्य हो तो कोई कार्य नहीं होगा।
- ऊर्जा युक्त वस्तु कार्य करने में सक्षम होती है।
- यांत्रिक ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, ऊष्मीय ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा, तथा चुम्बकीय आदि ऊर्जा के विभिन्न रूप हैं।
- भोजन, पेट्रोल, डीजल, बायोगैस, सौर ऊर्जा, वायु ऊर्जा, जल ऊर्जा आदि ऊर्जा के विभिन्न स्रोत हैं।
- पुनः प्राप्त होने वाली ऊर्जा स्रोत को नवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहते हैं। वायु, जल तथा सौर ऊर्जा आदि नवीनकरणीय ऊर्जा स्रोत हैं।
- पुनः न प्राप्त होने वाली ऊर्जा को स्रोत को अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत कहते हैं। पत्थर का कोयला, डीजल, पेट्रोल आदि अनवीकरणीय ऊर्जा स्रोत हैं।

अभ्यास प्रश्न

1. निम्नलिखित प्रश्नों में सही विकल्प छाँटकर लिखिए -

(क) कोयले में होती है

- (i) ध्वनि ऊर्जा (ii) रासायनिक ऊर्जा

(iii) विद्युत ऊर्जा (iv) यांत्रिक ऊर्जा

(ख) गतिमान रेलगाड़ी में उर्जा है -

(i) ऊष्मीय ऊर्जा (ii) ध्वनि ऊर्जा

(iii) रासायनिक ऊर्जा (iv) याँत्रिक ऊर्जा

(ग) ऊर्जा का अनवीकरणीय स्रोत है -

(i) बायोमास (ii) जल

(iii) कोयला (iv) पवन (वायु)

घ) ऊर्जा का नवीकरणीय स्रोत है

(i) पेट्रोल (ii) सौर उर्जा

(iii) डीजल (iv) लकड़ी

2. निम्नलिखित सही कथनों के सामने (✓) व गलत के सामने (X) का चिन्ह अपनी अभ्यास पुस्तिका में लगाइए -

(क) किया गया कार्य बल के परिमाण पर निर्भर नहीं करता।

(ख) जल ऊर्जा तथा सौर ऊर्जा, ऊर्जा के नवीकरणीय स्रोत हैं।

(ग) ध्वनि ऊर्जा नहीं है।

(घ) बल के लिए ऊर्जा आवश्यक है।

3. निम्नलिखित वाक्यों में रिक्त स्थान अपनी अभ्यास पुस्तिका में भरिये -

(क) कार्य करने की क्षमता को कहते हैं।

(ख) चाबी द्वारा एंठी गयी कमानी में ऊर्जा होती है।

(ग) पावर प्लांट द्वारा का उत्पादन होता है।

(घ) टॉर्च का सेल ऊर्जा का स्रोत है।

4. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर एक वाक्य में लिखिये।

(क) भोजन में ऊर्जा किस रूप में होती है ?

(ख) कार्य का MKS व CGS मात्रक क्या है ?

(ग) पटाखे में किस प्रकार की ऊर्जा होती है ?

(घ) कार्य और ऊर्जा में क्या सम्बन्ध है ?

5. ईंधन किसे कहते हैं ? किन्हीं पाँच ईंधनों के नाम लिखें।

6. गोबर गैस प्लांट का नामांकित चित्र बताइए। इस प्लांट द्वारा उत्पन्न बायोगैस का उपयोग कहाँ-कहाँ कर सकते हैं ?

