टिप्पणी

212hi13

13

कार्य एवं ऊर्जा

पिछले पाठ में हमने सीखा कि बल लगाने से गति (अर्थात संवेग) में परिवर्तन होता है परन्तु गति में परिवर्तन के समय पिंड जिस पर बल लगता है अपना स्थान परिवर्तित करता है। यह हमें विज्ञान की मूलभूत अवधारणाओं – कार्य, शक्ति एवं ऊर्जा को समझने में मदद करता है जिन पर हम इस पाठ में चर्चा करेंगे।

हम अपने दैनिक जीवन में सामान्य शब्द कार्य एवं ऊर्जा उपयोग में लाते हैं। आइए अब हम इस पाठ का अध्ययन करते हैं और देखते हैं कि कैसे विज्ञान इस शब्दावली को परिभाषित करता है।

इस पाठ में हम ऊर्जा के विभिन्न रूप, उनके अन्तःरूपान्तरण के उदाहरण तथा ऊर्जा रूपान्तरण के आधारभूत नियम अर्थात् ऊर्जा संरक्षण के नियम का अध्ययन करेंगे।

कभी-कभी हम चाहते हैं कि कार्य को शीघ्रता से कर लिया जाए। शक्ति, किए गए कार्य की दर को मापती है अर्थात् यह कि कार्य कितनी शीघ्रता से अथवा कितनी धीमी गति से किया गया। किसी यंत्र अथवा मशीन की क्षमता को सामान्यतया उसकी शक्ति द्वारा आंका जाता है।

mí';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- कार्य एवं ऊर्जा और इनके SI मात्रकों को परिभाषित कर पाएँगे;
- नियत बल द्वारा किए जानेवाले कार्य की गणना कर पाएँगे;
- ऊर्जा के विभिन्न रूपों जैसे यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, ध्वनि, विद्युत, रासायनिक तथा नाभिकीय ऊर्जा आदि को उदाहरण के साथ सूचीबद्ध कर पाएँगे;
- स्थितिज एवं गतिज ऊर्जा को उपयुक्त उदाहरणों के साथ परिभाषित कर सकेंगे एवं उनकी व्याख्या कर पाएँगे;
- ऊर्जा रूपान्तरण के उदाहरण दे पाएँगे;

- ऊर्जा संरक्षण के नियम का कथन देकर उपयुक्त उदाहरणों के साथ उसकी व्याख्या कर पाएँगे; और
- शक्ति की व्याख्या कर पाएंगे एवं इसके SI मात्रक को परिभाषित कर पाएँगे।

13-1 dk;

कार्य शब्द का प्रयोग प्रायः हमारे दैनिक वार्तालाप में होता ही रहता है। सामान्यतया हम कार्य की श्रेणी में खड़ा होना, पढ़ना, लेटना आदि को सम्मिलित करते हैं किन्तु विज्ञान में भौतिक कार्य का एक निश्चित एवं विशेष अर्थ है। अर्थात कार्य तभी सम्पन्न हुआ माना जाता है जब किसी वस्तु पर बल लगता है और वस्तु बल की दिशा में विस्थापित होती है। विस्तृत रूप में इसका तात्पर्य है कि –

- यदि किसी पिंड पर बल लगाएं और वह विस्थापित न हो अर्थात स्थान परिवर्तित न करे तब कोई कार्य सम्पादित नहीं होता है।

  mnkgj.k % जैसे हम दीवार को धकेलने का प्रयास करें तो दीवार अपनी स्थिति से विस्थापित नहीं होती है (चित्र 13.1)।

fp= **13-1:** दीवार को धकेलने पर विस्थापन नहीं हुआ है।
अतः आपके द्वारा किया गया कार्य शून्य है

- यदि किसी पिंड पर बल न लगा हो और वह विश्रामवस्था में हो अथवा स्थिर वेग से गति कर रही हो तब भी कार्य सम्पादित हुआ नहीं माना जाता है।

  mnkgj.k % अचर वेग से सीधी सड़क पर गति कर रही कार कोई नेट कार्य नहीं करती है क्योंकि कार में प्रयुक्त ईंधन घर्षण के विरूद्ध कार्य करने में व्यय होता है और इस प्रकार कार की गति अपरिवर्तित रह पाती है।

- यदि बल और विस्थापन एक दूसरे के लम्बवत् हों तब बल लगाने पर किया गया कार्य शून्य होता है (चित्र 13.3)।

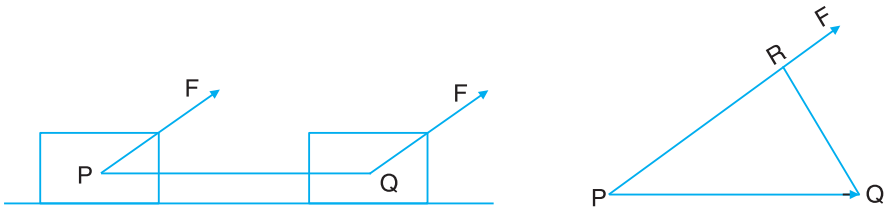
13.2 dk;] cy rFkk foLFkkiu e lEcU/k

dk;Z dh ifjHkk"kk % पिंड पर लगनेवाले बल द्वारा किया गया कार्य बल के परिमाण, तथा बल की दिशा में पिंड द्वारा चली गई दूरी (विस्थापन) के गुणनफल के बराबर होता है।

अर्थात कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन

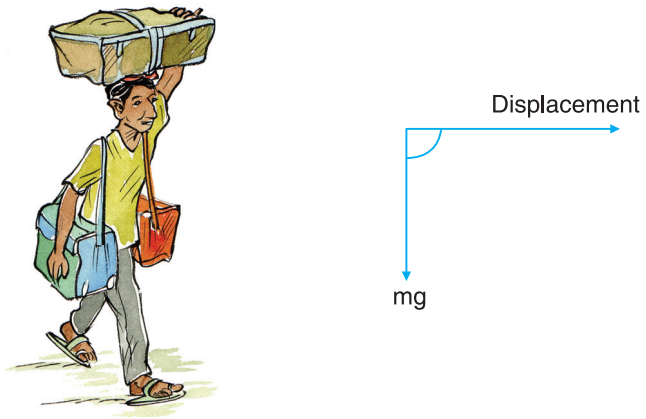
यदि बल तथा विस्थापन एक ही दिशा में हैं तब इस स्थिति में किया गया कार्य बल और विस्थापित दूरी के गुणनफल के बराबर होगा। परन्तु यदि बल और विस्थापन भिन्न-भिन्न दिशाओं में हैं तो किए गए कार्य को बल तथा बल की दिशा में विस्थापन के प्रक्षेप के गुणनफल द्वारा प्राप्त कर सकते हैं (चित्र 13.2)।

किया गया कार्य $W = F \times PR$



fp= 13-2: बल एवं विस्थापन के भिन्न-भिन्न दिशा में होने पर किया गया कार्य

mnkgj.k % कोई व्यक्ति अपने सिर पर बोझ उठाकर समतल सड़क पर गति करते हुए गुरुत्वाकर्शण के विरुद्ध कोई कार्य नहीं करता है क्योंकि गुरुत्व बल (व्यक्ति का भार) की दिशा में विस्थापन का कोई घटक नहीं है (चित्र 13.3)।



fp= 13-3

कार्य का SI मात्रक U;wVu ehVj (Nm) होता है। इस मात्रक को twy (J) भी कहते हैं। एक न्यूटन बल लगाने पर यदि पिंड बल की दिशा में एक मीटर विस्थापित हो तो बल द्वारा किया गया कार्य एक जूल होता है।

ikBxr i'u 13-1

सही विकल्प का चयन कीजिए।

1. (i) किया गया कार्य शून्य होता है :

   (a) जब बल एवं विस्थापन एक ही दिशा में हो।

   (b) जब बल एवं पिंड का विस्थापन विपरीत दिशा में हो।

   (c) जब पिंड पर आरोपित बल पिंड के विस्थापन की दिशा के लम्बवत् लगा हो।

   (d) जब बल विस्थापन के साथ कोई कोण बनाता है।

   (ii) जब किसी पिंड पर 0.01 N का बल लगता है तब किया गया कार्य 1 J है। पिंड की विस्थापित दूरी होगी?

   (a) 0.01 m (b) 0.1 m (c) 1 m (d) 10 m (e) 100 m

   (iii) निम्न में कौन सी परिस्थितियों में कार्य सम्पादित हुआ है :

   (a) एक व्यक्ति सीढ़ियाँ चढ़ रहा है।

   (b) सैटेलाइट पृथ्वी के चारों ओर बंद चक्रीय कक्ष में घूर्णन कर रहा है।

   (c) दो टीम रस्साकसी खेल रहे हैं और दोनों टीमें बराबर बल लगा रही हैं।

   (d) एक व्यक्ति अपने सिर पर भारी बोझा लेकर खड़ा है।

2. 500 kg द्रव्यमान की एक कार 10 m s^{-1} के नियत वेग से खुरदरी क्षैतिज सड़क पर गतिशील है। कार के इंजन द्वारा लगनेवाला बल 1000 N है। निम्नलिखित बलों द्वारा 10 s में किए गए कार्य की गणना कीजिए –

   (a) कार पर लगनेवाले कुल बल द्वारा (b) गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा

   (c) इंजन द्वारा (d) घर्षण बल द्वारा

13-3 Åtk rFkk dk;Z dh lkFk bldk lEcU/k

जब आप लम्बे समय तक खेलते हैं या घर पर या बाहर बहुत अधिक शारीरिक कार्य करते हैं तो थक जाते हैं। अर्थात आपका शरीर उस कार्य को और आगे करने के लिए तैयार नहीं होता है। इस समय आपको भूख भी लगने लगती है। कुछ समय विश्राम करने के पश्चात अथवा कुछ खाने के पश्चात आप फिर से कार्य करने को तैयार हो जाते हैं। इन अनुभवों को कैसे समझाया जा सकता है? वास्तव में, जब आप कार्य करते हैं तब ऊर्जा व्यय करते हैं और अधिक कार्य

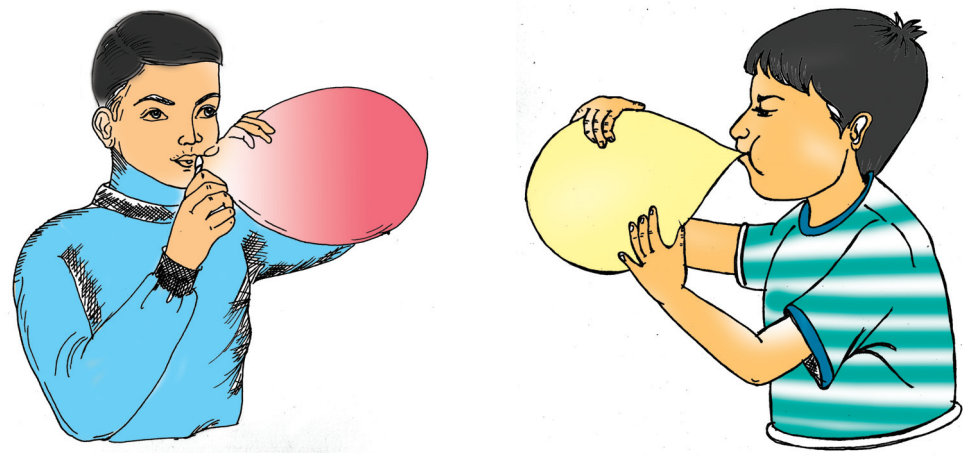
करने के लिए अधिक ज्यादा ऊर्जा की आवश्यकता होती है। किसी पिंड के कार्य करने की क्षमता उसमें निहित ऊर्जा द्वारा निर्धारित होती है।

अर्थात् पिंड में निहित ऊर्जा = कुल कार्य जो कि वह पिंड कर सकता है।

ऊर्जा का मात्रक भी कार्य के मात्रक के समान ही जूल है जिसे J द्वारा व्यक्त किया जाता है। किसी ऊर्जा का 100% रुपान्तरण प्रायोगिक रूप से संभव नहीं है, क्योंकि ऊर्जा से कार्य में रुपान्तरण की प्रक्रिया में कुछ ऊर्जा अप्रयुक्त रहती है अथवा कुछ व्यर्थ हो जाती है। इसे समझने हेतु निम्न क्रियाकलाप को करके देखिए –

fØ;kdyki 13-1

आलोक एवं कपिल लम्बे गुब्बारे (लगभग 5 cm) भिन्न-भिन्न तरीके से फुला रहे हैं जैसा कि चित्र 13.3 में दर्शाया गया है। आलोक गुब्बारे के हवा भरनेवाले हिस्से के कुछ भाग से (तिरछे रखकर) उसमें हवा भरता है जबकि कपिल इसके मुंह के पूरे हिस्से से हवा भरता है।



fp= 13-4: आलोक एवं कपिल एक जैसे लम्बे गुब्बारे भिन्न-भिन्न तरीके से फुलाते हुए

- कौन अधिक बल लगा रहा है?
- कौन अधिक कार्य कर रहा है?

इस क्रियाकलाप को करके देखिए और पता लगाइए कि कौन सी तकनीक से बड़ा गुब्बारा फूलता है। क्या आप इसका कारण बता सकते हैं?

अपने निष्कर्ष के आधार पर आप यह समझ सकते हैं कि क्यों चूल्हे में आग जलाते समय फूँकनी (धातु का पाइप) से दूर से हवा क्यों फूँकी जाती है।

fp= 13-5: आग जलाने के लिए फूँकनी का उपयोग करते हुए

ukV % खाना बनाने की यह प्रक्रिया स्वास्थ्य के लिए हानिकारक है और कई स्वास्थ्य सम्बन्धित समस्याओं को जन्म देती है।

13-4 Åtk d fofHkUu :i

आप पेशीय ऊर्जा को व्यय करके कार्य करते हैं। इस पेशीय ऊर्जा को आप भोजन की रासायनिक ऊर्जा से प्राप्त करते हैं, जो आपको खाने से मिलती है। आपके घर के पंखे विद्युत ऊर्जा से चलते हैं। चुम्बक से खेलते हुए आपने देखा होगा कि चुम्बक लोहे के टुकड़े को अपनी तरफ आकर्षित करता है इसलिए इसमें भी चुम्बकीय ऊर्जा होती है। इस प्रकार ऊर्जा हमारे लिए विभिन्न रूपों जैसे यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, विद्युत, चुम्बकीय, ध्वनि तथा नाभिकीय ऊर्जा के रूप में उपलब्ध है। आइए अब हम ऊर्जा के विभिन्न रूपों से अवगत होते हैं :-

13.4.1 ;kf=d Åtk

किसी पिंड में उसकी गति (गतिज ऊर्जा) अथवा स्थिति (स्थितिज ऊर्जा) के कारण कार्य करने की जो क्षमता होती है वह पिंड की यांत्रिक ऊर्जा कहलाती है।

(a) fLFkfrt Åtk % किसी पिंड (जैसे हथौड़े) को किसी ऊँचाई तक उठाकर छोड़ने पर वह नीचे गिरने लगता है। यदि इसे किसी सूखी मिट्टी के टुकड़े पर गिरने दिया जाए तो वह टुकड़ा छोटे-छोटे टुकड़ों में बँट सकता है। अतः पिंड को पृथ्वी से ऊँचा उठाने पर उसमें कार्य करने की क्षमता होती है अर्थात् पिंड में ऊर्जा होती है। अतः किसी पिंड को पृथ्वी से किसी ऊँचाई तक उठाने में विद्यमान ऊर्जा उसकी स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

यदि दो पिंड, जिसमें एक भारी व एक हल्का हो, को समान ऊँचाई से रेत के ढेर पर गिराया जाए तो हम पाते हैं कि भारी पिंड हल्के पिंड की तुलना में रेत में अधिक गहराई तक जाता है अर्थात् अधिक गहरा गड्ढा बनाता है। अर्थात भारी पिंड में अधिक स्थितिज ऊर्जा संचित होती है।

यदि एक ही पिंड को भिन्न-भिन्न ऊँचाईयों से गिराया जाता है तब वह पिंड जो अधिक ऊँचाई तक उठाकर गिराया जाता है, वह अधिक गहराई तक रेत में जाता है। अर्थात् ज्यादा गहरा गर्त बनाता है। अतः उसमें अधिक स्थितिज ऊर्जा संचित हो जाती है।

पिंड की स्थितिज ऊर्जा, निम्न कारकों निर्भर करती है –

- पिंड का भार ($W = mg$)
- पृथ्वी से पिंड की ऊँचाई (h)

स्थितिज ऊर्जा PE (E_P), भार (W) तथा ऊँचाई (h) के बीच जो सम्बन्ध है, वह है –

$$E_p = W \times h = mgh$$

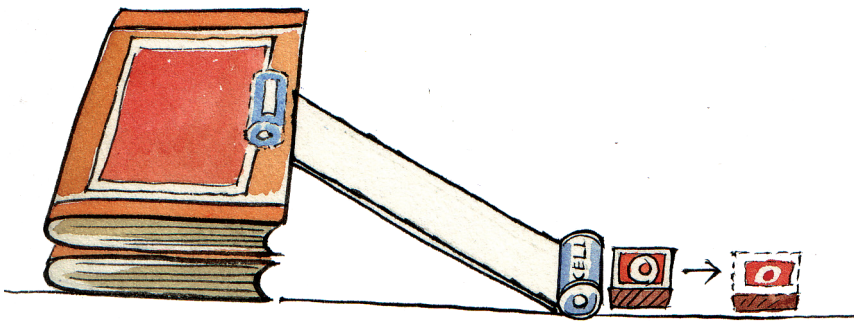
(b) xfr t Åtk % किसी पिंड की गति के कारण कार्य करने की क्षमता गतिज ऊर्जा होती है। गतिशील पिंड की गतिज ऊर्जा जिन कारकों पर निर्भर करती है उन्हें समझने के लिए निम्न क्रियाकलाप को करें।

dk;dyki 13-2

दो जिल्दवाली किताबों का एक बंडल बनाइए (लगभग 10 cm मोटा) जैसा कि चित्र 13.5 में दिखाया गया है। इस पर ढलान बनाने के लिए एक जिल्दवाला रजिस्टर चित्र 13.5 में दर्शाए अनुसार रखिए। अब एक माचिस की डिब्बी को ढलान के पास रखिए जहाँ इसकी लम्बाई क्षैतिज सतह के समानान्तर हो।

अब एक पेन्सिल सेल को ऊपर की उठी सतह पर रखकर छोड़ने से, सेल माचिस की डिब्बी को धक्का मारता है। क्या माचिस की डिब्बी गति करती है?

हाँ, लुढकते हुए सेल में गतिज ऊर्जा होती है जिसके कारण माचिस की डिब्बी थोड़ी दूरी तय करती है। इस प्रकार गतिशील वस्तु में कार्य करने की क्षमता होती है।



fp= **13-5:** स्थितिज ऊर्जा के गतिज ऊर्जा में रुपान्तरण को दर्शाता प्रयोग

अब माचिस की डिब्बी को फिर से यथास्थिति में रखिए और समान ऊँचाई से टॉर्च सेल को छोड़कर माचिस की डिब्बी की स्थिति देखिए। क्या यह फिर से गति करती है? क्या यह अधिक दूरी तक गति करती है? यह ऐसा क्यों करती है? टॉर्च सेल का द्रव्यमान पेन्सिल सेल की तुलना में अधिक होता है इसलिए इसमें अधिक गतिज ऊर्जा होती है और यह अधिक कार्य करता है।

अब इन प्रयोगों को सेल को अधिक ऊँचाई से लुढ़काते हुए पुनः कीजिए। क्या सेल माचिस की डिब्बी को और अधिक दूरी तक ले जाता हैं? इन अवलोकनों से हम निष्कर्ष दे सकते हैं कि –

- जब कोई पिंड किसी ऊँचाई से नीचे गिर रही होती है तब इसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती जाती है जबकि पिंड की गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती है।
- गतिमान पिंड की गतिज ऊर्जा (KE) निर्भर करती है –

  (i) इसके द्रव्यमान (m) पर – जितना अधिक द्रव्यमान (समान वेग) होगा उतनी ही अधिक पिंड की गतिज ऊर्जा होगी।

  (ii) इसके वेग (v) पर – जितना अधिक वेग (समान द्रव्यमान हेतु) होगा उतनी ही अधिक पिंड की गतिज ऊर्जा होगी।

  अतः किसी गतिमान पिंड की गतिज ऊर्जा होती है :

  गतिज ऊर्जा K.E.= $\frac{1}{2}mv^2$

13-4-2 Å"eh; Åtk

यह ऊर्जा का एक रूप है जो शरीर के अन्दर प्रवाहित होकर गर्माहट का एवं शरीर के बाहर प्रवाहित होने पर ठण्डक का अहसास देता है। आप ऊष्मीय ऊर्जा का विस्तृत अध्ययन पाठ 14 में करेंगे।

13-4-3 izdk'k Åtk

ऊर्जा का वह रूप जो विभिन्न वस्तुओं को देखने में उपयोगी है, प्रकाश ऊर्जा कहलाता है। आप प्रकाश ऊर्जा के विषय में विस्तृत अध्ययन पाठ 15 में करेंगे।

13-4-4 fo|qr Åtk

हमारे घरों में बल्बों को जलाने, पंखे चलाने, पंप चलाने, कमरे गरम रखने, टीवी, रेडियो, फ्रिज आदि को चलानेवाली ऊर्जा से आप परिचित होंगे। विद्युत ऊर्जा आवेशित कणों की गति के कारण उत्पन्न होती है। आप विद्युत ऊर्जा के विषय में और अधिक अध्ययन पाठ 16 में करेंगे।

13-4-5 pEcdh; Åtk

आप जानते हैं कि चुम्बक लोहे के टुकड़े को आकर्षित करती है। इस प्रकार चुम्बक में कार्य करने की क्षमता होती है। चुम्बक के कार्य करने में निहित ऊर्जा चुम्बकीय ऊर्जा कहलाती है। ऊर्जा के इस रूप के विषय में और अधिक अध्ययन आप अध्याय 17 में करेंगे।

13-4-6 /ofu Åtk

ऊर्जा का यह रूप जो सुनने में हमारी सहायता करता है ध्वनि कहलाता है। कंपन करती हुई वस्तुओं द्वारा ध्वनि उत्पन्न होती है। स्रोत से उत्पन्न होकर ध्वनि तरंगे, सुननेवाले तक द्रव्य माध्यम से होकर पहुंचती हैं। आप ऊर्जा के इस रूप के बारे में और अधिक पाठ 18 में पढ़ेंगे।

13-4-7 ukfHkdh; Åtk

नाभिकीय ऊर्जा गैर-पारम्परिक ऊर्जा का एक प्रकार है जो द्रव्यमान के ऊर्जा में रूपान्तरण के समय नाभिकीय अभिक्रियाओं द्वारा मुक्त होती है। आपने ऊर्जा के रूप के विषय में पाठ 12 में पढ़ा होगा कि भारत नाभिकीय ऊर्जा द्वारा विद्युत शक्ति उत्पन्न करने की कोशिश कर रहा है।

ikBxr i'u 13-2

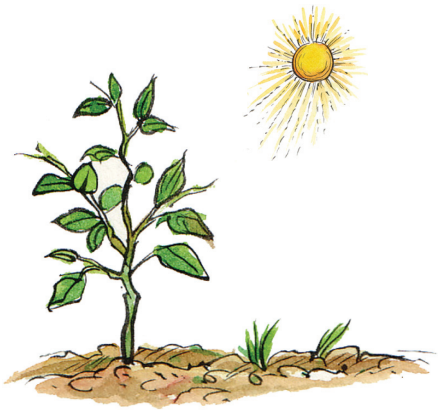
1. कार्य एवं ऊर्जा शब्दों की एक-एक उदाहरण के साथ व्याख्या कीजिए।
2. कार्य करने की क्षमता ..... कहलाती है।
3. ऊर्जा के सभी रूपों को SI मात्रक ..... है।
4. स्प्रिंग में निहित ऊर्जा ..... है।
5. किसी पिंड की स्थिति के कारण इसमें निहित ऊर्जा ..... ऊर्जा है।
6. पिंड की गति के कारण इसमें निहित ऊर्जा ..... ऊर्जा है।
7. यदि h ऊँचाई पर स्थितिज ऊर्जा E_p है तो $\frac{h}{2}$ ऊँचाई पर स्थितिज ऊर्जा ..... होगी?
8. h ऊँचाई पर m द्रव्यमान की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा E_p है। इसी ऊँचाई पर $\frac{m}{2}$ द्रव्यमान की वस्तु की स्थितिज ऊर्जा ..... होगी।
9. v वेग से गतिमान m द्रव्यमान के पिंड की गतिज ऊर्जा E_k है। यदि पिंड $2v$ चाल से गति करे तो पिंड की गतिज ऊर्जा ..... होगी ?
10. v वेग से गतिमान m द्रव्यमान के पिंड की गतिज ऊर्जा E_k है। यदि $2m$ द्रव्यमान का पिंड समान चाल से गतिमान हो तब पिंड की गतिज ऊर्जा ..... होगी?

13-5 Åtk : ikUrj.k ,oa lj{k.k

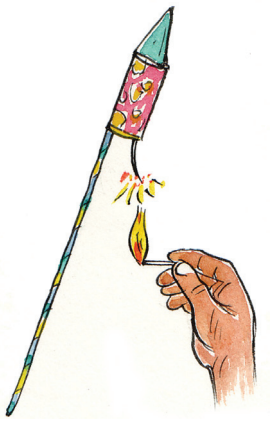
13.4 में वर्णित ऊर्जा के विभिन्न रूप भिन्न-भिन्न परिस्थितियों में एक रूप से दूसरे रूप में बदलते रहते हैं। ऊर्जा के एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तन की घटना, ऊर्जा रूपान्तरण कहलाती है। इसे स्पष्ट करने के लिए निम्न उदाहरण दिए गए हैं –

- बाँध के भरे हुए जल में संचित स्थितिज ऊर्जा जल के किसी ऊँचाई से गिरने पर गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। बहते हुए जल की गतिज ऊर्जा टरबाइन के घूर्णन के कारण घूर्णन गतिज ऊर्जा में बदल जाती है। टरबाइन के षाट से जुड़ी कुण्डली चुम्बकीय क्षेत्र में घूमती है और ये टरबाइन की घूर्णन गतिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलती है।
- हमारे घरों में बल्ब या ट्यूबलाइट, विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा में, विद्युत ओवन, हीटर, इस्तरी अथवा सोल्डर आयरन, विद्युत ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में तथा विद्युत पम्प अथवा मोटर विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलते हैं।
- एक विद्युत सेल रासायनिक ऊर्जा को, सौर सेल प्रकाश ऊर्जा को तथा तापयुग्म ऊष्मीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलता है।
- माइक्रोफोन, ध्वनि ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा तथा लाउड स्पीकर, विद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में बदलता है।
- ऊष्मा इंजन, ऊष्मीय ऊर्जा को कार्य (यांत्रिक ऊर्जा) में बदलता है और घर्षण के विरुद्ध किया गया कार्य ऊष्मीय ऊर्जा में बदलता है।

एक प्रकार की ऊर्जा के दूसरे प्रकार की ऊर्जा में रूपान्तरण के दौरान कुल ऊर्जा अपरिवर्तित रहती है। अर्थात् रूपान्तरण के पहले और पश्चात् कुल ऊर्जा सदैव अचर रहती है। इसे ऊर्जा संरक्षण का नियम कहते हैं।



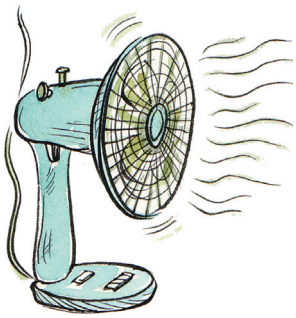
(a) प्रकाश संश्लेषण (सौर ऊर्जा → भोजन की रासायनिक ऊर्जा)



(b) पटाखे जलाना (रासायनिक ऊर्जा → ऊष्मा, प्रकाश एवं ध्वनि ऊर्जा)

(c) विद्युत बल्ब (विद्युत ऊर्जा → प्रकाश ऊर्जा)

(d) लाउड स्पीकर (विद्युत ऊर्जा → ध्वनि ऊर्जा)



(e) मेज पंखा (विद्युत ऊर्जा → गतिज ऊर्जा)

(d) शारीरिक व्यायाम (भोजन की रासायनिक ऊर्जा- पेशीय ऊर्जा)

fp= **13-6:** ऊर्जा रूपान्तरण के कुछ उदाहरण

ikBxr i'u 13-3

नीचे दिए गए ऊर्जा रूपान्तरणों में से प्रत्येक के लिए एक-एक उदाहरण दीजिए –

1. (i) प्रकाश ऊर्जा से रासायनिक ऊर्जा में
   (ii) रासायनिक ऊर्जा से ऊष्मा ऊर्जा में
   (iii) रासायनिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (iv) यांत्रिक ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (v) तापीय ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
   (vi) प्रकाश ऊर्जा से विद्युत ऊर्जा में
2. (i) मोटर विद्युत ऊर्जा को ..... बदलता है।
   (ii) विद्युत हीटर विद्युत ऊर्जा को ..... में बदलता है।
   (iii) माइक्रोफोन ध्वनि ऊर्जा को ..... में बदलता है।

(iv) लाउड स्पीकर ध्वनि ऊर्जा को ..... में बदलता है।

(v) ऊष्मा इंजन ऊष्मा ऊर्जा को ..... में बदलता है।

(vi) जब हम अपने हाथों को रगड़ते हैं तब हम कार्य को ..... में परिवर्तित करते हैं।

13-6 'kfDr ,oa bldk ek=d

आपने ऐसे कथन हमेशा सुने होंगे कि रूम कूलर के पम्प के लिए चौथाई अश्व शक्ति की मोटर पर्याप्त होती है; एक अश्व शक्ति की मोटर आधी अश्व शक्ति वाली मोटर की तुलना में पानी के टैंक को आधे समय में भर देती है। 'अश्व शक्ति' शक्ति का मात्रक है। और शक्ति क्या है? शक्ति वह माप है जो यह बताती है कि कार्य कितनी शीघ्रता से किया गया है। कार्य करने की दर के रूप में शक्ति को परिभाषित किया जाता है अर्थात् एक एकांक समय में किए गए कार्य की मात्रा शक्ति है।

अथवा

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{लिया गया समय}}$$

शक्ति का SI मात्रक वाट W है। एक वाट वह शक्ति है जो 1 जूल कार्य करने में खर्च हुई। इसे अश्व शक्ति में भी मापा जाता है।

1 अश्व शक्ति (HP) = 746 वाट (W)

fØ;kdyki 13-3

धीरे-धीरे सीढ़ियाँ चढ़िए और फिर भागकर समान ऊँचाई तक चढ़िए। किस प्रक्रिया के दौरान आप ज्यादा थकते हैं? क्यों?

आपका उत्तर होगा कि दूसरी प्रक्रिया में थकान अधिक होगी। ऐसा क्यों? क्योंकि दूसरी प्रक्रिया (अर्थात भागकर चढ़ने) में आपने कम समय लिया और अधिक शक्ति खर्च की।

D;k vki tkurs gSa

- जब आप जल के गिलास (200 mL) को डाइनिंग मेज से उठाकर होठों तक लाते हैं (लगभग 1/2 m दूरी) तब लगभग 1 J कार्य सम्पन्न हो जाता है।
- फुटबॉल खेलनेवाला 1/2 kg की फुटबॉल को 3 मीटर की ऊँचाई तक किक मारते वक्त 150 J ऊर्जा खर्च करता है।
- 50 kg का एक सामान्य वयस्क एकमंजिला इमारत की सीढ़ियाँ चढ़ने में लगभग 5000 J के बराबर कार्य करता है।
- 20 m मीटर गहरे कुएँ से 20 लीटर जल की बाल्टी को खींचने में लगभग 4000 J कार्य होता है।

ikBxr i'u 13-4

1. काम्या 5 मिनट में सीढ़ियाँ चढ़ जाती है। सुरैया उन्हीं सीढ़ियों को चढ़ने में 3 मिनट का समय लेती है। काम्या का वजन सुरैया के वजन के बराबर है। बताइए कि –
   (i) दोनों में से किसने अधिक कार्य किया?
   (ii) दोनों में से किसने अधिक शक्ति खर्च की
2. 1.5 H.P. (अश्व शक्ति) को शक्ति के SI मात्रक के रूप में व्यक्त कीजिए।
3. एक क्रिकेट गेंद और एक प्लास्टिक गेंद समान ऊँचाई से गिराई जाती है। कौन सी गेंद पृथ्वी पर पहुँचेगी –
   (a) अधिक ऊर्जा के साथ (b) कम शक्ति के साथ

vkiu D;k lh[kk

- जब किसी पिंड पर बल लगाया जाता है तब कार्य सम्पादित होता है तथा पिंड लगाए गए बल की दिशा में कुछ दूरी तक विस्थापित होती है।
- किसी पिंड पर किया गया कार्य उस पर लगाए गए बल व बल की दिशा में उसके द्वारा तय की दूरी के गुणनफल के बराबर होता है।
- कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। किसी पिंड की कार्य करने की क्षमता इसमें निहित ऊर्जा द्वारा निर्धारित होती है।
- ऊर्जा के कई रूप हैं : यांत्रिक, ऊष्मीय, प्रकाश, विद्युत, ध्वनि, चुम्बकीय तथा नाभिकीय ऊर्जा।
- यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है- गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा।
- ऊर्जा एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित की जा सकती है। यह प्रक्रिया ऊर्जा रूपांतरण कहलाती है।
- ऊर्जा रूपान्तरण के दौरान न तो ऊर्जा की उत्पत्ति होती है न ही नष्ट होती है। यह नियम ऊर्जा संरक्षण का नियम है।
- कार्य करने की दर शक्ति कहलाती है। इसका SI मात्रक वाट (W) है।

ikBkr i'u

1. निम्नलिखित को परिभाषित कर उनका SI मात्रक लिखिए –
   (अ) कार्य (ब) शक्ति (स) ऊर्जा

2. ऊर्जा के विभिन्न रूपों को सूचीबद्ध कीजिए।
3. ऊर्जा संरक्षण का नियम बताइए। उदाहरणों की सहायता से इसकी व्याख्या कीजिए।
4. ताप विद्युत संयत्र में होनेवाले ऊर्जा रूपान्तरणों की सूची बनाइए।
5. 0.5 kg द्रव्यमान की गेंद की गतिज ऊर्जा 100 J है। गेंद का वेग क्या होगा?
6. 100 kg द्रव्यमान का पिंड 10 m ऊँचाई तक उठाई जाता है।

   ज्ञात कीजिए – (a) किया गया कार्य

   (b) उस ऊँचाई पर पिंड की स्थितिज ऊर्जा ($g = 10\ ms^{-2}$)
7. कम वेग की तुलना में अधिक वेग के कारण होनेवाली दुर्घटनाएँ अधिक भयानक होती है। क्यों?
8. दो समान द्रव्यमान के पिंड एक समान वेग से क्रमशः u एवं 4u वेग से गतिमान है। उनकी गतिज ऊर्जाओं का अनुपात क्या होगा?
9. आप अपने अस्पताल में तीसरी मंजिल तक पहुँचने के लिए रैम्प या सीढ़ियों में से किसे पसंद करेंगे? अपने उत्तर को तर्क सहित बताइए।

ikBxr i'uksa ds mÙkj

13-1

1. (i) c (ii) e (iii) a
2. (i) शून्य (ii) शून्य iii) 10^5J (iv) -10^{+5} J

13-2

1. dk;Z % जब किसी पिंड पर बल लगाया जाता है और पिंड बल की दिशा में विस्थापित होता है तब कार्य सम्पादित होता है। उदाहरण : एक व्यक्ति द्वारा सीढ़ियाँ चढ़ना।

   Åtkl % कार्य करने की क्षमता ऊर्जा कहलाती है। उदाहरण : भारोत्तोलक (weight lifter) द्वारा वजन उठाना।

2. ऊर्जा 3. जूल 4. स्थितिज ऊर्जा
5. स्थितिज 6. गतिज 7. $E_p/2$
8. $E_p/2$ 9. $4E_k$ 10. $2\ E_k$

13-3

1. (i) प्रकाश संश्लेषण के दौरान हरे पौधे प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा (कार्बोहाइड्रेट) में बदलते हैं।

(ii) भोजन के पाचन के दौरान भोजन की रासायनिक ऊर्जा ऊष्मीय ऊर्जा में बदलती है।

(iii) विद्युत सेल रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में बदलते हैं।

(iv) विद्युत जनरेटर में यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

(v) ताप विद्युत संयंत्र में ऊष्मीय ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

नोट : इसका बेहतर उदाहरण तापयुग्म हो सकता है जिसमें ऊष्मीय ऊर्जा सीधे विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

(vi) सौर सेल में प्रकाश ऊर्जा विद्युत ऊर्जा में बदलती है।

2. (i) यांत्रिक ऊर्जा

(ii) ऊष्मीय ऊर्जा

(iii) विद्युत ऊर्जा

(iv) ध्वनि ऊर्जा

(v) यांत्रिक ऊर्जा

(vi) ऊष्मीय ऊर्जा

13.4

1. (i) वे दोनों गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध कार्य करेंगे क्योंकि दोनों का भार बराबर है। दोनों समान ऊँचाई तक चढ़ते हैं तथा दोनों बराबर कार्य करते हैं।

(ii) क्योंकि सुरैया सीढ़ियाँ चढ़ने में कम समय लेती है और शक्ति समय के व्युत्क्रमानुपाती होती है इसलिए सुरैया अधिक शक्ति खर्च करती है।

2. शक्ति का SI मात्रक वाट है।

और 1 H.P. = 746 W

1.5 H.P. = $746 \times 1.5 = 1119.0$ W = 1.12 kW

3. (a) क्रिकेट गेंद (b) प्लास्टिक गेंद