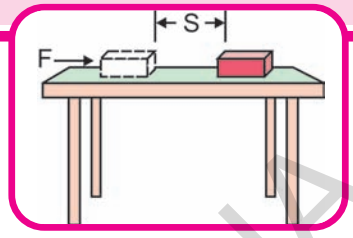
अध्याय

10

कार्य तथा ऊर्जा



पिछले कुछ अध्यायों मे हम वस्तुओं की गति के वर्णन करने के विधियों गति का कारण के बारे में चर्चा कर चुके हैं । हमारे दैनिक क्रियाओं में हम विभिन्न शब्द जैसे कार्य, ऊर्जा तथा शक्ति का उपयोग करते है इनका एक दूसरे से निकट संबंध है। कभी-कभी इन शब्दों का उपयोग ध्यान दिये बिना कर लेते है। इस अध्याय में हम इन अवधारणाओं के बारे में अध्ययन करेंगे ।

लोग दैनिक जीवन में विभिन्न क्रियाएं करते है। उदाहरणार्थः भारी वस्तुओं को उठाना, भारी वस्तुओं को ढोना, घर की सफाई, भोजन पकाना, पौधों को पानी देना आदि कुछ दैनिक क्रियाएं है।

उसी प्रकार आपने देखा होगा घरों मे विभिन्न कार्यों को करने के लिए कुछ मशीनों का उपयोग करते हैं। जैसे पंखे से हवा खाना, विद्युत मोटर से पानी चढाना, विद्युत ऊष्मक द्वारा पानी गर्म करना इत्यादि।

धुलाई मशीन, व्याक्युम क्लीनर का उपयोग कपड़े तथा घर की सफाई आदि में करते हैं।

- कार्य कैसे हो रहा है।
- इन कार्यों को करने के लिए किस चीज की आवश्यकता होती है?

मनुष्य या मशीन दोनों को कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है? मनुष्यों को लिए गये द्वारा ऊर्जा प्राप्त होती है। उसी प्रकार मशीनों को विद्युत द्वारा ऊर्जा प्राप्त होती है।

उपरोक्त सभी उदाहरणों में हमने देखा कि मनुष्य कार्य करने के लिए कुछ ऊर्जा को खर्च करते हैं उदाहरण के लिए अपने स्कूल बैग को उठाने के लिए आपने कुछ ऊर्जा का व्यय किया है। उसी प्रकार विद्युत पंखे हवा देने के लिए कुछ विद्युत ऊर्जा का व्यय करते हैं ।

- अंततः व्यय की गयी ऊर्जा कहाँ जाती है?
- कार्य करते समय क्या ऊर्जा का स्थानांतरण होता है?
- ऊर्जा स्थानांतरण के बिना क्या हम कार्य कर सकते है?

निरीक्षण की गयी विभिन्न क्रियाओं पर विचार कर उसमें उपयोग किये बल को तथा पिंड जिस पर कार्य किया जा रहा है उनको पहचानिए। अपने मित्रों के साथ कार्य करते समय हो रही ऊर्जा स्तानांतरण के बारे में चर्चा कीजिए ।

SCERT TELANGANA

कार्य

हम अपने दैनिक जीवन में कार्य शब्द का प्रयोग अनेक संदर्भो में करते है। कार्य शब्द का अर्थ परिस्थिति अनुसार बदलता रहता है। उदाहरण के लिए कथन जैसे में फैक्ट्री में काम करता हूँ। रामायण वाल्मिकी की बहुत बड़ी कृति है। मशीन कार्यरत स्थिति में है। इस पाठ्यपुस्तक में बहुत सारे प्रश्नों का हल दिया गया है। चलिए हम अगले वर्ष के लिए कार्य योजना बनाए। इत्यादि में कार्य के कई अर्थ निकलते है। हम दैनिक जीवन में जिस रूप में कार्य शब्द का प्रयोग करते है और जिस रूप में हम इसे विज्ञान में उपयोग करते है, उनमें अंतर है।

आइए कुछ उदाहरणों पर विचार करें।

i) प्रियंका परीक्षा की तैयारी कर रही है। वह अध्ययन में बहुत सा समय व्यतीत करती है। वह पुस्तकें पढती है। चित्र बनाती है। अपने विचारों को सुव्यवस्थित करती है, प्रश्न-पत्रों को एकत्रित करती है, कक्षाओं में उपस्थिति रहती है। अपने मित्रों के साथ समस्याओं पर विचार-विमर्श करती है तथा प्रयोग करती है आदि।

सामान्य बोलचाल में वह कठोर काम कर रही है। यदि हम कार्य को वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार देखें तो इस क्रिया को कार्य नहीं माना जा सकता है।

ii) रंगय्या एक बहुत बड़ी चट्टान को धकेलने के लिए कठोर परिश्रम कर रहा है। मान लीजिए उसके सारे प्रयत्नों के बावजूद चट्टान नहीं हिलती। वह पूर्णतया थक चुका है। आपके सामान्य विचार से उसने बहुत कठोर कार्य किया है लेकिन विज्ञान की दृष्टि से उसने चट्टान पर कोई कार्य नहीं किया ।

iii) मान लीजिए आप सीढियों पर चढकर इमारत की दूसरी मंजिल पर पहुँच जाते हैं । आपने इस कार्य के लिए कुछ ऊर्जा का व्यय किया। सामान्यतः आपने कोई कार्य नही किया लेकिन वैज्ञानिक दृष्टि से दूसरी मंजिल पर पहुँचने के लिए आपने बहुत सारा कार्य किया है।

हमारे दैनिक जीवन में हम शारीरिक या मानसिक श्रम को को कार्य कहते हैं ।

उदाहरणार्थ हम घरेलु काम जैसे भोजन पकाना, कपड़े धोना, झाड़ू लगाना, गृहकार्य करना, वाचन, लेखन आदि को कार्य कहते हैं । लेकिन वैज्ञानिक परिभाषा अनुसार वे इन्हें कार्य नहीं कह सकते, उनमें से कुछ को ही कार्य मानते हैं ।

- कार्य क्या है?
- कार्य की सामान्य धारणा तथा वैज्ञानिक धारणा में अंतर क्यों है?

कार्य की वैज्ञानिक संकल्पना

सामान्य दृष्टिकोण तथा वैज्ञानिक दृष्टिकोण से हम कार्य को किस प्रकार समझते हैं यह समझने के लिए आईए कुछ स्थितियों का विचार करें ।

स्थिति-1

चित्र - 1

एक व्यक्कि सीमेंट की थैलियों को एक-एक करके लारी में डाल रहा है।

SCERT TELANGANA

स्थिति-2

चित्र - 2

एक लड़की किसी ट्राली को खींचती है और ट्राली कुछ दूर चली जाती है।

स्थिति-3

एक लड़का खेल के मैदान में पड़े बड़े पत्थर को ढकेलने की कोशिश कर रहा है।

चित्र - 3

स्थिति-4

एक कूली रेलवे स्टेशन के प्लेटफार्म पर सर पर भारी समान लिए खड़ा है।

चित्र - 4

- ऊपरी उदाहरणों में क्या सभी लोग कार्य कर रहे हैं ?
- आप कार्य को कैसे परिभाषित करेंगे ।

वैज्ञानिक दृष्टिकोण से कार्य का अर्थ जानने के लिए नीचे दिए गए क्रिया कलाप-1 की सारिणी का विश्लेषण कीजिए ।

क्रियाकलाप -1

अब हम कार्य का वैज्ञानिक अर्थ समझेंगे

नीचे दी गयी सारिणी को अपनी उत्तर पुस्तिका में उतारिए ।

उपरोक्त सभी उदाहरणों में क्या कार्य हुआ इसकी चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए। कार्य हुआ ऐसा कहने का क्या कारण है? आपके कारणों को सारणी में लिखिए ।

दिए गए उदाहरणों को ध्यानपूर्वक तुलना करने से आप यह जानेंगे कि प्रत्येक स्थिति में कार्य करने वाला व्यक्ति किये गये कार्य में कुछ ऊर्जा का व्यय कर रहा है। उदाहरण-1 में थैलियों की स्थिति में नीचे जमीन से लारी तक की ऊँचाई का परिवर्तन हुआ है तथा उसी प्रकार ट्राली स्थिति परिवर्तन कर कुछ दूरी तय करती है।

दूसरी घटनाओं में व्यक्ति कार्य कर रहा है तथा ऊर्जा का व्यय भी कर रहा है, लेकिन वस्तु की स्थिति में कोई परिवर्तन नहीं है। जैसे कि उदाहरण-3 में लडका बहुत सारी ऊर्जा का व्यय

SCERT TELANGANA

तालिका– 1

स्थितियाँ	कार्य हुआ या नही। हाँ/नाँ	कार्य कौन कर रहा है (बल का नाम बताइए)	वस्तु जिस पर कार्य किया जा रहा है।	कार्य हुआ बताने का कारण	वस्तु की स्थिति परिवर्तन
उदाहरण – 1	हाँ	व्यक्ति मांसपेशिया बल	सीमेंट के थैले	व्यक्ति जमीन से थैले उठाकर लॉरी में मांसपेशीय बल द्वारा डाल रहा है	सीमेंट के थैले की स्थिति जमीन से लॉरी तक पहुँची
उदाहरण – 2					
उदाहरण – 3					
उदाहरण – 4					

कर बलपूर्वक एक बड़े पत्थर को हटाने का प्रयत्न कर रहा है। लेकिन पत्थर की स्थिति में कोई परिवर्तन नही हुआ फिर भी वहाँ पर ऊर्जा का व्यय गुरूत्वाकर्षण बल के विरूद्ध किया जा रहा है।

हमारे सामान्य जानकारी के अनुसार उदाहरण 1 से 4 तक में व्यक्तियों के द्वारा वस्तु पर लगाया गया बल कार्य कहलाता है। लेकिन वैज्ञानिक दृष्टि से उदाहरण 1 और 2 में ही कार्य किया जा रहा है?

वैज्ञानिक परिभाषा तथा कार्य करने के लिए दो दशाओं का संतुष्ट होना आवश्यक है।

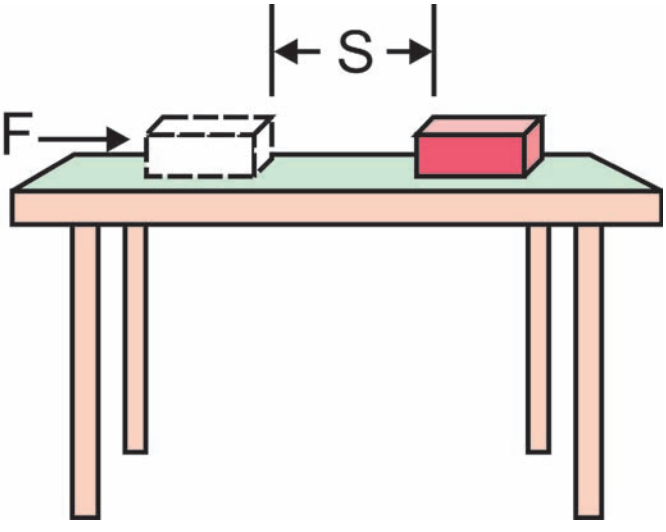
1. वस्तु पर कोई बल लगना चाहिए।

2. वस्तु विस्थापित होनी चाहिए। या वस्तु की स्थिति में परिवर्तन होना चाहिए।

चलिए अब ''कार्य'' को परिभाषित करें।

कार्य की वैज्ञानिक परिभाषा

आईए अब हम निम्नलिखित उदाहरणों को समझेंगे ।



चित्र - 5

SCERT TELANGANA

मान लीजिए कि किसी वस्तु पर एक नियत बल (F) कार्य करता है तथा वस्तु बल की दिशा में (s) दूरी विस्थापित हुई जैसा कि चित्र-5 में दर्शाया गया है।

कार्य की वैज्ञानिक परिभाषा के अनुसार किया गया कार्य बल तथा विस्थापन (जो बल की दिशा में होता है) के गुणनफल के बराबर है।

किया गया कार्य= बल x विस्थापन

$$W = FS$$

कार्य का यह सूत्र केवल वस्तु की गति के अनुवादक के रूप में उपयोगी है।

कार्य में केवल परिमाण होता है तथा कोई दिशा नहीं होती। अतः कार्य का एक अदिश राशि है।.

हम बल (F) को (N)न्यूटन तथा दूरी को (s) मीटर में मापते हैं । समीकरण W=F s, if F=1 तथा N=1 हो तो बल द्वारा किया गया कार्य'1 N-m'. होगा। यहाँ बल का मात्रक 'न्यूटन मीटर' (N-m) या 'जूल' (J) है ।

अतः1 जूल (J) किसी वस्तु पर किये गये कार्य की वह मात्रा है जब 1 न्यूटन का बल वस्तु को बल की क्रिया रेखा की दिशा में 1m विस्थापित कर दें ।

समीकरण W = FS *को ध्यानपूर्वक देखिए*

- यदि वस्तु पर लगने वाला बल शून्य है तो किया गया कार्य कितना होगा?
- यदि वस्तु का विस्थापन शून्य है तो किया गया कार्य कितना होगा।
- क्या आप कुछ ऐसे उदाहरण बता सकते हैं जिसमें विस्थापन शून्य होता है।

विचार विमर्श कीजिए

- एक लकड़ी की कुर्सी को फर्श पर खींचकर फिर से उसी स्थान पर रख दीजिए। मान लो तय की गयी दूरी **'s'** तथा कुर्सी द्वारा फर्श पर कार्य करने वाला घर्षण बल **'f'** है । इसमें घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य कितना होगा?

उदाहरण -1

एक लड़के ने टेबल पर रखी पुस्तक को 4.5 N बल लगाकर ढकेलता है। यदि पुस्तक का विस्थापन बल की दिशा मे 30 से.मी. हो तो पुस्तक पर बल द्वारा किये गये कार्य को ज्ञात कीजिए।

हल

पुस्तक पर लगा बल (F) = 4.5 N

विस्थापन (s) = 30 से.मी.= (30/100) मी.
= 0.3मी.

किया गया कार्य W = FS
= 4.5 x 0.3
= 1.35 J

उदाहरण- 2

एक विद्यार्थी 0.5 कि. ग्रा. वाली पुस्तक को धरती से उठाकर 1.5 m ऊँची अलमारी में रखता है. (g=9.8 m/s^2) उसके द्वारा किये गये की परिकल्पना कीजिए ।

हल

पुस्तक का द्रव्यमान = 0.5 कि.ग्रा.

पुस्तक पर कार्यरत गुरुत्वाकर्षण बल बराबर 'mg' होगा ।

अतः mg = 0.5 x 9.8
= 4.9 N

विद्यार्थी को पुस्तक उठाने के लिए गुरूत्वाकर्षण बल के बराबर बल उस पर लगाना होगा।

अतः विद्यार्थी द्वारा पुस्तक पर लगाया गया

SCERT TELANGANA

बल F = 4.9 N

बल की दिशा मे विस्थापन

s = 1.5 मी.

किया गया कार्य W = FS

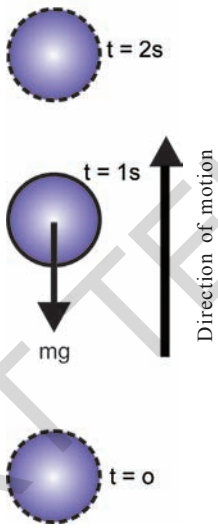
= 4.9 x 1.5

=7.35 J

चित्र-5 में दर्शयिनुसार वस्तु का विस्थापन बल की दिशा में होता है। लेकिन ऐसी कुछ स्थितियाँ हैं जिनमें विस्थापन बल के विपरित दिशा में भी होता है।

उदाहरण के लिए यदि गेंद को ऊपरी दिशा में उछालेंगे तो (चित्र–6) तो विस्थापन ऊपर की ओर होगा, जो गुरूत्वाकर्षण बल के विपरित दिशा में होता है।

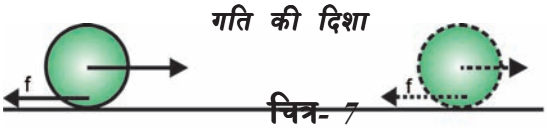
- जब गेंद ऊपर की ओर जाती है तो उसका वेग क्या होगा?
- जब वह उच्चतम ऊँचाई पर पहुँचती है तो उसका वेग क्या होगा ?



चित्र - 6 गेंद को ऊपर उछालने में उसकी विभिन्न स्थितियाँ ।

गेंद जब नीचे की ओर गिरता है तो उसकी गति क्या होती है?

उसी प्रकार जब गेंद सम धरातल पर कुछ दूर जाकर रूक जाती है तो (**चित्र**-7)क्योंकि उस पर विरूद्ध घर्षण बल कार्य करता है।



चित्र- 7

जब बल विस्थापन की दिशा के विपरित दिशा में लगता है तो किया गया कार्य ऋणात्मक होता है।

$$W = -FS$$

जब बल विस्थापन की दिशा में लगता है तो किया गया कार्य धनात्मक होता है।

यदि कार्य धनात्मक मूल्य हो तो वस्तु जिस पर कार्य हो रहा है वह ऊर्जा को प्राप्त करती है।

विचार -विमर्श

किसी वस्तु को ऊपर उठाइए । आपके द्वारा वस्तु पर लगाये गये बल के द्वारा कार्य किया गया। वस्तु ऊपर की ओर उठती है। आपके द्वारा लगाया गया बल विस्थापन की दिशा में है तथापि वस्तु पर गुरूत्वीय बल भी कार्यरत है।

- इनमें से कौन-सा बल धनात्मक कार्य कर रहा है?
- कौन सा बल ऋणात्मक कार्य कर रहा है?
- कारण बताइए ।

उदाहरण - 3

एक डिब्बे को धरती पर 100N बल से 4 मी. की दूरी तक ढकेला गया कितना प्रतिरोधक बल उस पर कार्य कर रहा है?

हल

डिब्बे पर प्रतिरोधक बल F = 100N

विस्थापन S = 4m

SCERT TELANGANA

यहाँ पर बल तथा विस्थापन दोनों विपरित दिशा में कार्य कर रहे हैं ।

किया गया कार्य, $W = -FS$

$= -100 \times 4$

$= -400$ J

उदाहरण - 4

0.5 कि.ग्रा. द्रव्यमान वाले गेंद को ऊपर उछाला गया तो वह 5 मी. की ऊँचाई पर पहुँचती है तब ऊर्ध्वाधर विस्थापन में गुरूत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए।$g = 10 m/s^2$ मूल्य लीजिए ।

हल

गेंद पर लगा गुरूत्वीय बल

$F = mg = 0.5 \times 10 = 5N$

गेंद विस्थापन $s = 5$ मि.

$W = -FS$

$= -5 \times 5$

$= -25$ J

तकनीक और ऊर्जा

हमारे दैनिक जीवन में हम अक्सर ऊर्जा शब्द का प्रयोग अनेक अवसरों पर करते रहते हैं.। ''वह बहुत ऊर्जावान व्यक्ति है'', ''मैं बहुत थक गया हूँ।'' 'मैं पूरी ऊर्जा खो चूका हूँ ।'

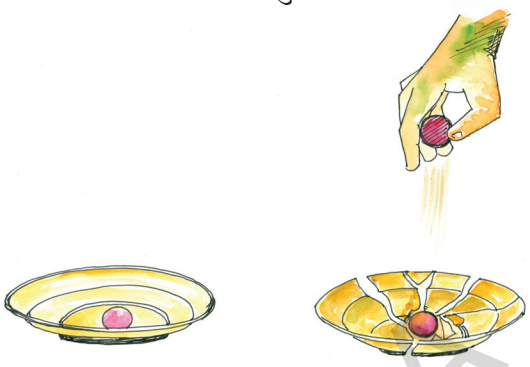
- ऊर्जा क्या है?
- वस्तु में ऊर्जा है या नही इसकी जानकारी हमें कैसे मिलती है।

अब हम कुछ उदाहरण देखेंगे ।

उदाहरण-1

एक धातु की गेंद को चीनी मिट्टी की थाली में रखो अब उसे कुछ ऊँचाई तक उठाकर थाली में गिरने दीजिए।

- थाली के साथ क्या हुआ? क्यों ?



चित्र - 8

उदाहरण -2

एक खिलौने वाली गाड़ी लेकर उसे बिना चाबी भरे धरती पर रखिए तथा बाद में चाबी भरिए।

चित्र - 9 : खिलौने वाली कार

- आपने उसमें क्या अंतर पाया? क्यों ?

पहले उदाहरण में धातु की गेद जब थाली में स्थिर रखी होती है तब कोई कार्य नहीं करती है। लेकिन जब उसे ऊपर उठाकर नीचे गिराते हैं तब उसमें कार्य होता है।

उसी प्रकार उदाहरण-2 में आपने देखा कि चाबी भरने से पहले गाड़ी स्थिर अवस्था में होती है। लेकिन वह गाड़ी चाबी भरने के बाद ऊर्जा प्राप्त करती है और आगे की ओर बढती है।

बच्चे शायद 25 कि.ग्रा. भारी चावल का थैला नही उठा सकते लेकिन बड़े उसे उठा सकते हैं।

SCERT TELANGANA

- कारण क्या हो सकता है?

आपने देखा होगा कि कई परिस्थितियों में व्यक्तियों की कार्य क्षमताएं अलग-अलग होती है।

उसी प्रकार वस्तुओं में कार्य करने की क्षमता उसके स्थिति तथा अवस्था पर निर्भर करती है। अतः वस्तुएँ विभिन्न माध्यमों से ऊर्जा प्राप्त कर कार्य करती है।

कार्य तथा ऊर्जा का स्थानांतरण

पहले वाले अनुच्छेद में हमने सीखा कि हमें कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है तथा कार्य करते समय व्यक्ति अपनी कुछ ऊर्जा का व्यय करता है अर्थात कार्य करने वाले व्यक्ति की ऊर्जा घटती है।

- यह ऊर्जा कहाँ जाती है?
- क्या ऊर्जा कार्य करने वाली वस्त से जिस पर कार्य किया जा रहा है उसमें स्थानांतरित होती है।
- ऊर्जा स्थानांतरण बिना क्या कोई बल कार्य कर सकता है?

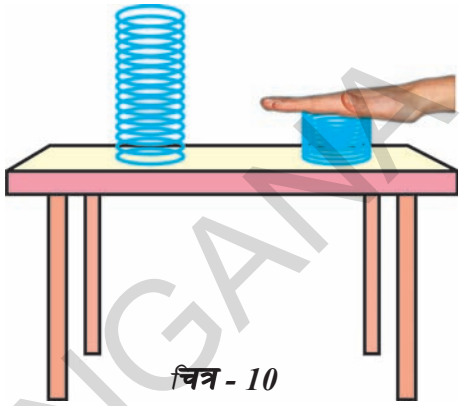
वैज्ञानिक दृष्टिकोण से कार्य तभी होता है जब वस्तु का विस्थापन होना आवश्यक है। वस्तु की स्थिति तभी बदलती है जब ऊर्जा स्थानांतरित होकर उस पर बल कार्य करता है। जब वस्तु पर कार्य होता है तब उसकी ऊर्जा शक्ति बढती या घटती है।

उदाहरणार्थ जब हम किसी टेबल पर रखे लकड़ी के टुकड़े को ढकेलते हैं तो वह गति करने लगती है, यह उसके द्वारा प्राप्त किये गए गतिज ऊर्जा का परिणाम होता है।

क्रियाकलाप-2

ऊर्जा की बढोत्तरी तथा कमी को समझना

एक कठोर स्प्रिंग लेकर उसे चित्र- 10 में दर्शाये अनुसार टेबल पर रखिए।



चित्र - 10

अब आप अपने हथेली से उस पर दबाव डालकर कुछ देर बाद हटा दीजिए । उसकी संपीडन तथा विरलन में स्थिति, अवस्था तथा आकार का निरीक्षण कीजिए जब हम उस पर से अपनी हथेली हटाते हैं तो उसे ऊर्जा प्राप्त होती है जिससे वह टेबल से नीचे गिर जाता है। आपकी हथेली द्वारा स्प्रिंग पर किया गया कार्य उसकी ऊर्जा शाक्ति को बढाता है, जिसके कारण वह टेबल से नीचे गिर जाता है।

इससे यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि कार्य करने वाली वस्तु की ऊर्जा में हानि होती है तथा जिस वस्तु पर कार्य हो रहा है उसकी ऊर्जा बढती है। यदि वस्तु पर ऋणात्मक कार्य होता है तो उसकी ऊर्जा घटती है। उदाहरणार्थ जब गेंद धरती पर चलती है तो घर्षण बल उस पर ऋणात्मक कार्य करता है। गेंद पर किया गाय ऋणात्मक कार्य उसकी गतिज ऊर्जा को घटाता है और कुछ देर बाद गेंद स्थिरावस्था में पहुँच जाती है।

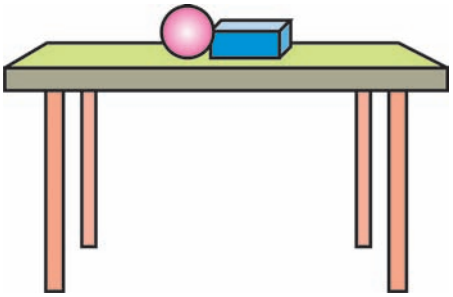
विचार-विमर्श

- यदि प्रकृति ऊर्जा स्थानांतरण में सहमति न दे तो क्या होगा? कुछ उदाहरणों से इसकी चर्चा कीजिए ।

SCERT TELANGANA

क्रिया कलाप-3

चलती हुई वस्तु की ऊर्जा को समझना

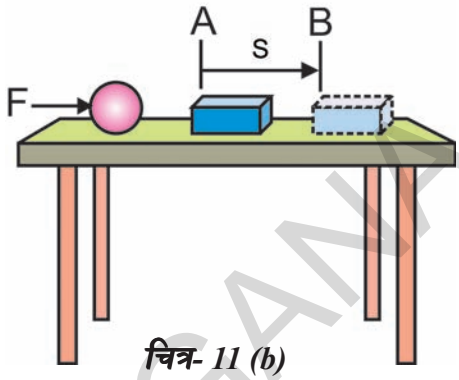


चित्र– 11 (a)

एक भारी गेंद लीजिए तथा खोखला प्लास्टिक का डिब्बा लेकर उन्हें चित्र-11 (a) में दर्शाये अनुसार टेबल पर रखिए। अब गेंद को टेबल के एक सिरे पर चित्र 11 (b) में दर्शाये अनुसान उसे वेग से टेबल पर गतिमान कीजिए।

- डिब्बे के साथ क्या होगा?
- आपने गेंद तथा डिब्बे की स्थिति तथा अवस्था में क्या अंतर पाया?

आपने देखा कि जब गेंद को ढकेलते है दब वह वेग से आगे बढती हुई प्लास्टिक के डिब्बे से टकरा कर उसे ए से बी तक चित्र 11 (b) में दर्शाये अनुसार विस्थापित करती है। स्थिर अवस्था वाली गेंद से गति करने वाली गेंद में अधिक ऊर्जा पायी जाती है और वह डिब्बे को आगे की ओर धक्का देती है। वही गेंद स्थिर अवस्था में कोई कार्य नही कर सकती है। दूसरे शब्दों में कहेंगे तो वस्तुएँ स्थिर अवस्था से गतिशील अवस्था में अधिक ऊर्जावान होती है।



चित्र- 11 (b)

इस प्रक्रिया को गेंद पर अधिक बल लगाकर उसकी गति को बढाते हुए दोहराईए तथा टेबल पर रखे डिब्बे की स्थिति परिवर्तन का निरीक्षण कीजिए। इस क्रिया में आपने देखा कि गेंद की गति बढाने मे उसकी कार्य करने की क्षमता बढती है।

इससे हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि गतिशील वस्तुएँ कार्य करती है। अधिक वेग वाली वस्तु का कार्य भी अधिक होता है।

किसी वस्तु में गति के कारण उत्पन्न ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं ।

किसी भी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी चाल के साथ बढती है।

हमारे दैनिक जीवन में हम ऐसे अनेक परिस्थितियों से गुजरते हैं जिनमें देखा जाता है कि एक वस्तु की गतिज ऊर्जा दूरे वस्तु पर कार्य करती है। उदाहरणार्थ जब तीव्र वेग से गतिशील क्रिकेट की गेद स्थिर विकेटों से टकराती है तो विकेट दूर जा गिरते हैं लेकिन यदि वही गेद बल्लेबाज के बल्ले के टकराती है तो बाउंड्री पार हो जाती है।

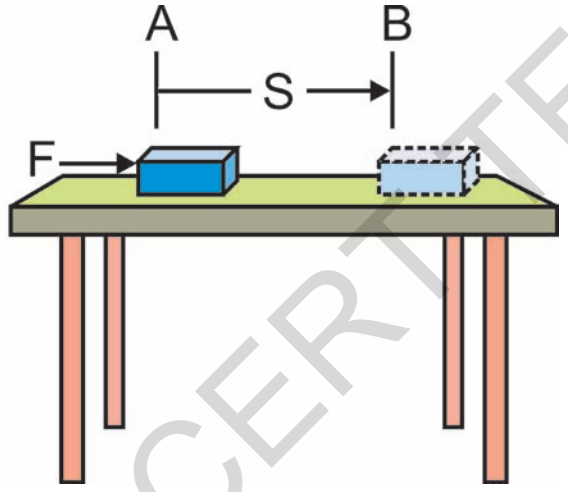
SCERT TELANGANA

उसी प्रकार तेजी से आती हुई बंदुक की गोली अपने लक्ष्य को भेदती है। बहती हुई हवा पवन चक्की के पंखो को घुमाती है। वस्तुएँ जैसे गिरता हुआ नारियल, गतिशील कार, लुढकता हुआ पत्थर, उडता हुआ हवाई जहाज, बहता हुआ पानी तथा दौड़ता हुआ खिलाड़ी आदि । सभी में गतिज ऊर्जा विद्यमान है।

- किसी गतिशील वस्तु में कितनी ऊर्जा निहित है इसे आप कैसे ज्ञात करोगे ?

गतिज ऊर्जा की गणितीय अभिव्यक्ति

आप जानते हैं कि स्थिर वस्तु की गतिज ऊर्जा शून्य होती है, जबकि किसी निश्चिच वेग से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को प्राप्त करने के लिए किए गएकार्य के बराबर है।



चित्र – *12*

मान लीजिए कि (m)द्रव्यमान की एक वस्तु चित्र-12 में दर्शाए अनुसार एक चिकने धरातल पर स्थिर अवस्था में रखी हुई है, अब उसके 's' दूरी तक विस्थापित करने के लिए (F) का प्रयोग कर बिन्दु ए से बी तक ढकेला जायेगा । क्षैतिज दिशा में लगभग गया बल F के बराबर है ।

कुल बल द्वारा वस्तु पर किया गया कार्य

$$W = F_{net}\, s = F\, s \quad — (1)$$

मान लीजिए कि वस्तु पर किए गए कार्य के कारण इसके वेग में 'u' से 'v' तक परिवर्तन होता तथा उत्पन्न हुए त्वरण का मान 'a' है।

गति के अध्याय में हमेने एक समान त्वरण के गति के समीकरण का अध्ययन किया है। वस्तु के प्रारंभिक वेग u, अंतिम वेग v, तथा विस्थापन 's' के बीच निम्न संबंध है।

$v^2 - u^2 = 2\,a\,s$ या $s = (v^2 - u^2) / 2\,a$ — —(2)

न्यूटन के गति के द्वितीय नियमानुसार

$F_{net} = ma$ ———————— (3)

समीकरण (1), (2)तथा (3) से

$W = ma \times (v^2 - u^2) / 2a$

$W = \frac{1}{2}\, m\, (v^2 - u^2)$

इसे कार्य-ऊर्जा कहते हैं ।

हमने माना है कि वस्तु विराम अवस्था में है इसलिए उसका प्रारंभिक वेग u = o, है अतः

$W = \frac{1}{2}\, m\, v^2$

किया गया कार्य $\frac{1}{2}\, m\, v^2$ होगा ।

विराम अवस्था मे किसी निश्चित वेग से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को प्राप्त करने के लिए किये गये कार्य के बराबर होता है।

अतः 'm' द्रव्यमान की तथा एक समान वेग 'v' से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा $\frac{1}{2}\, m\, v^2$ होगी।।

$$K.E. = \frac{1}{2}\, m\, v^2$$

SCERT TELANGANA

विचार-विमर्श

- एक समवेग वाले हल्के ट्रक को भारी ट्रक की अपेक्षा रोकना आसान होता है क्यों ?
- गाड़ी के वेग 10 मी./सें. या 20 मी./सें 30 मी./से. बदलने से क्या उसका गतिज ऊर्जा में परिवर्तन होगा ?

उदाहरण- 5

यदि किसी गेंद का द्रव्यमान 250 ग्रां. है 40 से.मी. के एक समान वेग से गतिशील है। गेंद की गतिज ऊर्जा कितनी होगी ?

हल

गेंद का द्रव्यमान, m = 250g = 0.25 कि.ग्रा.

गेंद का वेग, v = 40 मी./ से. =0.4 से.मी./ से.

Kinetic Energy,

K.E. = ½ (0.25) x $(0.4)^2$ = 0.02 J

उदाहरण- 6

एक साइकिल चलाने वाले का द्रव्यमान साइकिल के साथ 90 कि.ग्रा. है व्यक्ति द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए। यदि वह वेग को 6 मी./ कि.मी. घं से 12 कि.मी. घंटा तक बढाने पर।

हल-

साइकिल का साइकिल चलाने वाले के साथ द्रव्यमान m = 90 कि.मी.

प्रारंभिक वेग u = 6 कि.मी/.घं= 6x(5/18)

= 5/3 मी./ से.

अंतिम वेग v = 12 कि.मी/.घं 12x(5/18)= 10/3 m/s

प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

$K.E_{(i)} = ½ mu^2$

$= ½ (90) (5/3)^2$

$= ½ (90) (5/3) (5/3)$

= 125 जूल

अंतिम गतिज ऊर्जा

$K.E_{(f)} = ½ m v^2$

$= ½ (90) (10/3)^2$

$= ½ (90) (10/3)(10/3)$

= 500 जूल

अत: किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

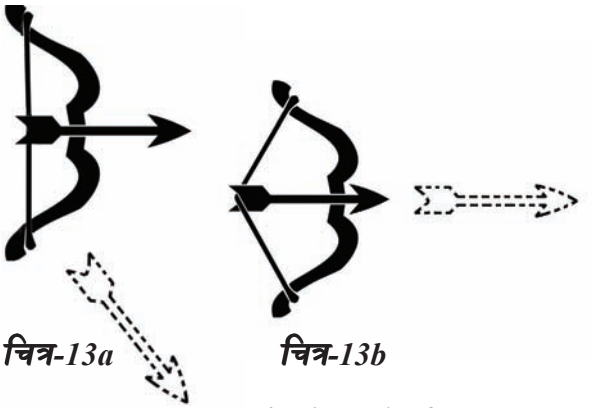
$= K.E_{(f)} - K.E_{(i)}$

= 500 J – 125 J = 375 जूल

स्थितिज ऊर्जा

क्रियाकलाप-4

स्थितिज ऊर्जा को समझना



चित्र-13a *चित्र-13b*

बॉस की एक लकड़ी और इसके चित्र-13 (a) में दिखाये अनुसार एक धनुष बनाइए । हल्की डंडी से बना एक तीर उसके एक सिरे पर तानित डोरी

SCERT TELANGANA

पर रखिए। चित्र 13 (a) में दर्शाए अनुसार डोरी खीचिएँ और तीर को मुक्क कीजिए ।

- आपने क्या देखा ।

अब तीर के एक सिरे पर धनुष को तानित डोरी पर अधिक बल लगाकर डोरी को खीचिए और तीर को मुक्त कीजिए चित्र 13 (b).

- दोनों घटनाओं में तीर की गति में आपने क्या अंतर देखा?
- डोरी पर अधिक बल लगाकर धनुष को तानित करने पर उसके आकार में क्या कोई परिवर्तन दिखाई देता है?

चित्र 13(a) की पहली दशा में जब आब तीर को धनुष से मुक्त करेंगे तो वह धरती पर जा गिरेगा । लेकिन दूसरी बार जब चित्र 13(b) में आप देखेंगे कि तीर गतिशील होकर हवा मे उड जायेगा।

इस क्रिया से यह निष्कर्ष निकलता है कि धनुष का सामान्य आकार तीर को आगे नहीं ढकेल सका, लेकिन जब डोरी पर तनाव डालते हैं तो वह तीर को तेजी से हवा में भेजने की ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं ।

धनुष को ऊर्जा कहाँ से प्राप्त होती है?

वह सामान्य अवस्था में तीर को आगे क्यों नही फेंक सका ?

क्या हम उसकी स्थितीज ऊर्जा को बढा सकते हैं ।

धनुष की स्थितिज ऊर्जा को बढाने के लिए आवश्यक परिवर्तनों की चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए ।

उपरोक्त क्रिया की पहली घटना में आपने डोरी धीरे से खींचा था। अतः धनुष पर किया गया कार्य तथा ऊर्जा स्थानांतरण नगण्यहै इसलिए धनुष तीर को आगे की ओर नही फेकेगा।

दूसरी घटना में आपने डोरी को मजबूती से तानने के लिए उस पर अधिक बल लगाया है। अतः आपके द्वारा धनुष पर किया गया कार्य उसके आकृति को परिवर्तित कर अधिक मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करता है। धनुष में संचित स्थितिज ऊर्जा तीर को हवा में फेंकता है।

हमारे दैनिक जीवन में हम ऐसे कई स्थितियों का सामना करते है जिनमें वस्तुओं की स्थितिज ऊर्जा को अनेक कार्यों में उपयोग करते हैं ।

उदाहरणार्थ खिलौने में चाबी भरते समय उसमें उपार्जित ऊर्जा गाड़ी को धरती पर चलने के लिए सहायक बनती है।

स्थितिज ऊर्जा की स्पस्ट अवधारणा के लिए निम्नलिखित उदाहरणों को देखिए ।

क्रियाकलाप-5

तने रबर बैंड की ऊर्जा का निरीक्षण

एक रबर बैंड लीजिए । इसके एक सिरे को पकड़कर दूसरे सिरे से खींचिए रबड़ बैंड खिच जाता है तब उसके एक सिरे को छोड़िए।

क्या होता है?

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप-6

निश्चित ऊँचाई तक उठाए गए वस्तु की ऊर्जा का निरीक्षण

एक भारी गेंद लीजिए । रेत की मोटी गीली चादर पर विभिन्न ऊचाइयों से जैसे 25 से.मी.1.5 मी. तक लेकर नीचे छोडिए । गेंद द्वारा रेत पर निर्मित गड्ढे की गहराईयों का निरीक्षण कीजिए। इन गड्ढों की गहराइयों की तुलना कीजिए।

- आपने क्या देखा ?
- आपको गड्ढे की गहराई तथा गेंद की ऊँचाई में कोई संबंध दिखाई दिया ?

कुछ वस्तुएँ आकृति परिवर्तन में ऊर्जा प्राप्त करती है जैसे कि धनुष तथा खिलौने की चाबी। कभी-कभी वस्तुएं अपनी स्थिति परिवर्तन से भी ऊर्जा प्राप्त करती है। इसे आपने क्रिया-कलाप 7 में देखा होगा ।

अब हम निम्म उदाहरणों का अध्ययन करेंगे ।

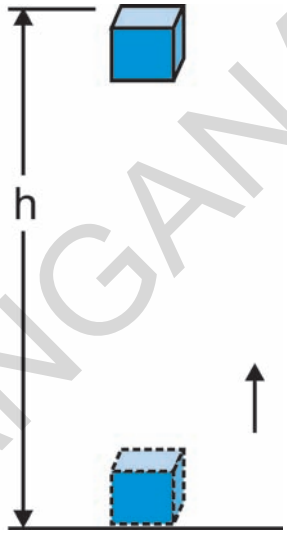
कील को लकड़ी में ठोकने के लिए हम हथौड़ी का उपयोग करते हैं । यदि हथौडी को सिफे कीले पर रखने से किल शायद ही अंदर जायेगी।

जैसे ही हम हथौड़ी को ऊँचाई तक उठाते हैं उसमें ऊर्जा बढती है यह ऊर्जा हथौड़ी की विशेष स्थिति (ऊँचाई) के कारण प्राप्त होती है।

किसी वस्तु द्वारा उसकी स्थिति अथवा विन्यास में परिवर्तन के कारण प्राप्त ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं ।

किसी ऊँचाई पर वस्तु की स्थितिज ऊर्जा या गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा :

वस्तु को किसी ऊँचाई तक उठाने में उसकी ऊर्जा में वृद्धि होती है इसका कारण है कि इसको ऊपर उठाने में इस पर गुरूत्व के विरूद्ध कार्य किया जाता है। इस प्रकार की वस्तु में विद्यमान ऊर्जा को गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं



चित्र-14

भूमि से ऊपर किसी बिंदू पर किसी वस्तु की गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा उस वस्तु को भूमि से उस बिन्दु तक उठानें में गुरूत्वीय बल के विरुद्ध किए गए कार्य द्वारा परिभाषित करते हैं ।

एक (M) द्रव्यमान की वस्तु के बारे में विचार कीजिए । मान लीजिए इसे धरती से एच ऊँचाई (h) तक ऊपर उठाया जाता है। ऐसा करने के लिए एक बल की आवश्यकता है। वस्तु को उठाने के लिए आवश्यक न्यूनतम बल वस्तु के भार के बराबर अर्थात (mg) है। वस्तु में इस पर किए गए कार्य के बराबर ऊर्जा उपार्जित होगी। मान लीजिए कि वस्तु पर गुरूत्वीय बल के विरूद्ध किया गया कार्य 'W' है तब किया गया कार्य।

$$W = \text{बल} \times \text{विस्थापन}$$
$$= mg \times h$$
$$= mgh.$$

SCERT TELANGANA

क्योंकि वस्तु पर किया गया कार्य ' mgh' के बराबर है, इसलिए वस्तु को 'mgh' इकाई के बराबर ऊर्जा उपार्जित होगी। यह वस्तु की स्थितिज ऊर्जा 'h' के लिए हैं।

P.E. = mgh.

विचार विमर्श

- क्या अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष केन्द्र की कोई गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा होती है?

उदाहरण -7

2 कि.ग्रा. द्रव्यमान की एक वस्तु को धरती से 2 मी. की ऊँचाई तक उठाया गया है।. [g=9.8m/s^2] से वस्तु की स्थितिज ऊर्जा को ज्ञात कीजिए

हल

वस्तु का द्रव्यमान, m = 2 कि.ग्रा.

ऊँचाई , h = 2 मी.

गुरूत्वीय त्वरण g = 9.8 m/s^2

वस्तु की स्थितिज ऊर्जा,

P.E. = m g h

= (2) (9.8) (2)

= 39.2 J

उदाहरण 8

1 कि.ग्रा. द्रव्यमान वाली पुस्तक को 'h' ऊँचाई तक उठाया गया है। यदि उसकी स्थितिज ऊर्जा को 49 J, तक बढाया गया तो उसकी ऊँचाई वृद्धि को ज्ञात कीजिए ।

हल

स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि = mgh

यह है mgh = 49 J

(1)(9.8)h = 49 J

ऊँचाई में वृद्धि, h = (49) / (1x 9.8)

= 5 मी.

यांत्रिक ऊर्जा

वस्तु की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा का योग यांत्रिक ऊर्जा कहलाता है।

निम्नलिखित उदाहरणों पर ध्यान दीजिए ।

हवाई जहाज की गतिज ऊर्जा विराम अवस्था मे शून्य होती है जब वह धरती पर खड़ा है उसकी स्थितिज ऊर्जा भी शून्य ही मानी जाएगी । अत: विराम अवस्था में हवाई जहाज की यांत्रिक ऊर्जा शून्य होगी। जब यही हवाई जहाज उरता है तब उसमें गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा दोनों पायी जाती है। इन दोनों का योगफल ही हवाई जहाज की यांत्रिक ऊर्जा होगी ।

ऊर्जा का संरक्षण

प्रकृति में हमे ऊर्जा रूपांतरण के अनेक उदाहरण देखने को मिलते है। सूर्य ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक आधार है। सूर्य से प्राप्त सौर ऊर्जा का रूपांतरण प्रकाश ऊर्जा, उष्मीय ऊर्जा तथा पवन ऊर्जा के रूप में होते हैं।

इसके अतिरिक्त हमारे जीवन में ऐसे कई घटनाएँ घटती है जिसमें कपड़े इस्त्री मे विद्युत ऊर्जा का उष्मीय ऊर्जा में रूपांतरण होता है और टार्च में रासायनिक ऊर्जा का प्रकाश ऊर्जा में रूपांतरण होता है।

क्रियाकलाप-7

प्रकृति तथा दैनंदिन जीवन में ऊर्जा के रूपांतरण की सूची बनाना

दैनंदिन जीवन क्रिया तथा प्रकृति में होने वाले विभिन्न ऊर्जा रूपांतरण की चर्चा कीजिए तथा प्राकृतिक ऊर्जा रूपांतरण और दैनिक जीवन के ऊर्जा रूपांतरण को अलग कीजिए।

SCERT TELANGANA

तालिका -2: प्रकृति में होने वाले ऊर्जा का रूपांतरण

क्र.सं.	प्रकृति की ऊर्जा रूपांतरण वाली घटनाएँ
1	सूर्य से प्राप्त उष्मीय ऊर्जा को पौधे रसायनिक ऊर्जा में बदलकर भोजन बनाने के के लिए उपयोग में लाते हैं ।
2	
3	
4	

तालिका -3 दैनिक जीवन में होने वाले ऊर्जा रूपांतरण

क्र.सं.	ऊर्जा रूपांतरण वाली घटनाएँ	ऊर्जा रूपांतरण का उपयोग करने वाले उपकरण
1	विद्युत ऊर्जा का यांत्रिक ऊर्जा में रुपांतरण	विद्युत पंखे
2		
3		
4		

निम्न प्रश्नों की चर्चा अपने मित्रों के साथ कीजिए ।

- हरे पौधे अपना भोजन कैसे तैयार करते हैं?
- कोयला तथा पेट्रोलियम जैसे ईंधन कैसे निर्माण होते हैं?
- प्रकृति के जल चक्र मे किस प्रकार ऊर्जा का रूपांतरण होता है?

हम प्रकृति में होने वाले दूसरे ऊर्जा रूपांतरण को देखेंगे उदाहरणार्थ ऊँचाईयो पर जमा बर्फ जल के ऊर्जा के रूप में परिवर्तित होकर समुद्र की ओर बढता है। इस प्रक्रिया में स्थितिज ऊर्जा का रूपांतरण गतिज ऊर्जा में होता है। हम गतिज ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में रूपांतरित करते हैं ।

मृत पौधे मीलियन वर्षों तक धरती में दबे रहते है वे पेट्रोलियम व कोयले जैसे ईंधन रूप में बदलते है उनमें रसायनिक ऊर्जा निहित होती है।

हमारे द्वारा खाया जाने वाला भोजन पौधों के आधार या जानवरो के आधार से प्राप्त होता है।

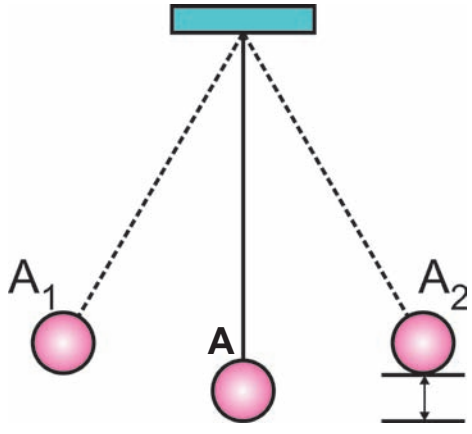
जब हम यह भोजन खाते है तो कुछ रसायनिक प्रक्रियाएं होती है तथा भोजन में विद्यमान रसायनिक ऊर्जा हमारे शरीर के लिए आवश्यक ऊर्जा केरूप में परिवर्तित होती है। जैसे जब हम चलते है,दौड़ते या व्यायाम करते है तब वह ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है।

SCERT TELANGANA

क्रियाकलाप- 8

यांत्रिक ऊर्जा का संरक्षण

50-60 से.मी. लम्बा रस्सी लीजिए उसके एक सिरे पर भारी गेंद को जोड़िए, दूसरे सिरे को दीवार में लगे कील पर चित्र-15 में दशाएँ अनुसार लटकाईए ।



चित्र-15

अब गोले या सरल दोलक को एक ओर A_1 तक खींचकर छोड़ें (चित्र-15)

आपने क्या देखा ?

अब दोलक आवर्तन करने लगता है । अर्थात गोला बिन्दु एक स्थान से दूसरी स्थान तक फिर बिन्दु A_2 तक आता है यह आवर्तन चलते रहते हैं

- A गोले की स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम तथा A_1 पर अधिकतम होती है। क्योकि गोला वहाँ पर अपनी उच्चतम ऊँचाई की स्थिति पर पहुंचता है।
- जब हम गोले को बिन्दु (A_1) से छोड़ते हैं तब उसकी स्थितिज ऊर्जा घटती है तथा गतिज ऊर्जा धीरे-धीरे बढने लगती है।
- जब गोला A बिन्दु पर पहुँचता है तब उसकी गतिज ऊर्जा अधिकतम तथा स्थितिज ऊर्जा न्यूनतम होती है।
- जैसे ही गोला A से A_1 की ओर बढता है , तब धीरे-धीरे उसकी स्थितिज ऊर्जा बढती है और वह A_2 पर अपनी चरण सीमा पर पहुँचती है।

हवा का घर्षण नगण्य माना जाय तो किसी भी बिन्दु पर कुल ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। इस प्रकार किसी भी निकाय में कुल ऊर्जा हमेंशा स्थिर रहती है।

किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न ही नष्ट की जा सकते है उका एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तन होता है।

इसी को ऊर्जा के संरक्षण का नियम कहते हैं।

जब हम गेंद को कुछ ऊँचाई से नीचे की ओर फेंकते हैं तब उसकी गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा कम होती है लेकिन जब गेंद में गति आती है तब उसकी गतिज ऊर्जा बढती है। अतः हम देखते हैं कि किसी पिंड के मुक्त रूप से गिरते समय उसमें स्थितिज तथा गतिज दोनों ऊजाएँ विद्यमान होती है।

क्या मुक्त पिंड के द्वारा इस नियम का प्रदर्शन किया जा सकता है।

चलिए अब हम देंखें ।

क्रियाकलाप-9

विभिन्न ऊँचाइयों से गिरने वाली वस्तुओं की कुल ऊर्जा को ज्ञात करना

20 कि.ग्रा. द्रव्यमान को कोई पिंड 4 मी. की ऊँचाई से मुक्त रूप से गिराया जाता है। निम्न सारणी के अनुसार प्रत्येक स्थिति में स्थितिज ऊर्जा

SCERT TELANGANA

तथा गतिज ऊर्जा की गणना करके सारिणी के रिक्त स्थानों को भरिए। ($g = 10\ ms^{-2}$ लीजिए)

तालिका-4

पिंड की ऊँचाई (मी.)	वस्तु का वेग विभिन्न ऊचाइयों से	स्थितिजऊर्जा $E_p = mgh$ (जूल में)	गतिज ऊर्जा $E_k = mv^2/2$ (जूल में)	कुल ऊर्जा ($E_p + E_k$) (जूल में)
4.0	0			
3.55	3			
3.0	$\sqrt{20}$			
2.35	$\sqrt{33}$			
0.8	8			

- मुक्त पिंड की कुल ऊर्जा के बारे में आप क्या कहेंगे ?
- क्या इसमें ऊर्जा का संरक्षण हुआ।

विचार-विमर्श

- कोई आपको कोई गेंद यह कहकर बेचता है कि वह उतनी ऊंचाई तक उछालता है जितनी ऊँचाई से उसे फेका जाता है। क्या आप इस गेंद को खरीदोगे हौ या नही कारण सहित समझाइए ।
- यदि एक गेंद को किसी ऊँचाई से नीचे की और लुढकाया जाता है तो नीचे की ओर उसकी गति 4 मी./से. है। बाद में उसे फिर से लुढकाया जाता है अबकी बार उसकी आरंभिक वेग शून्य नही होगा। उसका आरंभिक वेग 3 मी./से. है। वह नीचे की ओर कितनी तेजी से पहुँचेगी ।

शक्ति

हमारे दैनिक जीवन में अलग-अलग समय पर विभिन्न क्रियाएं देखने को मिलती है। एक शक्तिशाली रिक्शा चालक अपनी जगह पर उससे जल्दी पहुँचेगा जो व्यक्ति दुबला-पतला होता है। कभी-कभी हम देखते हैं कि हमारे घर के ग्रैंडर में 1 कि.ग्रा. दाल को पिसने के लिए पड़ोसी के ग्रैंडर से ज्यादा समय लगता है।

- क्या हम सभी के कार्य करने की क्षमता समान होती है?
- क्या कार्य करते समय लगाये गये बल पर हमेशा समान ऊर्जा का व्यय होता है?
- एक कार्य करते समय क्या मशीने समान ऊर्जा का उपयोग या स्थानांतरण करते हैं।

आइए इसे हम निम्न उदाहरणों से समझें ।

रहीम अपने भवन की पहली मंजिल की मरम्मत करवाना चाहता था। मजदूर के कहने पर वह 100 ईंटे मंगवाता है। एक मजदूर को इन्हें नीचे से ऊपर ले जाने के लिए कहा गया है। मजदूर इसे एक घंटे में पूरा करता है तथा रु.150/- कार्य की मजदूरी मांगता है?

दूसरे दिन रहीम से मरम्मत के लिए और 100 ईंटे लाने के लिए कहा गया है। रहीम 100 ईंटे लाकर ऊपर चढने के लिए किसी मजदूर को

SCERT TELANGANA

कहता है।उसके कार्य को पूरा कर वह 300/- मजदूरी मांगता है। तब रहीम कहता है। कल इसी कार्य के लिए मैने सिर्फ 150/- दिये है।तब मजदूर तर्क पेश करता है और कहता है कि मैने अधिक घंटों तक काम किया है इसलिए मुझे अधिक मजदूरी मिलनी चाहिए।

- इसमें किसकी दलीले अधिक तर्क संगत है?
- क्या दोनों स्थितियों में किया गया कार्य समान है?
- दोनों के कार्य करने कीदर मे क्यों अंतर पाया गया ?

उपरोक्त उदाहरणों में किया गया कार्य समान है। लेकिन कार्य करने में लगे समय में अंतर पाया गया है।अर्थात कार्य करने की दर अलग है।

एक शक्तिशाली व्यक्ति किसी दिए हुए कार्य को दूसरे कमजोर व्यक्ति की अपेक्षा कम समय में पूरा कर सकता है। उसी प्रकार शक्तिशाली मशीन दूसरे मशीनों से कम समय में कार्य को पूरा करती है।

हम मोटरबाइक तथा मोटरकार जैसी मशीनों की शक्ति के बारे में बात करते है। इन वाहनों के वर्गीकरण का आधार यह है कि ये कितनी तेजी से ऊर्जा परिवर्तन या कार्य करते हैं । शक्ति किए गए कार्य की गति को मापती है।

कार्य करने की गति या ऊर्जा रूपांतरण की गति को शक्ति कहते हैं ।

यदि कोई अभिकर्ता t,समय में W कार्य करता है तो शक्ति का मान होगा

शक्ति= कार्य / समय

$P = W/t$

शक्ति का मात्रक वाट है तथा इसका प्रतीक 'W' है ।

1 वाट उस अभिकर्ता की शक्ति हो जो 1 सेकेंड में 1 जूल कार्य करता है।

हम ऊर्जा स्थानांतरण की उच्च दरों को किलोवाट में व्यक्त करते हैं ।

1 किलोवाट**(kW)**	**1000** वाट**(W)**
1kW	1000 J. s^{-1}

विचार-विमर्श

- बल F_1 द्वारा किया गया कार्य दूसरे बल F_2 की अपेक्षा अधिक है तब क्या यह आवश्यक है कि F_1 द्वारा स्थानांतरित शक्ति F_2 की अपेक्षा अधिक हो? क्यों ?

उदाहरण 9

एक व्यक्ति 420 J कार्य को 5 मिनट में पूरा करता है । उसके द्वारा की गई शक्ति का परिकलन कीजिए।

हल

व्यक्ति द्वारा किया गया कार्य W = 420 J

कार्य करने के लिए लगा समय

t = 5 मि. = 5 x 60 से. = 300 से.

शक्ति, P = W / t

= 420/300 = 1.4 W

उदाहरण 10

एक स्त्री 250 J कार्य को 4 सेकेंड में करती है तो बताइए किसने अधिक शक्ति का व्यय किया?

हल

शक्ति P = W / t

स्त्री के द्वारा व्यय शक्ति=250/10=25W

लडके के द्वारा व्यय शक्ति= 100/4 = 25W

दोनों ने समान शक्ति का व्यय किया है। अर्थात दोनों के कार्य करने की दर एक ही है।

SCERT TELANGANA

ऊर्जा के स्त्रोतः

क्रियाकलाप 8 में आपने देखा कि ऊर्जा एक रूप से दूसरे में स्थानांतरित होती है। ऊर्जा विभिन्न रूपों में पायी जाती है। एक से दूसरे रूपों में ऊर्जा का रूपांतरण होता रहता है। उदाहरण, नारियल के पेड से निचे गिरते नारियल को देखिए उसकी स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा में रूपांतरित होती है। इस प्रक्रिया में ऊर्जा रूपांतरण का स्त्रोत गुरुत्वाकर्षण बल है।

ऊर्जा का स्त्रोत वह होता है जो लंबे समय तक पर्याप्त मात्रा में ऊर्जा प्रदान करता है।

- ऊर्जा का सबसे अच्छा स्त्रोत कौनसा है?

इन लक्षणों के आधार पर हम ऊर्जा के अच्छे स्त्रोत के बारे में समझेंगे।

- स्त्रोत आयतन प्रति इकाई या द्रव्यमान इाकई पर अधिकतम कार्य करता है।
- वह सस्ता और सरलता से प्राप्त होताहै।
- जो सरलता से उपयोगी, संग्रहीत तथा स्थानांतरित होता है।
- वह अत्यधिक किफायती तथा न्यूनतम या न के बराबर प्रदूषण का कारक होगा।

ईंधन

- ऊर्जा का कौनसा स्त्रोत भोजन बनाने के लिए उपयोगी होता है?
- ऊर्जा का कौनसा स्त्रोत वाहनों के लिए उपयोगी होता है?
- इन ऊर्जा के स्त्रोतो को क्या कहते है?

उपरोक्त कार्यों को करने के लिए L.P.G., केरोसिन, लकडी, पेट्रोल, कोयला आदि का उपयोग किया जाता है इन ऊर्जा के स्त्रोतो को ईंधन कहते है।

- अधिकतर ये इंधन कहाँ से प्राप्त होते है?

हम जानते है कि इनमें से अधिकतर ईंधन पृथ्वी की सतह के नीचे से प्राप्त होत है इन्हें जीवाशम ईंधन कहते है।

- ये जीवाशम ईंधन कैसे निर्मित होते है?

पेड-पौधे, जीव-जंतु तथा अन्य जीवित प्राणीयों को मृत्यु के पश्चात् कुछ प्राकृतिक आपदाओं को मृत्यु के पश्चात् कुछ प्राकृतिक आपदाओं के कारण मिट्टी के निचे लंबे समय तक दबे रहते है। समय के साथ उन पर धूल, मिट्टी, कूडा कचरा जम जाता है।

आक्सीजन की अनुपस्थिति, उच्च दाब ऊष्मा तथा बाक्टरीया की क्रिया से यै जैविक पदार्थ जीवाशम में परिवर्तित होते है।

- जीवाशम को बनाने में उपयोगी ऊर्जास्त्रोत कौनसा है?

हम जानते है कि पेड-पौधे तथा जीव-जंतु सौर ऊर्जा के उपयोग से बढते है इन जैविक पदार्थों में यह सौर ऊर्जा समायी होती है। जो मीलियन वर्षों से प्राकृतिक तरीके से उसमें समाती है।

SCERT TELANGANA

- यदि हम लंबे समय तक इन ईंधनों का उपयोग करेंगे तो क्या वे खत्म हो जाएँगे?
- दिये ईंधन खत्म हो जाय तो उसका दूसरा विकल्प क्या होगा?

इन ईंधनों को कृत्रिम विधि से उत्पन्न नहीं किया जाता है। यदि ये खत्म हो जाय तो उनको शीघ्रता से नहीं बदला जा सकता है। इसलिए ऊर्जा के इन स्त्रोतो को अन विकरणीय स्त्रोत कहते है।

विचार-विमर्श

पेडो को काटकर प्राप्त होने वाली लकडी ऊर्जा के नवीकरणीय या अनवीकरणीय स्त्रोत है? क्यों?

ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोत

- क्या ऊर्जा का कोई ऐसा स्त्रोत है जो कभी खत्म नहीं होता?
- इन स्त्रोतों से ऊर्जा प्राप्त करने के विधियाँ कौनसी है?

हमें पता है कि सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है। हमने पहले ही चर्चा की है कि जीवाशम ईंधन सौर ऊर्जा के मदद से ही प्राप्त होते है।

1) सौर ऊर्जा :-

सूर्य ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है। सूर्य से प्राप्त ऊर्जा सौर ऊर्जा कहलाती है। वर्तमान में सूर्य साधारणतया 5 बीलियन प्रति वर्ष की दर से सूर्य की किरणें फैला रहा है। 5 बिलियन वर्षों तक वह ऊर्जा को प्रदान करता रहेगा। शौर ऊर्जा का बहुत कम हिस्सा साधारणतया

Fig. 16

47% ही पृथ्वी तक पहुँचता है। शेष वायु मण्डल में परावर्तित हो जाता है। 1 वर्ष में भारत 5000 ट्रीलियन KWH ऊर्जा सूर्य से प्राप्त करना है। हमारे देश को यदि आसमान साफ हो तो औसतम 4 से 7kwh/m^2 ऊर्जा प्रतिदिन प्राप्त होती है।

वैज्ञानिकों ने सौर ऊर्जा से भोजन बनाने के लिए तथा विद्युत के रूप में उपयोग करने के लिए उपकरणोंको विकसित किया है। ये उपकरण साधारणतया सौर कुकर, सौर वाटर हिटर तथा सौलार बैटरी है।

सौर बैटरी :-

सौर बैटरी सौर ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तीत करते है। इन सौर बैटरियों को सिलीकान बोरान परत तथा सिलीकॉन - आर्सेनिक परतों के व्यवस्थापन से बनाया जाता है। इसलिए सोलार पैनल बनाने के लिए इन बैटरीयों को श्रेणी रूप में जोडा जाता है ये बैटरियाँ बहुत कम मात्रा में विद्युत को समाते है।

- सोलार पैनल के विभिन्न उपयोगो की चर्चा कीजिए?
- सौर ऊर्जा के लाभ तथा हानियों को लिखिए?

SCERT TELANGANA

2) जीव द्रव्य ऊर्जा (Bio Mass Energy) :

जीव द्रव्य एक जैव पदार्थ है जो पेड-पौधे तथा जीव-जंतुओं से प्राप्त होता है और यह एक ऊर्जा का नवीकरणीय स्त्रोत है।

जीव द्रव्य में सुर्य से प्राप्त ऊर्जा का संग्रह होता है। प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में पौधे सुर्य की ऊर्जा का अवशोषण करते है। जब जीव द्रव्य को जलाया जाता है तो उसकी रासायनिक ऊर्जा ताप के रुप में बाहर निकलती है। जीव द्रव्यों को सिधे जलाया जा सकता है। उसे कोयला, पेट्रोलियम, गोबर की उपलियां, बायोगैस आदि के रुप में भी परिवर्तित किया जा सकता है। कोयला और पेट्रोलियम जैसे ईधनों को जीवाश्म ईंधन कहते है।

3) बायो गैस (Bio - gas) :

चित्र-17

बायोगैस ऊर्जा का नवीकरणीय स्त्रोत है इसे मुख्यतः गायों के गोबर से मल पदार्थ, फसलों के अवशेष तथा सब्जियों के व्यर्थ पदार्थ आदि से बनाया जाता है इसमें 65% मिथेन पाया जाता है अधिकतर भोजन बनाने में ईंधन के रूप में इसका उपयोग होता है। बायोगैस प्लांट मे गैस के उपयोग के पश्चात् बचे अवशेष का खाद के रूप में इसका उपयोग होता है।

बायोगैस प्लांट में गैस के उपयोग के पश्चात् बचे अवशेष को खाद के रूप में उपयोग में लाया जाता है। जिसमें नाइट्रोजन तथा फासफोरत की मात्रा अधिक होती है।

4) समुद्र से ऊर्जाः-

समुद्र से ऊर्जा दो रूपों में प्राप्त होती हैं (i) ज्वार-भाटा ऊर्जा तथा (ii) समुद्री उष्मीय ऊर्जा

(i) ज्वार-भाटा ऊजा (Tidal Energy)

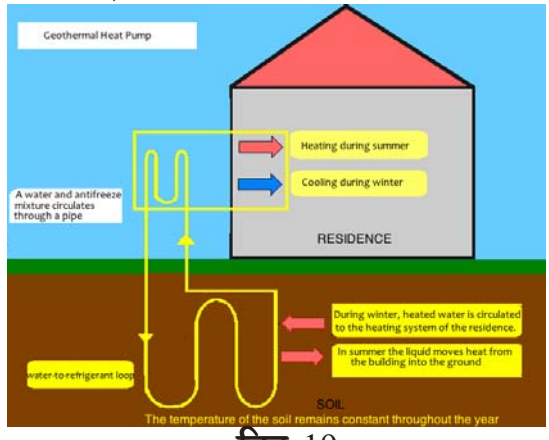
उच्च ज्वा-भाटा के समय समुद्री जल को किनारों पर स्थित जलाशय कुडो में भेजा जाता है और टरबाइन पनचक्कीयों को घुमाकर विद्युत उत्पन्न किया जाता है।

चित्र - 18

- ज्वार-भाटीय ऊर्जा के लाभ तथा हानियों की चर्चा कीजिए।

(ii) समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा (Ocean Thermal Energy)

समुद्री सतह पर पानी द्वारा सूखे की गर्मी को शोषित किया जाता है लेकिन समुद्र की गहराई में उसका तापमान बहुत कम होता है। अतः ऊपरी सतह तथा पानी की गहराई के मध्य तापमान में अंतर पाया जाता है।



चित्र 19

SCERT TELANGANA

तापमान के इस अंतर को समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा कहते है। समुद्री ऊष्मीय ऊर्जा परिवर्तन संयत्र (Ocean Theral Energy Conversion plant) की सहायता से इस ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तीत किया जाता है।

5) भू-ऊष्मीय ऊर्जा (Geo Thermal Energy):-

पृथ्वी का आंतरिक भाग बहुत ही गर्म होता है पृथ्वी के भीतर गहराई में पहुँचने वाला जल वाष्प के रूप

में परिवर्तित होती है। इसे गर्मी तथा विद्युत की आपूर्ति के लिए घरों में भेजा जाता है। इस प्रकार से उत्पन्न विद्युत ऊर्जा सस्ती तथा प्रदूषणरहित होती है।

6) पवन ऊर्जा (Wind Energy):-

गतिमान वायु को पवन कहते है। पवन में गतिज ऊर्जा पायी जाती है। पवन चक्कियों की सहायता से पवन ऊर्जा को पाया जा सकता है।

चित्र - 20

पवन चक्कियों में ऊँचे खंभों पर पंखे की तरह पत्तियाँ लगी होती है क्योंकि हवा के बहाव में वे आसानी से घूम सके। पत्तियों के शाफ्ट में एक डायनामों लगा होता है, जो यांत्रिक ऊर्जा को विद्युतीय ऊर्जा में परिवर्तित करता है।

इस प्रकार से उत्पन्न विद्युतीय ऊर्जा प्रदूषण रहित होती है।

7) परमाणु ऊर्जा (Atomic Energy):-

परमाणु ऊर्जा को नाभिकीय (न्यूक्लियर) ऊर्जा भी कहते है। परमाणु के नाभिकिय परिवर्तन में होने वाली भौतिक क्रियाओं को नाभिकीय क्रियाये कहते है यह नाभिकीय ऊर्जाएं दो प्रकारों से प्राप्त होती है।

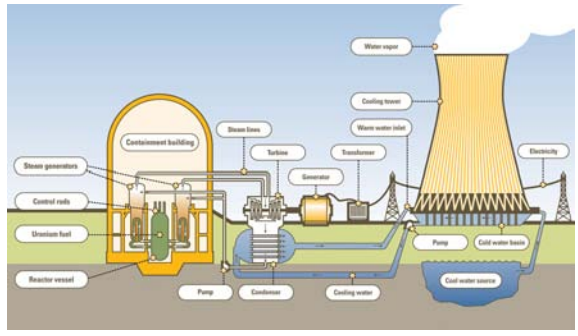
1) नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission)

2) नाभिकीय संयोजन (Nuclear Fussion)

1) नाभिकीय विखण्डन (Nuclear Fission)

वह प्रक्रिया जिसमें एक भारी रेडियोएक्टीव परमाणु के (उदाः यूरेनियम) नाभिक पर न्यूट्रॉनों की बमबारी करने पर, वह दो लगभग बराबर द्रव्यमान वाले, नाभिकों में टूट जाता है और साथ ही अपार ऊर्जा मुक्त होती है ''नाभिकीय विखण्डन' कहलाता है। भारी परमाणु के नाभिक के छोटे से परिवर्तन से अपार ऊर्जा मुक्त होती है।

$^{235}U_{92} + {}^{1}n_{0} \rightarrow {}^{139}Ba_{56} + {}^{94}Kr_{36} + 3{}^{1}n_{0} +$ ऊर्जा



चित्र 21

यह ऊर्जा ऊष्मा के रूप में होती है इस ऊष्मीय ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा यंत्रों से विद्युतीय ऊर्जा बनाने में उपयोग में लाया जाता है। भारत में परमाणु ऊर्जा केंद्र तारापुर (महाराष्ट्र), राणा प्रताप सागर (राजस्थान), कल्पकम (तमिलनाडु) नारोरा (उत्तर प्रदेश), कपरापुर (गुजरात) तथा कैगा (कर्नाटक) में स्थित है।

SCERT TELANGANA

2) नाभिकीय संयोजन (Nuclear Fussion)

वह प्रक्रिया जिसमें दो अत्यंत हल्के नाभिक संयोग करके एक भारी नाभिक बनाते है उसे नाभिकीय संयोजन कहते है।

$^{2}H_{1} + {}^{2}H_{1} \rightarrow {}^{3}He_{2} + {}^{1}n_{0} +$ ऊर्जा

इस प्रकार मुक्त ऊर्जा को नियंत्रित नहीं किया जा सकता। इसलिए इसे विद्युत उत्पादन में उपयोग में नहीं लाया जा सकता। सूर्य के केंद्रक में होनेवाला नाभिकीय संयजो सौर ऊर्जा का मुख्य स्त्रोत है।

मुख्य शब्द

कार्य, ऊर्जा, ऊर्जा का स्थानांतरण, ऊर्जा के आधार, ऊर्जा का संरक्षण, गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा, ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोत।

हमने क्या सीखा

- किसी पिंड पर किया गया कार्य अर्थात उस पर लगाए गए बल के परिणाम व बल कि दिशा में उसके द्वारा तय की गयी दूरी या पिंड की स्थिति में परिवर्तन होता है।
- किसी पिंड पर किया गया कर्ा उस पर लगाए गए बल के परिमाण (F) व बल की दिशा में उसके द्वारा तय की गई दूरी (s) के गुणनफल से परिभाषित होते हैं ।
- कार्य में सिर्फ परिमाण होते हैं दिशा नही, इसलिए कार्य एक अदिश राशि है।
- जब बल की दिशा वस्तु के विस्थापन की दिशा के विरूद्ध हो तो बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा ।
- कार्य का मूल्य धनात्मक हो तो वस्तु में ऊर्जा की वृद्धि होती है। यदि कार्य का मूल्य ऋणात्मक हो तो वस्तु की ऊर्जा में हानि होती है।
- वस्तु की कार्य क्षमता या ऊर्जा का उपयोग उसकी स्थिति तथा अवस्था पर आधारित होती है।
- जब किसी वस्तु पर कार्य होता है तो उसकी ऊर्जा में वृद्धि या कमी होती है।
- सूर्य हमारे लिए ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक आधार है। ऊर्जा के अन्य आधार सूर्य से व्युत्पन्न होते हैं।
- किसी वस्तु में उसकी गति के कारण निहित ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं ।
- किसी वस्तु द्वारा उसकी स्थिति तथा विन्यास में परिवर्तन के कारण प्राप्त ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं
- वस्तु की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा के योग को उसकी यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं ।

SCERT TELANGANA

- ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है , न ही नष्ट की जा सकती है केवल ऊर्जा का रूपांतरण ही होता है। यह ऊर्जा के संरक्षण का नियम है।
- कार्य करने की दर या ऊर्जा स्थानांतरण की दर को शक्ति कहते हैं ।

अभ्यास में सुधार

I संकल्पना पर पुनर्विचार (Reflection on Concept)

1. विज्ञान के अनुसार कार्य क्या है । उसके मात्रक लिखीए? (AS1)
2. कुछ ऐसे उदाहरण दीजिए जिनमें विस्थापन की विपरीत दिशा में बल कार्य करता है।(AS1)
3. ऊर्जा के संरक्षण का नियम को लागु करने वाले कुछ दैनिक जिवन के उदाहरण दिजीए। (AS6)
4. ऊर्जा के नवीकरणीय स्त्रोतो के कुछ उदाहरण दीजिए। (AS1)

II संकल्पना का उपयोग (Application of concept)

1. एक व्यक्ति 25 कि.ग्रा. भार उठाकर 10 मी. की ऊचाई 50 सेकेंड में प्राप्त करता है उसके द्वारा भार परदिए गये शक्ति को ज्ञात कीजिए । (उत्तर : 49J)(AS1)
2. एक 10 कि.ग्रा. वाले गेंद को10 मी. ऊँचाई से फेका गया तो ज्ञात कीजिए कि (a) गेंद की आंरभिक स्थितिज ऊर्जा (b) धरती पर पहुँचने के बाद उसकी गतिज ऊर्जा (c) धरती पर पहुँचने से पहले उसकी गति (उत्तर: 980J, 980J, 14मी./से.) (AS1)
3. 20 कि.ग्रा. भार को उठाकर 1मी.लंबे टेबल पर रखने के लिए किये गये कार्य का परिकलन कीजिए। (AS1) (उत्तर: 196N-m)
4. 5J गतिज ऊर्जा वाला पिंड 2 मी./से. की गति से चलती है तो उसका द्रव्यमान ज्ञात कीजिए । (AS1) (उत्तर: 2.5 kg)
5. एक साईकिल चालक के साथ 100 कि.ग्रा. है उसे 3 मी./से. के विस्थापन के लिए किये गये कार्य को ज्ञात कीजिए। (AS1) (उत्तर: 450J)
6. आपके स्थान पर नवीकरण ऊर्जा के किस स्त्रोत का उत्पादन करता है और क्यों? (AS7)

III उच्चस्तरीय चिंतन (Higher order thinking)

1. जब आप एक डिब्बे को फर्श से उठाकर अलमारी में रखते है तब डिब्बे की स्थितिज ऊर्जा बढती है लेकिन उसकी गतिज ऊर्जा में कोइ परिवर्तन नहीं होता है। क्या यह क्रिया ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन करती हैं । समझाइए ।(AS7)
2. जब सेब पेड़ से नीचे गिरता है तब गुरुत्वीय स्थितिज बल का क्या होता है? धरती पर गिरने के बाद क्या होता है?(AS7)

SCERT TELANGANA

सही उत्तर चुनिए।

1. कार्य की S.I. इकाई [ ]

   a) N-m b) kg-m c) N/m d) $N-m^2$

2. पिंड की गति से प्राप्त होने वाली ऊर्जा कहलाती है। [ ]

   a) स्थितिज ऊर्जा b) गतिज ऊर्जा c) आकर्षणीय ऊर्जा d) गुरुत्वाकर्षण ऊर्जा

3. एक व्यक्ति सर पर सूटकेस रखकर सीढियों पर चढता है तो सूटकेस के भार द्वारा किया गया कार्य [ ]

   a) धनात्मक b) ऋणात्मक c) शून्य d) अपरिभाषित

4. यदि आप एक सूटकेस उठाकर टेबल पर रखते हो तो आपके द्वारा किया गया कार्य आधारित होता है।[ ]

   a) सूटकेस की गति के ओर b) आपके द्वारा कार्यकरने में लगा समय

   c) सूटकेस के भार पर d) आपके भार पर

प्रस्तावित प्रयोग (Suggested Experiments)

1. यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण पर प्रयोग कर रिपोर्ट तैयार कीजिए।
2. विभिन्न ऊँचाईयों से गिरने वाले मुक्त पिंड की कुल ऊर्जा ज्ञात करने के लिए प्रयोग कीजिए।

प्रस्तावित परियोजनाएँ (Suggested Project Works)

1. ऊर्जा की बढती आवश्यकता तथा ऊर्जा संरक्षण नियम, विश्व शांति, सहकार्य तथा सुरक्षा पर किस प्रकार प्रभाव डाल रही है उसकी चर्चा कीजिए ।
2. ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोतो की जानकारी एकत्रित कीजिए तथा ऊर्जा के इन स्त्रोतो के यंत्रो से होने वाले लाभ तथा हानी पर रिपोर्ट लिखिए।
3. ऊर्जा के विभिन्न स्त्रोतो से होने वाले ऊर्जा यंत्रो के भिन्न-भिन्न मॉडल तैयार कीजिए।

SCERT TELANGANA