विज्ञान

(www.tiwariacademy.com)

(अध्याय – 11)(कार्य तथा ऊर्जा)

(कक्षा – 9)

अभ्यास

प्रश्न 1:

निम्न सूचीबद्ध क्रियाकलापें को ध्यान से देखिए। अपनी कार्य शब्द की व्याख्या के आधार पर तर्क दीजिये की इनमें कार्य हो रहा है अथवा नहीं।

- सूमा एक तालाब में तैर रही है।
- एक गधे ने अपनी पीठ पर बोझा उठा रखा है।
- एक पवन चक्की (विंड मिल) कुएँ से पानी उठा रही है।
- एक हरे पौधे में प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया हो रही है।
- एक इंजन ट्रेन को खींच रहा है।
- अनाज के दाने सूर्य की धूप में सूख रहे है।
- एक पाल-नाव पवन ऊर्जा के कारण गतिशील है।

उत्तर 1:

- हाँ, तैरते समय कार्य हो रहा है। यहाँ किया गया कार्य ऋणात्मक है क्योंकि सूमा पानी को पीछे धकेल रही है तथा उसकी प्रतिक्रिया से वह आगे बढ़ रही है। इस प्रकार बल तथा विस्थापन विपरीत दिशाओं में हैं।
- नहीं, इस स्थिति में बल (पीठ पर रखा बोझ) तथा विस्थापन (गधे का चलना) परस्पर लंबवत हैं। जब बल तथा विस्थापन परस्पर लंब हों, तो कार्य शून्य होता है।
- हाँ, इस स्थिति में बल (पवन चक्की द्वारा लगाया गया बल ऊपर की ओर) तथा विस्थापन (पानी भी ऊपर की ओर उठाया जा रहा है) दोनों एक ही दिशा में हैं। अतः, कार्य हो रहा है।
- नहीं, इस स्थिति में कोई बल कार्य नहीं कर रहा है और न ही कोई विस्थापन हो रहा है।
- हाँ, कार्य हो रहा है। यहाँ इंजन द्वारा लगाया गया बल तथा ट्रेन का विस्थापन दोनों एक ही दिशा में हैं।
- नहीं, इस स्थिति में कोई बल कार्य नहीं कर रहा है और न ही कोई विस्थापन हो रहा है।
- हाँ, कार्य हो रहा है। पवन ऊर्जा द्वारा नाव पर बल लग रहा है जिसके प्रभाव से नाव बल की दिशा में गति कर रही है।

प्रश्न 2:

एक पिंड को धरती से किसी कोण पर फेंका जाता है। यह एक वक्र पथ पर चलता है और वापस धरती पर आ गिरता है। पिंड के पथ के प्रारंभिक तथा अंतिम बिंदु एक ही क्षैतिज रेखा पर स्थित है। पिंड पर गुरुत्व बल द्वारा कितना कार्य किया गया?

उत्तर 2:

पिंड वापस धरती पर ही आ जाता है। अतः, इसका विथापन क्षैतिज दिशा में है जबकि गुरुत्वीय बल ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर लग रहा है। हम जानते हैं कि यदि बल तथा विस्थापन परस्पर लम्ब हों तो कार्य शून्य होता है। अतः, गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य शून्य है।

प्रश्न 3:

एक बैटरी बल्ब जलाती है। इस प्रक्रम में होने वाले ऊर्जा परिवर्तनों का वर्णन कीजिए।

उत्तर 3:

जब एक बैटरी बल्ब जलाती है तो पहले बैटरी की रासायनिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा में बदलती है फिर ये विद्युत ऊर्जा ताप ऊर्जा तथा प्रकाश ऊर्जा में बदलती है।

प्रश्न 4:

20 kg द्रव्यमान पर लगने वाला कोई बल इसके वेग को $5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ से $2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ में परिवर्तित कर देता है। बल द्वारा किए गए कार्य का परिकलन कीजिए।

उत्तर 4:

वस्तु का द्रव्यमान $m = 20\ \mathrm{kg}$
आरंभिक वेग $u = 5\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
अंतिम वेग $v = 2\ \mathrm{m\,s^{-1}}$
बल द्वारा किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

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

$$= \frac{1}{2}m(2^2 - 5^2)$$

$$= \frac{1}{2} \times 20 \times (4 - 25)$$

$$= -210\ \mathrm{J}$$

अतः, बल द्वारा विपरीत दिशा में (क्योंकि कार्य ऋणात्मक है) किया गया कार्य 210 J है।

प्रश्न 5:

10 kg द्रव्यमान का एक पिंड मेज़ पर A बिंदु पर रखा है। इसे B बिंदु तक लाया जाता है। यदि A तथा B को मिलाने वाली रेखा क्षैतिज है तो पिंड पर गुरुत्व बल द्वारा किया गया कार्य कितना होगा? अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।

उत्तर 5:

A तथा B को मिलाने वाली रेखा क्षैतिज है। अतः, इसका विथापन क्षैतिज दिशा में है जबकि गुरुत्वीय बल ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर लग रहा है। हम जानते हैं कि यदि बल तथा विस्थापन परस्पर लम्ब हों तो कार्य शून्य होता है। अतः, गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य शून्य है।

प्रश्न 6:

मुक्त रूप से गिरते एक पिंड की स्थितिज ऊर्जा लगातार कम होती जाती है। क्या यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन करती है। कारण बताइए।

उत्तर 6:

मुक्त रूप से गिरते किसी पिंड की स्थितिज ऊर्जा जिस मात्रा में कम होती है उसी मात्रा में उसकी गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। अतः, उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा संरक्षित रहती है। इस प्रकार यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन नहीं करती है।

यांत्रिक ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा + गतिज ऊर्जा

प्रश्न 7:
जब आप साइकिल चलाते हैं तो कौन – कौन से ऊर्जा रूपांतरण होते हैं?
उत्तर 7:
पहले स्थितिज ऊर्जा, पेशीय ऊर्जा में, फिर पेशीय ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा में और अंत में यांत्रिक ऊर्जा साईकिल की गतिज ऊर्जा में रूपांतरित होती है।

प्रश्न 8:
जब आप अपनी सारी शक्ति लगा कर एक बड़ी चट्टान को धकेलना चाहते हैं और इसे हिलाने में असफल हो जाते हैं तो क्या इस अवस्था में ऊर्जा का स्थानांतरण होता है? आपके द्वारा व्यय की गई ऊर्जा कहाँ चली जाती है?
उत्तर 8:
नहीं, जब हम अपनी सारी सकती लगाकर भी एक बड़ी चट्टान को हिलने में असफल रहते हैं, तो ऊर्जा का स्थानांतरण नहीं होता है। क्योंकि चट्टान को धकेलते समय हमारी मांस – पेशियाँ तन जाती हैं और इन पेशियों में रक्त संचार भी बढ़ जाता है। पेशियों में इन परिवर्तनों से प्रयाप्त ऊर्जा का व्यय होता है और हम थका हुआ महसूस करते हैं।

प्रश्न 9:
किसी घर में एक महीने में ऊर्जा की 250 'यूनिटें' व्यय हुईं। यह ऊर्जा जूल में कितनी होगी?
उत्तर 9:
हम जानते हैं कि
1 यूनिट $= 1\ \text{kwh} = 3.6 \times 10^6\ \text{J}$
इसलिए, 250 यूनिट $= 250\ \text{kwh} = 250 \times 3.6 \times 10^6\ \text{J} = 900 \times 10^6\ \text{J} = 9.0 \times 10^8\ \text{J}$
अतः, 250 'यूनिटें' जूल में 9.0×10^8 J है।

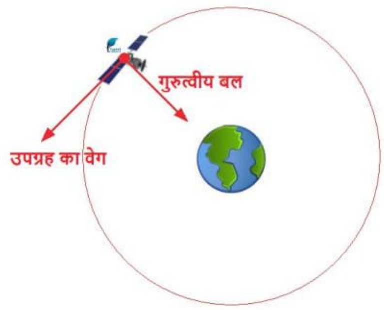
प्रश्न 10:
40 kg द्रव्यमान का एक पिंड धरती से 5 m की ऊँचाई तक उठाया जाता है। इसकी स्थितिज ऊर्जा कितनी है? यदि पिंड को मुक्त रूप से गिरने दिया जाए तो जब पिंड ठीक आधे रास्ते पर है उस समय इसकी गतिज ऊर्जा का परिकलन कीजिए। ($g = 10\ \text{ms}^{-2}$)
उत्तर 10:
पिंड का द्रव्यमान $m = 40$ kg, ऊँचाई $h = 5$ m
गुरुत्वीय त्वरण $g = 10\ \text{ms}^{-2}$
इसलिए, स्थितिज ऊर्जा $E = mgh$
$\Rightarrow E = 40 \times 10 \times 5 = 2000$ J
जब पिंड ठीक आधे रास्ते पर है उस समय इसकी ऊँचाई $h_1 = \frac{5}{2} = 2.5$ m
इसलिए, स्थितिज ऊर्जा $E_1 = mgh_1$
$\Rightarrow E_1 = 40 \times 10 \times 2.5 = 1000$ J
कुल ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा + गतिज ऊर्जा
$\Rightarrow 2000 = 1000 +$ गतिज ऊर्जा
$\Rightarrow$ गतिज ऊर्जा $= 2000 - 1000 = 1000$ J
अतः, ठीक आधे रास्ते पर है उस समय पिंड की गतिज ऊर्जा 1000 J है।

प्रश्न 11:

पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए किसी उपग्रह पर गुरुत्व बल द्वारा कितना कार्य किया जाएगा? अपने उत्तर को तर्कसंगत बनाइए।

उत्तर 11:

पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए किसी उपग्रह पर गुरुत्व बल केंद्र की ओर होता है जबकि वेग तथा विस्थापन स्पर्श रेखीय होता है। हम जानते हैं कि यदि बल तथा विस्थापन परस्पर लम्ब हों तो कार्य शून्य होता है। अतः, गुरुत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य शून्य है।



प्रश्न 12:

क्या किसी पिंड पर लगने वाले किसी भी बल की अनुपस्थिति में, इसका विस्थापन हो सकता है? सोचिए। इस प्रश्न के बारे में अपने मित्रों तथा अध्यापकों से विचार-विमर्श कीजिए।

उत्तर 12:

न्यूटन के गति के पहले नियम (या जड़त्व के नियम) के अनुसार, यदि कोइ वस्तु गतिशील है तो वह तब तक गतिशील रहेगा जब तक उस पर कोई बाह्य बल न लगाया जाए। अतः, किसी गतिशील वस्तु में किसी कार्यकारी बल की अनुपस्थिति में भी वस्तु में विस्थापन संभव है।

प्रश्न 13:

कोई मनुष्य भूसे के गट्ठर को अपने सिर पर 30 मिनट तक रखे रहता है और थक जाता है। क्या उसने कुछ कार्य किया या नहीं? अपने उत्तर को तर्कसंगत बनाइए।

उत्तर 13:

नहीं, क्योंकि गट्ठर में कोई विस्थापन नहीं है। अतः, उसने कोई भी कार्य नहीं किया है।

प्रश्न 14:

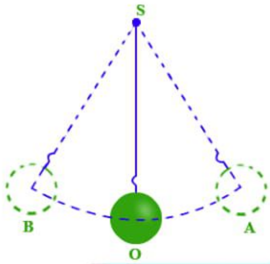
एक विद्दुत-हीटर (ऊष्मक) की घोषित शक्ति 1500 W है। 10 घंटे में यह कितनी ऊर्जा उपयोग करेगा?

उत्तर 14:

विद्दुत-हीटर (ऊष्मक) की शक्ति = 1500 W
समय = 10 घंटे
उपयोग की गई ऊर्जा = शक्ति × समय
$= 1500 \times 10\ \text{Wh} = 15000\ \text{Wh} = 15\ \text{kWh}$
$= 15 \times 3.6 \times 10^6\ \text{J} = 5.4 \times 10^7\ \text{J}$
अतः, 10 घंटे में यह 5.4×10^7 J ऊर्जा का उपयोग करेगा।

प्रश्न 15:
जब हम किसी सरल लोलक के गोलक को एक ओर ले जाकर छोड़ते हैं तो यह दोलन करने लगता है। इसमें होने वाले ऊर्जा परिवर्तनों की चर्चा करते हुए ऊर्जा संरक्षण के नियम को स्पष्ट कीजिए। गोलक कुछ समय पश्चात् विराम अवस्था में क्यों आ जाता है? अंततः इसकी ऊर्जा का क्या होता है? क्या यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन है?

उत्तर 15:
जब हम किसी सरल लोलक के गोलक को एक ओर (बिंदु A तथा B पर) ले जाकर छोड़ते हैं तो इस स्थिति में अधिकतम ऊँचाई पर होने के कारण, स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है तथा गतिज ऊर्जा शून्य होती है। इसी प्रकार कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है। मध्य स्थिति में (बिंदु O पर) गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है तथा स्थितिज ऊर्जा शून्य होती है। इस प्रकार यहाँ भी कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है।



गति करते हुए लोलक पर हवा से घर्षण बल लगता है तथा उसकी यांत्रिक ऊर्जा धीरे -धीरे ताप तथा ऊष्मा ऊर्जा में रूपांतरित होती रहती है, जो उसकी गति को कम करते रहते हैं। इसलिए, अंततः लोलक रुक जाता है। इस प्रकार यहाँ ऊर्जा एक रूप से दूसरे रूप में परिवर्तित होती है और ऊर्जा संरक्षण के सिद्धांत का उल्लंघन नहीं होता है।

प्रश्न 16:
m द्रव्यमान का एक पिंड एक नियत वेग v से गतिशील है। पिंड पर कितना कार्य करना चाहिए कि यह विराम अवस्था में आ जाए?

उत्तर 16:
पिंड का द्रव्यमान= m
आरंभिक वेग= $v \text{ m s}^{-1}$
अंतिम वेग $v' = 0 \text{ m s}^{-1}$
किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$$= \frac{1}{2}mv'^2 - \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2}m(v'^2 - v^2)$$

$$= \frac{1}{2}m(0 - v^2)$$

$$-\frac{1}{2}mv^2\text{J}$$

अतः, विपरीत दिशा में (क्योंकि कार्य ऋणात्मक है) किया गया कार्य $\frac{1}{2}mv^2$ J है।

प्रश्न 17:
1500 kg द्रव्यमान की कार को जो 60 km/h के वेग से चल रही है, रोकने के लिए किए गए कार्य का परिकलन कीजिए।

उत्तर 17:
कार का द्रव्यमान $m = 1500$ kg

आरंभिक वेग $u = 60\ kmh^{-1} = \frac{60\times1000}{60\times60} = \frac{50}{3}\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

अंतिम वेग $v = 0\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

रोकने के लिए किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$$

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

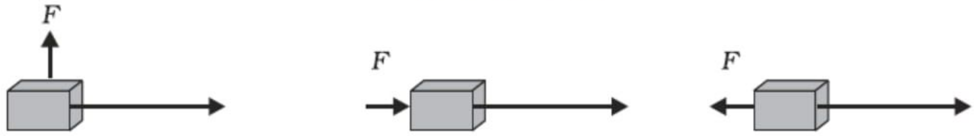
$$= \frac{1}{2}m\left[0^2 - \left(\frac{50}{3}\right)^2\right]$$

$$= -\frac{1}{2}\times 1500 \times \frac{2500}{9}$$

$$= -208333.33\ \mathrm{J}$$

अतः, रोकने के लिए विपरीत दिशा में (क्योंकि कार्य ऋणात्मक है) किया गया कार्य 208333.33 J है।

प्रश्न 18:
निम्न में से प्रत्येक सिथति में m द्रव्यमान के एक पिंड पर एक बल F लग रहा है। विस्थापन की दिशा पश्चिम से पूर्व की ओर है जो एक लंबे तीर से प्रदर्शित की गई है। चित्रों को ध्यानपूर्वक देखिए और बताइए कि किया गया कार्य ऋणात्मक है, धनात्मक है या शून्य है।



उत्तर 18:
पहली स्थिति में बल तथा विस्थापन परस्पर लंब हैं अतः किया गया कार्य शून्य है। दूसरी स्थिति में विस्थापन, बल की दिशा में हो रहा है, अतः किया गया कार्य धनात्मक है। तीसरी स्थिति में विस्थापन, बल के विपरीत दिशा में है, अतः, किया गया कार्य ऋणात्मक है।

प्रश्न 19:
सोनी कहती है कि किसी वस्तु पर त्वरण शून्य हो सकता है चाहे उस पर कई बल कार्य कर रहे हों। क्या आप उससे सहमत है? बताइए क्यों?

उत्तर 19:
किसी वस्तु पर पर कई बल कार्य कर रहे हों तो भी त्वरण शून्य हो सकता है। उदाहरण के लिए, विरामावस्था में में वस्तु पर कई बल (गुरुत्वीय बल, घर्षण बल आदि) लगते रहते हैं परन्तु उसका त्वरण शून्य होता है। यह इसलिए होता है क्योंकि लगने वाले सभी बलों का कुल परिमाण शून्य होता है।

प्रश्न 20:

चार युक्तियाँ, जिनमें प्रत्येक की शक्ति 500 W है 10 घंटे तक उपयोग में लाई जाती हैं। इनके द्वारा व्यय की गई ऊर्जा kWh में परिकलित किजिए।

उत्तर 20:

चारों युक्तियों की कुल शक्ति $= 4 \times 500 = 2000$ W

समय = 10 घंटे

व्यय की गई ऊर्जा = शक्ति × समय

$= 2000 \times 10$ Wh

$= 20000$ Wh

$= 20$ kWh

अतः, 10 घंटे में यह 20 kWh ऊर्जा व्यय करेगा।

प्रश्न 21:

मुक्त रूप से गिरता एक पिंड अंततः धरती तक पहुँचने पर रूक जाता है। इसकी गतिज ऊर्जा का क्या होता है?

उत्तर 21:

मुक्त रूप से गिरता हुआ कोई पिंड धरती पर पहुँचकर जैसे ही धरती से टकराता है, ध्वति, ऊष्मा तथा ताप उत्पन्न करता है। इस प्रकार गतिज ऊर्जा का कुछ अंश ध्वनि में, कुछ ऊष्मा में तथा कुछ ताप में रूपांतरित हो जाता है।