विज्ञान

अध्याय-10: कार्य और उर्जा

Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

कार्य तथा ऊर्जा

भूमिका:

- सभी सजीवों को भोजन की आवश्यकता होती है | जीवित रहने के लिए सजीवों को अनेक मुलभुत गतिविधियाँ करनी पड़ती हैं | इन गतिविधियों को हम जैव प्रक्रम कहते हैं |
- इन जैव प्रक्रमों को संपादित करने के लिए सजीवों को उर्जा की आवश्यकता होती है जो वे भोजन से प्राप्त करते हैं |
- मशीनों को भी कार्य करने के लिए उर्जा की आवश्यकता होती है जिसके के लिए डीजल एवं पेट्रोल का उपयोग किया जाता हैं |

कार्य (Work): किसी पिंड (वस्तु) पर किया गया कार्य, उस पर लगाये गए बल के परिणाम व बल की दिशा में उसके द्वारा तय की गई दुरी के गुणनफल से परिभाषित होता है |

कार्य = बल × विस्थापन

कार्य (W) = F × s जहाँ f = बल (Force), s = विस्थापन (Displacement)

कार्य का मात्रक:

बल को न्यूटन (N) में मापा जाता है और विस्थापन को मीटर (m) में मापा जाता है | इसलिए

कार्य का S.I मात्रक न्यूटन मीटर (N m) या जूल (J) है | कार्य एक प्रकार का ऊर्जा (Energy) है |

कार्य एक अदिश राशि (Scalar Quantity) है | कार्य के परिभाषा से कार्य बल (एक सदिश राशि) और विस्थापन (एक सदिश राशि) का गुणनफल होता है | जबकि कार्य एक अदिश राशि है क्योंकि

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

कार्य में परिणाम तो होता है परन्तु दिशा नहीं होता है | यह ऊर्जा के समान ही एक अदिश राशि है |

कार्य की वैज्ञानिक संकल्पना:

जब हम किसी वस्तु पर बल लगाकर उसे विस्थापित करते है तो वह क्रिया कार्य माना जायेगा |

Example1: एक व्यक्ति 100 न्यूटन बल लगाकर एक पत्थर को 3 मीटर तक विस्थापित करता है | तो उसके द्वारा किया गया कार्य ज्ञात कीजिए |

हल:

यहाँ लगाया गया बल (F) = 100 N

विस्थापन (s) = 3 मीटर

किया गया कार्य (W) = F × s

= 100 × 3 = 300 जूल

Example 2: एक लड़का एक टेबल को 20 N बल लगाकर उसे हिला भी नहीं पाता है और थक जाता है | तो उसके द्वारा किया गया कार्य परिकलित कीजिए |

हल:

यहाँ लगाया गया बल (F) = 20 N

विस्थापन (s) = 0 मीटर

किया गया कार्य (W) = F × s

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

= 20 × 0 = 0 जूल

यहाँ किया गया कार्य शून्य है | इसलिए यह कार्य नहीं माना जायेगा |

Example 3: मान लीजिये कि आपने एक भारी बोझ को बल लगाकर उठाया और अपने सिर पर रखा | बोझ में विस्थापन हुआ | यहाँ तक कार्य हुआ, परन्तु यदि इसी बोझ को सिर पर रख कर बहुत समय तक खड़े रहे | तो आपके द्वारा बल तो लग रहा है, उसके विपरीत गुरुत्व बल भी कार्य कर रहा है परन्तु वस्तु में विस्थापन नहीं हो रहा है | इसलिए इस स्थिति में यहाँ कोई कार्य नहीं माना जायेगा |

कार्य होने की दशाएँ:

इसलिए किसी कार्य को होने के लिए दो आवश्यक दशाएँ निम्नलिखित हैं |

(i) वस्तु पर कोई बल लगना चाहिए |

(ii) वस्तु विस्थापित होनी चाहिए |

यदि वस्तु पर लगने वाला बल (F) शून्य 0 है या वस्तु का विस्थापन शून्य 0 है अथवा दोनों शून्य है तो किया गया कार्य भी शून्य होगा | अत: कार्य संपन्न होने के लिए दोनों भौतिक राशियों में से किसी का भी परिणाम शून्य नहीं होना चाहिए |

कार्य का परिणाम

कार्य का समीकरण:

गणितीय भाषा में कार्य को निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जा सकता है |

$W = F.s.\cos$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

जहाँ F = बल, s = विस्थापन और θ बल सदिश एवं विस्थापन सदिश के बीच का कोण है |

इसको समझने के लिए तीन स्थितयाँ हैं |

(A) स्थिति A: जब बल सदिश एवं विस्थापन सदिश एक ही दिशा में हो तो उनके बीच का कोण θ = 0° होता है | इस स्थिति में कार्य धनात्मक होता है |

(B) स्थति B: जब बल सदिश एवं विस्थापन सदिश एक दुसरे के विपरीत हो तो उनके बीच का कोण θ = 180° होता है | इस स्थति में कार्य ऋणात्मक होता है |

(C) स्थिति C: जब बल सदिश लग रहा है एवं वस्तु में कोई विस्थापन न हो तो F तथा s के बीच का कोण 90 डिग्री का होता है | इस स्थिति में कार्य शून्य होता है |

कार्य: ऋणात्मक एवं धनात्मक

ऋणात्मक कार्य (Negative Work): जब बल वस्तु के विस्थापन की दिशा के विपरीत दिशा में लग रहा हो तो दोनों दिशाओं के बीच 180° का कोण बनता है | इस स्थिति में कार्य का परिणाम ऋणात्मक होगा अत: किया गया कार्य ऋणात्मक माना जायेगा |

इसके लिए किया गया कार्य (W) = F × (-s) या (-F × s)

धनात्मक कार्य (Positive Work): जब बल वस्तु के विस्थापन की दिशा में लगता है तो किया गया कार्य धनात्मक माना जायेगा |

धनात्मक बल एवं ऋणात्मक बल:

जब हम किसी वस्तु को ऊपर उठाते हैं तो हमारे द्वारा वस्तु पर लगाया गया बल धनात्मक माना जायेगा | जबकि उसी दौरान वहां एक और बल कार्य करता है जिसे गुरुत्व बल कहा जाता है |

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

गुरुत्व बल हमारे द्वारा लगाये गए बल के विपरीत कार्य करता है इसलिए यह बल ऋणात्मक माना जायेगा |

चूँकि हम जब किसी वस्तु पर बल लगाते है तो हम वस्तु को विस्थापित करने के लिए गुरुत्व बल के परिणाम से अधिक बल लगाना पड़ता है, इसलिए परिणामी बल धनात्मक हो जाता है | जैसे - मान लीजिये कि हमने एक वस्तु को उठाने के लिए 20 N बल लगाया जबकि वहां गुरुत्व बल का माप 10 N है तो

परिणामी बल = 20 - 10 = 10 N

इस स्थिति में वस्तु को विस्थापित करने में हमने कुल 10 N ही बल लगाया |

जहाँ गुरुत्वीय त्वरण लगता है वहां गुरुत्व बल (F) = mg होता है |

Example 4: एक कुली एक 25kg का बोझ 2 मीटर ऊपर उठाकर अपने सिर पर रखता है | तो उस बोझे पर उसके द्वारा किया गया कार्य का परिकलन कीजिए |

हल:

बोझ का द्रव्यमान m = 25kg

विस्थापन = 2m तथा

वस्तु पर लगा बल F = mg = 25kg × 10m s^{-2}

= 250 kg/m s^{-2} या 250N

बोझ पर कार्य (W) = F × s

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$= 250 \times 2$ N m

$= 500$ N m $= 500$ J

1 जूल कार्य: जब किसी वस्तु को 1 N बल लगाकर उसे बल की दिशा में 1 मीटर विस्थापित किया जाए तो कहा जायेगा कि 1 जूल कार्य हुआ है |

ऊर्जा (ENERGY)

हमें कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है | सूर्य हमारे लिए ऊर्जा का सबसे बड़ा प्राकृतिक स्रोत है | हमारे ऊर्जा का बहुत से स्रोत सूर्य से व्युत्पन्न होते हैं | और भी कई ऊर्जा के स्रोत है जहाँ से हम ऊर्जा प्राप्त करते हैं |

(i) परमाणुओं के नाभिक से

(ii) पृथ्वी के आतंरिक भागों से

(iii) ज्वार-भाटों से आदि |

यदि किसी वस्तु में कार्य करने की क्षमता हो तो कहा जाता है कि उसमें ऊर्जा है | जो वस्तु कार्य करती है तो उसमें ऊर्जा की हानि होती है और जिस वस्तु पर कार्य किया जाता है उसमें ऊर्जा की वृद्धि होती है |

हमारे दैनिक जीवन में बहुत से वस्तुएँ कार्य करती रहती हैं जिनमें ऊर्जा संचित रहती है | इसी संचित ऊर्जा का उपयोग कर वस्तुएँ कार्य करती हैं |

कुछ वस्तुओं का उदाहरण जिनमें कार्य करने की क्षमता होती है:

(i) तीव्र वेग से गतिशील क्रिकेट की गेंद जो विकेटों से टकराती है जिससे विकेट दूर जा गिरते हैं |

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

(ii) ऊँचाई तक उठाया गया हथौड़ा जो कील को लकड़ी में ठोंक देता है |

(iii) चाबी भरी खिलौना कार जिसको फर्श पर रखते ही दौड़ने लगती है |

- यदि किसी वस्तु में ऊर्जा है तो वह दूसरी वस्तु पर बल लगाकर कार्य कर सकता है |
- जब कोई वस्तु दुसरे वस्तु पर बल लगाता है तो ऊर्जा पहली वस्तु से दूसरी वस्तु में स्थानांतरित हो जाती है |
- किसी वस्तु में निहित ऊर्जा को उसकी कार्य करने की क्षमता के रूप में मापा जाता है |
- इसलिए ऊर्जा का मात्रक जूल है जो कार्य का मात्रक है |
- ऊर्जा के बड़े मात्रक के रूप में किलोजूल (kJ) का उपयोग किया जाता है |

ऊर्जा के विभिन्न प्रकार

उर्जा के प्रकार:

ऊर्जा के विभिन्न रूप निम्नलिखित है |

(i) **स्थितिज ऊर्जा:** किसी वस्तु में संचित उर्जा को स्थितिज उर्जा कहते हैं |

(ii) **गतिज ऊर्जा:** गतिमान वस्तु में कार्य करने कि क्षमता होती है, वस्तु के गति के कारण उत्पन्न उर्जा को गतिज उर्जा कहते हैं |

(iii) **उष्मीय ऊर्जा:** ऊष्मा उर्जा का एक अन्य रूप है जिसमें एक रूप से दूसरी रूप में परिवर्तन होने कि क्षमता होती है | यह वस्तु के कणों के बीच में गतिज उर्जा के रूप में परिवर्तित हो जाती है |

(iv) **रासायनिक ऊर्जा:** कुछ रसायनों में उर्जा उत्पन्न करने की क्षमता होती है, रासायनिक प्रक्रिया द्वारा उत्पन्न उर्जा को रासायनिक उर्जा कहते हैं |

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

(v) विद्युत ऊर्जा: विद्युत में कार्य करने की अदभुत क्षमता होती है | इस विद्युत से उत्पन्न उर्जा को विद्युत उर्जा कहते है |

(vi) प्रकाश ऊर्जा: उर्जा के किसी स्रोत से जब उर्जा का उपभोग प्रकाश प्राप्त करने के लिए जब किया जाता है तो उसे प्रकाश उर्जा कहते है |

(vii) नाभकीय ऊर्जा: नाभकीय अभिक्रिया से उत्पन्न ऊर्जा को नाभकीय ऊर्जा कहते हैं |

(viii) ध्वनि ऊर्जा: ध्वनि किसी वस्तु के कंपन्न से उत्पन्न होता है, जिसमें कार्य करने की क्षमता होती है, अत: इसे ध्वनि ऊर्जा के रूप में मापा जाता है |

ऊर्जा संरक्षण का नियम: उर्जा संरक्षण के नियम के अनुसार उर्जा का न तो सृजन किया जा सकता है और न ही विनाश किया जा सकता है , इसका केवल एक रूप से दुसरे रूप में रूपांतरित हो सकता है |

ऊर्जा संरक्षण के नियम के लिए उदाहरण: मान लीजिए कि हम एक m द्रव्यमान की वस्तु को h मीटर की ऊंचाई तक उठाते है तो वस्तु में स्थितिज ऊर्जा संचित होती है | अब जब वस्तु को गिराया जाता है तो ऊंचाई कम होने के साथ-साथ वस्तु की स्थितिज ऊर्जा कम होती चली जाएगी और गतिज ऊर्जा बढती जाएगी | जब वस्तु धरती पर पहुँचती है वस्तु की स्थितिज ऊर्जा शून्य हो जाता है परन्तु गतिज ऊर्जा सबसे ऊंचाई पर जितनी स्थितिज उर्जा थी उसके परिमाण के बराबर होती है | अत: कह सकते है कि ऊर्जा एक रूप से दुसरे रूप में रूपांतरित होती है |

यांत्रिक उर्जा (Mechanical Energy): किसी वस्तु के स्थितिज उर्जा एवं गतिज उर्जा के योग को यांत्रिक उर्जा कहते हैं |

शक्ति एवं ऊर्जा का व्यावसायिक मात्रक

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

शक्ति (Power): कार्य करने कि दर या उर्जा रूपांतरण की दर को शक्ति कहते हैं |

शक्ति = कार्य / समय

इसे P से सूचित करते है:

P = W / t

इसका S.I मात्रक J s-1 होता है जिसे W (Watt) भी कहा जाता है | शक्ति का मात्रक वाट (W) जेम्स वाट के नाम पर रखा गया है |

1 वाट शक्ति की परिभाषा:

जब कोई अभिकर्ता या वस्तु 1 सेकेंड में 1 जुल कार्य करता है तो इसे 1 वाट शक्ति कहते हैं |

कार्य करने की दर:

शक्ति (Power): कार्य करने की दर या शक्ति रूपांतरण की दर को शक्ति कहते हैं |

इसे P से दर्शाते हैं |

शक्ति = कार्य / समय

शक्ति का मात्रक Js^{-1} है इसे वाट कहते हैं और W से दर्शाते हैं |

1 वाट शक्ति की परिभाषा:

जब कोई वस्तु 1 सेकेंड में 1 जुल कार्य करता है तो इसे 1 वाट शक्ति कहते है |

उर्जा के उच्च दरों को किलोवाट (kW) में व्यक्त करते हैं |

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

1000 वाट = 1 किलोवाट

या 1000 Js^{-1} या 1000 वाट = 1kW

ऊर्जा का व्यावसायिक मात्रक (Commercial Unit of Energy):

जब हम ऊर्जा का उपभोग बड़ी मात्रा में करते हैं तो जूल का उपयोग न करके किलोंवाट घंटा (kW h) का उपयोग करते है | जूल ऊर्जा का बहुत छोटा मात्रक है |

किलोवाट घंटा (kW h): जब 1 kW ऊर्जा की मात्रा किसी स्रोत से 1 घंटे तक उपयोग करने में व्यय होती है तो इसे एक किलोवाट घंटा (kW h) कहते हैं |

उदाहरण: यदि एक मशीन जो एक सेकेंड में 1000 J ऊर्जा उपयोग करती है यदि इस मशीन को लगातार 1 घंटे उपयोग किया जाये तो यह 1 घंटे में 1000 x 3600 J ऊर्जा अर्थात 1 kW h ऊर्जा उपभोग करेगी |

अत: 1 kW h = 3600000 J = 3.6 x 106 J

व्यावसायिक ऊर्जा: `घरों, उद्योगों तथा व्यवसायिक संस्थानों के हम ऊर्जा के लिए विद्युत ऊर्जा का उपभोग करते हैं, जिसे प्राय: किलोवाट घंटा में व्यक्त करते हैं | इसे ही व्यावसायिक ऊर्जा कहते हैं |

व्यावसायिक ऊर्जा का मात्रक किलोवाट घंटा (kW h) हैं जिसे यूनिट (unit) में व्यक्त करते हैं |

1 यूनिट = 1 kW h

उदाहरण: मान लीजिए कि किसी घर में 1 महीने में 25 kW विद्युत ऊर्जा उपभोग की गयी तो जब इसे unit में व्यक्त करेंगे तो कहेंगे कि 25 यूनिट विद्युत ऊर्जा उपभोग की गयी हैं |

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

ऊर्जा के व्यावसायिक मात्रक पर आधारित आंकिक प्रश्न (Numerical):

उदाहरण 1: एक व्यक्ति अपने घर के एक कमरे में 100 W का एक बल्ब प्रतिदिन 7 घंटे उपभोग करता है | बल्ब द्वारा खर्च की गयी ऊर्जा की मात्रा को 'यूनिट' में परिकलन कीजिये |

हल:

बल्ब की शक्ति = 100 W

1 दिन में उपभोग किया गया समय = 7 घंटा

इसलिए, एक दिन में ऊर्जा का कुल उपभोग = 100 x 7 W

= 700 W

= 0.7 kW h या 0.7 यूनिट

उदाहरण 2: 60 W का एक विद्युत बल्ब प्रतिदिन 6 घंटा उपभोग किया जाता है | एक 160 W का छत पंखा प्रतिदिन 8 घंटा उपभोग किया जाता है | एक दिन में खर्च की गई ऊर्जा की कुल मात्रा को 'यूनिट' में व्यक्त कीजिये |

Fukey Education

हल:

बल्ब की शक्ति = 60 W

1 दिन में उपभोग किया गया समय = 6 घंटा

इसलिए, एक दिन में बल्ब द्वारा ऊर्जा का कुल उपभोग = 60 x 6 W

= 360 W

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

पंखे की शक्ति = 160 W

1 दिन में उपभोग किया गया समय = 8 घंटा

एक दिन में बल्ब द्वारा ऊर्जा का कुल उपभोग = 160 x 8 W

= 1280 W

विद्युत ऊर्जा का कुल उपभोग = 360 W + 1280 W

= 1640 W

= 1.640 kW h या 1.640 यूनिट

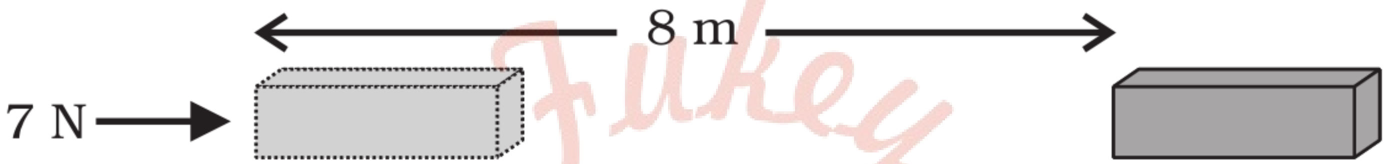
Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

NCERT SOLUTIONS

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 164)

प्रश्न 1 किसी वस्तु पर 7N का बल लगता है। मान लीजिए बल की दिशा में विस्थापन 8m है (संलग्न चित्र देखिए)। मान लीजिए वस्तु के विस्थापन के समय लगातार वस्तु पर बल लगता रहता है। इस स्थिति में किया गया कार्य कितना होगा?



उत्तर- वस्तु पर लगने वाला बल = 7N

बल की दिशा में विस्थापन = 8m

किया गया कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन = 7 × 8 = 56J

अतः, बल द्वारा किया गया कार्य 56J है।

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 165)

Fukey Education

प्रश्न 1 हम कब कहते हैं कि कार्य किया गया है?

उत्तर- जब किसी वस्तु पर बल लगाया जाता है और वस्तु विस्थापित हो जाती है तो कहा जाता है कि कार्य किया गया है।

प्रश्न 2 जब किसी वस्तु पर लगने वाला बल इसके विस्थापन की दिशा में हो तो किए गए कार्य का व्यंजक लिखिए।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर- यदि किसी वस्तु पर F बल लगे और उसमें बल की दिशा में विस्थापन s हो।

तब कार्य W = बल × बल की दिशा में विस्थापन।

$W = F \times s$

प्रश्न 3 1J कार्य को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- 1J किसी वस्तु पर किए गए कार्य की वह मात्रा है जब 1N का बल वस्तु को बल की क्रिया रेखा की दिशा में 1m विस्थापित कर दे।

प्रश्न 4 बैलों की एक जोड़ी खेत जोतते समय किसी हल पर 140N बल लगाती है। जोता गया खेत 15m लंबा है। खेत की लंबाई को जोतने में कितना कार्य किया गया?

उत्तर- हल पर लगने वाला बल = 140N

बल की दिशा में विस्थापन = 15m

खेत की लम्बाई को जोतने में किया गया कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन

= 140 × 15 = 2100J

अतः, बैलो द्वारा खेत की लम्बाई को जितने में किया गया कार्य 2100J है।

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 169)

प्रश्न 1 किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा क्या होती है?

उत्तर- किसी वस्तु में उसकी गति के कारण संचित ऊर्जा को उसकी ऊर्जा कहते है। वस्तु की गतिज ऊर्जा उसके द्रव्यमान तथा गति पर निर्भर करती है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 2 किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा के लिए व्यंजक लिखो।

उत्तर- गतिज ऊर्जा $= \frac{1}{2}mv^2$

जहाँ पर, m = वस्तु का द्रव्यमान

v = वस्तु का वेग

प्रश्न 3 $5ms^{-1}$ के वेग से गतिशील किसी m द्रव्यमान की वस्तु की गतिज ऊर्जा 25J है। यदि इसके वेग को दोगुना कर दिया जाए तो इसकी गतिज ऊर्जा कितनी हो जाएगी? यदि इसके वेग को तीन गुना बढ़ा दिया जाए तो इसकी गतिज ऊर्जा कितनी हो जाएगी?

उत्तर-

वस्तु का द्रव्यमान = m

वस्तु का वेग , v = $5ms^{-1}$

गतिज ऊर्जा, $K.E = \frac{1}{2}mv^2$

$$25 = \frac{1}{2} \times m \times (5)^2$$

$m = 2kg$

i. वेग, दुगना करने पर-

$v = 10ms^{-1}, m = 2kg$

$$K.E = \frac{1}{2}mv^2$$

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2$$

$$= 100J$$

ii. वेग, तीन गुना करने पर-

$$v = 15ms^{-1} m = 2kg$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (15)^2$$

$$= 225J$$

प्रश्न (पृष्ठ संख्या 174)

प्रश्न 4 शक्ति क्या है?

उत्तर- प्रति इकाई समय में किए गए कार्य को शक्ति कहते है अथवा कार्य करने की दर को शक्ति कहते है।

$$\text{शक्ति} = \frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$$

$$\Rightarrow P = \frac{W}{t}$$

शक्ति की SI इकाई वाट है।

प्रश्न 2 1 वाट शक्ति को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- 1 वाट उस अभिकर्ता (एजेंट) की शक्ति है जो 1 सेकंड में 1 जूल कार्य करता है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

दूसरे शब्दों में, यदि ऊर्जा के उपयोग की दर $1Js^{-1}$ हो तो शक्ति 1W होगी।

$$1 \text{ वाट} = \frac{1 \text{ जूल}}{\text{सेकंड}}$$

या $1W = 1Js^{-1}$

प्रश्न 3 एक लैंप 1000J विद्युत ऊर्जा 10 में व्यय करता है। इसकी शक्ति कितनी है?

उत्तर- $$\text{शक्ति} = \frac{\text{व्यय की गई ऊर्जा (या कार्य)}}{\text{लिया गया समय}}$$

$W = 1000J \; t = 10s$

i.e $P = \frac{W}{t}$

$= \frac{1000J}{10S} = 100\frac{J}{S}$

i.e $P = 100W$

प्रश्न 4 औसत शक्ति को परिभाषित कीजिए।

उत्तर- ऊर्जा आपूर्ति को कुल लिए गए समय से विभाजित करने पर औसत ऊर्जा प्राप्त होती है। यदि कोई एजेन्ट t समय में 'W' यूनिट कार्य करता है, तब औसत शक्ति 'P'

$P = \frac{W}{t}$

अभ्यास प्रश्न (पृष्ठ संख्या 174)

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

प्रश्न 1 निम्न क्रियाकलाप को ध्यान से देखिए। अपनी कार्य शब्द की व्याख्या के आधार पर तर्क दीजिए कि कार्य हो रहा है अथवा नहीं।

(a) सूमा एक ताबाल में तैर रही है।

(b) एक गधे ने अपनी पीठ पर बोझा उठा रखा है।

(c) एक पवन चक्की (विंड मिल) कुएँ से पानी उठा रही है।

(d) एक हरे पौधे में प्रकाश-संश्लेषण की प्रक्रिया हो रही है।

(e) एक इंजन ट्रेन को खींच रहा है।

(f) अनाज के दाने सूर्य की धूप में सूख रहे हैं।

(g) एक पाल-नाव पवन ऊर्जा के कारण गतिशील है।

उत्तर-

(a) हाँ, तैरते समय कार्य हो रहा है। यहाँ किया गया कार्य ऋणात्मक है क्योकि सुमा पानी को पीछे धकेल रही है तथा उसकी प्रतिक्रिया से वह आगे बढ़ रही है। इस प्रकार बल तथा विस्थापन विपरीत दिशाओ में है।

(b) नहीं, इस स्थिति में बल (पीठ पर रखा बोझ) तथा विस्थापन (गधे का चलना) परस्पर लंबवत है। जब बल तथा विस्थापन परस्पर लंब हो, तो कार्य शून्य होता है।

(c) 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 है। अतः कार्य हो रहा है।

(d) नहीं, इस स्थिति में कोई बल कार्य नहीं कर रहा है और न ही कोई विस्थापन हो रहा है।

(e) हाँ, कार्य हो रहा है। यहाँ इंजन द्वारा लगाया गया बल तथा ट्रेन का विस्थापन दोनों एक ही दिशा में है।

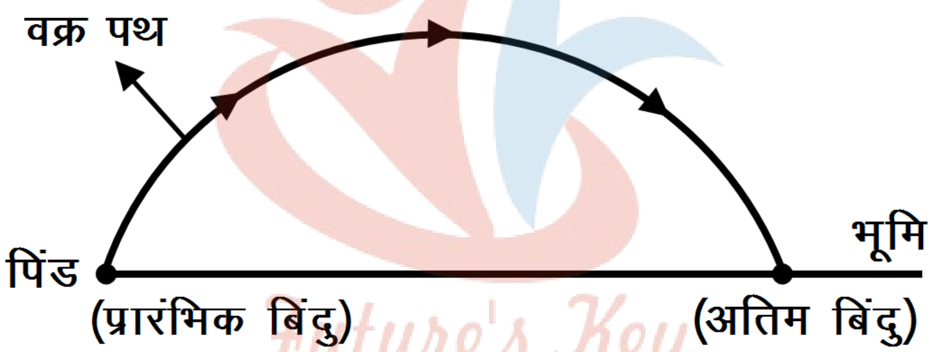
(f) नहीं, इस स्थिति में कोई बल कार्य नहीं कर रहा है और न ही कोई विष्ठापन हो रहा है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

(g) 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 हैं। पिंड पर गुरुत्व बल द्वारा कितना कार्य किया गया?

उत्तर- चूँकि पिंड के पथ के प्रारंभिक तथा अंतिम बिंदु एक ही क्षैतिज रेखा पर हैं अर्थात पिंड का विस्थापन क्षैतिज दिशा में हो रहा है। इसलिए नेट विस्थापन गुरुत्वीय बल की दिशा में उर्ध्वाधर नीचे नहीं हो रहा है। अतः गुरुत्वीय बल के कारण कोई कार्य नहीं हो रहा है। क्योंकि गुरुत्वीय बल की दिशा और विस्थापन के बीच 90° का कोण बनता है। अर्थात कार्य W =OJ



प्रश्न 3 एक बैट्री बल्ब जलाती है। इस प्रक्रम में होने वाले ऊर्जा परिवर्तनों का वर्णन कीजिए।

उत्तर- बैट्री में उपयोग किए जाने वाले रासायनिक पदार्थों की रासायनिक ऊर्जा का सबसे पहले विघुत ऊर्जा में रूपान्तरण होता है। बल्ब जलने पर विघुत ऊर्जा का प्रकाश ऊर्जा में रूपान्तरण होता है।

प्रश्न 4 20kg द्रव्यमान पर लगने वाला कोई बल इसके वेग को $5ms^{-1}$ से $2ms^{-1}$ में परिवर्तन कर देता है। बल द्वारा किए गए कार्य का परिकलन कीजिए।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर- बल द्वारा वस्तु पर किया गया कार्य = वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

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

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

$u = 5ms^{-1}$, $v = 2ms^{-1}$, $m = 20kg$

अतः किया गया कार्य $= \frac{1}{2}m(v^2 - u^2)$

$$= \frac{1}{2} \times 20[(2)^2 - (5)^2]$$

10(4 - 25)

= 10 ×(-21)

= -210J

ऋणात्मक चिन्ह दर्शाता है कि बल वस्तु की गति के विपरीत दिशा में लग रहा है।

प्रश्न 5 10kg द्रव्यमान का एक पिंड मेज 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- पिंड पर गुरुत्व बल द्वारा किया गया कार्य केवल ऊर्ध्वाधर विस्थापन पर निर्भर करता है। यह वस्तु के पथ पर निर्भर नहीं करता है।

इसलिए, गुरुत्व बल के लिए व्यंजक दिया गया है:

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

W = mgh

जहाँ, उर्ध्वाधर विस्थापन, h = 0

∴ W = mg × 0 = 0

पिंड पर गुरुत्व बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा।

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।

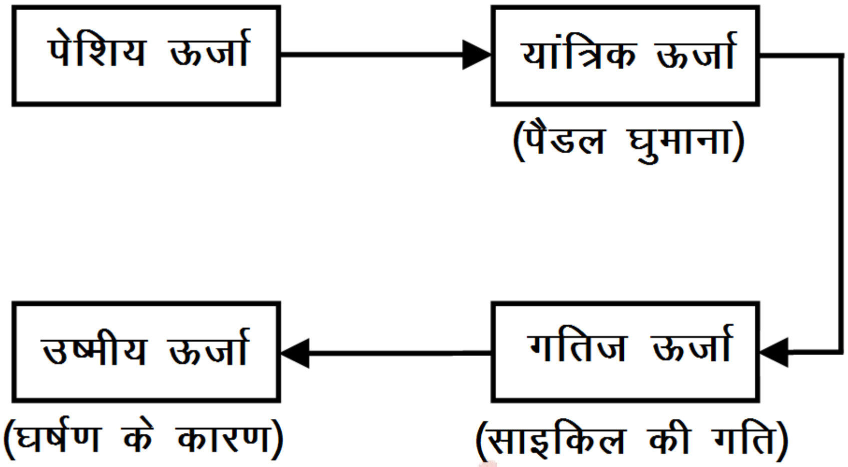
उत्तर- मुफ्त रूप से गिरते किसी पिंड की स्थितिज ऊर्जा जिस मात्रा में कम होती है उसी मात्रा में उसकी गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है। अतः, उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा संरक्षित रहती है। इस प्रकार यह ऊर्जा संरक्षण नियम का उल्लंघन नहीं करती है।

यांत्रिक ऊर्जा = स्थितिक ऊर्जा + गतिज ऊर्जा

प्रश्न 7 जब आप साइकिल चलाते हैं तो कौन-कौन से ऊर्जा रूपांतरण होते हैं?

उत्तर- जब साइकिल सवार बल लगाता है और पैडल घुमाता है तो इस प्रकार वह यांत्रिक कार्य कर रहा है जिसके फलस्वरूप साइकिल के पहिए गति करने लगते हैं। और यांत्रिक कार्य गतिज ऊर्जा में बदल जाता है। इस गतिज ऊर्जा का कुछ भाग सड़क के द्वारा साइकिल के टायरों पर कार्यरत घर्षण बल का सामना करने में भी व्यय होता है। घर्षण बल के विरुद्ध किया गया कार्य उष्मीय ऊर्जा में बदल जाता है।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com



प्रश्न 8 जब आप अपनी सारी शक्ति लगाकर एक बड़ी चट्टान को धकेलना चाहते हैं और उसे 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- नहीं, जब हम अपनी पूरी शक्ति से विशाल चट्टान को धकेलने पर नहीं खिसका पाते हैं, तो ऊर्जा का हस्तांतरण नहीं होता है। जब हम चट्टान को धकेलते हैं, तो हमारी पेशियाँ तन जाती हैं तथा इन पेशियों की ओर रक्त बहुत तेजी से विस्थापित होता है। इन परिवर्तनों में ऊर्जा खपत होती है तथा 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- यूनिट ऊर्जा 1 किलोवाट घंटा (kWh) के बराबर होता है।

1 यूनिट = 1kWh

1kWh = 3.6 × 106J

इसलिए, 250 यूनिट ऊर्जा = 250 × 3.6 × 106 = 9 × 108J

प्रश्न 10 40kg द्रव्यमान का एक पिंड धरती से 5m 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 गति ऊर्जा का परिकलन कीजिए। ($g = 10ms^{-1}$)

उत्तर- पिंड का द्रव्यमान m = 40kg, ऊंचाई h = 5m

गुरुत्वीय त्वरण $g = 10ms^{-2}$

इसलिए, स्थितिज ऊर्जा E = mgh

⇒ E = 40 × 10 × 5 = 2000J

जब पिंड ठीक आधे रस्ते पर है उस समय इसकी ऊंचाई $h_1 = \frac{5}{2} = 2.5\text{m}$

इसलिए, स्थितिज ऊर्जा $E_1 = mgh_1$

⇒ $E_1 = 40 \times 10 \times 2.5 = 1000J$

कुल ऊर्जा = स्थितिज ऊर्जा + गतिज ऊर्जा

⇒ 2000 = 1000 + गतिज ऊर्जा

⇒ गतिज ऊर्जा = 2000 - 1000 = 1000J

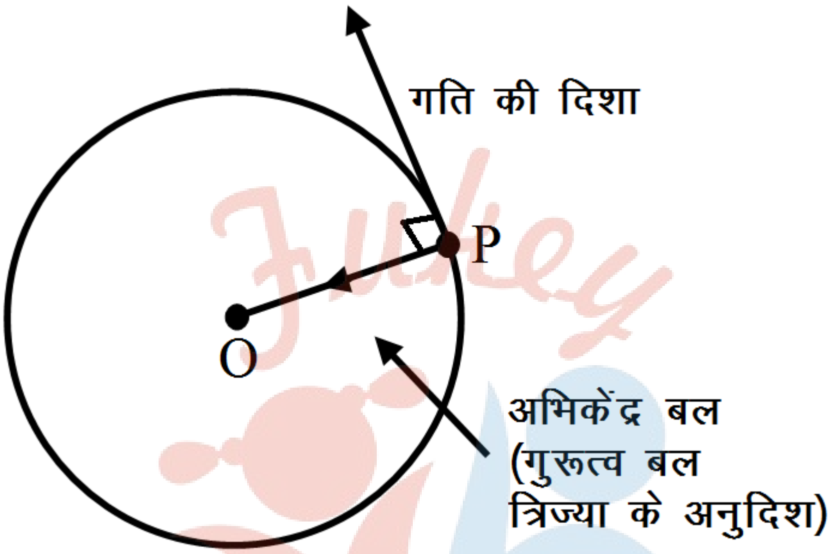
अतः, ठीक आधे रस्ते पर है उस समय पिंड की गतिज ऊर्जा 1000J है।

प्रश्न 11 पृथ्वी के चारों ओर घूमते हुए किसी उपग्रह पर गुरुत्व बल द्वारा कितना कार्य किया जाएगा? अपने उत्तर को तर्कसंगत बनाइए।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

उत्तर- पृथ्वी उपग्रह पर गुरुत्व बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा क्योंकि उपग्रह पर कार्यरत गुरुत्व बल और विस्थापन की दिशा के बीच 90° का कोण बनता है।

गणितीय रूप से-



$W = F \cos\theta \times S$

$= F \cos 90^\circ \times S$ [$\cos 90^\circ = 0$]

$= F \times 0 \times = 0$

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- हाँ, बल की अनुपस्थिति में वस्तु में विस्थापन हो सकता है। यदि वस्तु एकसमान गति से चल रही है। तो उस वस्तु पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता परन्तु वस्तु में विस्थापन होता है। जब वस्तु को किसी आनत-तल से मुक्त अवस्था में छोड़ा जाता है तो वह गुरुत्व बल के कारण

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

नीचे आती है परन्तु पृथ्वी तल पर पहुँचने पर क्षैतिज दिशा में उस पर कोई बल कार्य नहीं करता परन्तु वह वस्तु' क्षैतिज दिशा में एकसमान गति से चलती है तथा उसमें विस्थापन होता रहता है।

प्रश्न 13 कोई मनुष्य भूसे के एक गट्टर 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- कार्य करने के लिए दो दशाओं का होना आवश्यक है-

- वस्तु पर कोई बल लगना चाहिए।
- वस्तु का विस्थापन उस पर लगे बल के कारण बल की दिशा में या उसके विपरीत दिशा में होना चाहिए।

जब कोई मनुष्य भूसे के एक गठ्ठर को अपने सिर पर रखता है, तो उस भूसे के गठ्ठर में कोई विस्थापन नहीं होता। फिर भी, गुरुत्व बल भूसे के गठ्ठर पर कार्य कर रहा है, मनुष्य उस पर कोई बल नहीं लगा रहा है। इस प्रकार बल की अनुपस्थिति में उस मनुष्य द्वारा भूसे के गठ्ठर पर किया गया कार्य शून्य है।

प्रश्न 14 एक विद्युत् - हीटर (ऊष्मक) की घोषित शक्ति 1500W है। 10 घंटे में यह कितनी ऊर्जा उपयोग करेगा?

उत्तर- विघुत् - हीटर की शक्तिp = 1500W

$= \frac{1500}{1000} \text{kw} = 1.5\text{kw}$

समय t = 10 घंटे

∴ उपभोग की गई ऊर्जा = शक्ति × लिया गया समय

∴ E = P × t

= (1.5kw) × 10h = 15wh

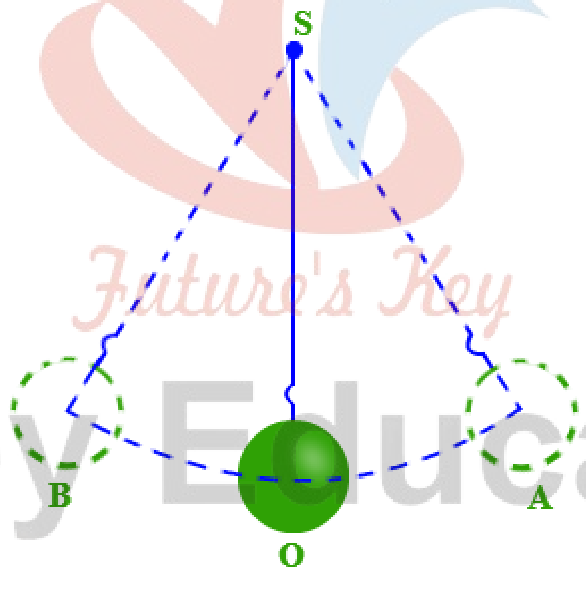
Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

= 15 यूनिट

अतः 10 घंटे में उपभोग की गई ऊर्जा 15kwh या 15 यूनिट है।

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 का उल्लंघन है?

उत्तर- 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 0 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।

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

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- वस्तु का द्रव्यमान = m

वस्तु का प्रारंभिक वेग = v,

वस्तु का अन्तिम वेग = 0

वस्तु पर किया गया कार्य = वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन = अन्तिम गतिज ऊर्जा – प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

$$= \frac{1}{2} m \times (0)^2 - \frac{1}{20} mv^2$$

$$= 0 - \frac{1}{2} mv^2$$

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

ऋणात्मक चिन्ह यह प्रदर्शित करता है कि किया गया कार्य वस्तु की गति की दिशा के विपरीत है।

विराम अवस्था में आने के लिए पिंड पर $= \frac{-1}{2} mv^2$ कार्य करने की आवश्यकता है।

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

उत्तर- गतिज ऊर्जा, $Ek = \frac{1}{2} mv^2$

जहाँ,

कार का द्रव्यमान, m = 1500kg

कार का वेग, v = 60km/ h

$$= 60 \times \frac{5}{18} m/s$$

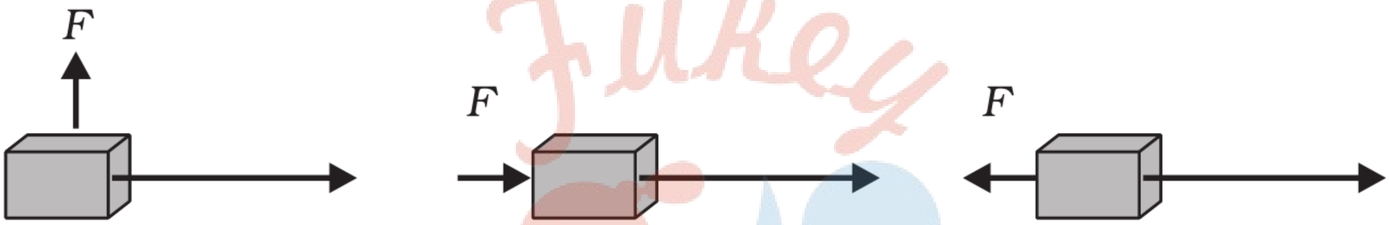
Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com

$$\therefore Ek = \frac{1}{2} \times 1500 \times \left(60 \times \frac{5}{18}\right)^2$$

$$= 20.8 \times 10^{4J}$$

इस प्रकार कार को रोकने के लिए $20.8 \times 10^4 J = 208416.67J$ कार्य की आवश्यकता होगी।

प्रश्न 18 निम्न में से प्रत्येक स्थिति 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- पहली स्थिति में बल तथा विस्थापन परस्पर लंब है 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 हैं? बताइए क्यों?

उत्तर- हाँ, हम सोनी के इस कथन से सहमत हैं। यदि किसी वस्तु पर अनेक बल कार्य कर रहे हों और उनका परिणामी बल अर्थात् नेट बल शून्य हो तो वस्तु का त्वरण शून्य होगा।

[$F = ma \Rightarrow 0 = ma \Rightarrow a = 0$ क्योंकि m शून्य नहीं हो सकता]

प्रश्न 20 चार युक्तियाँ, जिनमें प्रत्येक की शक्ति 500w है। 10 घंटे तक उपयोग में लाई जाती हैं। इनके द्वारा व्यय की गई ऊर्जा kuuh में परिकलित कीजिए।

उत्तर- प्रत्येक युक्ति की शक्ति P = 500 वाट $= \frac{500}{1000}$ किलोवाट = 0.5 किलोवाट,

t = 10 घंटे

$$p = \frac{W}{t}$$

प्रत्येक युक्ति द्वारा व्यय ऊर्जा

(W) = P × t = 0.5 किलोवाट घंटे × 10 घंटे = 0.5 × 10 किलोवाट-घंटे

चार युक्तियों द्वारा उपयोग की गई कुल ऊर्जा = 4 × 5 = 20 किलोवाट-घंटा ।

प्रश्न 21 मुक्त रूप से गिरता एक पिंड अंततः धरती तक पहुँचने पर रुक जाता है। इसकी गतिज ऊर्जा का क्या होता है?

उत्तर- जब कोई वस्तु मुक्त रूप से धरती पर गिरता है, इसकी स्थितिज ऊर्जा घटती है तथा गतिज ऊर्जा में वृद्धि होती है। धरती तक पहुँचते ही उसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। जैसे ही वस्तु की टक्कर कठोर धरती से होती है, उसकी सारी गतिज ऊर्जा उष्मीय ऊर्जा तथा ध्वनि ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। यह धरती की प्रकृति तथा वस्तु की गतिज ऊर्जा की मात्रा के आधार पर सतह में गड्ढा भी कर सकता है।

Fukey Education

Website - www.fukeyeducation.com, Email :- fukeyeducation@gmail.com