

# कार्य, शक्ति तथा ऊर्जा

## Work, Energy & Power

CLASS-IX  
PHYSICS

### 1. कार्य की परिभाषा दें?

उत्तर—जब किसी वस्तु पर बल आरोपित करने से बल के स्थान में परिवर्तन होता है। तो उसे कार्य कहते हैं।

अथवा

किसी वस्तु पर आरोपित बल एवं बल की दिशा में उत्पन्न विस्थान के गुणनफल को कार्य कहा जाता है।

कार्य = बल  $\times$  बल की दिशा में विस्थापन

$$W = F \times S,$$

जहाँ  $W$  = किया गया कार्य,  $F$  = आरोपित बल,  $S$  = विस्थापन

कार्य एक अदिश राशि है। बल तथा विस्थापन सदिश राशि है।

कार्य का S.I. मात्रक जूल (Joule) होता है। इसका C.G.S मात्रक अर्ग (ERG) होता है।

$$1 \text{ J} = 10^7 \text{ erg}$$

$$1 \text{ J} = \text{Nm}$$

$$1 \text{ जूल} = 1 \text{ न्यूटन} \times 1 \text{ मीटर}$$

### 2. जूल की परिभाषा दें?

उत्तर—जब किसी वस्तु पर 1 न्यूटन का बल आरोपित करके उसे 1 m की दूरी विस्थापित की जाती है। तो 1 जूल कार्य कहा जाता है।

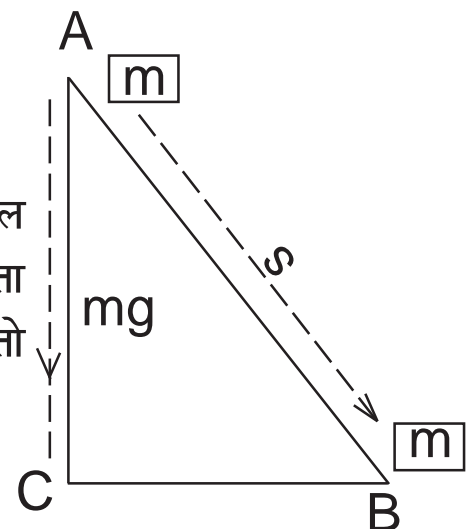
$$1 \text{ जूल} = 1 \text{ न्यूटन} \times 1 \text{ मीटर}$$

### 3. कार्य का व्यंजक प्राप्त करें?

उत्तर—माना कि  $m$  द्रव्यमान का कोई पिण्ड  $F$  बल के प्रभाव से  $S$  दूरी तय करके  $A$  से  $B$  तक पहुँचता है। गुरुत्व बल ( $mg$ ) नीचे के ओर कार्य करता है। तो किया गया कार्य ( $W$ ) =  $mg \times AC$

$$W = F \times AC \quad \text{_____ (i)}$$

$\triangle ABC$  में,



$$\cos \theta = \frac{AC}{AB}$$

$$AC = AB \cos \theta$$

$$AC = S \cos \theta \quad (ii)$$

समी० (ii) का मान समी० (i) में रखने पर,

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

#### 4. ऊर्जा की परिभाषा दें?

उत्तर—किसी वस्तु के कार्य करने की कुल क्षमता को उस वस्तु की ऊर्जा कहते हैं।

अथवा

ऊर्जा कार्य का परिमाण होता है।

इसका भी S.I. मात्रक जूल होता है। C.G.S मात्रक अर्ग होता है। ऊर्जा एक अदिश राशि है।

ऊर्जा का व्यवसायिक मात्रक किलोवाट घंटा (Kwh) होता है।

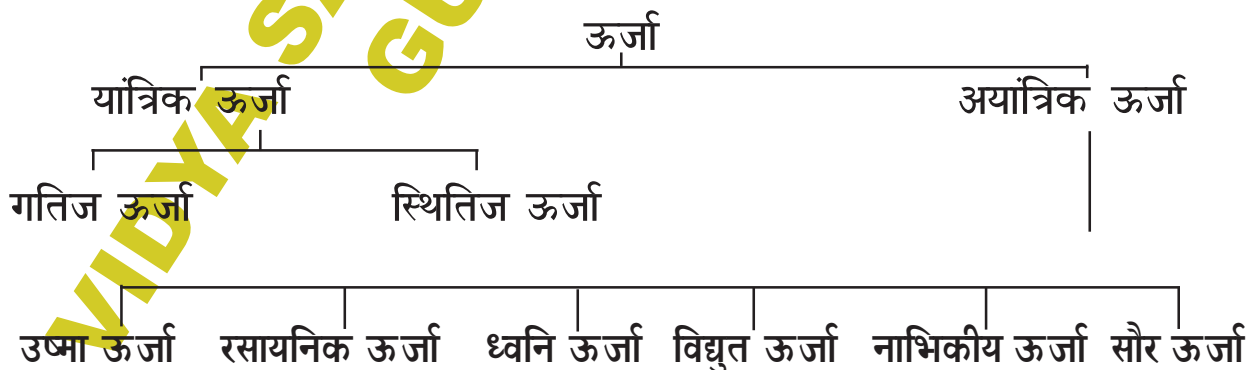
$$\begin{aligned} 1 \text{ Unit} &= 1 \text{ Kwh} \\ &= 1 \text{ B.O.T.} \\ &= 3.6 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

नाभिकीय भौतिकी में इलेक्ट्रॉन वोल्ट भी इसका मात्रक होता है।

$$1 \text{ ev} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

#### 5. ऊर्जा के विभिन्न प्रकारों को लिखें तथा परिभाषित करें?

उत्तर—ऊर्जा के निम्नलिखित रूप हैं—



## 6. गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर—किसी वस्तु में उसकी गति के कारण उत्पन्न ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं।  
किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसके वेग के साथ बढ़ती है।

## 7. गतिज ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त करें?

अथवा सिद्ध करें कि वेग से गतिमान द्रव्यमान के किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा  $\frac{1}{2}mv^2$  होती है?

अथवा  $V$  वेग से गतिमान  $m$  द्रव्यमान के किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त करें?

अथवा

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

उत्तर—माना कि  $m$  द्रव्यमान की एक वस्तु बिंदु  $A$  पर विरामावस्था में है। माना कि वस्तु पर एक बल  $F$  आरोपित की जाती है जिसके फलस्वरूप वस्तु  $S$  दूरी तय करने के बाद बिंदु  $B$  पर पहुँचती है।

किया गया कार्य  $(W) = F \times S$  \_\_\_\_\_ (i)

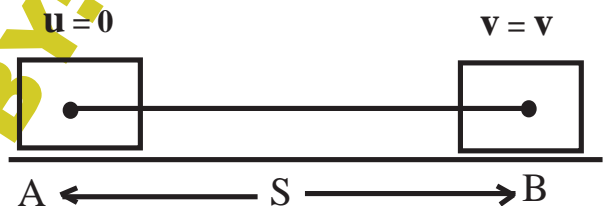
गति समीकरण से हम जानते हैं कि

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 = (0)^2 + 2as$$

$$v^2 = 2as$$

$$s = \frac{v^2}{2a} \text{ _____ (ii)}$$



न्यूटन गति के दूसरे नियम से,

$$F = m \times a \text{ _____ (iii)}$$

समी० (ii) तथा समी० (iii) का मान समी० (i) में रखने पर,

$$W = F \times S$$

$$W = m \times a \times \frac{v^2}{2a}$$

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

किया गया कार्य गतिज ऊर्जा के बराबर होती है। गतिज ऊर्जा को K.E. या  $E_k$  या  $K$  से सूचित करते हैं।

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

8. कार्य ऊर्जा प्रमेय से आप क्या समझते हैं? इसके लिए संबंध स्थापित करें?  
उत्तर—किसी बल द्वारा किया गया कार्य वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होती है।

$$W = K_2 - K_1$$

$K_1$  = प्रारंभिक गतिज ऊर्जा,  $K_2$  = अंतिम गतिज ऊर्जा

माना कि  $m$  द्रव्यमान की एक वस्तु बिंदु A से प्रारंभिक वेग  $U$  से गतिशील है। वस्तु पर एक बल  $F$  लगाकर  $S$  दूरी तय करती है। अंतिम वेग ( $V$ ) बिंदु पर  $v$  हो जाता है। त्वरण  $a$  उत्पन्न होता है।

$$\text{किया गया कार्य } (W) = F \times S \quad \text{--- (i)}$$

न्यूटन गति के दूसरे नियम से,

$$F = m \times a \quad \text{--- (ii)}$$

हम जानते हैं कि

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 - u^2 = 2as$$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \quad \text{--- (iii)}$$

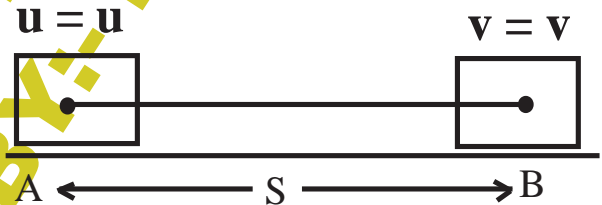
समी० (ii) तथा समी० (iii) का मान समी० (i) में रखने पर,

$$W = F \times S$$

$$W = m \times a \times \left( \frac{v^2 - u^2}{2a} \right)$$

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

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



$$W = K_2 - K_1$$

**9. गतिज ऊर्जा तथा रेखीय संवेग में संबंध स्थापित करें?**

उत्तर-संवेग की परिभाषा से हम जानते हैं कि

$$P = m \times v$$

$$v = \frac{P}{m} \text{ (i)}$$

गतिज ऊर्जा से,

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

समी० (i) का समी० (ii) में रखने पर,

$$K.E. = \frac{1}{2} m \left( \frac{P}{m} \right)^2 \quad K.E. = \frac{1}{2} \times m \times \frac{P^2}{m^2}$$

$$K.E. = \frac{1}{2} \times \frac{P^2}{m}$$

$$K.E. = \frac{P^2}{2m}$$

**10. स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy) को परिभाषित करें?**

उत्तर-किसी वस्तु में उसकी स्थित या संरूपण के कारण उत्पन्न ऊर्जा को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

इसे प्रायः P.E या  $E_p$  या  $\phi$  फाई से सूचित करते हैं। जैसे-गोलघर पर बैठा बालक, तनी गुलेल।

**11. पृथ्वी तल से  $h$  ऊँचाई पर  $m$  द्रव्यमान के किसी पण्ड की स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक प्राप्त करें?**

अथवा सिद्ध करें कि  $E.P = mgh$

उत्तर-माना कि  $m$  द्रव्यमान की कोई वस्तु पृथ्वी की सतह से  $h$  ऊँचाई पर वस्तु का भार  $mg$  नीचे की ओर कार्य करता है। जहाँ गुरुत्वीय त्वरण  $g$  है।

$$F = mg \text{ (i)}$$

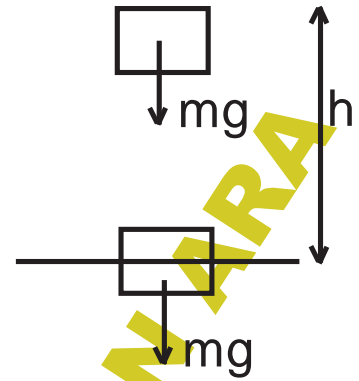
वस्तु द्वारा तय की गयी दूरी

$$S = h$$

$$\begin{aligned} \text{किया गया कार्य (W)} &= F \times S \\ &= mgh \end{aligned}$$

अतः किया गया कार्य गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा के बराबर होती है।

$$E.P = mgh$$



**12. शक्ति (Power) की परिभाषा दें? इसका मात्रक लिखें?**

उत्तर—कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं।

अथवा

प्रति ईकाई समय में किये गये कार्य को शक्ति कहते हैं।

इसे प्रायः P से सूचित करते हैं।

$$\begin{aligned} P &= \frac{W}{t} \\ &= \frac{J}{s} \end{aligned}$$

इसका S.I मात्रक जूल प्रतिसेकेण्ड (J/s) होता है। इसका मात्रक वाट (Watt) भी होता है।

इसका मात्रक अश्वशक्ति (Horse Power) भी होता है।

$$1 \text{ H.P} = 746 \text{ watt}$$

**13. 1 वाट की परिभाषा दें?**

उत्तर—1 जूल प्रति सेकेण्ड कार्य करने की दर को 1 वाट कहा जाता है।

$$1 \text{ watt} = \frac{1 \text{ Joule}}{1 \text{ Sec}}$$

**14. औसत शक्ति (Average Power) से आप क्या समझते हैं?**

उत्तर—किये गये कुल कार्य और कार्य करने में लगे कुल समय के अनुपात को औसत शक्ति कहते हैं।

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

### 15. 1 Kwh को जूल में बदलें?

उत्तर-  $1\text{Kwh} = 1000 \text{ watt} \times 1 \text{ hours}$

$$= 1000 \times \frac{\text{J}}{\text{Sec}} \times 60 \times 60 \text{ Sec}$$

$$= 1000 \times 3600 \times \text{J}$$

$$= 36 \times 10^5 \text{ J}$$

$$= 3.6 \times 10^6 \text{ J}$$

### 16. ऊर्जा संरक्षण के सिद्धान्त को लिखें तथा प्रमाणित करें?

अथवा, स्वतंत्र रूप से गिरते हुए पिण्ड का उदाहरण देकर ऊर्जा संरक्षण सिद्धान्त तो समझावें?

उत्तर-विश्व में ऊर्जा का कुल परिमाण तनयत होता है। ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और नष्ट की जा सकती है। केवल इसका रूपान्तरण हो सकता है।

माना कि  $m$  द्रव्यमान का कोई पिण्ड पृथ्वी तल से  $h$  ऊँचाई पर रूका है।

अतः A बिन्दु पर गतिज ऊर्जा = 0

$$\text{कुल ऊर्जा} = mgh + 0 = mgh$$

दूसरी स्थिति में वस्तु B विरामावस्था

( $u = 0$ ) से नीचे  $x$  दूरी तय कर B पर पहुँचती है। जहाँ उसका अंतिम वेग  $v$  हो जाता है।

$$v^2 = u^2 + 2gx$$

$$v^2 = 2as$$

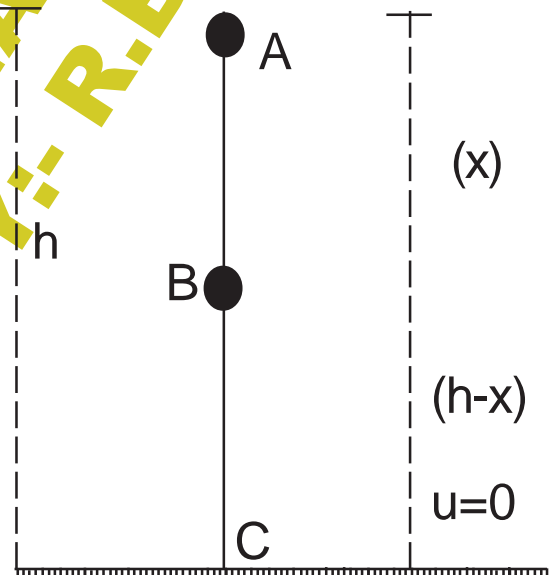
$$\text{B पर गतिज ऊर्जा} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2}m \times 2gx$$

$$= mgx \text{ _____ (i)}$$

$$\text{C पर गतिज ऊर्जा} = mg(h-x)$$

$$= mgh - mgx \text{ _____ (ii)}$$



समी० (i) तथा समी० (ii) से,  
 $\cancel{mgx} + mgh - \cancel{mgx} = mgh$

अन्त में वस्तु को बिंदु A पहुँचने के मात्र पहले निकाय की स्थितिज ऊर्जा

$$\begin{aligned}\text{शून्य तथा वस्तु की गतिज ऊर्जा} &= \frac{1}{2}mv^2 \quad (v^2 = 2gh) \\ &= \frac{1}{2} \times m \times 2gh \\ &= mgh\end{aligned}$$

इस अवस्था में वायु घर्षण का मान नगण्य होता है। गिरती हुई वस्तु के लिए यांत्रिक ऊर्जा (P.E. + K.E) का मान गति के क्रम में प्रत्येक बिन्दु पर नियत रहता है। ऊर्जा का केवल रूपान्तरण होता है। अर्थात् जब वस्तु पृथ्वी से टकराती हैं तो वस्तु की कुल ऊर्जा का रूपान्तरण उष्मा, ध्वनि आदि के रूप में होता है।

### 16. गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा में अन्तर स्पष्ट करें?

उत्तर—गतिज ऊर्जा एवं स्थितिज ऊर्जा में निम्न अंतर हैं—

| क्र०  | गतिज ऊर्जा   | स्थितिज ऊर्जा  |
|-------|--|--|
| (i)   | गतिज ऊर्जा संचित ऊर्जा नहीं है।                          | स्थितिज ऊर्जा संचित ऊर्जा है।                                  |
| (ii)  | गतिज ऊर्जा आपेक्षिक नहीं होती है।                        | स्थिति के कारण कार्य करने की क्षमता को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। |
| (iii) | गति के कारण कार्य करने की क्षमता को गतिज ऊर्जा कहते हैं। | स्थिति के कारण कार्य करने की क्षमता को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं। |
| (iv)  | गतिज ऊर्जा ऋतुणात्मक नहीं होती है।                       | स्थितिज ऊर्जा ऋतुणात्मक हो सकती है।                            |



## 17. शक्ति एवं ऊर्जा में अन्तर बतावें?

उत्तर-शक्ति एवं ऊर्जा में निम्न अंतर हैं-

| क्र०  | शक्ति                               | ऊर्जा   |
|-------|-------------------------------------|---|
| (i)   | कार्य करने की दर को शक्ति कहते हैं। | किसी वस्तु के कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। |
| (ii)  | शक्ति समय पर निर्भर करती है।        | ऊर्जा समय पर निर्भर नहीं करती।                        |
| (iii) | शक्ति का S.I मात्रक वाट होता है।    | ऊर्जा का S.I मात्रक जूल होता है।                      |
| (iv)  | शक्ति का हास हो सकता है।            | ऊर्जा का हास नहीं हो सकता।                            |

## 18. जब कोई पिण्ड घर्षणहीन पथ पर समवेग से चलता है तो उसकी कुल ऊर्जा अचर रहती है? इसका वैज्ञानिक कारण दें?

उत्तर-घर्षण हीन पथ पर घर्षण बल के विरुद्ध कोई कार्य नहीं करना पड़ता है। पिण्ड की गतिज ऊर्जा का कुछ भी अपव्यय नहीं होता है। अतः पिण्ड की कुल ऊर्जा अचर रहती है।

## 19. जब कोई चालक पहाड़ी की चढ़ाई पर अपना वाहन चढ़ाता है तो उसकी चाल क्यों बढ़ा देता है?

उत्तर-जब चालक पहाड़ी पर वाहन चढ़ाता है तो वाहन की गतिज ऊर्जा उसकी स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि के कारण गतिज ऊर्जा में हुई कमी को पूरा करने के लिए चालक वाहन की चाल बढ़ा देता है।

## 20. छत पर दौड़ते हुए बालक में कौन-सी ऊर्जा होती है। अपने उत्तर का कारण दें?

उत्तर-छत पर दौड़ते हुए बालक में गतिज तथा स्थितिज दोनों ऊर्जा होती है। छत पृथ्वी की सतह से ऊँचाई पर है। इसलिए बालक में स्थिति के कारण स्थितिज ऊर्जा है। बालक छत पर दौड़ रहा है। इसलिए बालक में गतिज ऊर्जा है। अतः गति के कारण बालक में कार्य करने की क्षमता है। इसलिए बालक में गतिज ऊर्जा है।

## 21. किसी वस्तु का द्रव्यमान दुगुना करने पर या उसका वेग दुगुना करने पर उसकी गतिज ऊर्जा किस स्थिति में प्रभावित होगी?

उत्तर-यदि वस्तु का द्रव्यमान दुगुना कर दी जाए तो उसकी गतिज ऊर्जा दुगुनी

हो जाएगी। यदि चाल समान रहे।

$$K.E = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2m \times v^2 \quad 2 K.E = 2mv^2$$

यदि वस्तु की चाल दुगुनी हो जाए तो गतिज ऊर्जा चौगुनी हो जाएगी।

$$K.E = \frac{1}{2} \times m \times (2v)^2 \quad K.E = 4 \times \boxed{\frac{1}{2} mv^2}$$

VIDYA SAGAR SIKSHAN SANTHAN ARA  
GUIDED BY:- R.B. SINGH