CHAPTER - 5 Work, Energy And Power
कार्य, ऊर्जा और शक्ति

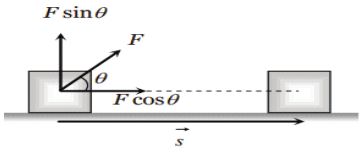
Work:-

When a force acts on an object and the object actually moves in the direction of force, then the work is said to be done by the force.

कार्य:- जब किसी वस्तु पर कोई बल कार्य करता है और वस्तु वास्तव में बल की दिशा में गति करती है, तो कहा जाता है कि बल द्वारा कार्य किया गया है।

Work Done by a Constant Force:-

Let a constant force F be applied on the body such that it makes an angle θ with the horizontal and body is displaced through a distance s



By resolving force F into two components :

(i) Fcosθ in the direction of displacement of the body.

(ii) Fsinθ in the perpendicular direction of displacement of the body.

Since body is being displaced in the direction of Fcosθ , therefore work done by the force in displacing the body through a distance s is given by -

$$W = (F\cos\theta)s = Fs\cos\theta$$

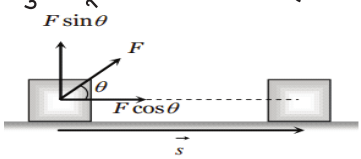
$$\Rightarrow W = \vec{F}.\vec{s}$$

•Thus work done by a force is equal to the scalar or dot product of the force and the displacement of the body. So Work is a scalar quantity.

•Work done by a constant force depends only on the initial and final Positions and not on the actual path followed between initial and final positions.

अचर बल द्वारा किया गया कार्य:-

माना की एक अचर बल F वस्तु पर इस प्रकार लगाया गया है कि यह क्षैतिज के साथ θ कोण बनता है और वस्तु s दूरी से विस्थापित हो जाता हैं|



बल F को दो घटकों में विघटित करने पर :

(i) Fcosθ वस्तु के विस्थापन की दिशा में हैं |

(ii) Fsinθ वस्तु के विस्थापन की लंबवत दिशा में हैं।

चूँकि वस्तु Fcosθ की दिशा में विस्थापित हो रही है, इसलिए वस्तु को s दूरी से विस्थापित करने में बल द्वारा किया गया कार्य -

$$W = (F\cos\theta)s = Fs\cos\theta$$

$$\Rightarrow W = \vec{F}.\vec{s}$$

•इस प्रकार किसी बल द्वारा किया गया कार्य बल और वस्तु के विस्थापन के अदिश गुणनफल के बराबर होता है। इसलिय कार्य एक अदिश राशि है।

•एक अचर बल द्वारा किया गया कार्य केवल प्रारंभिक और अंतिम स्थिति पर निर्भर करता है, न कि प्रारंभिक और अंतिम स्थिति के बीच अपनाए गए वास्तविक पथ पर।

Dimension and Units of Work:-

As work = Force x displacement

$\therefore$ [W] = [Force] x [Displacement]

$= [MLT^{-2}]\ [L\ ] = [ML^2T^{-2}]$

Its dimensional formula is $[ML^2T^{-2}]$

Its SI unit is joule and CGS unit is erg .

कार्य के विमाएँ और मात्रक :-

चूँकि कार्य = बल x विस्थापन

$\therefore$ [कार्य] = [बल] x [विस्थापन]

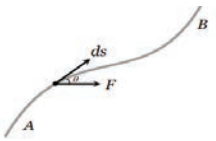
$= [MLT^{-2}]\ [L\ ] = [ML^2T^{-2}]$

इसका विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ होता है |

इसकी SI मात्रक जुल और cgs मात्रक अर्ग (erg) होता है |

Work Done by a Variable Force:-

When the magnitude and direction of a force varies with position, the work done by such a force for an infinitesimal displacement is given by- $dW = F.ds$



The total work done in going from A to B as shown in the figure is -

$$W = \int_A^B \vec{F}.d\vec{s} = \int_A^B (F\cos\theta)ds$$

© NCERT not to be republished

In terms of rectangular component -

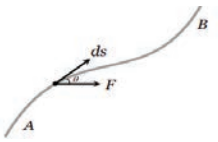
$\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}$ and $d\vec{s} = dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k}$

$$\therefore W = \int_A^B (F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}).(dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k})$$

$$\Rightarrow W = \int_{x_A}^{x_B} F_x dx + \int_{y_A}^{y_B} F_y dy + \int_{z_A}^{z_B} F_z dz$$

परिवर्तनशील बल द्वारा किया गया कार्य:- जब किसी बल का परिमाण और दिशा स्थान के साथ बदलती रहती है, तो ऐसे बल द्वारा एक अतिसूक्ष्म विस्थापन के लिए किया गया कार्य इस प्रकार दिया जाता है-

$$dW = \vec{F}.d\vec{s}$$



जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, A से B तक जाने में किया गया कुल कार्य -

$$W = \int_A^B \vec{F}.d\vec{s} = \int_A^B (F\cos\theta)ds$$

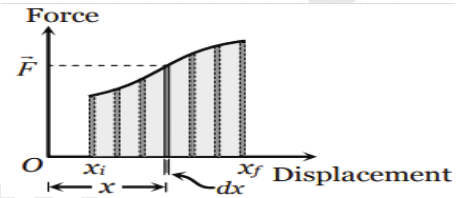
आयताकार घटक के संदर्भ में,

$\vec{F} = F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}$ और $d\vec{s} = dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k}$

$$\therefore W = \int_A^B (F_x\hat{i} + F_y\hat{j} + F_z\hat{k}).(dx\hat{i} + dy\hat{j} + dz\hat{k})$$

$$\Rightarrow W = \int_{x_A}^{x_B} F_x dx + \int_{y_A}^{y_B} F_y dy + \int_{z_A}^{z_B} F_z dz$$

Calculation of Work Done by Force Displacement Graph



Let a body, whose initial position is x_i , is acted upon by a variable force and consequently the body acquires its final position x_f . Let F be the average value of variable force within the interval dx. The work done for small displacement dx will be the area of the shaded strip of width dx.

$dW = \vec{F}\,dx$ = Area of strip of width dx

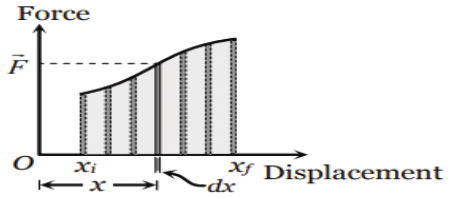
The work done on the body in displacing it from position x_i to x_f will be equal to the sum of areas of all the such strips.

$$\therefore W = \int_{x_i}^{x_f} dW = \int_{x_i}^{x_f} \vec{F}\,dx$$

W = Area under curve Between x_i and x_f

i.e. Area under force displacement curve with proper algebraic sign represents work done by the force.

बल विस्थापन ग्राफ़ द्वारा किए गए कार्य की गणना



मान लीजिए एक पिंड, जिसकी प्रारंभिक स्थिति x_i है, पर एक परिवर्तनीय बल द्वारा कार्य किया जाता है और परिणामस्वरूप पिंड अपनी अंतिम स्थिति x_f प्राप्त कर लेता है| मान लीजिए की अंतराल dx के भीतर परिवर्तनीय बल का औसत मान F है। छोटे विस्थापन dx के लिए किया गया कार्य चौड़ाई dx की छायांकित पट्टी का क्षेत्रफल होगा।

$dW = \vec{F}\,dx$ = dx चौड़ाई की पट्टी का क्षेत्रफल

पिंड को उसके स्थान x_i से x_f तक विस्थापित करने में किया गया कार्य ऐसी सभी पट्टियों के क्षेत्रफलों के योग के बराबर होगा।

$$\therefore W = \int_{x_i}^{x_f} dW = \int_{x_i}^{x_f} \vec{F}\,dx$$

W = x_i और x_f के बीच वक्र के नीचे का क्षेत्रफल

अर्थात उचित बीजगणितीय चिह्न के साथ बल विस्थापन वक्र का क्षेत्रफल बल द्वारा किए गए कार्य को दर्शाता है।

Zero work:-

Under three conditions, Work done by a force is zero.

1. If there is no displacement [s = 0]
2. If the force is perpendicular to the displacement i.e., θ = 90°
3. If there is no force acting on the body [F = 0]

शून्य कार्य:-

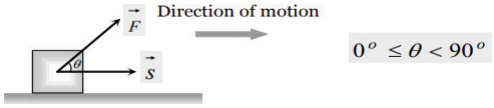
तीन स्थितियों में, किसी बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।

1. यदि कोई विस्थापन नहीं हो [s = 0]
2. यदि बल विस्थापन के लंबवत हो यानी, θ = 90°
3. यदि पिंड पर कोई बल कार्य नहीं कर रहा हो [F = 0]

Positive work:-

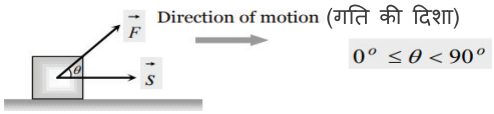
Work done by a force is positive if the angle between $\vec{F}$ and $\vec{s}$ is an acute angle. The positive work signifies that the external force favours the motion of the body.

© NCERT not to be republished



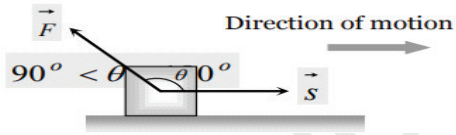
धनात्मक कार्य:-

यदि $\vec{F}$ और $\vec{s}$ बीच का कोण एक न्यूनकोण हो तो बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होता है। धनात्मक कार्य यह दर्शाता है कि बाहरी बल पिंड की गति के पक्ष में है।



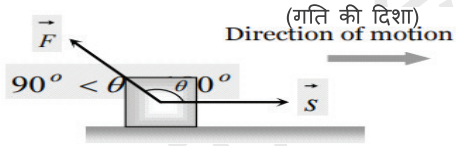
Negative work:-

Work done by a force is negative if the angle between $\vec{F}$ and $\vec{s}$ is an obtuse angle.The negative work signifies that the external force opposes the motion of the body.



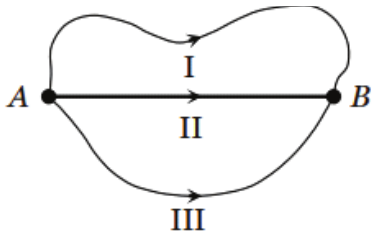
ऋणात्मक कार्य:-

यदि $\vec{F}$ और $\vec{s}$ बीच का कोण एक अधिक कोण हो तो बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होता है। ऋणात्मक कार्य दर्शाता है कि बाहरी बल पिंड की गति का विरोध करता है।



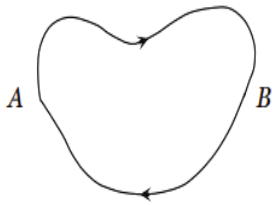
Work Done in Conservative Field:-

1. In conservative field work done by the force is independent of the path followed between any two points.



i.e., $W_{A\to B} = W_{A\to B} = W_{A\to B}$
Path I Path II Path III

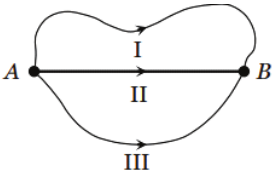
2. In conservative field work done by the force over a closed loop is zero.



i.e,. $W_{A\to B} + W_{B\to A} = 0$
or $\oint \vec{F}.d\vec{l} = 0$

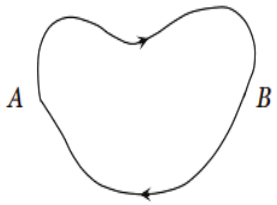
संरक्षी क्षेत्र में किये गये कार्य:-

1. संरक्षी क्षेत्र में बल द्वारा किया गया कार्य किन्हीं दो बिंदुओं के बीच अपनाए गए पथ से स्वतंत्र होता है।



अर्थात, $W_{A\to B} = W_{A\to B} = W_{A\to B}$
Path I Path II Path III

2. संरक्षी क्षेत्र में एक बंद लूप में बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।



अर्थात, $W_{A\to B} + W_{B\to A} = 0$
या, $\oint \vec{F}.d\vec{l} = 0$

Work Done in Non-Conservative Field:-

In non- conservative field work done by the force depends on the path followed between any two points and work done by the force over a closed loop is not zero.

असंरक्षी क्षेत्र में किया गया कार्य:-

असंरक्षी क्षेत्र में बल द्वारा किया गया कार्य किन्हीं दो बिंदुओं के बीच अपनाए गए पथ पर निर्भर करता है और बंद लूप में बल द्वारा किया गया कार्य शून्य नहीं होता है।

Conservative force :-

If work done by a force during a round trip is zero, then the force is conservative.Example : Electrostatic forces, gravitational forces, Spring force, magnetic forces and all the central forces are conservative in nature.

© JCERT not to be republished

संरक्षी बल :-

यदि किसी बल द्वारा बंद लूप में किया गया कार्य शून्य हो , तो वह बल संरक्षी बल कहलाता है।उदाहरण: विधुत्चुम्बकीय बल, गुरुत्वाकर्षण बल, स्प्रिंग बल, चुंबकीय बल और सभी केंद्रीय बल संरक्षी प्रकृति के होते हैं।

Non-conservative forces :-

If the amount of work done in moving an object against a force from one point to another depends on the path along which the body moves, then such a force is called a non-conservative force. Friction and viscosity are non-conservative forces.

असंरक्षी बल:-

यदि किसी वस्तु को किसी बल के विरुद्ध एक बिंदु से दूसरे बिंदु तक ले जाने में किया गया कार्य उस पथ पर निर्भर करता है जिसके साथ वस्तु चलती है, तो ऐसे बल को असंरक्षी बल कहा जाता है। घर्षण और श्यानता के बल असंरक्षी बल हैं।

Work done in different conditions:-

(i)The work done by a force will be different in different frames.

(ii) Work done in displacing any body under the action of a number of forces is equal to the work done by the resultant force.

(iii) In equilibrium (static or dynamic), the resultant force is zero therefore resultant work done is zero.

(iv) Work done in terms of rectangular components

If $\vec{F} = F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k}$

And $\vec{s} = s_x\hat{\imath} + s_y\hat{\jmath} + s_z\hat{k}$

Then $W = F_x s_x + F_y s_y + F_z s_z$

(v) Work done by the force of gravity on a particle of mass m is given by W = mgh where g is acceleration due to gravity and h is height through the particle displaced.

(vi) Work done in compressing or stretching a spring is given by $W = \frac{1}{2} kx^2$ where k is spring constant and x is displacement from mean position.

(vii) When on end of a spring is attached to a fixed vertical support and a block attached to the free end moves on a horizontal table from $x = x_1$ to $x = x_2$ then $W = \frac{1}{2} k(x_2^2 - x_1^2)$

विभिन्न परिस्थितियों में किया गया कार्य:-

(i) किसी बल द्वारा किया गया कार्य अलग-अलग निर्देश फ्रेम में अलग-अलग होगा।

(ii) कई बलों के द्वारा किसी भी वस्तु को विस्थापित करने में किया गया कार्य परिणामी बल द्वारा किए गए कार्य के बराबर होता है।

(iii) संतुलन (स्थैतिक या गतिशील) में, परिणामी बल शून्य होता है इसलिए किया गया परिणामी कार्य शून्य होता है।

(iv)आयताकार घटकों के संदर्भ में किया गया कार्य

अगर $\vec{F} = F_x\hat{\imath} + F_y\hat{\jmath} + F_z\hat{k}$

और $\vec{s} = s_x\hat{\imath} + s_y\hat{\jmath} + s_z\hat{k}$

तब $W = F_x s_x + F_y s_y + F_z s_z$

(v) द्रव्यमान m के एक कण पर गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य W = mgh द्वारा दिया जाता है जहाँ g गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण है और h विस्थापित कण की ऊँचाई है।

(vi) स्प्रिंग को दबाने या खींचने में किया गया कार्य

$W = \frac{1}{2} kx^2$ द्वारा दिया जाता है जहां k स्प्रिंग स्थिरांक है और x माध्य स्थिति से विस्थापन है।

(vii) जब स्प्रिंग का एक सिरा एक ऊर्ध्वाधर सतह से जुड़ा होता है और मुक्त सिरे से जुड़ा एक ब्लॉक क्षैतिज टेबल पर $x = x_1$ से $x = x_2$ तक चलता है तब-

$$W = \frac{1}{2} k(x_2^2 - x_1^2)$$

Energy :-

The energy of a body is defined as its capacity for doing work. It is a scalar quantity. Its dimensional formula $[ML^2T^{-2}]$ is the same as that of work or torque. Its SI unit is joule and CGS unit is erg.

Practical units :-

electron volt (eV), Kilowatt hour (KWh), Calories (Cal)

ऊर्जा :-

किसी पिंड की ऊर्जा को उसकी कार्य करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जाता है। यह एक अदिश राशि है| इसका विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ कार्य या बल आघूर्ण के विमीय सूत्र के समान होता है। इसकी S.I. इकाई जूल है और CGS इकाई अर्ग (erg) है|

व्यावहारिक इकाइयाँ:

इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV), किलोवाट घंटा (KWh), कैलोरी (Cal)

Relation between different units:-

- 1 Joule $=10^7$ erg
- 1 eV = 9.16 $X10^{-19}$ Joule
- 1 KWh =3.6 X 10^6 Joule
- 1 Calorie = 4.18 Joule

विभिन्न इकाइयों के बीच संबंध:-

- 1 Joule $=10^7$ erg

© JCERT not to be republished

- 1 eV = 9.16 X10^{-19} Joule
- 1 KWh =3.6 X 10^6 Joule
- 1 Calorie = 4.18 Joule

Types of energy :-

There are several types of energies, such as mechanical energy (kinetic energy and potential energy), chemical energy, light energy, heat energy, sound energy, nuclear energy, electric energy etc.

Mechanical Energy :-

The sum of kinetic energy and potential energy is known as mechanical energy. Mechanical energy is of two types:

1. **Kinetic Energy :-** The energy possessed by any object by virtue of its motion is called its kinetic energy. The K.E. of a body of mass m moving with speed v is -

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

where $p = mv$ = momentum of the object.

2. **Potential Energy:-** The energy possessed by any object by virtue of its position or configuration is called its potential energy.Potential energy is defined only for conservative forces. It does not exist for non-conservative forces. Potential energy depends upon the frame of reference.For conservative force F(x) potential energy U(x) can be written as

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = -\int_{x_i}^{x_j} F(x)dx$$

Types of Potential energy:-

(i) **Gravitational Potential Energy:-** It is the energy possessed by a body by virtue of its position above the surface of the earth. The gravitational P.E. of a body of mass m at a height h above the earth's surface is -

$$U = mgh$$

(ii) **Elastic Potential Energy:-** According to Hooke's law, when a spring is stretched through distance x, the restoring force set up in the spring due to its elasticity is -

$$F \propto x \text{ or } F = -kx$$

Where k is spring constant of the spring which represents the restoring force set up in the spring per unit extension. Its unit is Nm^{-1}.

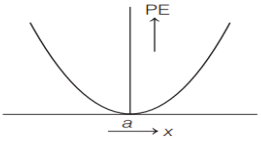
The work done in stretching the spring through distance x will be -

$$W = \int_0^x kx\,dx = \frac{1}{2}kx^2$$

This work done is stored as potential energy U of the spring.

$$\therefore U = \frac{1}{2}kx^2$$

The variation of potential energy with distance is shown in figure.



ऊर्जा के प्रकार :-

ऊर्जाएँ कई प्रकार की होती हैं, जैसे यांत्रिक ऊर्जा (गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा), रासायनिक ऊर्जा, प्रकाश ऊर्जा, ऊष्मा ऊर्जा, ध्वनि ऊर्जा, परमाणु ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा आदि।

यांत्रिक ऊर्जा :-

गतिज ऊर्जा और स्थितिज ऊर्जा का योग यांत्रिक ऊर्जा के रूप में जाना जाता है।यांत्रिक ऊर्जा दो प्रकार की होती है:-

1. **गतिज ऊर्जा :-** किसी भी वस्तु में उसकी गति के कारण मौजूद ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा कहलाती है। द्रव्यमान m तथा गति v से गतिमान पिंड का गतिज ऊर्जा -

$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$$

जहाँ $p = mv$ = वस्तु का संवेग।

2. **स्थितिज ऊर्जा:-** किसी भी वस्तु में उसकी स्थिति या संरूपण के आधार पर मौजूद ऊर्जा को उसकी स्थितिज ऊर्जा कहा जाता है। स्थितिज ऊर्जा को केवल संरक्षी बलों के लिए परिभाषित किया जा सकता है। असंरक्षी बलों के लिए इसका अस्तित्व नहीं होता है। स्थितिज ऊर्जा निर्देश फ्रेम पर निर्भर करती है। संरक्षी बल F(x) के लिए स्थितिज ऊर्जा U(x) को इस प्रकार लिखा जा सकता है-

$$F(x) = -\frac{dU(x)}{dx}$$

$$\Delta U = U_f - U_i = -\int_{x_i}^{x_j} F(x)dx$$

स्थितिज ऊर्जा के प्रकार :-

(i) **गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा :-** यह किसी पिंड में पृथ्वी की सतह से ऊँचाई पर स्थिति के कारण मौजूद ऊर्जा है। द्रव्यमान m के एक पिंड का पृथ्वी की सतह से h ऊँचाई पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा -

$$U = mgh$$

(ii) **प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा :-** हुक के नियम के अनुसार, जब एक स्प्रिंग को दूरी x तक खींचा जाता है, तो इसकी प्रत्यास्थता के कारण स्प्रिंग में स्थापित पुनर्स्थापना बल इस प्रकार होता है कि -

$$F \propto x \text{ या } F = -kx$$

जहां k स्प्रिंग का स्प्रिंग स्थिरांक है जो स्प्रिंग में प्रति यूनिट विस्तार में स्थापित पुनर्स्थापना बल का

© NCERT not to be republished

प्रतिनिधित्व करता है। इसकी इकाई N/m है।

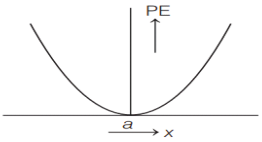
स्प्रिंग को दूरी x तक खींचने में किया गया कार्य होगा -

$$W = \int_0^x kx\,dx = \frac{1}{2}kx^2$$

किया गया यह कार्य स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा U के रूप में संग्रहीत होता है |

$$\therefore U = \frac{1}{2}kx^2$$

दूरी के साथ स्थितिज ऊर्जा में परिवर्तन निचे के चित्र में दिखाया गया है।



Work-Energy Theorem:-

Work done by a force in displacing a body is equal to change in its kinetic energy.

$$W = \int_{v_1}^{v_2} F \cdot ds = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = K_f - K_i = \Delta \text{KE}$$

where, K_i = initial kinetic energy

K_f = final kinetic energy.

v_1 = initial speed

and v_2 = final speed

(i) If W_{net} is positive, then K_f - K_i = positive, i.e., $K_f > K_i$ so kinetic energy will increase and vice-versa.

(ii) This theorem can be applied to non-inertial frames also. In a non-inertial frame it can be written as -

Work done by all the forces (including the Pseudo force) = change in kinetic energy in a non-inertial frame.

कार्य-ऊर्जा प्रमेय:-

किसी पिंड को विस्थापित करने में किसी बल द्वारा किया गया कार्य उसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है।

$$W = \int_{v_1}^{v_2} F \cdot ds = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = K_f - K_i = \Delta \text{KE}$$

जहां, K_i = प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

K_f = अंतिम गतिज ऊर्जा.

v_1 = प्रारंभिक गति

और v_2 = अंतिम गति

(i) यदि W_{net} धनात्मक हो , तो

K_f - K_i = धनात्मक होगा, अर्थात,$K_f > K_i$ इसलीय गतिज ऊर्जा बढ़ेगी |इसी प्रकार इसके विपरीत भी सत्य होगा।

(ii) इस प्रमेय को अजड़त्वीय निर्देश फ्रेमों पर भी लागू किया जा सकता है। एक अजड़त्वीय निर्देश फ्रेम में इसे इस प्रकार लिखा जा सकता है -

सभी बलों (छद्म बल सहित) द्वारा किया गया कार्य

= एक अजड़त्वीय निर्देश फ्रेमों में गतिज ऊर्जा में परिवर्तन।

Mass-Energy Equivalence:-

According to Einstein,mass can be converted into energy and energy into mass. A mass m is equivalent to energy E given by $E = mc^2$ Where c is the speed of light in vacuum.

द्रव्यमान-ऊर्जा तुल्यता:-

आइंस्टीन के अनुसार, द्रव्यमान को ऊर्जा में और ऊर्जा को द्रव्यमान में परिवर्तित किया जा सकता है। एक द्रव्यमान m ऊर्जा $E = mc^2$ के समतुल्य होता है जहां c निर्वात में प्रकाश की गति है|

Principle of Conservation of Energy:-

Energy can neither be created nor be destroyed, it can only be transferred from one form to another form. The sum of all kinds of energies in an isolated system remains constant at all times.

ऊर्जा संरक्षण का सिद्धांत:-

ऊर्जा को न तो निर्माण किया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है, इसे केवल एक रूप से दूसरे रूप में स्थानांतरित किया जा सकता है। किसी पृथक प्रणाली में सभी प्रकार की ऊर्जाओं का योग हर समय अचर रहता है।

Principle of Conservation of Mechanical Energy:-

For conservative forces the sum of kinetic and potential energies of any object remains constant throughout the motion.

यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण का सिद्धांत:-

संरक्षी बलों के लिए किसी भी वस्तु की गतिज और स्थितिज ऊर्जाओं का योग पूरी गति के दौरान अचर रहता है।

Power:-

The rate at which energy is transferred or work is done by a body is called power.

Power = Rate of doing work

$$= \frac{\text{work done}}{\text{time taken}}$$

Instantaneous power is given by

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{F}.\vec{s}) = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt}$$
$$= \vec{F}.\vec{v} = F\,v\cos\theta$$

$$\text{If } \theta = 0°, \text{ then } P = Fv.$$

Power is a scalar quantity. Its S.I. unit is watt and its dimensional formula is $[ML^2T^{-3}]$. Its other units are kilowatt and horsepower(hp),

- 1 kilowatt = 1000 watt
- 1 hp = 746 watt

© JCERT not to be republished

Kilowatt hour:-

It is the commercial unit of electrical energy. One kilowatt hour is the electrical energy consumed by an appliance of 1000 watt in 1 hour.

1 kWh = 3.6 ×10^6 J

शक्ति:-

वह दर जिस पर किसी पिंड द्वारा ऊर्जा स्थानांतरित की जाती है या कार्य किया जाता है, शक्ति कहलाती है।

शक्ति = कार्य करने की दर

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

तात्कालिक शक्ति को इस प्रकार दर्शाया जाता हैं

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{F}.\vec{s}) = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt}$$
$$= \vec{F}.\vec{v} = F\,v\cos\theta$$

यदि $\theta = 0°$ हो तो, $P = Fv$

शक्ति एक अदिश राशि है. इसकी S.I. मात्रक वाट है और इसका विमीय सूत्र [ML^2T^{-3}] होता हैं | इसकी अन्य मात्रक किलोवाट और अश्वशक्ति (HP) हैं|

- 1 kilowatt = 1000 watt
- 1 HP = 746 watt

किलोवाट घंटा:-

यह विद्युत ऊर्जा की व्यावसायिक मात्रक है। एक किलोवाट घंटा वह विद्युत ऊर्जा है जो 1000 वॉट के उपकरण द्वारा 1 घंटे में खपत की जाती है।

1 kWh = 3.6 ×10^6 J

Collisions:-

Collision between two or more particles is the interaction for a short interval of time in which they apply relatively strong forces on each other. In a collision physical contact of two bodies is not necessary.

टक्कर :-

दो या दो से अधिक कणों के बीच टक्कर थोड़े समय के अंतराल के लिए होने वाली परस्पर क्रिया है जिसमें वे एक-दूसरे पर अपेक्षाकृत अत्याधीक बल लगाते हैं। टक्कर में दो पिंडों का आपसी संपर्क आवश्यक नहीं है।

Types of collision (On the basis of conservation of kinetic energy):-

1. Elastic collision :-The collision in which both the momentum and the kinetic energy of the system remains conserved are called elastic collisions.In an elastic collision, all the involved forces are conservative forces and total energy remains conserved.

2. Inelastic Collision:- The collision in which only the momentum remains conserved but kinetic energy does not remain conserved are called inelastic collisions.

3.Perfectly Inelastic Collision:-It is the collision in which two bodies stick together after the collision.

टक्कर के प्रकार (गतिज ऊर्जा संरक्षण के आधार पर):-

1. प्रत्यास्थ टक्कर :-वह टक्कर जिसमें प्रणाली का संवेग और गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित रहती हैं, प्रत्यास्थ टक्कर कहलाती है। एक प्रत्यास्थ टक्कर में, शामिल सभी बल संरक्षी बल होते हैं और कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है।

2. अप्रत्यास्थ टक्कर:- वे टकराव जिनमें केवल संवेग संरक्षित रहता है लेकिन गतिज ऊर्जा संरक्षित नहीं रहती, अप्रत्यास्थ टकराव कहलाते हैं।

3. पूर्णतः अप्रत्यास्थ टक्कर:-यह वह टक्कर है जिसमें टक्कर के बाद दो पिंड आपस में चिपक जाते हैं।

Types of collision (On the basis of the direction of colliding bodies):-

1. Head-on collision or one-dimensional collision:-It is a collision in which the colliding bodies move along the same straight-line path before and after the collision.

2. Oblique collision:-If the two bodies do not move along the same straight-line path before or after the collision, the collision is said to be oblique collision.

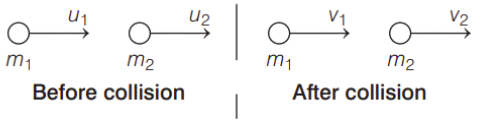
टक्कर के प्रकार (टकराने वाले पिंडों की दिशा के आधार पर):-

1. आमने सामने की (सम्मुख) टक्कर या एक आयामी टक्कर:-यह एक ऐसी टक्कर है जिसमें टकराने वाले पिंड टक्कर से पहले और टक्कर के बाद एक ही सीधी रेखा में चलते हैं।

2. तिरछी टक्कर:-यदि टक्कर से पहले या बाद में दो पिंड एक ही सीधी रेखा में नहीं चलते हैं, तो टक्कर को तिरछी टक्कर कहा जाता है।

Velocities in one-dimensional elastic collision:-

Suppose two bodies of masses m_1 and m_2 moving with velocities u_1 and u_2 ($u_1 > u_2$) in the same direction suffer head-on elastic collision. Let v_1 and v_2 be their velocities after collision.



By the law of conservation of momentum,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

As K.E. is conserved in an elastic collision, so

© JCERT not to be republished

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2+\frac{1}{2}m_2u_2^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$$

By solving the above two equations, it can be shown that in an elastic collision,

Velocity of approach = Velocity of separation

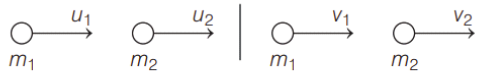
Or, $u_1-u_2=v_2-v_1$

Velocities after collision-

$$v_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot u_1+\frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot u_2$$

And $v_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot u_1+\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot u_2$

एक आयामी प्रत्यास्थ टक्कर में वेग :- मान लीजिए की m_1 औरm_2 द्रव्यमान के दो पिंड क्रमशः u_1 और u_2 ($u_1 > u_2$) वेग से एक ही दिशा में गतिमान हैं जिसमे आमने-सामने की प्रत्यास्थ टक्कर होती है। यदि v_1 और v_2 टक्कर के बाद उनकी गति हो तो



टक्कर के पहले | टक्कर के बाद

संवेग संरक्षण के नियम द्वारा,

$$m_1u_1+m_2u_2=m_1v_1+m_2v_2$$

जैसा कि एक प्रत्यास्थ टक्कर में गतिज ऊर्जा संरक्षित होती है, इसलिए

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2+\frac{1}{2}m_2u_2^2=\frac{1}{2}m_1v_1^2+\frac{1}{2}m_2v_2^2$$

उपरोक्त दो समीकरणों को हल करके, यह दिखाया जा सकता है कि एक प्रत्यास्थ टक्कर में,

उपगमन का वेग = पृथक्करण का वेग

या, $u_1-u_2=v_2-v_1$

टक्कर के बाद वेग-

$$v_1=\frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot u_1+\frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot u_2$$

और, $v_2=\frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot u_1+\frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot u_2$

Special case:-

- When masses of two colliding bodies are equal, then after the collision, the bodies exchange their velocities.

i.e. $v_1 = u_2$ and $v_2 = u_1$

- If the second body of the same mass (i.e.,m_1= m_2) is at rest, then after collision the first body comes to rest and the second body starts moving with the initial velocity of the first body.

i.e. $v_1 = u_2$ and $v_2 = u_1$

- If a light body of mass m_1 collides with a very heavy body of mass m_2 at rest, then after collision $v_1 = -u_1$ and $v_2 = 0$. It means the light body will rebound with its own velocity and the heavy body will continue to be at rest.

- If a very heavy body of mass m_1 collides with a light body of mass m_2 (i.e., $m_1 > > m_2$) at rest, then after collision $v_1 = u_1$ and $v_2 = 2u_1$

विशेष स्थिति :-

- जब दो टकराने वाले पिंडों का द्रव्यमान बराबर होता है, तो टकराव के बाद पिंडों का वेग आपस में एक दूसरे से बदल जाता है।

अर्थात $v_1 = u_2$ and $v_2 = u_1$

- यदि समान द्रव्यमान (अर्थात, $m_1 = m_2$) का दूसरा पिंड विराम की स्थिति में हो तो ,टकराव के बाद पहला पिंड विराम की स्थिति में आ जाता है और दूसरा पिंड पहले पिंड के प्रारंभिक वेग के साथ चलना शुरू कर देता है।

अर्थात , $v_1 = 0$ और $v_2 = u_1$

- यदि m_1 द्रव्यमान का एक हल्का पिंड m_2 द्रव्यमान के एक बहुत भारी पिंड जो विराम अवस्था मे हैं से टकराता है तो टक्कर के बाद $v_1 = -u_1$ और $v_2 = 0$ होता है। इसका मतलब है कि हल्का पिंड अपने वेग से ही पलट कर विपरीत दिशा मे जाएगा और भारी पिंड विराम की स्थिति में ही रहेगा।

- यदि m_1 द्रव्यमान का एक बहुत भारी पिंड m_2 द्रव्यमान के एक हल्के पिंड,जो विराम अवस्था मे हैं से टकराता है (अर्थात, $m_1 > > m_2$) तो टक्कर के बाद $v_1 = u_1$ and $v_2 = 2u_1$.

Coefficient of restitution:-

The coefficient of restitution for a collision between two bodies is the ratio of the magnitude of their relative velocity of separation after collision to the magnitude of their relative velocity of approach before the collision.It is represented by e and it depends upon the material of the colliding bodies.

$$e=-\frac{v_1-v_2}{u_1-u_2}=\frac{|v_1-v_2|}{|u_1-u_2|}$$

- For a perfectly elastic collision, e = 1
- For a perfectly inelastic collision, e = 0
- For all other collisions, 0 < e < 1

प्रत्यवस्थान गुणांक:-

दो पिंडों के टकराव के बाद उनके अलग होने के सापेक्ष वेग के परिमाण और टकराव से पहले उनके उपगमन के सापेक्ष वेग के परिमाण के अनुपात को टकराव का प्रत्यवस्थान गुणांक कहते है। इसे e द्वारा निरूपित किया जाता है और यह टकराने वाले पिंडों की सामग्री पर निर्भर करता है |

$$e=-\frac{v_1-v_2}{u_1-u_2}=\frac{|v_1-v_2|}{|u_1-u_2|}$$

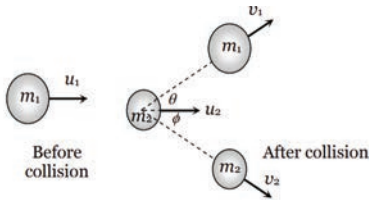
- पूर्णतः प्रत्यास्थ टक्कर के लिए, e = 1

© NCERT not to be republished

- पूर्णतः अप्रत्यास्थ टक्कर के लिए, e = 0
- अन्य सभी टक्करों के लिए, 0 < e < 1

Perfectly Elastic Oblique Collision:-

Let two bodies move as shown in figure.



By law of conservation of momentum

Along x-axis,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1\cos\theta + m_2v_2\cos\phi \quad .....(i)$$

Along y-axis,

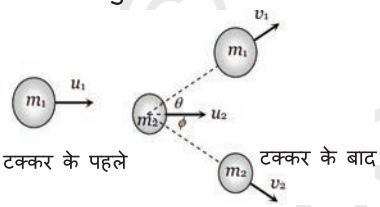
$$0 = m_1v_1\sin\theta - m_2v_2\sin\phi \quad .....(ii)$$

By law of conservation of kinetic energy

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad .....(iii)$$

पूर्णतः प्रत्यास्थ तिरछा टक्कर:-

चित्र में दर्शाये अनुसार दो पिंडों को गति कर रहें हैं ।



x-अक्ष के अनुदिश संवेग संरक्षण के नियम से -

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1\cos\theta + m_2v_2\cos\phi \quad .....(i)$$

y-अक्ष के अनुदिश संवेग संरक्षण के नियम से -

$$0 = m_1v_1\sin\theta - m_2v_2\sin\phi \quad .....(ii)$$

गतिज ऊर्जा के संरक्षण के नियम द्वारा

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad .....(iii)$$

Head on Inelastic Collision:-

Let two bodies A and B collide inelastically and the coefficient of restitution is e.

$$\text{where} \quad e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{\text{Relative velocity of separation}}{\text{Relative velocity of approach}}$$

$$\Rightarrow \quad v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$$

$$\therefore \quad v_2 = v_1 + e(u_1 - u_2) \quad ..... (1)$$

From the law of conservation of linear momentum

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad .....(ii)$$

By solving (i) and (ii) we get

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - em_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{(1+e)m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

similarly $$v_2 = \left[\frac{(1+e)m_1}{m_1 + m_2}\right]u_1 + \left[\frac{m_2 - em_1}{m_1 + m_2}\right]u_2$$

Loss in kinetic energy ($\triangle K$) = Total initial kinetic energy - Total final kinetic energy

$$= \left(\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right)$$

Substituting the value of v_1 and v_2 from the above expression

$$\Delta K = \frac{m_1m_2}{2(m_1 + m_2)}(u_1 - u_2)^2(1 - e^2)$$

By substituting e = 1 we get $\triangle K$ = 0 i.e. for perfectly elastic collision loss of kinetic energy will be zero or kinetic energy remains constant before and after the collision.

आमने सामने की (सम्मुख) अप्रत्यास्थ टक्कर:-

मान लीजिए कि दो पिंड A और B अप्रत्यास्थ रूप से टकराते हैं और प्रत्यवस्थान का गुणांक e है।

$$e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \frac{\text{पृथक्करण का सापेक्ष वेग}}{\text{उपगमन का सापेक्ष वेग}}$$

$$\Rightarrow \quad v_2 - v_1 = e(u_1 - u_2)$$

$$\therefore \quad v_2 = v_1 + e(u_1 - u_2) \quad ..... (1)$$

रैखिक संवेग के संरक्षण के नियम से

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2 \quad .....(ii)$$

समीकरण (i) और (ii) को हल करने पर हमें प्राप्त होता है

$$v_1 = \left(\frac{m_1 - em_2}{m_1 + m_2}\right)u_1 + \left(\frac{(1+e)m_2}{m_1 + m_2}\right)u_2$$

इसी प्रकार से, $$v_2 = \left[\frac{(1+e)m_1}{m_1 + m_2}\right]u_1 + \left[\frac{m_2 - em_1}{m_1 + m_2}\right]u_2$$

गतिज ऊर्जा में हानि ($\triangle K$) = कुल प्रारंभिक गतिज ऊर्जा - कुल अंतिम गतिज ऊर्जा

$$= \left(\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2\right) - \left(\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2\right)$$

v_1 और v_2 का मान उपरोक्त अभिव्यक्ति में प्रतिस्थापित करने पर

$$\Delta K = \frac{m_1m_2}{2(m_1 + m_2)}(u_1 - u_2)^2(1 - e^2)$$

e = 1 प्रतिस्थापित करने पर हमें $\triangle K$ = 0 प्राप्त होता है अर्थात पूर्णतः प्रत्यास्थ टक्कर के लिए गतिज ऊर्जा का नुकसान शून्य होगा अर्थात टक्कर से पहले और

टक्कर के बाद में गतिज ऊर्जा अचर रहती है।

MULTIPLE CHOICE QUESTIONS:
बहुविकल्पीय प्रश्न:

1. **Which of the following is equal to Newton-metre?**
   a. Joule b. Horse Power
   c. Watt d. Pascal

   निम्नलिखित में से कौन सा न्यूटन-मीटर के बराबर है?
   a. जुल b. अश्व शक्ति
   c. वाट d. पास्कल

2. **The product of force and displacement is called-**
   a. Energy b. Power
   c. Momentum d. Work

   बल और विस्थापन का गुणनफल कहलाता है-
   a. ऊर्जा b. शक्ति
   c. संवेग d. काम

3. **Work will be said to be not done if the force and displacement are -**
   a. parallel
   b. perpendicular
   c. acting in opposite direction
   d. None of these

   कार्य नहीं होगा यदि बल तथा विस्थापन होगा -
   a. समानांतर b. लंबवत
   c. विपरीत दिशा में d. इनमें से कोई नहीं

4. **A body moves a distance of 10 m under the action of force F = 10 N. If the work done is 50 J, the angle which the force makes with the direction of motion is -**
   a. 0° b. 30°
   c. 60° d. None of these

   एक पिंड बल F = 10 N की क्रिया के तहत 10 मीटर की दूरी तय करता है। यदि किया गया कार्य 50 J है, तो बल गति की दिशा के साथ कितना कोण बनाएगा ?
   a. 0° b. 30°
   c. 60° d. इनमें से कोई नहीं

5. **A force F =2$\hat{i}$ +3$\hat{j}$ + $\hat{k}$ acts on a body. The work done by the force for a displacement of (-2$\hat{i}$ + $\hat{j}$ -$\hat{k}$) is -**

   एक बल F =2$\hat{i}$ +3$\hat{j}$ + $\hat{k}$ एक पिंड पर कार्य करता है। विस्थापन (-2$\hat{i}$ +$\hat{j}$ -$\hat{k}$) के लिए बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ?
   a. 2 units b. 4 units
   c. -2 units d. -4 units

6. **A force F=3$\hat{i}$ + b$\hat{j}$ + 2$\hat{k}$ acting on a particle causes a displacement $\vec{s}$ = -2$\hat{i}$ + 2$\hat{j}$ + 3$\hat{k}$ in its own direction. If the work done is 6 J, then value of b is -**
   a. 0 b. 6
   c. 3 d. 12

   एक बल F=3$\hat{i}$ + b$\hat{j}$ + 2$\hat{k}$ के कारण कण मे $\vec{s}$ = -2$\hat{i}$ + 2$\hat{j}$ + 3$\hat{k}$ विस्थापन होता है। यदि किया गया कार्य 6 J है, तो b का मान है -
   a. 0 b. 6
   c. 3 d. 12

7. **An object moves on a smooth inclined plane without slipping. The work done by the inclined plane surface on the ball is -**
   a. Positive b. negative
   c. zero d. none of these.

   कोई वस्तु चिकने झुकाव वाले नत तल पर बिना फिसले चलती है। गेंद पर झुकी हुई नततल सतह द्वारा किया गया कार्य होगा -
   a. धनात्मक b. ऋणात्मक
   c. शून्य d. इनमें से कोई नहीं।

8. **A particle moves under a force F = ax from x = 0 to x = x_1 The work done is -**
   a. ax_1^2 b. $ax_1^2 / 2$
   c. zero d. $ax_1^3 / 3$

   एक कण बल F = ax के अधीन x = 0 से x = x_1 तक गमन करता है |बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ?
   a. ax_1^2 b. $ax_1^2 / 2$
   c. zero d. $ax_1^3 / 3$

9. **The work done by an applied variable force F =x+3x² from x = 0 m to x = 2 m, where x is displacement, is -**
   a. 6 J b. 8 J
   c. 10 J d. 12 J

   परिवर्तनशील बल F =x+3x² द्वारा x = 0m से x = 2m तक के विस्थापन के लिए किया गया कार्य क्या होगा ?
   a. 6 J b. 8 J
   c. 10 J d. 12 J

10. **Energy is-**
    a. capacity of doing work
    b. rate of doing work
    c. change of work
    d. None of these

    ऊर्जा है-

© JCERT not to be republished

a. कार्य करने की क्षमता b. कार्य करने की दर
c. कार्य परिवर्तन d. इनमें से कोई नहीं

11. Potential energy of an object of mass 'm' at a height 'h' is-

a. mgh b. mv^2
c. mv^2gh d. mg

'm' द्रव्यमान की किसी वस्तु की 'h' ऊंचाई पर स्थितिज ऊर्जा क्या होगी ?

a. mgh b. mv^2
c. mv^2gh d. mg

12. The expression of kinetic energy is-

a. mgh b. $\frac{1}{2}mv^2$
c. mv^2gh d. mg

गतिज ऊर्जा की अभिव्यक्ति है-

a. mgh b. $\frac{1}{2}mv^2$
c. mv^2gh d. mg

13. Two bodies of masses 2 kg and 32 kg have equal kinetic energy. What is the ratio of their momentum?

a. 1:1 b. 1:2
c. 1:4 d. 2:1

2 किग्रा और 32 किग्रा द्रव्यमान के दो पिंडों की गतिज ऊर्जा समान है। उनके संवेग का अनुपात क्या होगा ?

a. 1:1 b. 1:2
c. 1:4 d. 2:1

14. A spring of spring constant 800 N/m has an extension of 5 cm. The work done in extending it from 5cm to 15cm is -

a. 16 J b. 8 J
c. 32 J d. 24 J

स्प्रिंग स्थिरांक 800 N/m के स्प्रिंग का विस्तार 5 cm है। इसे 5 cm से 15 cm तक खिचने में कितना कार्य करना होगा ?

a. 16 J b. 8 J
c. 32 J d. 24 J

15. Out of the following, which is not the unit of energy -

a. Joule b. Kilo-Watt
c. Calorie d. ev

निम्नलिखित में से कौन ऊर्जा का मात्रक नहीं है?

a. जूल b. किलो-वाट
c. कैलोरी d. इलेक्ट्रान-वोल्ट (ev)

16. Joule is a unit of -

a. Work and Power
b. Power and Energy
c. Force
d. Work and Energy

जूल किसकी इकाई है -

a. कार्य और शक्ति b. शक्ति और ऊर्जा
c. बल d. कार्य और ऊर्जा

17. Two bodies of masses 1 kg and 2kg have equal momentum. Then the ratio of their kinetic energies is -

a. 1: 2 b. 2: 1
c. 1: 3 d. 1 :4

1 किग्रा और 2 किग्रा द्रव्यमान वाली दो वस्तुओं का संवेग समान है तो उनकी गतिज ऊर्जाओं का अनुपात क्या होगा ?

a. 1: 2 b. 2: 1
c. 1: 3 d. 1 :4

18. The kinetic energy of body of mass 1 kg and momentum of 4 Ns is -

a. 6 J b. 8 J
c. 10 J d. 12 J

1 kg द्रव्यमान तथा 4 Ns संवेग वाले पिंड की गतिज ऊर्जा क्या होगी ?

a. 6 J b. 8 J
c. 10 J d. 12 J

19. In perfectly elastic collision -

a. Only momentum is conserved
b. Momentum and kinetic energy both are conserved
c. Neither momentum nor kinetic energy is conserved
d. Only kinetic energy is conserved.

पूर्णतः प्रत्यास्थ टक्कर में -

a. केवल संवेग संरक्षित होता है।
b. संवेग और गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित होता है।
c. न तो संवेग और न ही गतिज ऊर्जा संरक्षित होता है।
d. केवल गतिज ऊर्जा संरक्षित होता है।

20. Area under Force-Displacement curve represents -

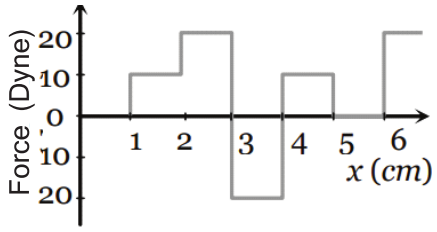
a. Velocity b. Acceleration
c. Impulse d. Work done

बल-विस्थापन वक्र का क्षेत्रफल दर्शाता है-

a. वेग b. त्वरण
c. आवेग d. किया गया काम

21. The relationship between force and position is shown in the figure given .

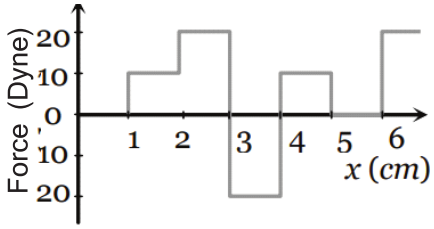
© JCERT not to be republished



The work done by the force in displacing a body from x=1 cm to x= 5 cm is -

a. 20 ergs b. 60 ergs
c. 70 ergs d. 700 ergs

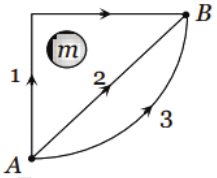
नीचे दिए गए चित्र में बल और दूरी के बीच संबंध दिखाया गया है।



किसी पिंड को x=1 cm से x=5 cm तक विस्थापित करने में बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ?

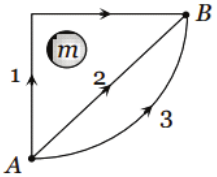
a. 20 अर्ग b. 60 अर्ग
c. 70 अर्ग d. 700 अर्ग

22. **If W_1 , W_2 and W_3 represent the work done in moving a particle from A to B along three different paths 1, 2 and 3 respectively as shown in figure in the gravitational field,find the correct relation -**



a. $W_1 > W_2 > W_3$
b. $W_1 < W_2 < W_3$
c. $W_1 = W2 = W_3$
d. $W_2 < W_1 < W_3$

यदि W_1 , W_2 और W_3 क्रमशः तीन अलग-अलग रास्तों 1, 2 और 3 से गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में एक कण को A से B तक ले जाने में किए गए कार्य का चित्र में दिखाए गए अनुसार प्रतिनिधित्व करते है |सही संबंध ढूंढें -



a. $W_1 > W_2 > W_3$
b. $W_1 < W_2 < W_3$
c. $W_1 = W_2 = W_3$
d. $W_2 < W_1 < W_3$

23. **In perfectly inelastic collision -**

a. Only momentum is conserved
b. Only Kinetic energy is conserved
c. Momentum and kinetic energy both are conserved
d. None of these

पूर्णतः अप्रत्यास्थ टक्कर में -

a. केवल संवेग संरक्षित होता है
b. केवल गतिज उर्जा संरक्षित होता है
c. संवेग और गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित होता हैं
d. इनमें से कोई नहीं

24. **The work done in raising a mass of 1kg from the ground to a table of 1m height is -**

a. 9.8 J b. 98 J
c. 0.98 J d. 4.9 J

1 किलो के द्रव्यमान को जमीन से 1 मीटर ऊंचाई की मेज तक उठाने में किया गया कार्य क्या होगा ?

a. 9.8 J b. 98 J
c. 0.98 J d. 4.9 J

25. **The rate of doing work is called-**

a. energy b. power
c. force d. pressure

कार्य करने की दर कहलाती है-

a. ऊर्जा b. शक्ति
c. बल d. दबाव

26. **A particle of mass 'm' moving with velocity ' v' collides perfectly inelastically with a stationary particle of mass '2m'. The speed of the system after collision will be -**

a. 2 v b. 2v
c. 3 v d. 3v

'm' द्रव्यमान का एक कण 'v' वेग से चलते हुए '2m' द्रव्यमान के एक स्थिर कण से पूर्णतः अप्रत्यास्थ रूप से टकराता है। टक्कर के बाद निकाय की गति क्या होगी ?

a. 2 v b. 2v
c. 3 v d. 3v

27. **What will be the kinetic energy of a body when its velocity is halved?**

a. Double b. Half
c. Four times d. One-fourth

जब किसी पिंड का वेग आधा कर दिया जाए तो उसकी गतिज ऊर्जा क्या होगी?

a. दोगुना b. आधा
c. चार गुना d. एक चौथाई

© NCERT not to be republished

28. **If the momentum of a body is increased by 100 %, then the percentage increase in the kinetic energy is-**

a. 150%, b. 200%
c. 300% d. None of these

यदि किसी पिंड का संवेग 100% बढ़ा दिया जाए तो गतिज ऊर्जा में कितने प्रतिशत की वृद्धि होगी?

a. 150%, b. 200%
c. 300% d. इनमें से कोई नहीं

29. **Relation between Kinetic energy (K) and Momentum (p) of a body of mass m -**

a. $K = pm/2$ b. $K = pm^2/2$
c. $K = p^2/m$ d. $K = p^2/2m$

द्रव्यमान m के एक पिंड के लिए गतिज ऊर्जा (K) और संवेग (p) के बीच क्या संबंध होगा ?

a. $K = pm/2$ b. $K = pm^2/2$
c. $K = p^2/m$ d. $K = p^2/2m$

30. **A crane lifts a mass of 100 kg to a height of 10 m in 40 sec. The power of the crane is (Take g= 10 m/s^2) -**

a. 100 watt b. 200 watt
c. 250 watt d. 500 watt

एक क्रेन 100 किलोग्राम वजन को 40 सेकंड में 10 मीटर की ऊंचाई तक उठाती है। क्रेन की शक्ति क्या है ? (g = 10 m/s^2 लें)

a. 100 वाट b. 200 वाट
c. 250 वाट d. 500 वाट

31. **A ball of mass 'm collides with a wall with speed v, then the work done by the ball on the wall is-**

a. mv^2 b. Zero
c. mv^2 d. 2 mv^2

m द्रव्यमान की एक गेंद v गति से एक दीवार से टकराती है, तो गेंद द्वारा दीवार पर किया गया कार्य क्या होगा ?

a. mv^2 b. शून्य
c. mv^2 d. 2 mv^2

32. **Which one of the following is not a conservative force ?**

a. Force of friction b. Magnetic force
c. Gravitational force d. Electrostatic force

निम्नलिखित में से कौन सा एक संरक्षी बल नहीं है?

a. घर्षण बल b. चुंबकीय बल
c. गुरुत्वाकर्षण बल d. विद्युत बल

33. **A 2 kg mass has a velocity of ($3\hat{i} + 4\hat{j}$) m/sec at a certain instant. What is its kinetic energy -**

a. 16 J b. 8 J
c. 25 J d. 24 J

2 किलोग्राम द्रव्यमान के कण का एक निश्चित क्षण पर वेग ($3\hat{j} + 4\hat{j}$) m/sec है। इसकी गतिज ऊर्जा क्या होगी ?

a. 16 J b. 8 J
c. 25 J d. 24 J

34. **A perfectly elastic body of mass 'm' collides head on with a wall with velocity' v ' The change in momentum will be-**

a. mv b. 2mv
c. zero d. None of these

'm' द्रव्यमान का एक पूर्ण प्रत्यास्थ पिंड v वेग के साथ एक दीवार से टकराता है तो संवेग में क्या परिवर्तन होगा?

a. mv b. 2mv
c. zero d. इनमें से कोई नहीं

35. **A car of mass 400 kg travelling at 72 km/h crashes into a truck of mass 4000 kg travelling at 9 km/h, in the same direction. The car bounces back at a speed of 18 km/h. The speed of the truck after the impact is -**

a. 9 kmph b. 18 kmph
c. 27 kmph d. 36 kmph

400 किलोग्राम द्रव्यमान वाली एक कार 72 किमी/घंटा की गति से उसी दिशा में 9 किमी/घंटा की गति से चलने वाले 4000 किलोग्राम द्रव्यमान वाले ट्रक से टकरा जाती है। टक्कर के पश्चात कार उलटी दिशा में 18 किमी/घंटा की गति से वापस लौटती है तो टक्कर के बाद ट्रक की गति क्या होगी ?

a. 9 kmph b. 18 kmph
c. 27 kmph d. 36 kmph

36. **What will be the kinetic energy of an object when its velocity is tripled?**

a. Double b. tripled
c. nine times d. None of these

किसी वस्तु का वेग तीन गुना होने पर उसकी गतिज ऊर्जा क्या होगी?

a. दोहरा b. तीन गुना
c. नौ गुना d. इनमें से कोई नहीं

37. **One gram of matter is converted into energy. The energy released will be -**

a. 9×10^6J b. 9×10^8J
c. 9×10^{13}J d. 9×10^{12}J

एक ग्राम पदार्थ ऊर्जा में परिवर्तित हो तो उत्सर्जित ऊर्जा क्या होगी ?

a. 9×10^6J b. 9×10^8J
c. 9×10^{13}J d. 9×10^{12}J

38. **The commercial unit of energy is-**

a. Joule b. Watt
c. Kilowatt hour d. None of these

© JCERT not to be republished

ऊर्जा की वाणिज्यिक इकाई है-

a. जूल b. वॉट
c. किलोवाट घंटा d. इनमें से कोई नहीं

39. 1 Kilowatt-hour (kWh) is equal to-

a. 36×10^6 J b 3.6×10^6 J
c. 0.36×10^6 J d. 360×10^6 J

1 किलोवाट-घंटा (kWh) किसके बराबर है-

a. 36×10^6 J b 3.6×10^6 J
c. 0.36×10^6 J d. 360×10^6 J

40. After perfect inelastic collision -

a. Bodies move in opposite direction
b. Bodies stick together
c. Bodies come at rest
d. None of these

पूर्ण अप्रत्यास्थ टक्कर के बाद -

a. वस्तुएं विपरीत दिशा में चलते हैं
b. वस्तुएं आपस में चिपक जाते हैं
c. वस्तुएं विश्राम में आ जाते हैं
d. इनमें से कोई नहीं।

41. 1 Horse Power=

a. 746 W b. 446 W
c. 766 W d. None of these

1 अश्व शक्ति=

a. 746 वाट b. 446 वाट
c. 766 वाट d. इनमें से कोई नहीं

42. Kwh is the unit of the following-

a. Work b. Energy
c. Power d. None of these

Kwh निम्नलिखित की इकाई है-

a. काम b. ऊर्जा
c. शक्ति d. इनमें से कोई नहीं

43. Work done by the all forces on a system equals to the change in-

a. Kinetic energy b. Potential energy
c. Mechanical energy d. None of these

किसी प्रणाली पर सभी बलों द्वारा किया गया कार्य किसके परिवर्तन के बराबर होता है?

a. गतिज ऊर्जा b. स्थितिज ऊर्जा
c. यांत्रिक ऊर्जा d. इनमें से कोई नहीं

44. For a elastic collision the coefficient of restitution(e) will be -

a. $e > 1$ b. $e < 1$
c. $e = 1$ d. $e = 0$

प्रत्यास्थ टक्कर के लिए प्रत्यवस्थान का गुणांक (e) क्या होगा ?

a. $e > 1$ b. $e < 1$
c. $e = 1$ d. $e = 0$

45. In an elastic collision between two objects, what happens to the total momentum of the system?

a. It is conserved.
b. It decreases.
c. It increases.
d. It remains constant.

दो वस्तुओं के बीच एक प्रत्यास्थ टक्कर में, निकाय का कुल संवेग क्या होगा है?

a. संरक्षित रहता है | b. घटता है |
c. बढ़ जाता है | d. अचर रहता है|

46. A body is falling freely under the action of gravity alone in vacuum.Which of the following quantities remain constant during the fall?

a. Kinetic energy
b. Potential energy
c. Total mechanical energy
d. Linear momentum

एक पिंड निर्वात में अकेले गुरुत्वाकर्षण की क्रिया के तहत स्वतंत्र रूप से गिर रहा है। गिरने के दौरान निम्नलिखित में से कौन सी राशी अचर रहती है?

a. गतिज ऊर्जा b. स्थितिज ऊर्जा
c. कुल यांत्रिक ऊर्जा d. रेखीय संवेग

47. Frictional force is -

a. Conservative
b. Non conservative
c. Neither conservative nor conservative
d. None of these

घर्षण बल है -

a. संरक्षी बल b. असंरक्षी बल
c. न संरक्षी, न असंरक्षी d. इनमें से कोई नहीं

48. What is the smallest unit of power?

a. Watt b. Kilowatt
c. Horse power d. Milliwatt

शक्ति की सबसे छोटी इकाई क्या है?

a. वाट b. किलोवाट
c. अश्व शक्ति d. मिलीवाट

49. Dimensional formula of Spring constant is -

a. $[M^1L^0T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^0T^{-1}]$

स्प्रिंग स्थिरांक का विमीय सूत्र है -

a. $[M^1L^0T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^0T^{-1}]$

50. If two persons A and B take 2 seconds and 4 seconds respectively to lift an object to the same height h, then the ratio of their

© JCERT Not to be republished

powers is -

a. 1 : 2 b. 1 : 1
c. 2 : 1 d. 1: 3

यदि दो व्यक्ति A और B किसी वस्तु को समान ऊँचाई h तक उठाने में क्रमशः 2 सेकंड और 4 सेकंड लेते हैं, तो उनकी शक्तियों का अनुपात क्या होगा ?

a. 1 : 2 b. 1 : 1
c. 2 : 1 d. 1: 3

51. Two bodies of masses 1 kg and 16 kg are moving with equal kinetic energy then ration of their momentum will be -

a. 4:1 b. 2:1
c. 1:4 d. 1:16

1 किग्रा तथा 16 किग्रा द्रव्यमान के दो पिंड समान गतिज ऊर्जा से गति कर रहे हैं तो उनके संवेग का अनुपात क्या होगा -

a. 4:1 b. 2:1
c. 1:4 d. 1:16

52. Area under Force-Displacement graph gives -

a. Work b. Power
c. Momentum d. None of these

बल-विस्थापन ग्राफ के अंतर्गत क्षेत्रफल देता है -

a. कार्य b. शक्ति
c. संवेग d. इनमें से कोई नहीं

53. If the velocity of a body becomes double then its kinetic energy becomes -

a. Double b. Four times
c. Halved d. One-fourth

यदि किसी पिंड का वेग दोगुना हो जाए तो उसकी गतिज ऊर्जा हो जाती है-

a. दो गुणा b. चार गुणा
c. आधा d. एक चौथाई

54. In uniform circular motion work done by centripetal force is -

a. Positive b. Negative
c. Zero d. None of these

एकसमान वृत्तीय गति में अभिकेन्द्रीय बल द्वारा किया गया कार्य होता है -

a. धनात्मक b. ऋणात्मक
c. शून्य d. इनमें से कोई नहीं

55. For a perfectly inelastic collision the coefficient of restitution (e) will be -

a. $e > 1$ b. $e < 1$
c. $e = 1$ d. $e = 0$

पूर्णतः अप्रत्यास्थ टक्कर के लिए प्रत्यवस्थान का गुणांक (e) क्या होगा ?

a. $e > 1$ b. $e < 1$
c. $e = 1$ d. $e = 0$

56. Dimensional formula of kinetic Energy is-

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

गतिज ऊर्जा का विमीय सूत्र है-

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

57. During collision between two bodies, which of the following quantities always remain conserved?

a. Total kinetic energy
b. Total mechanical energy
c. Total linear momentum
d. Speed of each body

दो पिंडों के बीच टक्कर के दौरान निम्नलिखित में से कौन सी राशि हमेशा संरक्षित रहती है?

a. कुल गतिज ऊर्जा b. कुल यांत्रिक ऊर्जा
c. कुल रैखिय संवेग d. प्रत्येक पिंड की गति

58. In elastic collision between two masses m_1 and m_2, 100% energy transfer takes place when -

a. $m_1 = m_2$ b. $m_1 > m_2$
c. $m_1 < m_2$ d. $m_1 = 2m_2$

दो द्रव्यमानों m_1 और m_2 के बीच प्रत्यास्थ टक्कर में, 100% ऊर्जा स्थानांतरण होगा यदि-

a. $m_1 = m_2$ b. $m_1 > m_2$
c. $m_1 < m_2$ d. $m_1 = 2m_2$

59. A truck and car are moving with same Kinetic energies on a straight road.Their engines are simultaneously switched off .Which one will stop at a lesser distance -

a. Truck
b. Car
c. Both will stop at the same distance
d. Cannot say with the given data

एक ट्रक और कार सीधी सड़क पर एक समान गतिज ऊर्जा के साथ चल रहे हैं। यदि उनके इंजन एक साथ बंद किए जाय तो कौन कम दूरी पर रुकेगा ?

a. ट्रक
b. कार
c. दोनों समान दूरी पर रुकेंगा
d. दिए गए डेटा के साथ नहीं कहा जा सकता हैं

60. Dimensional formula of Potential Energy is -

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

स्थितिज ऊर्जा का विमीय सूत्र है -

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$
c. $[M^1L^2T^{-2}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

© JCERT not to be republished

61. Dimensional formula of Power is -

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$

c. $[M^1L^2T^{-3}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

शक्ति का विमीय सूत्र है -

a. $[M^1L^2T^{-2}]$ b. $[M^1L^1T^{-2}]$

c. $[M^1L^2T^{-3}]$ d. $[M^1L^2T^{-1}]$

62. What is the work done by gravity when an object is lifted vertically?

a. Zero

b. Positive

c. Negative

d. It depends on the object's mass

जब किसी वस्तु को लंबवत उठाया जाता है तो गुरुत्वाकर्षण द्वारा क्या कार्य किया जाता है?

a. शून्य

b. धनात्मक

c. ऋणात्मक

d. यह वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करता है।

63. If two objects have the same kinetic energy, but one has a larger mass, which one will have a higher velocity?

a. The object with the larger mass.

b. The object with the smaller mass.

c. Both objects will have the same velocity.

d. It depends on the shape of the objects.

यदि दो वस्तुओं की गतिज ऊर्जा समान हो, लेकिन एक का द्रव्यमान अधिक हो, तो किसका वेग अधिक होगा?

a. अधिक द्रव्यमान वाली वस्तु का।

b. कम द्रव्यमान वाली वस्तु का।

c. दोनों वस्तुओं का वेग समान होगा।

d. यह वस्तुओं के आकार पर निर्भर करता है।

64. Which type of potential energy is associated with the compression or stretching of a spring?

a. Gravitational potential energy

b. Elastic potential energy

c. Chemical potential energy

d. Thermal potential energy

किसी स्प्रिंग के संपीड़न या खिंचाव से किस प्रकार की स्थितिज ऊर्जा जुड़ी होती है?

a. गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा

b. प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा

c. रासायनिक स्थितिज ऊर्जा

d. तापीय स्थितिज ऊर्जा

65. Which of the following statements is true regarding power?

a. Power depends only on the amount of work done.

b. Power depends only on the time taken.

c. Power depends on both work done and time taken.

d. Power is unrelated to work and time.

शक्ति के संबंध में निम्नलिखित में से कौन सा कथन सत्य है?

a. शक्ति केवल किये गये कार्य की मात्रा पर निर्भर करती है।

b. शक्ति केवल लगने वाले समय पर निर्भर करती है।

c. शक्ति किये गये कार्य और लिये गये समय दोनों पर निर्भर करती है।

d. शक्ति का काम और समय से कोई संबंध नहीं है।

66. If two devices do the same amount of work but one does it in half the time, which device has the higher output power?

a. The device that takes less time.

b. The device that takes more time.

c. Both devices have the same power output.

d. It depends on the type of work.

यदि दो उपकरण समान मात्रा में काम करते हैं लेकिन एक आधे समय में करता है, तो किस उपकरण का निर्गम शक्ति अधिक होगा?

a. वह उपकरण जो कम समय लेता है।

b. वह उपकरण जो अधिक समय लेता है।

c. दोनों उपकरण का निर्गम शक्ति समान होगा ।

d. यह काम के प्रकार पर निर्भर करता है.

67. If an athlete does 500 Joules of work in 4 seconds, what is their power output?

a. 200 Watts b. 125 Watts

c. 1250 Watts d. 4 Watts

यदि कोई एथलीट 4 सेकंड में 500 जूल काम करता है, तो उसका शक्ति क्या होगा ?

a. 200 Watts b. 125 Watts

c. 1250 Watts d. 4 Watts

68. What happens to the output power of a machine if the amount of work done remains constant but the time taken to do the work is increased?

a. The power output increases.

b. The power output decreases.

c. The power output remains the same.

d. It depends on the type of work.

किसी मशीन की निर्गम शक्ति का क्या होगा यदि किए गए कार्य की मात्रा अचर रहती है लेकिन काम करने में लगने वाला समय बढ़ जाता है?

© JCERT not to be republished

a. निर्गम शक्ति बढ़ जाता है|
b. निर्गम शक्ति कम हो जाता है|
c. निर्गम शक्ति वही रहता है|
d. यह काम के प्रकार पर निर्भर करता है|

69. Two springs of spring constants 1500 N/m and 3000 N/m respectively are stretched with the same force. They will have potential energy in the ratio -

a. 4 : 1 b. 1 : 4
c. 2 : 1 d. 1 : 2

क्रमशः 1500 N/m और 3000 N/m स्प्रिंग स्थिरांक वाले दो स्प्रिंग समान बल से खींचे जाते हैं। उनके स्थितिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा ?

a. 4 : 1 b. 1 : 4
c. 2 : 1 d. 1 : 2

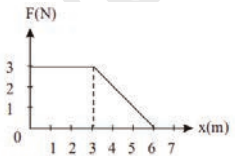
70. A stone projected vertically upwards from the ground reaches a maximum height h. When it is at a height 3h/4 the ratio of its kinetic and potential energies is -

a. 3 : 4 b. 1 : 3
c. 4 : 3 d. 3 : 1

जमीन से लंबवत ऊपर की ओर प्रक्षेपित एक पत्थर अधिकतम ऊंचाई h तक पहुंचता है। जब यह 3h/4 की ऊंचाई पर होता है तो इसकी गतिज और स्थितिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा ?

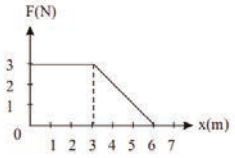
a. 3 : 4 b. 1 : 3
c. 4 : 3 d. 3 : 1

71. A force F acting on an object varies with distance x as shown here.The work done by the force in moving the object from x = 0 to x = 6 m is -



a. 9 J b. 4.5 J
c. 10 J d. 13.5 J

किसी वस्तु पर आरोपित बल F दूरी x के साथ बदलता रहता है जैसा कि निम्न चित्र मे दिखाया गया है। वस्तु को x = 0 से x = 6 m तक ले जाने में बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ?



a. 9 J b. 4.5 J
c. 10 J d. 13.5 J

72. Which of the following is correct?

a. $W = FS \cos\theta$
b. P. E. = mgh
c. K. E. = 1/2 mv^2
d. All of these

निम्नलिखित में से कौन सा सही है?

a. $W = FS \cos\theta$
b. P. E. = mgh
c. K. E. = 1/2 mv^2
d. उपर्युक्त सभी

73. If a force F is applied on a body and it moves with a velocity v , the power will be -

a. F×v b. F/v
c. F/v^2 d. $F \times v^2$

यदि किसी पिंड पर आरोपित बल F हो और वह v वेग से गति करे तो शक्ति होगी-

a. F×v b. F/v
c. F/v^2 d. $F \times v^2$

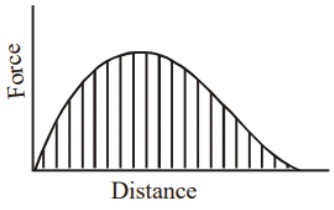
74. In a one-dimensional elastic collision, the relative velocity of approach before collision is equal to -

a. sum of the velocities of the bodies
b. e times the relative velocity of separation after collision
c. relative velocity of separation after collision
d. None of these

एक आयामी प्रत्यास्थ टकराव में, टकराव से पहले उपगमन का सापेक्ष वेग बराबर होता है -

a. पिंडों के वेगों के योग के
b. टक्कर के बाद पृथक्करण के सापेक्ष वेग का e गुना
c. टक्कर के बाद पृथक्करण के सापेक्ष वेग के
d. इनमें से कोई नहीं

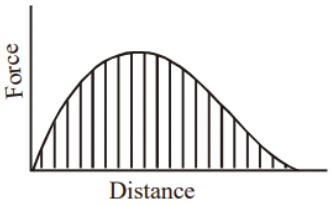
75. Which one of the following physical quantities is represented by the shaded area in the given graph?



a. Torque b. Impulse
c. Power d. Work done

निम्नलिखित में से कौन सी भौतिक राशि दिए गए ग्राफ़ के छायांकित क्षेत्र द्वारा दर्शाई गई है?

© ICERT not to be republished



a. बाल आघूर्ण b. आवेग
c. शक्ति d. कार्य

ANSWER OF MCQ QUESTIONS
उत्तर कुंजी:

1.a.	2.d.	3.b.	4.c.	5.c.	6.c.	7.c.
8.b.	9.c.	10.a.	11.a.	12.b.	13.c.	14.b.
15.b.	16.d.	17.b.	18.b.	19.b.	20.d.	21.a.
22.c.	23.a.	24.a.	25.b.	26.c.	27.d.	28.c.
29.d.	30.c.	31.b.	32.a.	33.c.	34.b.	35.b.
36.c.	37.c.	38.c.	39.b.	40.b.	41.a.	42.b.
43.a.	44.c.	45.a.	46.c.	47.b.	48.d.	49.a.
50.c.	51.c.	52.a.	53.b.	54.c.	55.d.	56.a.
57.c.	58.a.	59.a.	60.a.	61.c.	62.c.	63.b.
64.b.	65.c.	66.a.	67.b.	68.d.	69.c.	70.b.
71.d.	72.d.	73.a.	74.c.	75.d.		

VERY SHORT TYPE QUESTIONS:
अति लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. What is the work done by the centripetal force? Why?

Ans: Zero. This is because the centripetal is always perpendicular to the displacement.

अभीकेंद्रीय बल द्वारा किया गया कार्य क्या होगा ? क्यों?

उत्तर: शून्य। ऐसा इसलिए है क्योंकि अभीकेंद्रीय बल हमेशा विस्थापन के लंबवत होता है।

2. A light and a heavy body have equal momentum. Which one of them has more K.E.?

Ans: The lighter body has more K.E.

एक हल्के और एक भारी वस्तु में समान संवेग हो तो इनमें से किसके पास अधिक गतिज ऊर्जा होगी ?

उत्तर: हल्के वस्तु में गतिज ऊर्जा की मात्रा अधिक होगी।

3. A conservative force does positive work on a body. What happens to the potential energy of the body? Give an example.

Ans: Potential energy of the body decreases. e.g. a body falling freely under gravity.

एक संरक्षी बल एक पिंड पर धनात्मक कार्य करता है तो पिंड की स्थितिज ऊर्जा का क्या होगा ? एक उदाहरण दीजिए।

उत्तर: पिंड की स्थितिज ऊर्जा घट जाएगा । उदाहरण के लिए गुरुत्वाकर्षण के तहत स्वतंत्र रूप से गिरने वाला एक पिंड की स्थितिज ऊर्जा घटती हैं ।

4. Which physical quantity is conserved during both the elastic and inelastic collision?

Ans: Linear momentum is conserved in both collisions.

प्रत्यास्थ और अप्रत्यास्थ टक्कर के दौरान कौन सी भौतिक राशि संरक्षित होती है?

उत्तर: दोनों टकरावों में रैखिक संवेग संरक्षित रहता है।

5. What is the SI unit and dimension of work ?

Ans: As work = Force x displacement

$\therefore$ [W] = [Force] x [Displacement]

= $[MLT^{-2}]$ x [L]=$[ML^2T^{-2}]$

Its dimension is $[ML^2T^{-2}]$

Its SI unit is joule.

कार्य की S.I. मात्रक और विमाएँ क्या है?

उत्तर: चूँकि कार्य = बल x विस्थापन

$\therefore$ [कार्य] = [बल] x [विस्थापन]

= $[MLT^{-2}]$ x [L]=$[ML^2T^{-2}]$

इसका विमीय सूत्र $[ML^2T^{-2}]$ होती है |

इसकी S.I. मात्रक जुल होता है |

6. What is the work energy theorem ?

Ans: Work-Energy Theorem:- Work done by a force in displacing a body is equal to change in its kinetic energy.

$$W = \int_{v_1}^{v_2} F \cdot ds = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 = K_f - K_i = \Delta KE$$

where, K_i = initial kinetic energy

K_f = final kinetic energy.

v_1 = initial speed

and v_2 = final speed

कार्य ऊर्जा प्रमेय क्या है?

उत्तर: कार्य-ऊर्जा प्रमेय:- किसी पिंड को विस्थापित करने में किसी बल द्वारा किया गया कार्य उसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है।

$$W = \int_{v_1}^{v_2} F \cdot ds = \frac{1}{2} mv_2^2 - \frac{1}{2} mv_1^2 = K_f - K_i = \Delta KE$$

जहां, K_i = प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

K_f = अंतिम गतिज ऊर्जा.

v_1 = प्रारंभिक गति

और v_2 = अंतिम गति

7. Define Gravitational Potential Energy .

Ans: Gravitational Potential Energy:- It is the energy possessed by a body by virtue of its

© JCERT not to be republished

position above the surface of the earth. The gravitational P.E. of a body of mass m at a height h above the earth's surface is-

$$U=mgh$$

गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित करें।

उत्तर: गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा:- यह किसी पिंड में पृथ्वी की सतह से ऊँचाई पर स्थिति के कारण मौजूद ऊर्जा है। द्रव्यमान m के एक पिंड का पृथ्वी की सतह से h ऊँचाई पर गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा -

$$U=mgh$$

8. How will the kinetic energy of a body change if its momentum is tripled? Why?

Ans: K.E. becomes nine (9) times its initial value as K.E. $\propto p^2$.

यदि किसी वस्तु का संवेग तिगुनी होने से उसकी गतिज ऊर्जा मे क्या बदलाव होगा? क्यों?

उत्तर: गतिज ऊर्जा अपने प्रारंभिक मान का नौगुना हो जायेगा क्योंकि गतिज ऊर्जा K.E. $\propto p^2$ होता है।

9. Define power.

Ans: Power:-The rate at which energy is transferred or work is done by a body is called power.

Power = Rate of doing work

$$= \frac{\text{work done}}{\text{time taken}}$$

Instantaneous power is given by

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{F}.\vec{s}) = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt}$$
$$= \vec{F}.\vec{v} = F\,v\cos\theta$$

$$\text{If } \theta = 0°, \text{ then } P = Fv.$$

शक्ति को परिभाषित करें।

उत्तर: शक्ति:-वह दर जिस पर किसी पिंड द्वारा ऊर्जा स्थानांतरित की जाती है या कार्य किया जाता है, शक्ति कहलाती है।

शक्ति = कार्य करने की दर

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

तात्कालिक शक्ति को इस प्रकार दर्शाया जाता हैं

$$P = \frac{dW}{dt} = \frac{d}{dt}(\vec{F}.\vec{s}) = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt}$$
$$= \vec{F}.\vec{v} = F\,v\cos\theta$$

यदि $\theta = 0°$ हो तो, $P = Fv$

10. Define coefficient of restitution.

Ans: Coefficient of restitution:- The coefficient of restitution for a collision between two bodies is the ratio of the magnitude of their relative velocity of separation after collision to the magnitude of their relative velocity of approach before the collision.It is represented by e and it depends upon the material of the colliding bodies.

$$e = -\frac{v_1 - v_2}{u_1 - u_2} = \frac{|v_1 - v_2|}{|u_1 - u_2|}$$

प्रत्यवस्थान के गुणांक को परिभाषित करें।

उत्तर: प्रत्यवस्थान गुणांक:- दो पिंडों के टकराव के बाद उनके अलग होने के सापेक्ष वेग के परिमाण और टकराव से पहले उनके उपगमन के सापेक्ष वेग के परिमाण के अनुपात को टकराव का प्रत्यवस्थान गुणांक कहते है। इसे e द्वारा निरूपित किया जाता है और यह टकराने वाले पिंडों की सामग्री पर निर्भर करता है |

$$e = -\frac{v_1 - v_2}{u_1 - u_2} = \frac{|v_1 - v_2|}{|u_1 - u_2|}$$

SHORT ANSWER TYPE QUESTIONS:
लघु उत्तरीय प्रश्न:

1. When work done by a force is said to be zero?

Ans: Zero work:-Under three conditions, Work done by a force is zero.

1. If there is no displacement [s = 0]
2. If the force is perpendicular to the displacement i.e., $\theta = 90°$
3. If there is no force acting on the body [F = 0]

कब किसी बल द्वारा किया गया कार्य शून्य कहा जाता है?

उत्तर: शून्य कार्य:-तीन स्थितियों में, किसी बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है।

1. यदि कोई विस्थापन नहीं हो [s = 0]
2. यदि बल विस्थापन के लंबवत हो यानी, $\theta = 90°$
3. यदि पिंड पर कोई बल कार्य नहीं कर रहा हो [F = 0]

2. A position dependent force $\vec{F} = (7 - 2x + 3x^2)\,N$ acts on an object of mass 2 kg to displace it from x=0 to x = 5 m. Find the work done by the force.

Ans: Work done =

$$\int_{x_1}^{x_2} F\,dx = \int_0^5 (7 - 2x + 3x^2)dx = [7x - x^2 + x^3]_0^5 = 35 - 25 + 125 = 135\,J$$

2 किग्रा द्रव्यमान वाली पिंड पर एक स्थिति निर्भर बल $\vec{F} = (7 - 2x + 3x^2)\,N$ कार्य करता है ताकि उसे x = 0 से x = 5 m तक विस्थापित किया जा सके। बल द्वारा किया गए कार्य ज्ञात करें ।

© JCERT not to be republished

उत्तर: किया गया कार्य =

$$\int_{x_1}^{x_2} F\,dx = \int_0^5 (7-2x+3x^2)dx = [7x-x^2+x^3]_0^5 = 35-25+125 = 135\,J$$

3. Define Elastic Potential Energy of spring.

Ans: **Elastic Potential Energy:-** According to Hooke's law, when a spring is stretched through distance x, the restoring force set up in the spring due to its elasticity is -

$$F \propto x \text{ or } F = -kx$$

Where k is spring constant of the spring which represents the restoring force set up in the spring per unit extension. Its unit is Nm^{-1}.

The work done in stretching the spring through distance x will be

$$W = \int_0^x kx\,dx = \frac{1}{2}kx^2$$

This work done is stored as potential energy U of the spring.

$$\therefore U = \frac{1}{2}kx^2$$

स्प्रिंग की प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा को परिभाषित करें।

उत्तर: **प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा :-** हुक के नियम के अनुसार, जब एक स्प्रिंग को दूरी x तक खींचा जाता है, तो इसकी प्रत्यास्थता के कारण स्प्रिंग में स्थापित पुनर्स्थापना बल इस प्रकार होता है कि

$$F \propto x \text{ या } F = -kx$$

जहां k स्प्रिंग का स्प्रिंग स्थिरांक है जो स्प्रिंग में प्रति यूनिट विस्तार में स्थापित पुनर्स्थापना बल का प्रतिनिधित्व करता है। इसकी इकाई N/m है।

स्प्रिंग को दूरी x तक खींचने में किया गया कार्य होगा

$$W = \int_0^x kx\,dx = \frac{1}{2}kx^2$$

किया गया यह कार्य स्प्रिंग की स्थितिज ऊर्जा U के रूप में संग्रहीत होता है |

$$\therefore U = \frac{1}{2}kx^2$$

4. A particle of mass 2 kg travels along a curve with velocity given by $4\hat{i}+16\hat{k}\ ms^{-1}$. After some time, its velocity becomes $8\hat{i}+20\hat{j}\ ms^{-1}$ due to the action of a conservative force. Find the work done on particles during this interval of time.

Ans:

Given, m= 2 kg

$v_1 = 4\hat{i}+16\hat{k}\ ms^{-1}$, $\Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{4^2+16^2} = \sqrt{272}$

And $v_2 = 8\hat{i}+20\hat{j}\ ms^{-1} \Rightarrow v_2 = \sqrt{8^2+20^2} = \sqrt{464}$

So, Work done = $\frac{1}{2}m[v_2^2 - v_1^2]$ = 192 J

2 kg द्रव्यमान का एक कण एक वक्र रास्ते पर वेग $4\hat{i}+16\hat{k}\ ms^{-1}$ से यात्रा कर रहा है| कुछ समय के पश्चात एक संरक्षी बल के कारण इसका वेग $8\hat{i}+20\hat{j}\ ms^{-1}$ हो जाता है। समय के इस अंतराल के दौरान कण पर किए गए कार्य को ज्ञात कीजिए।

उत्तर: दिया गया है, m= 2 kg

$v_1 = 4\hat{i}+16\hat{k}\ ms^{-1}$, $\Rightarrow \quad v_1 = \sqrt{4^2+16^2} = \sqrt{272}$

और $v_2 = 8\hat{i}+20\hat{j}\ ms^{-1} \Rightarrow v_2 = \sqrt{8^2+20^2} = \sqrt{464}$

इसलिए किया गया कार्य = $\frac{1}{2}m[v_2^2 - v_1^2]$ = 192 J

5. A particle moves with a velocity $\vec{v} = 5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k}\ ms^{-1}$ under the influence of a constant force $\vec{F} = 10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}\ N$. Find the instantaneous power applied to the particle

Ans: Given, $\vec{F} = 10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}\ N$

and $\vec{v} = 5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k}\ ms^{-1}$.

So Instantaneous power=$P = \vec{F}.\vec{v}$

$$= (10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}).(5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k})$$
$$= 50-30+120 = 140\ J\text{-}s^{-1}$$

एक कण एक अचर बल $\vec{F} = 10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}\ N$. के प्रभाव में वेग $\vec{v} = 5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k}\ ms^{-1}$ से गति कर रहा है। कण पर आरोपित तात्कालिक शक्ति ज्ञात कीजिए।

उत्तर: दिया गया है, $\vec{F} = 10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}\ N$.

और $\vec{v} = 5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k}\ ms^{-1}$.

इसलिए तात्कालिक शक्ति= $P = \vec{F}.\vec{v}$

$$= (10\hat{i}+10\hat{j}+20\hat{k}).(5\hat{i}-3\hat{j}+6\hat{k})$$
$$= 50-30+120 = 140\ J\text{-}s^{-1}$$

LONG ANSWER TYPE QUESTIONS: दीर्घ उत्तरीय प्रश्न:

1. Define kinetic energy. Find an expression for the kinetic energy of a body of mass m moving with velocity v_o

Ans: Energy possessed by the body due to the virtue of its motion is known as the kinetic energy of the body. Kinetic energy possessed by a moving body is equal to total work done by the body just before coming to rest.

Consider a body of mass (m) moving with velocity (v_o).After travelling through distance (s) it comes to rest.

Put, $u = v_o$,$v = 0$ and $s = s$ in equation $v^2 = u^2 + 2as$, we get

$0 = v_0^2 + 2as$

$\Rightarrow \quad 2as = -v_0^2$

© NCERT not to be republished

⇒ $a = - v_0^2/2s$

Hence force acting on the body-

$\vec{F}_{\text{on body}} = ma = - mv_o^2/2s$

But from Newton's third law of action and reaction, force applied by body is equal and opposite to the force applied on body-

i.e. , $\vec{F}_{\text{by body}} = - \vec{F}_{\text{on body}} = +mv_o^2/2s$

Therefore work done by body,

$W = F. s$

⇒ $W = (mv_o^2/2s)s.Cos0^0$

⇒ $W = mv_o^2/2$

Thus K.E. stored in the body is -

$K.E.= 1/2\ mv_o^2$

गतिज ऊर्जा को परिभाषित करें। वेग v_o के साथ चलने वाले द्रव्यमान m के एक पिंड की गतिज ऊर्जा के लिए एक अभिव्यक्ति ज्ञात कीजिये।

उत्तर: अपनी गति के कारण पिंड में मौजूद ऊर्जा को पिंड की गतिज ऊर्जा के रूप में जाना जाता है। गतिमान पिंड की गतिज ऊर्जा विराम में आने से से ठीक पहले पिंड द्वारा किए गए कुल कार्य के बराबर होती है।

मान लें की m द्रव्यमान के एक पिंड वेग v_o के साथ चल रहा हैं। s दूरी तय करने के बाद यह विराम की स्थिति में आ जाता है।

$u = v_o$, $v = 0$ और $s = s$ समीकरण $v^2= u^2+ 2as$ में रखने पर हम पाते हैं की,

$0 = v_0^2+ 2as$

⇒ $2as = - v_0^2$

⇒ $a = - v_0^2/2s$

इसलिए पिंड पर लगने वाला बल होगा-

$\vec{F}_{\text{on body}} = ma = - mv_o^2/2s$

लेकिन न्यूटन के क्रिया और प्रतिक्रिया के तीसरे नियम से, पिंड द्वारा लागू बल पिंड पर लगाए गए बल के विपरीत और बराबर होगा।

अथार्त, पिंड द्वारा लागू बल -

$\vec{F}_{\text{by body}} = - \vec{F}_{\text{on body}} = +mv_o^2/2s$

इसलिय पिंड द्वारा किया गया कार्य ,

$W = F. s$

⇒ $W = (mv_o^2/2s)s.Cos0^0$

⇒ $W=mv_o^2/2$

इस प्रकार पिंड में संग्रहीत गतिज ऊर्जा -

$K.E.= 1/2\ mv_o^2$

2. Discuss one dimensional elastic collision between two bodies. Calculate the velocities of the bodies after collision.Show that when two bodies of equal mass collide elastically, their velocities are interchanged.

Ans: **One dimensional elastic collision:-**

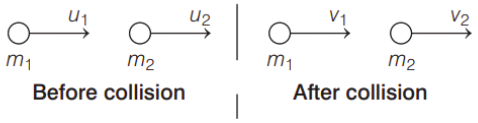
1. It is a collision in which the colliding bodies move along the same straight-line path before and after the collision.

2. It is a collision in which both the momentum and the kinetic energy of the system remains conserved.

3. It is a collision in which all the involved forces are conservative forces and total energy remains conserved.

Velocities in one-dimensional elastic collision:-

Suppose two bodies of masses m_1 and m_2 moving with velocities u_1 and u_2 $(u_1 > u_2)$ in the same direction suffer head-on elastic collision. Let v_1 and v_2 be their velocities after collision.



According to law of conservation of momentum

$m_1u_1+m_2u_2 = m_1v_1+m_2v_2$ .....(i)

⇒ $m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2-u_2)$ .....(ii)

As K.E. is conserved in an elastic collision, so

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad \text{.....(iii)}$$

⇒ $m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(v_2^2-u_2^2)$.....(iv)

Dividing equation (iv) by equation (ii) we get-

$v_1 + u_1 = v_2 + u_2$.....(v)

⇒ $u_1 - u_2 = v_2 - v_1$.....(vi)

i.e.,

Relative velocity of approach = Relative velocity of separation

Further from equation (v) we get-

$v_2 = v_1 + u_1 - u_2$

Substituting this value of v_2 in equation (i) and rearranging we get

Velocities after collision-

$$v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot u_1 + \frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot u_2 \quad \text{.....(VII)}$$

and,

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot u_2 \quad \text{.....(VIII)}$$

© NCERT not to be republished

Special case:- When masses of two colliding bodies are equal,

Substituting $m_1 = m_2$ in equation (vii) and (viii) we get-

$v_1 = u_2$ and $v_2 = u_1$

i.e. It means when two bodies of equal masses undergo head on elastic collision, their velocities get interchanged.

दो पिंडों के बीच एक आयामी प्रत्यास्थ टक्कर की चर्चा कीजिए। टकराव के बाद पिंडों के वेगों की गणना कीजिए। दिखाएँ कि जब समान द्रव्यमान के दो पिंड प्रत्यास्थ रूप से टकराते हैं, तो उनके वेग आपस में बदल जाते हैं।

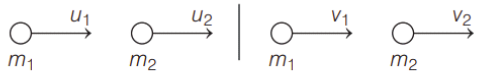
उत्तर: एक आयामी प्रत्यास्थ टकराव:-

1. यह एक ऐसी टक्कर है जिसमें टकराने वाले पिंड टक्कर से पहले और टक्कर के बाद एक ही सीधी रेखा में चलते हैं।

2. यह एक ऐसी टक्कर है जिसमें प्रणाली का संवेग और गतिज ऊर्जा दोनों संरक्षित रहती हैं।

3. यह एक ऐसी टक्कर है जिसमें शामिल शामिल सभी बल संरक्षी बल होते हैं और कुल ऊर्जा संरक्षित रहती है।

एक आयामी प्रत्यास्थ टक्कर में वेग:-मान लीजिए की m_1 और m_2 द्रव्यमान के दो पिंड क्रमशः u_1 और u_2 ($u_1 > u_2$) वेग से एक ही दिशा में गतिमान हैं जिसमे आमने-सामने की प्रत्यास्थ टक्कर होती है। यदि v_1 और v_2 टक्कर के बाद उनकी गति हो तो



टक्कर के पहले | टक्कर के बाद

संवेग संरक्षण के नियम द्वारा,

$m_1u_1+m_2u_2 = m_1v_1+m_2v_2$ .....(i)

⇒ $m_1(u_1 - v_1) = m_2(v_2-u_2)$ .....(ii)

जैसा कि एक प्रत्यास्थ टक्कर में गतिज ऊर्जा संरक्षित होती है, इसलिए

$$\frac{1}{2}m_1u_1^2 + \frac{1}{2}m_2u_2^2 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 \quad .....(iii)$$

⇒ $m_1(u_1^2 - v_1^2) = m_2(v_2^2-u_2^2)$.....(iv)

समीकरण (iv) में समीकरण (ii) से भाग करने पर हम पाते हैं की-

$v_1 + u_1 = v_2 + u_2$.....(v)

⇒ $u_1 - u_2 = v_2 - v_1$.....(vi)

अर्थात, उपगमन का वेग = पृथक्करण का वेग

समीकरण (v) से हम पाते हैं की

$v_2 = v_1 + u_1 - u_2$

v_2 का यह मान समीकरण (i) में रखकर व्यवस्थित करने पर हम पाते हैं की,

टक्कर के बाद वेग

$$v_1 = \frac{m_1-m_2}{m_1+m_2}\cdot u_1 + \frac{2m_2}{m_1+m_2}\cdot u_2 \quad .....(VII)$$

और ,

$$v_2 = \frac{2m_1}{m_1+m_2}\cdot u_1 + \frac{m_2-m_1}{m_1+m_2}\cdot u_2 \quad .....(VIII)$$

विशेष स्थिति:- जब दो टकराने वाले पिंडों के द्रव्यमान बराबर हो |

समीकरण (vii) और (viii) में $m_1 = m_2$ को प्रतिस्थापित करने पर हम पाते हैं की-

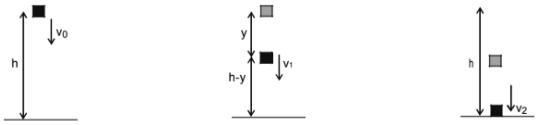
$v_1 = u_2$ and $v_2 = u_1$

अर्थात, इसका मतलब है कि जब समान द्रव्यमान के दो पिंड एक आयामी प्रत्यास्थ टक्कर गुजरते हैं, तो उनके वेग आपस में बदल जाते हैं।

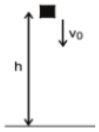
3. State principle of conservation of mechanical energy. Show that the total mechanical energy of a body remains conserved during its free fall.

Ans: Principle of Conservation of Mechanical Energy:-For conservative forces the sum of kinetic and potential energies of any object remains constant throughout the motion.

i.e., for conservative system E=K+U= constant



Case1:- Consider a body of mass m situated at height h & moving with velocity v_0. Its total mechanical energy will be-

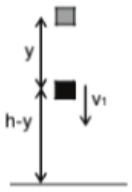


$E_1 = U_1+K_1$

⇒ $E1=mgh+\frac{mv_0^2}{2}$ .....(i)

Case2:-When the body falls under gravity through distance y, then it acquires velocity v_1 and its height becomes (h-y)

© NCERT not to be republished



Hence, u = v_o

s = y

a = g

and,v = v_1

Using the formula, $v^2=u^2+2as$

$\Rightarrow v_1^2=v_0^2+2gy$

Total mechanical energy in this situation will be-

$E_2= U_2+ K_2$

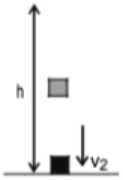
$\Rightarrow E_2 = mg (h-y) + 1/2 mv_1^2$

$\Rightarrow E_2 = mg (h-y) + 1/2 m (v_o^2+2gy)$

$\Rightarrow E_2 = mgh - mgy + 1/2 mv_o^2 + mgy$

$\Rightarrow E_2 = mgh + 1/2 mv_o^2$ .....(ii)

Case3:-Now we consider the situation when body reaches ground with velocity v_2



Hence,u = v_o

s = h

a = g

and, v = v_2

Using the formula $v^2=u^2+2as$

$\Rightarrow v_2^2=v_0^2+2gh$

Total mechanical energy in this situation will be-

$E_3= U_3+ K_3$

$\Rightarrow E_3 = 0 + 1/2 mv_2^2$

$\Rightarrow E_3 = 0 + 1/2 m (v_0^2+2gh)$

$\Rightarrow E_3 = 1/2 mv_0^2+mgh$ .....(iii)

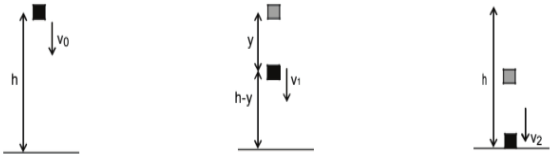
From above equations (i),(ii) and (iii) it is clear that $E_1 = E_2 = E_3$. This proves the law of conservation of Mechanical Energy

यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण के सिद्धांत को बताइये। सिद्ध करें कि किसी पिंड की कुल यांत्रिक ऊर्जा उसके मुक्त रूप से गिरने के दौरान संरक्षित रहती है।

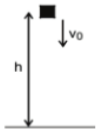
उत्तर: यांत्रिक ऊर्जा संरक्षण का सिद्धांत:-

संरक्षी बलों के लिए किसी भी वस्तु की गतिज और स्थितिज ऊर्जाओं का योग पूरी गति के दौरान अचर रहता है।

अर्थात, संरक्षी प्रणाली के लिये, E=K+U= अचर



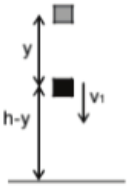
Case 1:-माना की m द्रव्यमान का एक पिंड जो h ऊंचाई पर स्थित है और वेग v_o वेग के साथ निचे गिर रहा है तो इसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा होगी।



$E_1= U_1+K_1$

$\Rightarrow$ E1=mgh+ $\frac{mv_0^2}{2}$ .....(i)

Case2:- जब पिंड गुरुत्वाकर्षण के अंतर्गत y दूरी गिर कर वेग v_1 को प्राप्त करता है और ऊंचाई (h-y) हो जाता है |



अतः, u = v_o

s = y

a = g

और ,v = v_1

सूत्र $v^2=u^2+2as$ का उपयोग करने पर-

$\Rightarrow v_1^2=v_0^2+2gy$

इस स्थिति में कुल यांत्रिक ऊर्जा होगी-

$E_2= U_2+ K_2$

$\Rightarrow E_2 = mg (h-y) + 1/2 mv_1^2$

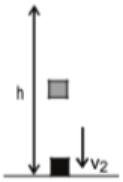
© JCERT not to be republished

$\Rightarrow$ $E_2 = mg\ (h-y) + 1/2\ m\ (v_o^2+2gy)$

$\Rightarrow$ $E_2 = mgh - mgy + 1/2\ mv_o^2 + mgy$

$\Rightarrow$ $E_2 = mgh + 1/2\ mv_o^2$ .....(ii)

Case 3:- जब पिंड v_2 वेग से धरातल पर पहुँचती हैं|



अतः $u = v_o$

$s = h$

$a = g$

और, $v = v_2$

सूत्र $v^2=u^2+2as$ का उपयोग करने पर

$\Rightarrow$ $v_2^2 = v_0^2+2gh$

इस स्थिति में कुल यांत्रिक ऊर्जा होगी-

$E_3 = U_3 + K_3$

$\Rightarrow$ $E_3 = 0 + 1/2\ mv_2^2$

$\Rightarrow$ $E_3 = 0 + 1/2\ m\ (v_0^2+2gh)$

$\Rightarrow$ $E_3 = 1/2\ mv_0^2+mgh$ .....(iii)

उपर्युक्त समीकरण (i),(ii) और (iii) से यह स्पस्ट है की $E_1 = E_2 = E_3$. यह यांत्रिक ऊर्जा के संरक्षण के नियम को सिद्ध करता है।

© JCERT not to be republished