৯ম একাডেমিক প্রোগ্রাম ২০২০

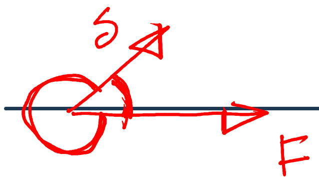
পদার্থবিজ্ঞান

Hello!

লেকচার : P-09

অধ্যায় ৪ : কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার
www.udvash.com

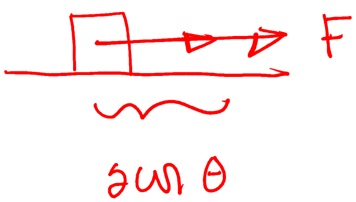


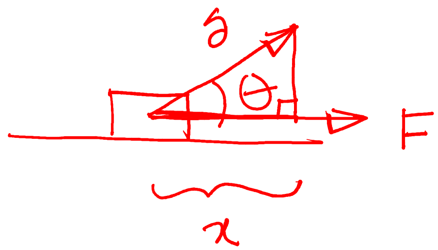
কাজ

Work

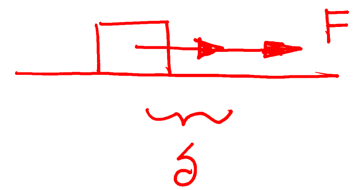
Component = part of a vector

- **Definition:** কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল এবং বল প্রয়োগের সময়টুকুতে বস্তুর বলের দিকে সরণ কিংবা সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।





$\cos\theta = \frac{\text{ভূমি}}{\text{অতি}}$

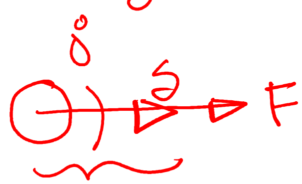


$W = Fs$ → সরণ

$W = Fs\cos\theta$ — General

$\cos\theta = \frac{x}{s} \Rightarrow x = s\cos\theta$ (উপাংশ)

F = constant = 2N, 5N, 9N



$\theta = F \wedge s$ small angle

$W = Fs\cos 0° = Fs$

✗ $F = 2x$ $x = 1, F = 2$; $x = 2, F = 4$

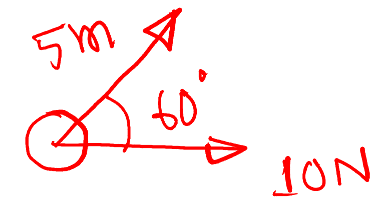
কাজ

Work= Scalar;

$W = \vec{F}.\vec{S}$ → Dot Product $= Fs\cos\theta$

(dot গুনফল)

$W = Fs\cos\theta$



Unit: J/Nm

$W = Fs\cos\theta = Nm = Joule$

Dimension:

→J → Nm

→Kgm$s^{-2}m$

→Kgm^2s^{-2}

$[W] = [F][s] = [m][a][s]$

$= MLT^{-2}L = ML^2T^{-2}$

$W = Fs\cos\theta$

$= 10 \times 5 \times \cos 60°$

$= 10 \times 5 \times \frac{1}{2}$

$= 25J$

So,

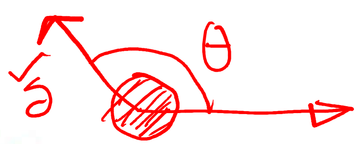
$W = Fs\cos\theta = \vec{F}.\vec{s}$

[W] = [M L^2T^{-2}]

scalar

Vector x Vector → Scalar / Vector

$W = 20J$ (direction)



F $W = Fs\cos\theta$

PROBLEM

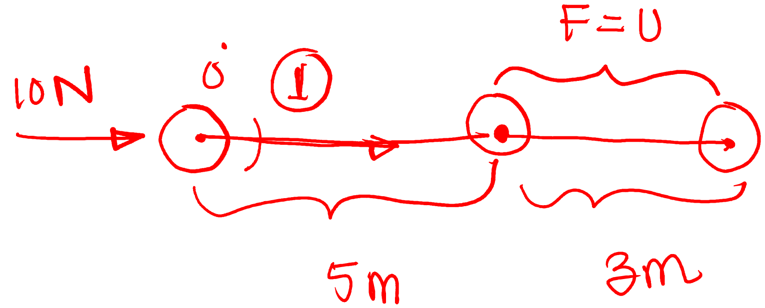
- একটি বস্তুর ওপর 10N বল 5s ধরে প্রয়োগ করায় এর 5m সরণ হলো। কিন্তু, গতি জড়তার জন্য বস্তুটা আরো 3m সামনে এগিয়ে গেলো! কৃতকাজ কত?

$W = Fs\cos\theta$

$= 10 \times 5 \times \cos 0^\circ$

$= 50 \times 1$

$= 50\,J$



$W = Fs\cos\theta$

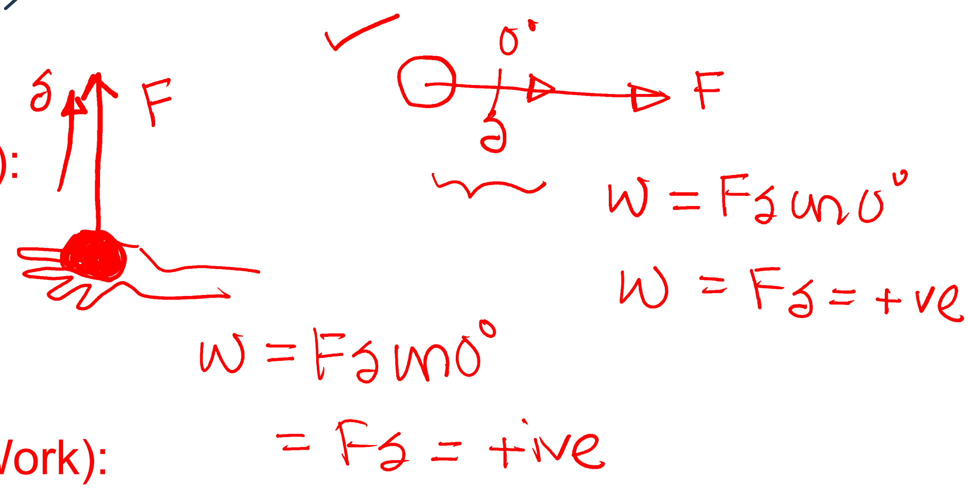
same time

CLASSIFICATION OF WORK

Zero work

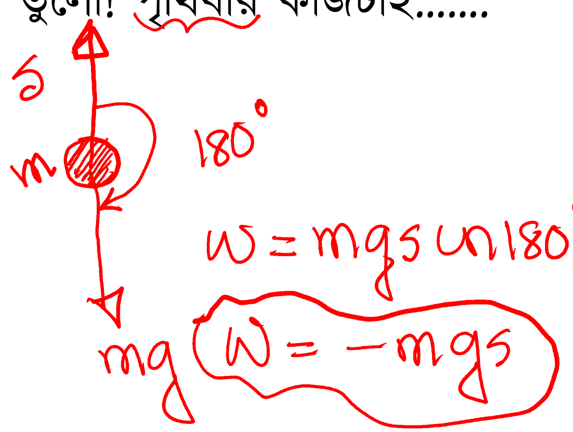
1. বলের দিকে কাজ / ধনাত্মক কাজ (Positive Work):

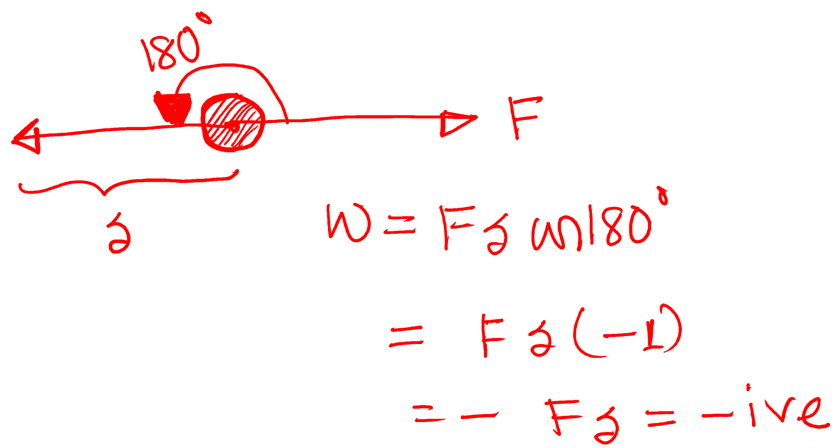
→ কলম উপর তুলো! তোমার কাজটাই.......



2. বলের বিপরীতে কাজ/ ঋনাত্মক কাজ (Negative Work):

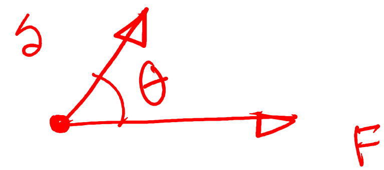
→ কলম উপর তুলো! পৃথিবীর কাজটাই.......





Zero Work

$$W = Fs\cos\theta$$



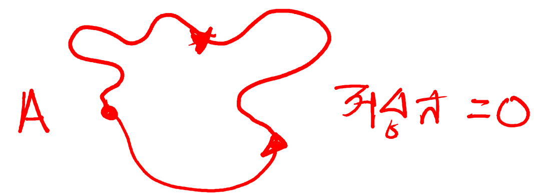
$\cos\theta \rightarrow \dfrac{\text{ভূমি}}{\text{অতি}}$

✓ $W = 0$,

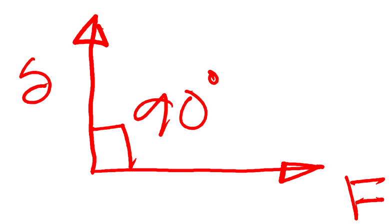
- (i) $F = 0 \Rightarrow ma = 0 \Rightarrow a = 0$, $m \neq 0 \Rightarrow \dfrac{v-u}{t} = 0$

  $v = u$ → constant velocity/static

- (ii) $s = 0$



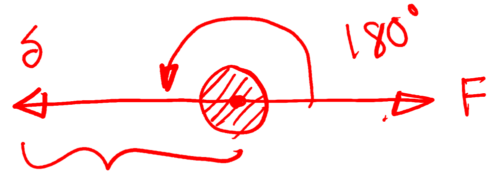
- (iii) $\cos\theta = 0 \Rightarrow \theta = 90^\circ$

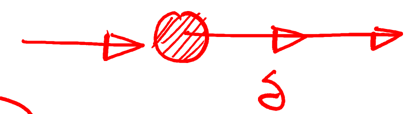


$$W = 0$$

শক্তি

- কাজ করার ক্ষমতাকে শক্তি বলে।





$W = Fs\cos 180^\circ$ (-1)

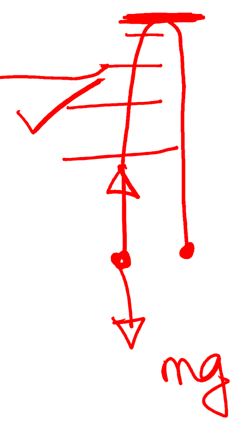
$= -Fs = -ive$

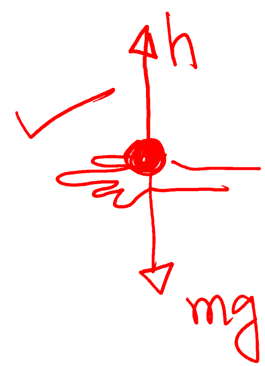
$W = Fs\cos 0^\circ$

$W = Fs = +ive$

ধনাত্মক কাজের সময় ⟶ বস্তুকে শক্তি দেয়।

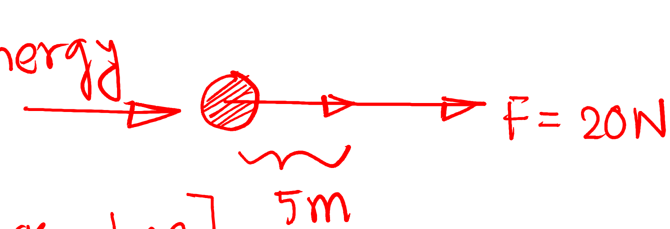
ঋনাত্মক কাজের সময় ⟶ বস্তু থেকে শক্তি নেয়।





শক্তি

কৃত কাজ = ব্যয়িত শক্তি



Unit: J/Nm

[lost Energy = work done]

W = 20×5 = 100J

W = Energy

Dimension;

$\rightarrow J \rightarrow Nm$

$\rightarrow Kgms^{-2}m$

$\rightarrow kgm^{2}s^{-2}$

So, [E] = $[ML^{2}T^{-2}]$

DIFFERENT FORMS OF ENERGY

- **যান্ত্রিক শক্তি**: ✓ General form

→ বস্তুর অবস্থান, আকার ও গতির জন্য যে শক্তি পাওয়া যায়, তা যান্ত্রিক শক্তি।

Two Types:

⇒ mechanical work = গতিশক্তি + বিভবশক্তি

→ গতিশক্তি ✓

→ বিভবশক্তি ✓

KINETIC ENERGY

গতির জন্য যে শক্তি হয়, তাকে গতিশক্তি বলে।

We Know,

কৃত কাজ = ব্যয়িত শক্তি

So,

$$E_k = W = Fs$$

$$E_k = mas \ldots\ldots (i)$$

But,

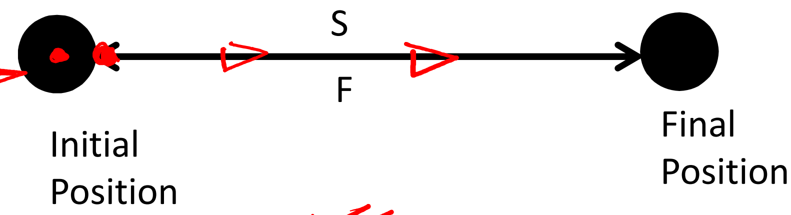
$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$\Rightarrow v^2 = 2as \; [\because u = 0]$$

$$\Rightarrow as = \frac{v^2}{2}$$

$$\therefore (i) \Rightarrow$$

$$E_k = m \times \frac{v_2}{2} = \frac{1}{2} m v^2$$



E_k= P^2 / 2m ?

$$E_K = \frac{mv^2}{2} \qquad p = mv$$

$$= \frac{m \cdot mv^2}{m \cdot 2} \qquad m \neq 0$$

$$= \frac{m^2 v^2}{2m}$$

$$= \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$$

$$E_K = \frac{p^2}{2m}$$

$$p^2 = 2mE_K$$

$$p = \sqrt{2mE_K}$$

Poll -01

- 1) যদি কোনও বস্তুর ভরবেগ দ্বিগুন হয়ে যায় তবে গতিশক্তি হবে:
- ক) 4 গুণ
- খ) 2 গুণ
- গ) 1.41 গুণ
- ঘ) 8 গুণ

$E_{K_1} = \frac{p^2}{2m}$

$E_{K_2} = \frac{(2p)^2}{2m}$

$= \frac{4p^2}{2m}$

$= 4 \times \frac{p^2}{2m} = 4E_{K_1}$

$E_{K_2} = 4E_{K_1}$

$E_K = \frac{p^2}{2m}$

$P_1 = P$

$P_2 = 2P$

কাজ-শক্তি উপপাদ্য

→ Work - Energy theorom

We Know,

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

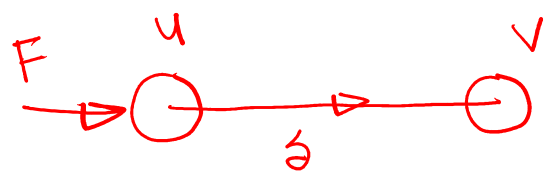
Multiplying both sides by $\frac{1}{2}m \Longrightarrow$

$$\Longrightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mu^2 + \frac{1}{2}m \times 2as$$

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

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

Work –Energy Theorem.



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

$E_i = \frac{1}{2}mu^2$

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

$W = E_f - E_i$

কাজ = গতিশক্তির পরিবর্তন

PROBLEM

- 10kg ভরের একটি স্থির বস্তুর ওপর 10s ব্যাপী 10N বল প্রয়োগ করা হয়েছে।

(a) 10s পরে বস্তুর গতিশক্তি কত?

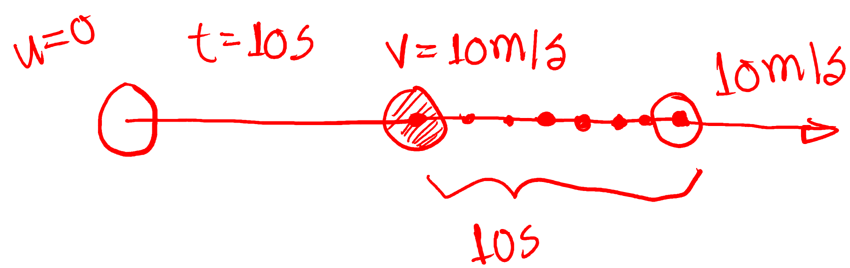
(b) 20s পরে বস্তুর গতিশক্তি কত?

(c) যদি পুরা 20s বল প্রয়োগ করা হয়, তবে গতিশক্তি কত?

$F = ma$, $a = \frac{F}{m}$

(a) $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^2 = 5 \times 100 = 500\,J$

$v = u + at = 0 + \frac{F}{m}t = \frac{10}{10} \times 10 = 10\,m/s$



(b) $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^2 = 500\,J$

Solution

(c) $E_K = \frac{1}{2} m v_1^2$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times (20)^2$

$= 5 \times 400$

$= 2000 J$ ✓

$F = ma$

$a = \frac{F}{m}$

$v_1 = u + at_1$

$= 0 + \frac{F}{m} t_1$

$= \frac{10}{10} \times 20$

$= 20 \ m/s$

বিভবশক্তি (Potential Energy)

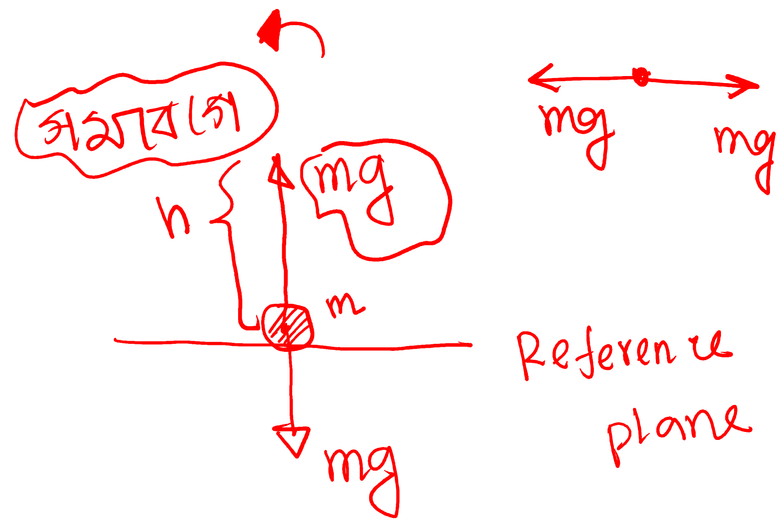
✓কোনো বস্তুর আকার ও অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি,তাকেই বিভবশক্তি বলে।

**ধর, m ভরের একটি বস্তু h উচ্চতার বিল্ডিং এর উপর রাখলা। তাহলে,অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য, বিভবশক্তি, E_p= mgh…..

$$\boxed{E_p = mgh}$$

constant velocity

$$W = Fs\cos\theta$$
$$= mgh\cos 0^\circ$$
$$E_p = W = mgh$$



$$mg - mg = F_{net} = 0 = a$$

Quiz

** গতিশক্তি কি নেগেটিভ হতে পারে? No

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

+ive

+ive

+ive

$v <$ + / −

$v^2 \rightarrow +$

$v^2 = -2^2$ m/s

= 4 m/s

ive

positive

Poll -02

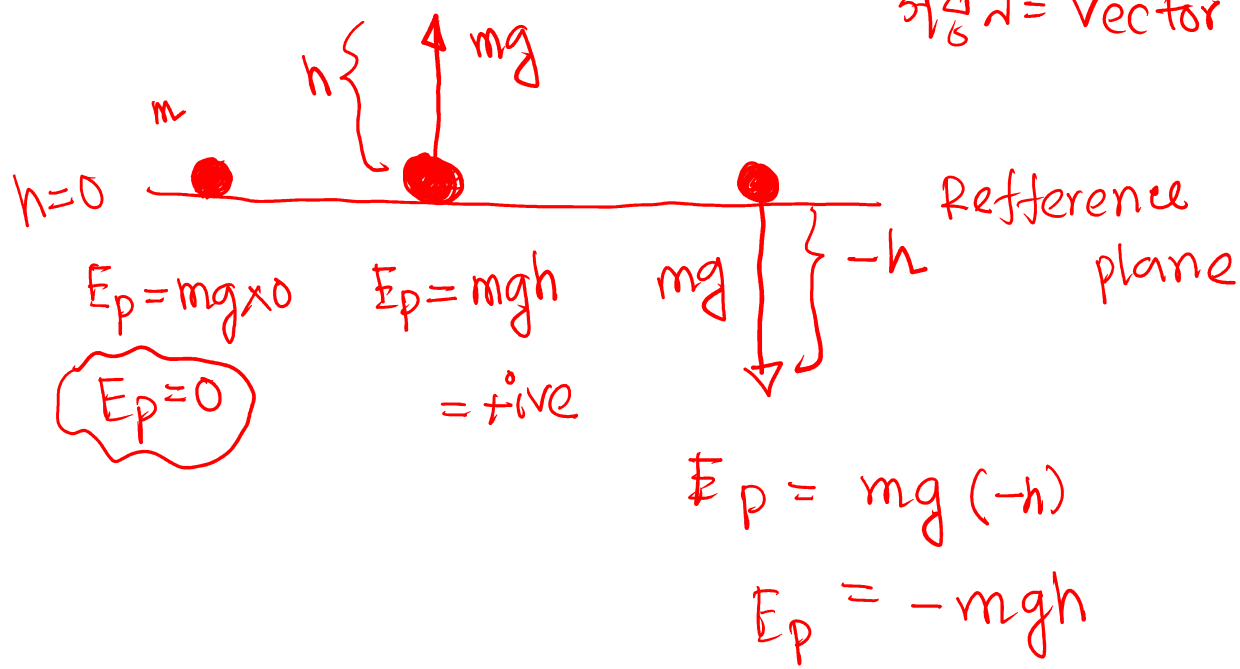
2) বিভব শক্তি হতে পারে:

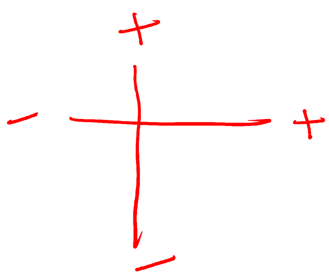
ক) ধনাত্মক

খ) ঋণাত্মক

গ) 0

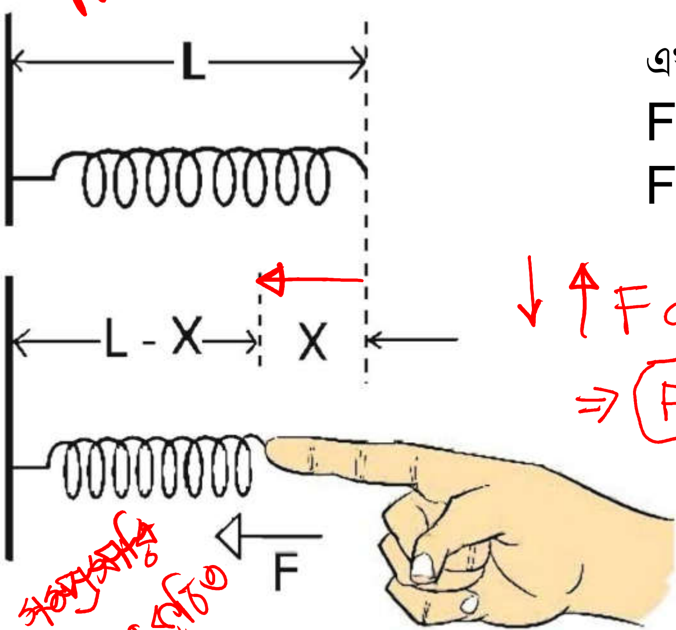
ঘ) সব





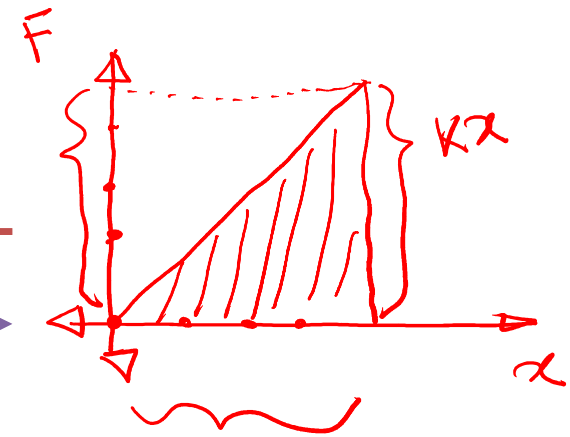
Spring

- For a spring, বিভবশক্তি, $E_p = \frac{1}{2} Kx^2$; K = স্প্রিং ধ্রুবক, x= প্রসারণ /সংকোচন



এখানে,
F_{man} =মানুষ
F_{spring} = স্প্রিং

$F \propto x$
$\Rightarrow F = Kx$
Spring constant



$Area = \frac{1}{2} \times x \times Kx$

বিভবশক্তি $= \frac{1}{2} K x^2$

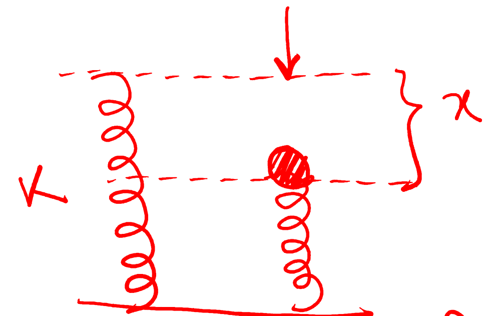
শক্তির নিত্যতা সূত্র

- 10kg ভরের একটা বস্তু একটা স্প্রিং –এর ওপর 10m/s বেগে পড়লো। যদি স্প্রিং ধ্রুবক 100000 J/m^2 or N/m হয়, তবে স্প্রিংটা কতটুকু সংকোচন হয়েছিলো?

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

or, $x^2 = \frac{mv^2}{K}$

or, $x = \sqrt{\frac{mv^2}{K}} = \sqrt{\frac{10 \times 100}{100000}} = \sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{1}{10} = 0.1\ m$



$E_p = \frac{1}{2}Kx^2$

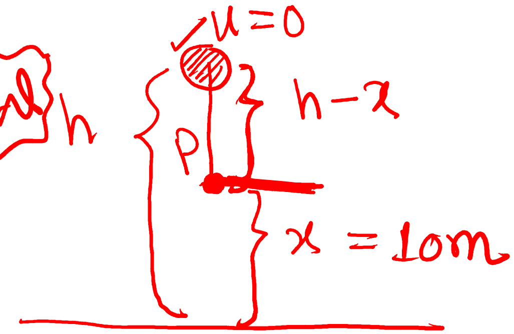
$x = 0.1m$

SSC Special Problem

- 30m উচ্চতা থেকে একটা বস্তুকে ফেলে দিলে কত উচ্চতায় গতিশক্তি বিভবশক্তির 2 গুণ হবে?

$$E_K = n E_p$$

$$x = \frac{h}{n+1} \quad \text{(General)}$$



or, $\frac{1}{2}mv^2 = n \cdot mgx$

or, $\frac{1}{2}(u^2+2g(h-x)) = ngx$

or, $\frac{1}{2}(0+2g(h-x)) = ngx$

$E_p = mgh$ (ভূমি হতে উচ্চতা)

or, $h-x = nx$

or, $h = x+nx = x(n+1) \Rightarrow x = \frac{h}{n+1}$

Solution

গতিশক্তি, বিভবশক্তির n গুন $= x = \frac{h}{n+1}$

$E_K = nE_p$

$x = \frac{h}{n+1}$

$= \frac{30}{2+1}$

$= \frac{30}{3}$

$= 10m$

• বিভবশক্তি, গতিশক্তির m গুন, $x = ?$

$E_p = mE_K$

or, $E_K = \frac{1}{m} E_p$

$\therefore n = \frac{1}{m}$

$x = \frac{h}{\frac{1}{m}+1} = \frac{mh}{m+1}$

Shortcut♥♥

Here, n বলতে বুঝায় গতিশক্তি বিভবশক্তির কত গুণ!!

Shortcut $\Rightarrow \boxed{x = \frac{h}{n+1}}$

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

না বুঝে মুখস্থ করার অভ্যাস প্রতিভাকে ধ্বংস করে।

উদ্ভাস
একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার