



# **KHAN G. S. RESEARCH CENTRE**

# **रेलवे**

**SPECIAL**

**SCIENCE (PHYSICS)**

**By : Khan sir**

**Venue :**

**KHAN G. S. RESEARCH CENTRE**

Kishan Cold Store, Musallahpur Hat, Patna-6  
Mob. : 8877918018, 8757354880

## गति (Motion)

- जब किसी वस्तु के स्थिति में समय के सापेक्ष परिवर्तन देखा जाता है तो उसे गति कहते हैं।

**दूरी**— दो बिन्दुओं के बीच की लम्बाई को दूरी कहते हैं।

दूरी एक अदिश राशि है यह कभी भी शून्य नहीं हो सकती है।

- इसका मात्रक मी. तथा विमा 'L' होता है।

**Note :** जब कोई वस्तु वृत्तीय मार्ग पर गति करती है, तो उसके द्वारा तय की गयी दूरी—

$$D = 2\pi r.n \quad \text{जहाँ } n = \text{चक्करो की संख्या है}$$

- Q. 4m त्रिज्या वाले वृत्तीय पथ पर कोई साईकिल 20 चक्कर लगाता है।**

$$D = 2 \times \pi \times 4 \times 20$$

$$D = 160\pi \text{ Ans}$$

**विस्थापन (DISPLACEMENT) :** दो बिन्दुओं की बीच न्यूनतम दूरी की विस्थापन कहते हैं यह सदिश राशि है।

- यह धनात्मक ऋणात्मक तथा शून्य हो सकता है।

- Q. 35 km/h की रफ्तार से एक गेद की 40m की उचाई पर फेका जाता है। उसके द्वारा तय की गयी विस्थापन एवं दूरी का अनुपात ज्ञात करें।**

$$\text{दूरी} = 40 + 40$$

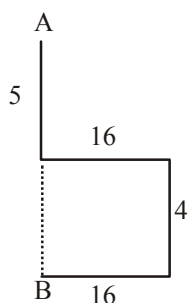
$$= 80$$

$$\text{विस्थापन} = 0$$

$$= \frac{\text{विस्थापन}}{\text{दूरी}} = \frac{0}{80} = 0 \text{ Ans}$$

- दूरी, विस्थापन बराबर हो सकता है लेकिन दूरी विस्थापन से कम नहीं हो सकता है।

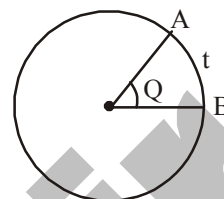
$$\boxed{\text{दूरी} \geq \text{विस्थापन}}$$



$$\text{दूरी} = 41$$

$$\text{विस्थापन} = 9 [5+4]$$

**कोणीय वेग**— किसी वृत्तीय पथ पर  $\theta$  कोण घुमने में लगा समय कोणीय वेग कहलाता है। अर्थात्  $\theta$  कोण के दर को कोणीय वेग कहते हैं।



$$\boxed{\omega = \frac{\theta}{t}}$$

$$\omega = \frac{360}{t}$$

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{t}}$$

- Q. किसी घड़ी के sec वाली सूई तथा min वाली सूई के कोणीय वेग का अनुपात ज्ञात करें।**

- रेखीय वेग तथा कोणीय वेग में सम्बन्ध

$$\boxed{v = r\omega}$$

- Q. 3m लम्बी घड़ी के सेकेण्ड वाली सूई का रेखीय वेग ज्ञात करें**

**चाल (speed) :** चाल एक अदिश राशि है। इसका मात्रक m/s होता है तथा विमा ( $LT^{-1}$ ) होता है

$$\boxed{\text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}}$$

**वेग (velocity) :** यह एक सदिश राशि है। इसका मात्रक m/s विमा ( $LT^{-1}$ )

$$\boxed{\text{वेग} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}}$$

**प्रारम्भिक वेग:** जिस वेग से वस्तु चलना प्रारम्भ करती है उसे प्रारम्भिक वेग कहते हैं। इसे U से दिखाते हैं।

यदि कोई वस्तु विरामा अवस्था से चलना प्रारम्भ की है उसका प्रारम्भिक वेग  $u = 0$  होता है।

**अन्तिम वेग (v) : Final Velocity**— यह किसी वस्तु के गति प्रारम्भ होने के बाद के स्थिति को दर्शाता है। यदि कोई

वस्तु रुक गयी है तो उसका अन्तिम वेग  $v = 0$

**त्वरण (Eceleration)**– वेग परिवर्तन की दर को त्वरण कहते हैं।

☛ त्वरण एक सदिश राशी है। इसका मात्रक  $m/s^2$  होता है।  
विमा  $LT^{-2}$

\* यदि चाल नियत है, तो त्वरण शून्य होगा

\* **Note**–वृत्तिय पथ पर चाल नियत होने के बावजूद वेग परिवर्तित होते रहता है। जिस कारण त्वरण पाया जाता है

$$\text{त्वरण (a)} = \frac{v - u}{t}$$

**Q.** एक वस्तु के चाल  $60 m/s$  से बढ़कर  $90 m/s$  होने में  $10$  से० समय लगता है त्वरण ज्ञात करें।

**Note:**–जब त्वरण वेग को बढ़ाता है तो इस स्थिति में वह धनात्मक होता है उसे त्वरण कहते हैं।

☛ जब त्वरण के कारण वेग घटता है, तो उसे मन्दन कहते हैं।  
गति से सम्बन्धित गैलेलियों के नियम–

(1) $v = u + at$	$a = \text{त्वरण}$
(2) $S = ut + \frac{1}{2}at^2$	$t = \text{समय}$
(3) $V^2 = U^2 + 2as$	$s = \text{दूरी}$
(4) $St = U + \frac{a}{2}(2t - 1)$	$u = \text{प्रारम्भिक वेग}$
	$v = \text{अन्तिम वेग}$
	$st = t \text{ वे समय में}$

**Q.** एक वस्तु का प्रारम्भिक वेग  $8 m/s$  है। यदि उस पर  $3 m/s^2$  त्वरण लग रहा है तो  $4 \text{ sec}$  बाद उसका वेग क्या होगा।

**Q.** एक वस्तु का प्रारम्भिक वेग  $4 m/s$  है यदि उस पर  $2 m/s^2$  का त्वरण लग रहा है तो  $4 \text{ sec}$  बाद वह कितनी दूरी तय करेगी।

**Q.** एक वस्तु का प्रारम्भिक वेग  $16 m/s$  है यदि उस पर  $3 m/s^2$  का मन्दन लगाया जा रहा हो तो कितनी दूरी तय करने के बाद वह रुक जाएगी।

**Q.** एक वस्तु विरामा से चलना प्रारम्भ करती है, यदि उस पर  $6 m/s^2$  का त्वरण लग रहा हो, तो  $10$  सेकंड बाद चली गयी दूरी ज्ञात करें।

**Q.** एक वस्तु विरामा से चलना प्रारम्भ करती है उस पर  $6 m/s^2$  का त्वरण लगता है। पहला  $\text{sec}$  दूसरा  $\text{sec}$  तथा तीसरा  $\text{sec}$  में तय की गयी दूरी ज्ञात करें?

**गुरुत्वाकर्षण के विरुद्ध गति:**

जब हम पृथ्वी सतह को छोड़कर उपर हवा में गति करते हैं, तो वह गति गुरुत्वाकर्षण के अधिन आती है।

☛ गुरुत्व गति में गुरुत्वीय त्वरण  $g$  काम करता है।

$$g = 9.8 m/s^2 \text{ होता है।}$$

☛ जब हम पृथ्वी सतह से ऊपर की ओर जाते हैं, तो  $g$  का मान Negative होता है।

☛ जब हम ऊपर से निचे की ओर गति करते हैं, तो  $g$  का मान positive होता है।

इस स्थिति में गति का समीकरण–

$$(1) v = u + gt$$

$$(2) S = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

$$(3) V^2 = u^2 + 2gs$$

**Q.** एक वस्तु को किसी मिनार से निचे गिराया जाता है  $4 m/s$  के वेग से उसे  $32 m/s$  का वेग प्राप्त करने में कितना समय लगेगा?

**Q.** एक गेद को  $10 m/s$  के वेग से उपर फेंका जाता है  $4 \text{ sec}$  के बाद कितने ऊँचाई पर होगा  $g = 10$

**प्रक्षेप्य गति Projectile Motion:**

☛ जब किसी वस्तु को धरातल के साथ किसी कोण पर फेंका जाता है, तो उसकी गति की प्रक्षेप्य गति कहते हैं।

Eg. धनुष, तोप, भाला etc

**Range (परास):** प्रक्षेप्य के दौरान वस्तु जितनी दूर पर जाकर गिरी हो उस दूरी को रेज कहते हैं

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g}$$

☛ अधिकतम Range प्राप्त करने के लिए  $\theta = 45^\circ$  होना चाहिए

**Q.** एक माला को  $10 m/s$  के रफ्तार से  $30^\circ$  के कोण से फेंका जाता है। Range ज्ञात करें ( $g = 10$ )

### उड़ान काल (T) Flight Time :

प्रक्षेप्य गति के दौरान कोई वस्तु जितनी देर हवा में रहता है, उस समय को उड़ान काल कहते हैं।

$$T = \frac{2u \sin \theta}{g}$$

Q. किसी वस्तु को  $30^\circ$  के कोण पर  $60 \text{ m/s}$  के रफ्तार से फेंकते हैं कितने देर हवा में रहेगा

महत्तम उचाई :

प्रक्षेप्य के दौरान प्राप्त की गयी अधिकतम उचाई को महत्तम उचाई कहते हैं।

$$H = \frac{u^2 \sin^2 \theta}{2g}$$

Q. किसी वस्तु को  $30^\circ$  के कोण पर फेंका जाता है यदि उसका प्रारम्भिक वेग  $10 \text{ m/s}$  हो तो अधिकतम कितनी ऊँचाई तक जाएगा।

Q. किसी वस्तु को  $30^\circ$  के कोण पर  $40 \text{ m/s}$  के वेग से फेंका जाता है। इसका सब कुछ ज्ञात करें

### बल (Force)

➤ बल किसी वस्तु की अवस्था में परिवर्तन लाता है या लाने का प्रयत्न करता है।

➤ बल एक सदिश राशी है जिसका SI मात्रक न्यूटन होता है।

$$1 \text{ Newton} = 10^5 \text{ dyne}$$

गति सम्बन्धि न्यूटन के नियम: न्यूटन के गति सम्बन्धि तीन नियम दिए थे—

1. न्यूटन का प्रथम नियम—इसे गैलेलियो का या जड़त्व का नियम भी कहते हैं।

जड़त्व (Inertia) : वस्तु का वह गुण जिसके कारण वस्तु अपने अवस्था परिवर्तन का विरोध करे जड़त्व कहलाता है।

$$\text{जड़त्व} \propto \text{द्रव्यमान}$$

➤ भारी वस्तु अपने अवस्था परिवर्तन का अधिक विरोध करेगी।  
जड़त्व दो प्रकार का होता है— गति का जड़त्व तथा विराम का जड़त्व

1. विराम का जड़त्व— यदि कोई वस्तु रूकी हुयी है तो रूकी हुई ही रहेगी जब तक की उस पर बाह्य बल न लगाया जाए।

Eg. (1) दरी, कपड़ा था कम्बल झाड़ने पर धूल का गिरना।

(2) अचानक गाड़ी से चलने से थाली का पिछे रूक हो जाए।

(3) शीशे पर गोली मारने से चिटकता नहीं बल्कि छेद हो जाए।

(4) गिलास के ऊपर रखे card board पर रखा सिक्का नीचे गिर जाता है, जब अचानक card board को खींच लिया जाता है।

### गति का गड़त्व

➤ कोई वस्तु गतिशील है, तो गतिशील ही रहेगी जब तक उसे रोकने के लिए कोई बल न लगाए।

eg. (1) अचानक गाड़ी के रुकने से यात्री आगे की ओर झुक जाता है

(2) तेजी से दौड़ता हुआ धावक अचानक नहीं रूकता।

न्यूटन का द्वितीय नियम: इस नियम द्वारा बल का समीकरण प्राप्त होता है इसके अनुसार संवेग परिवर्तन का दर बल के समानुपाती होता है—

$$\text{संवेग } P = mv_1$$

$$P_2 = mv_2$$

$$\Delta P = \frac{mv_2 - mv_1}{t}$$

$$m = \frac{m(v_2 - v_1)}{t}$$

$$F = m \times a$$

न्यूटन का तीसरा नियम: इससे बल की प्रकृति (गुण) क्रिया प्रतिक्रिया (action reaction) भी कहते हैं। इसके अनुसार प्रत्येक बल की बराबर तथा विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया लगता है।

eg. (1) नाव से उतरने पर नाव पीछे चली जाती है।

(2) बन्दूक से गोली चलाने पर झटका देता है।

(3) Rocket नीचे की ओर बल लगाता है जिस कारण वह ऊपर की ओर जाता है।

Note बालू पर चलना कठिन होता है क्योंकि वहा प्रतिक्रिया बल कम लगता है।

## संवेग (Momentum)

- ☛ द्रव्यमान तथा वेग के गुणनफल को संवेग कहते हैं यह एक सदिश राशि है?

$$\text{संवेग (p)} = m \times v$$

$$= \text{kg} \times \text{m/s (इकाई)}$$

$$[\text{MLT}^{-1}] \text{ बिमा}$$

**आवेग (Impulse) :** जब बहुत बड़ा बल बहुत छोटे समय के लिए किसी वस्तु पर कार्य करता है, तो उसे आवेग कहते हैं।

- ☛ eg. कैच लेते समय खिलाड़ी को चोटे लगे।
- ☛ eg. अचानक गिरने पर हार्डड का टूट जाना।
- ☛ eg. सरकस में कई इटो को एक बार में तोड़ देना।
- ☛ eg. अचानक Braker पर तेजी से गाड़ी ले जाने पर झटका लगना

$$\text{आवेग} = \text{बल} \times \text{समय}$$

$$\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times \text{s}$$

$$\text{kg m/s (इकाई)}$$

$$[\text{MLT}^{-1}] \text{ बिमा}$$

- ☛ **आवेग तथा संवेग में सम्बन्ध:** संवेग तथा आवेग दोनों का बिमा समान होता है।

$$\text{आवेग} = \text{बल} \times \text{समय}$$

$$= ma \times t$$

$$= m \frac{(v_2 - v_1)}{t} \times t$$

$$\text{आवेग} = mv_2 - mv_1$$

$$\text{आवेग} = \text{संवेग परिवर्तन}$$

- Q. 60 kg का एक scuty 40 m/s के रफ्तार से चल रहा है संवेग ज्ञात करे।

- Q. 40 N का एक बल किसी वस्तु पर 2sec के लिए कार्य कर रहा है आवेग ज्ञात करे-

- Q. एक गेंद का द्रव्यमान 2 kg है उसे उसका प्रारम्भ में वेग 40 m/s था जो घट कर 15m/s हो गया। आवेग ज्ञात करें।

**संवेग संरक्षण का नियम:-** संवेग संरक्षण का नियम न्यूटन का तीसरे नियम से पर आधारित है।

- ☛ टक्कर के पहले का संवेग टक्कर के बाद के संवेग के बराबर होता है।

$$m_1 v_1 = m_2 v_2$$

- Q. 1200 kg का एक ट्रक 80m/s की रफ्तार से 200kg के टेम्पू को टक्कर मारता है। टेम्पू किस रफ्तार से भागेगी।

**Remark :** Rocket रेखीय संवेग संरक्षण पर आधारित है।

**Note :** नदी में छलांग लगाते समय गोताखोर अपना शरीर सिकुड़ लेता है ताकि उसका कोणीय संवेग बढ़ सके।

**अभिकेन्द्र बल:** किसी वस्तु को वृत्तिय पथ पर घूमने के लिए एक बल की आवश्यकता होती है जिसे अभिकेन्द्र बल कहते हैं।

- ☛ यदि अभिकेन्द्र बल का मान कम होगा तो वस्तु वृत्तिय पथ पर नहीं घूम पाएगी।
- ☛ अभिकेन्द्र बल प्राप्त करने के लिए मोड़ पर सड़क को घुमाव की दिशा में झुका देते हैं।
- ☛ पृथ्वी को सूर्य का चक्कर लगाने के लिए अभिकेन्द्र बल गुरुत्वाकर्षण बल के माध्यम से मिलता है।

$$F = m \left( \frac{v^2}{r} \right)$$

$$F = m \left( \frac{r\omega}{r} \right)^2$$

$$= \frac{mr^2\omega^2}{r}$$

$$\therefore r(v = r\omega)$$

$$F = mr\omega^2$$

**अपकेन्द्र बल:** वैसा बल जो केन्द्र से बाहर कार्य करता है अपकेन्द्र बल कहलाता है।

**अपकेन्द्र बल के कारण-**

- ☛ eg. वाशिंग मशीन, दूध से मक्खन निकालना

Note : वृत्तीय गति कर रहे किसी वस्तु का वेग स्पर्श रेखा की ओर कार्य करता है जिस कारण रस्सी टूटने पर वस्तु स्पर्श रेखा की ओर चली जाती है।

2. वृत्तीय गति कर रहे किसी वस्तु का त्वरण केन्द्र की ओर कार्य करता है, जिस कारण अभिकेन्द्र बल भी केन्द्र की ओर कार्य करता है।

➤ **क्रान्तिक वेग Critical Velocity** :- वह न्यूनतम वेग कोई वस्तु एक उर्ध्वाधर वृत्तीय पथ पर चक्कर पूरा कर ले क्रान्तिक वेग कहलाता है।

➤ क्रान्तिक वेग  $V_c = \sqrt{rg}$

Q. पानी से भरे एक बाल्टी को 5m लम्बी रस्सी में बाध कर किस वेग पर घुमाया जाये की एक बुद पानी नीचे न गिरे?

## ( घर्षण ) FRICTION

➤ घर्षण एक प्रकार का बल है जो हमेशा गति का विरोध करता है जिस कारण ये गति के विपरीत दिशा में कार्य करता है।

➤ घर्षण के कारण मशीनों में घीसावट होती है और हम चल पाते है।

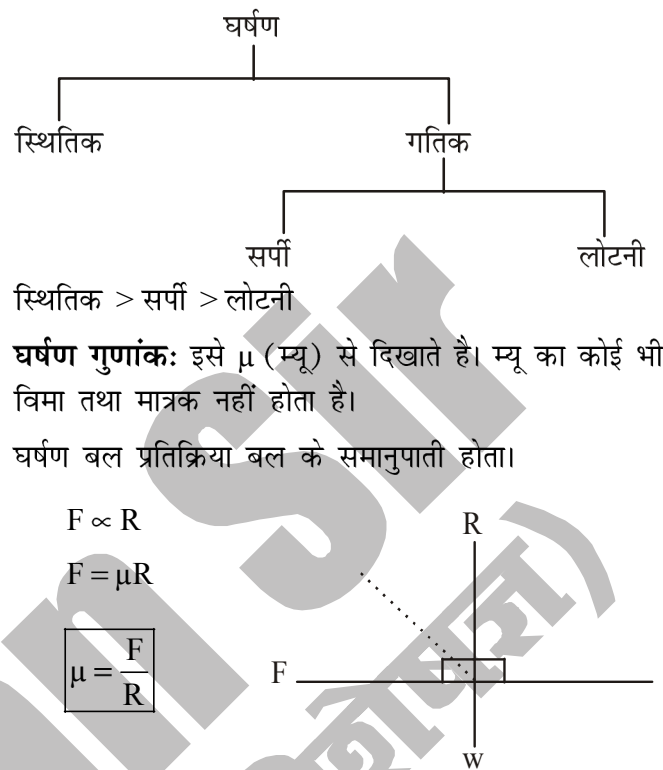
➤ घर्षण का कम करने के लिए कई उपाय है—

- (1) सर्पी घर्षण को लोटनी घर्षण में बदल दे।
- (2) सतह पर Polish कर दें।
- (3) वस्तु कोई एक विशेष अकार प्रादन करे।
- (4) स्नेहक या (Lubricant) मिला दे।

Eg. थूक, मोबिल, गिरीश, तेल, ग्रेफाइट, ग्लिसरॉल, पाउडर।

Remark : घर्षण तल के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता है बल्कि यह तल की प्रकृति पर निर्भर करता है।

- यदि तल उबड़ खाबड़ (खुरदुरा) है, तो घर्षण अधिक लगेगा।
- बर्फ पर घर्षण कम होने के कारण चलना मुश्किल होता है।
- सर्पी घर्षण को लोटनी घर्षण में बदलने के लिए बालवेरिंग का प्रयोग करते है।



Q एक वस्तु पर 40N का बल लग रहा है यदि इसका घर्षण गुणांक 1.5 हो तो प्रतिक्रिया बल ज्ञात करें।

\* घर्षण गुणांक तथा घर्षण कोण में संबंध।

$$\mu = \tan \theta \quad \text{जहाँ } \theta = \text{घर्षण कोण है}$$

Q यदि घर्षण कोण  $45^\circ$  हो ता घर्षण गुणांक ज्ञात करें।

Q. घर्षण गुणांक के स्थिति में किसी वस्तु के रुकने में लगाया गया समय यदि T हो तथा उसका वेग V हो तो

$$t = \frac{v}{\mu g}$$

Q. एक पिण्ड 50m/s के वेग से चलना प्रारम्भ करती है वह कितने समय पश्चात रुक जाएगी यदि  $g = 10$  हो तथा

$$\text{घर्षण गुणांक } \mu = \frac{1}{2}$$

➤ घर्षण गुणांक के स्थिति में किसी वस्तु को रुकने से पहले तय की गयी दूरी यदि s हो तथा उसका वेग v हो तो

$$s = \frac{v^2}{2\mu g}$$

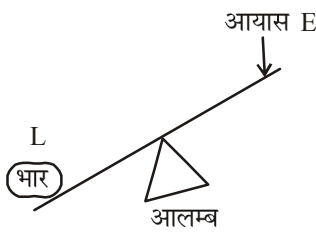


Q. एक पिण्ड  $50\text{m/s}$  के वेग से गति प्रारम्भ किया। यदि घर्षण गुणांक  $\frac{1}{2}$  हो,  $g = 10\text{m/s}^2$  कितनी दूरी तय करने बाद वह रुक जाएगी।

**सीमान्त घर्षण:** स्थितिक घर्षण का वह अधिकतम मान जिसमें थोड़ा भी वृद्धि करने से वस्तु चल पड़े सिमात घर्षण कहलाता है।

### साधारण मशीन Simple Machine:

- वैसी युक्ति जो हमारे कार्यों को आसान करे साधारण मशीन कहलती है।
- उत्तोलक:** उत्तोलक एक प्रकार का साधारण मशीन है इसमें आयास आलम्ब तथा भार होता है।
- आयास (Effort):** उत्तोलक को जिस स्थान से बल लगाया जाता है उसे आयास कहते हैं।
- भार:** उत्तोलक जिस स्थान पर किसी वस्तु को उठाती है, वह वस्तु वाला स्थान ही भार कहलाता है।
- आलम्ब (pulcrum):** उत्तोलक जिस स्थान से घुमता है। उस स्थान को आलम्ब कहते हैं।



**उत्तोलक के प्रकार:** उत्तोलक तीन प्रकार का होता है—

1. **प्रथम श्रेणी का उत्तोलक:** इसमें आलम्ब बिच में होता है  
Eg. कैची, Nailcutter पिलास, साईकिल का ब्रेक, Hand pump, तराजू, सीसव



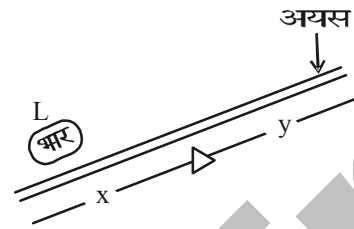
2. **द्वितीय श्रेणी का उत्तोलक:** इस उत्तोलक में भार बिच में होता है।

Eg. सरौता, कुडा उठाने वाली गाड़ी, निबू निचोड़ने की मशीन, दरवाजा।

3. **तृतीय श्रेणी का उत्तोलक:** इसमें आयास बीच में होता है।  
Eg. किसान का हल, मानव का हाथ, चिमटा।

**भार भुजा:** भार तथा आलम्ब के बीच की दूरी को भार भुजा कहते हैं।

आयास भुजा: आयास तथा आलम्ब के बिच की दूरी आयास भुजा कहलाती है।



$x = \text{भार भुजा}$ ,  $y = \text{आयास भुजा}$

**यांत्रिक लाय—(Machanical Advantage):** आयास भुजा तथा भार के भुजा के अनुपात को यांत्रिक लाभ कहते हैं।

आयास भुजा जितना अधिक रहेगा यांत्रिक लाभ उतना ही अधिक रहेगा और कार्य करने में आसानी होगी

$$M.A = \frac{\text{आयास भुजा}}{\text{भार भुजा}}$$

### कार्य ऊर्जा तथा शक्ति

**कार्य (Work):** बल तथा विस्थापन के अदिश गुणन को कार्य कहते हैं।

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

मात्रक  $\text{kgm}^2/\text{s}^2$

$$\text{बिमा} = [\text{ML}^2\text{T}^{-2}]$$

कार्य का मात्रक जूल भी होता है। C.G.S. पद्धति में कार्य की अर्ग में मापा जाता है।

$$1 \text{ joule} = 10^7$$

$$1 \text{ अर्ग} = 10^{-7} \text{ joule}$$

यदि विस्थापन शून्य हो जाएगा तो कार्य भी शून्य हो जाएगा  
eg. दीवार पर बल लगाने पर दीवार नहीं खिसकी, बोझा लेकर खड़ा हुआ कोई व्यक्ति, सामान लेकर उसी स्थान पर लौट आया कोई व्यक्ति, इन तीनों स्थिति में कार्य शून्य होगा।

यदि  $\theta$  का मान  $90$  हो तो भी कार्य शून्य होगा।

eg. कुली द्वारा किया गया कार्य या मजदूर द्वारा बोझ को लेकर सीढ़ी पर चढ़ना इस स्थिति में कार्य शून्य रहता है।

क्षैतिज के साथ  $30^\circ$  के कोण पर एक वस्तु पर  $5\text{N}$  का बल लगता है। जिस कारण उस वस्तु में  $8\text{m}$  का विस्थापन लगता कार्य बताए।

$$w = F \cdot S \cos \theta$$

Solution :  $w = F \cdot S \cdot \cos \theta$

$$w = 5 \times 8 \cos 30^\circ$$

$$= 5 \times 8 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= 20\sqrt{3} \text{ Joule}$$

**ऊर्जा (Energy) :** कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं। ऊर्जा तथा कार्य दोनों का मात्रक एवं बिमा समान होता है।

ऊर्जा कई प्रकार की होती है—

- गतिज, उर्जा, स्थितिज ऊर्जा, यांत्रिक ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा, रासायनिक उर्जा etc.
- सभी प्रकार है ऊर्जा का मात्रक जूल होता है।

**स्थितिज ऊर्जा (Poteontial energy)**— अपने स्थिति के कारण उत्पन्न इसी कार्य करने की क्षमता को स्थिति ऊर्जा कहते हैं। इसका मात्रक Joule होता है।

$$\text{स्थितिज ऊर्जा} = mgh$$

$$m = \text{द्रव्यमान}$$

$$g = \text{गुरुत्वीत्वरण}$$

$$h = \text{ऊँचाई}$$

- स्थितिज ऊर्जा का मान ऊँचाई बढ़ने के साथ-साथ बढ़ता है जिस कारण पानी टंकी को उपर रखा जाता है।

Note: बांध द्वारा रुके जल में स्थितिज ऊर्जा होती है। बांध के नीचले तल पर जल का Pressure अधिक रहता है। जिस कारण बांध की नीचली दीवार अधिक चौड़ी होती है।

- Q. 5kg का एक पंखा 5m की ऊँचाई पर लगाया गया उसकी स्थितिज ऊर्जा = ?**

**स्थितिज ऊर्जा का दैनिक उदाहरण:**

- छत से लटका पंखा, तनी हुई डोरी या Spring, बांध या तालाब में रूका जल, तना हुआ धनुष, चाभी वाली घड़ी, सोफा
- गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा दोनों का साथ में अनुभव:
- चलता हुआ पंखा, Stage पर चलते हुए Khan Sir, वायुयान (उड़ता हुआ), चलती गाड़ी में बैठा व्यक्ति
- **गतिज ऊर्जा (Kinetic Eergy):**— अपनी गति के कारण कार्य करने कि उत्पन्न क्षमता गतिज ऊर्जा कहलाती है।

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

- Q. 12kg की एक वस्तु को 3m/s के वेग से फेंका जाता है गतिज ऊर्जा = ?**

Remark : किसी वस्तु के वेग में जितना परिवर्तन किया जाएगा उसके वर्ग के बराबर परिवर्तन गतिज ऊर्जा में होगा।

eg. वेग को 9 गुना बढ़ाने पर गतिज उर्जा ( $9^2$ ) 81 गुणा बढ़ेगी

**Remark :** गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा के योग को यांत्रिक ऊर्जा कहते हैं।

$$(P) \text{ संवेग} = mv$$

- Q. एक वस्तु का संवेग 60 kg m/s है यदि उसका द्रव्यमान 15 kg है, गतिज ऊर्जा ज्ञात करें।**

**गतिज ऊर्जा तथा संवेग में सम्बन्ध:**

$$(\text{गतिज ऊर्जा}) k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \frac{m^2 v^2}{m} \quad k = \text{गतिज ऊर्जा}$$

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

$$k = \frac{p^2}{2m} \quad m = \text{द्रव्यमान}$$

**Remark :** जब संवेग में परिवर्तन प्रतिशत में दिया हो

$$\text{गतिज ऊर्जा में \% वृद्धि} = (\text{वृद्धि} + \text{वृद्धि}) + \frac{\text{वृद्धि} \times \text{वृद्धि}}{100}$$

$$a + b + \frac{a \times b}{100}$$

- Q. एक वस्तु के संवेग में 60% की वृद्धि किया गया है गतिज ऊर्जा में वृद्धि ज्ञात करे।**

Spring से लटकी वस्तु के लिए स्थितिज ऊर्जा

$$\text{स्थितिज} = \frac{1}{2}kn^2$$

जहाँ k = spring नियतांक n = ल. में परिवर्तन



Q. एक Spring की संचित (स्थितिज ऊर्जा) ऊर्जा ज्ञात करे यदि उसका Spring नियतांक 2 है। तथा उसके ल. में वृद्धि 6m का है।

☛ शक्ति (Power) : 1 सेकेण्ड में किया गया कार्य शक्ति कहलाता है।

$$1 \text{ Horse} = 746 \text{ वाट}$$

$$t \text{ _____ } w$$

$$l \text{ _____ } \frac{w}{t}$$

$$\text{शक्ति} = \frac{w}{t} = \frac{\text{जूल}}{\text{सं०}} (\text{वाट})$$

Q. एक मशीन द्वारा 1m में 3600 जूल कार्य किया जाता है। शक्ति ज्ञात करें।

Q. एक व्यक्ति का द्रव्यमान 50kg है यदि वह 1 m वाली 100 सिढ़ियों को चढ़ने में 60sec समय लगाता है तो उसकी शक्ति ज्ञात करें।

Q. 10 m गहरे तलाब में 600 kg जल भरा है कितने वाट क्षमता का मोटर लगाया जाए कि वह उसे 1m में खाली कर दे।

**Remark :** किसी व्यक्ति द्वारा ऊँचाई पर चढ़ने में गहराई में किया गया कार्य स्थितिज ऊर्जा के बराबर होता है।

## द्रव्यमान केन्द्र

**द्रव्यमान केन्द्र:** वस्तु का वह केन्द्र जहाँ उस वस्तु का समस्त द्रव्यमान कार्य करता है द्रव्यमान केन्द्र कहलाता है।

- ☛ द्रव्यमान केन्द्र सदैव नीचे की ओर होना चाहिए तथा बीच में होना चाहिए।
- ☛ द्रव्यमान केन्द्र नीचे या बीच में रहेगा तो वस्तु संतुलन की स्थिति में रहेगी।

**द्रव्यमान केन्द्र को बीच में लाने के कारण ही—**

- पानी से भारी बाल्टी उठाते समय व्यक्ति दूसरे हाथ को हवा में खोल देते हैं।
- पहाड़ पर चढ़ते समय व्यक्ति आगे की ओर झुक जाता है।

(iii) बुढ़ा व्यक्ति आगे की ओर झुक कर चलता है।

(iv) इटली के पीसा की मिनार झुकी हुई हैं क्योंकि उसका द्रव्यमान केन्द्र नीचे है।

(v) बस के उपर व्यक्ति को खड़ा होने नहीं दिया जाता है क्योंकि उसका द्रव्यमान केन्द्र उपर की ओर चला जाएगा।

**बल आघूर्ण: (Torque) :** जब किसी घुमने वाली वस्तु के परितः बल लगाते हैं तो उसे बल आघूर्ण कहते हैं।

**eg.** दरवाजा, कोल्हू (हाथ से गन्ना पेरने वाली मशीन), जाला (हाथ वाली चक्की)।

**बल आघूर्ण:**  $(\tau) = F.d$  (बल  $\perp$  बल युग्म भुजा)

$$\tau = F.d$$

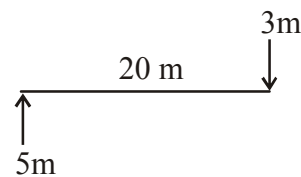
**eg.** एक दरवाजा का Handle उसके कब्जा के  $1\frac{1}{2}$  m की दूरी पर लगाया गया। यदि उस पर 10 N का बल लगाया गया है, तो बल आघूर्ण ज्ञात करें—

$$\tau = F.d = 1\frac{1}{2} \times 10$$

$$\frac{3}{2} \times 10 = 15 \quad 1.5 \times 10 = 15 \text{ M m}$$

**बल युग्म:** जब किसी घूमने वाले वस्तु के दोनों ओर से बल लगने लगे उसे बल युग्म कहते हैं।

**eg.** → बढई का बर्मा [T]



चित्र में बल युग्म का आघूर्ण ज्ञात करे

$$= 5 \times 20 = 100$$

## गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

दो वस्तुओं के बीच लगने वाले आकर्षण बल को गुरुत्वाकर्षण कहते हैं।

- ☛ गुरुत्वाकर्षण बल का परास (Range) सबसे अधिक होता है किन्तु यह सबसे कमजोर बल है। इसकी प्राकृति सदैव आकर्षण की रहती है।
- ☛ गुरुत्वाकर्षण की खोज — Newton

- ☛ दो वस्तुओं के बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल दोनों वस्तुओं के द्रव्यमान गुणनफल समानुपाती होता है तथा उनके बीच के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$F \propto m_1 m_2 \quad \dots(i)$$

$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad \dots(ii)$$

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

- Q. यदि दो वस्तुओं के बीच की दूरी को 4 गुना दूर दिया जाए उनके बीच लगने वाला गुरुत्वाकर्षण बल कितना बढ़ेगा?

- Q. 10 kg तथा 200 kg की दो वस्तुओं 6m की दूरी पर है गुरुत्वाकर्षण बल ज्ञात करें?

**गुरुत्वी त्वरण (g) :** गुरुत्वाकर्षण बल के कारण उत्पन्न त्वरण को गुरुत्वी त्वरण कहते हैं।

- ☛ इसका मान घटता बढ़ता है।

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

g तथा G में सम्बन्ध—

$$g = \frac{G m_e}{R_e^2}$$

जहाँ  $m_e$  = पृथ्वी का द्रव्यमान

$R_e$  = पृथ्वी का त्रिज्या।

- ☛ पृथ्वी की त्रिज्या 6400 km होती है किन्तु यह ध्रुवों पर इसका मान घट जाता है। जिस कारण ध्रुवों पर g का मान अधिक हो जाता है।

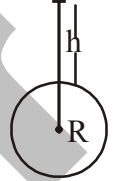
**Remark :** यदि पृथ्वी की त्रिज्या में n% का परिवर्तन किया जाए तो g के मान में 2n% का परिवर्तन हो जाएगा।

- Q. यदि पृथ्वी की त्रिज्या 2% बढ़ा दी जाए तो g के मान पर प्रभाव पड़ेगा।

**Remark :** ऊँचाई बढ़ने या घटने पर g का मान परिवर्तित हो जाता है। g का मान पृथ्वी तल (समुद्र तल) पर सर्वाधिक होता है।

- ☛ पृथ्वी तल से h उचाई पर जाने पर g का मान घटेगा माना g का मान घटकर g' हो जाएगा।

$$g' = \frac{GM}{(R+h)^2}$$



- Q. पृथ्वी के त्रिज्या के बराबर ऊँचाई पर जाने पर g का मान कितना होगा

- Q. पृथ्वी के अन्दर h गहराई पर जाने पर g का मान घटेगा माना g का मान घटकर g' हो जाएगा।

$$g' = g \left( 1 - \frac{h}{R} \right)$$

- Q. पृथ्वी की त्रिज्या की आधी गहराई पर जाने से g का मान पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

- Q. पृथ्वी के नीचे उसके त्रिज्या के बराबर गहराई अर्थात् केन्द्र पर g का मान= ?

**लीफ्ट की गति तथा व्यक्ति का भार—**

1. यदि लिफ्ट समान वेग से ऊपर या नीचे जाए तो व्यक्ति के भार में कोई परिवर्तन नहीं होगा।
2. यदि लिफ्ट त्वरण या समान त्वरण से ऊपर जाए तो भार बढ़ा हुआ प्रतीत होगा।
3. यदि लिफ्ट त्वरण या समान त्वरण से नीचे जाए तो भार घटा हुआ प्रतीत होगा।
4. यदि ऊपर या नीचे जाते समय रस्सी टूट जाए तो व्यक्ति का भार शून्य प्रतीत होगा अर्थात् भारहीनता महसूस होगी।
5. यदि लिफ्ट का त्वरण नीचे उतरते समय g से अधिक हो जाए तो लिफ्ट में रखी वस्तु लिफ्ट के छत से टकरा जाएगी।

**पृथ्वी की गति ( घूर्णन गति ) तथा g में सम्बन्ध—**

1. यदि पृथ्वी की गति बढ़ जाए या घट जाए तो इससे ध्रुवों पर g के मान पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।
2. यदि पृथ्वी की गति बढ़ जाए तो विषुवत रेखा ( भूमध्य रेखा ) पर g का मान घट जाएगा।

3. यदि पृथ्वी की गति घट जाए तो विषुवत रेखा पर  $g$  का मान बढ़ जाएगा।
4. यदि पृथ्वी गति करना बन्द कर दे तो ध्रुव तथा विषुवत रेखा दोनों पर  $g$  का मान समान होगा।
5. यदि पृथ्वी की गति 17 गुना बढ़ जाए तो पृथ्वी पर की सभी वस्तुएं हवा में तैरने लगेंगी अर्थात् गुरुत्वाकर्षण शून्य प्रतीत होगा।

### पलायन वेग (Escape Velocity)

- पृथ्वी सतह पर किसी वस्तु को दिया गया वह न्यूनतम वेग जिसे प्राप्त कर वस्तु पृथ्वी को छोड़कर आंतरिक्ष में चली जाए और वापस न आए पलायन वेग कहलाता है।

$$\text{पलायन वेग} = V_e = \sqrt{2gR}$$

जहाँ  $R$  = पृथ्वी की त्रिज्या

- पृथ्वी पर पलायन वेग 11.2 k.m/s होता है जबकि चन्द्रमा पर 2.35 k.m/s होता है।
- Formula से स्पष्ट है कि यदि त्रिज्या बढ़ाएंगे अर्थात् ग्रह का आकार बढ़ा करेंगे तो पलायन वेग का मान बढ़ जाएगा और उस ग्रह को छोड़ने में कठिनाई आएगी।

**Q. यदि पृथ्वी की त्रिज्या 9 गुनी कर दी जाए तो पलायन वेग कितना गुना हो जाएगा।**

**कक्षीय वेग (Orbital Velocity):-** वह न्यूनतम वेग जिसे प्राप्त कर कोई उपग्रह पृथ्वी का एक चक्कर लगा सके कक्षीय वेग कहलाता है।

$$\text{कक्षीय वेग} = V_0 = \sqrt{gR}$$

कक्षीय वेग तथा पलायन वेग में सम्बन्ध:

$$V_e = \sqrt{2gR}$$

$$V_e = \sqrt{2} \sqrt{gR}$$

$$V_e = \sqrt{2} V_0$$

**Note :** पलायन वेग कक्षीय वेग से  $\sqrt{2}$  गुना अधिक होता है अर्थात् किसी उपग्रह का कक्षीय वेग  $\sqrt{2}$  गुना बढ़ा दिया जाए या 41% बढ़ा दिया जाए तो वह उपग्रह पलायन कर जाएगा।

**ध्रुवीय उपग्रह (Polar Satellite) :** यह पृथ्वी सतह से 600-900 k. m की ऊँचाई पर छोड़ी जाती है। इनका कक्षीय वेग 8 k.m/s होता है।

- इनका अवर्तकाल अर्थात् पृथ्वी का एक चक्कर लगाने में 84 min समय लगता है।
- इनसे मौसम की भविष्यवाणी की जाती है।
- इन्हें छोड़ने के लिए भारत PSLV Rocket का प्रयोग करता है। (Polar Satellite Launch Vehicle)

### भू-स्थैतिक उपग्रह: (Geo-Stationary Satellite)

- इन उपग्रह की 36000 k.m. की ऊँचाई पर छोड़ा जाता है इनका कक्षीय चाल 3.14 k.m/s होता है।
- इसका आवर्तकाल अर्थात् पृथ्वी का एक चक्कर लगाने में 24 घंटा लगता है। जिस कारण इसे जिस स्थान के ऊपर छोड़ा जाता है। सदैव उसी स्थान के ऊपर रहते हुए चक्कर लगाता रहता है।
- इसका प्रयोग निगरानी तथा संचार में करते हैं।

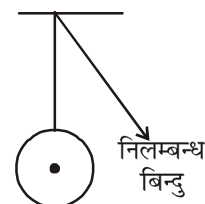
### सरल आवर्त गति

### (Simple Harmonic Motion S. H.M)



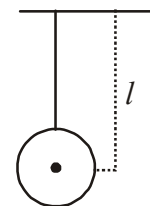
- जब कोई वस्तु किसी बिन्दु के इधर उधर अपने गति को बार-बार दोहराए तो ऐसे गति को सरल आवर्त गति कहते हैं।

### प्रत्यानयन बल (Restoring Force)



- सरल आवर्त गति करने के लिए आवश्यक बल प्रत्यानयन बल कहलाता है।

निलम्बन बिन्दू-



- S. H.M. करने वाले वस्तु जिस स्थान से लटकी होती है उसे निलम्बन बिन्दु कहते हैं।