Toppersnotes
Unleash the topper in you

# JPSC

## State Civil Services

**Jharkhand Public Service Commission**

**(Preliminary & Main)**

## पेपर - 4 भाग - 1

## सामान्य विज्ञान

SIERRA INNOVATIONS

# JPSC

# सामान्य विज्ञान

## विषय-सूची


| क्र.सं. | अध्याय | पृष्ठ संख्या |
|---|---|---|
| | **भौतिक विज्ञान** | |
| 1. | भौतिक राशियाँ | 1 |
| 2. | गति | 3 |
| 3. | बल | 6 |
| 4. | गुरूत्वाकर्षण | 11 |
| 5. | कार्य, शक्ति एवं ऊर्जा | 15 |
| 6. | आवर्त गति एवं तंरग | 18 |
| 7. | सौर मंडल | 23 |
| 8. | पृथ्वी का वायुमंडल | 25 |
| | **जीव विज्ञान** | |
| 1. | वर्गिकी | 27 |
| 2. | वर्गिकी सहायता साधन | 40 |
| 3. | वर्गिकी का इतिहास | 46 |
| 4. | जंतु जगत (आधुनिक वर्गीकरण) | 54 |

- प्रोटोजोआ
- पोरीफेरा
- प्लेटीहेल्मिन्थीज
- ऐस्केहेल्मिन्थीज
- एनेलिडा
- आर्थोपोडा
- मांलस्का
- इकाइनोडर्मेटा
- कार्डेटा

| | | |
|---|---|---|
| 5. | पोषण | 75 |
| 6. | कोशिका | 99 |
| 7. | कोशिका चक्र एवं कोशिका विभाजन | 162 |
| 8. | हार्मोन | 196 |
| 9. | जीवन की उत्पति एवं जैव विकास | 210 |
| 10. | आनुवांशिकी | 224 |

# भौतिक राशियाँ

वे सभी राशियाँ, जिनको यन्त्रो की सहायता से मापा जा सकता है तथा जिनका सम्बन्ध किसी न किसी भौतिक परिघटना से होता है, भौतिक राशियाँ (Physical Quantities) कहलाती है ।

## भौतिक राशियों के प्रकार :-

(I) मात्रक और मापन के आधार पर

वे राशियाँ जो अन्य राशियों से स्वतंत्र होती है । मूल राशियाँ सात प्रकार की होती है ।

### मूल मात्रक

| भौतिक राशियाँ | S.I. मात्रक/इकाई |
|---|---|
| लम्बाई | मीटर |
| द्रव्यमान | किलोग्राम |
| समय | सेकण्ड |
| विद्युत धारा | एम्पीयर |
| ताप | केल्विन |
| ज्योति तीव्रता | कैण्डेला |
| पदार्थ की मात्रा | मोल |

(II) व्युत्पन्न राशियाँ

मूल राशियों से प्राप्त राशियाँ ।

उदाहरण - दाब, चाल, वेग, त्वरण, क्षेत्रफल, आयतन, कार्य, ऊर्जा आदि ।

## व्युत्पन्न मात्रक :-

व्युत्पन्न मात्रक (Derived Unit) उन राशियों को कहते है, जो मूल मात्रको की सहायता से व्यक्त किए जाते है । जैसे - त्वरण, वेग, आवेग इत्यादि ।

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. | कार्य या ऊर्जा | जूल | J |
| 2. | त्वरण | मी/से$^2$ | $m/s^2$ |
| 3. | दाब | पास्कल | Pa |
| 4. | बल | न्यूटन | N |
| 5. | शक्ति | वाट | W |
| 6. | क्षेत्रफल | वर्गमीटर | $m^2$ |
| 7. | आयतन | घनमीटर | $m^3$ |
| 8. | चाल | मीटर/सेकण्ड | m/s |
| 9. | कोणीय वेग | रेडियन/सेकण्ड | rad/s |
| 10. | आवृत्ति | हर्ट्ज | Hz |
| 11. | संवेग | किग्रा मी/सेकण्ड | kg m/s |
| 12. | आवेग | न्यूटन/सेकण्ड | N/s |
| 13. | पृष्ठ तनाव | न्यूटन/मीटर | N/m |
| 14. | विद्युत आवेश | कूलॉम | C |
| 15. | विभवान्तर | वोल्ट | V |
| 16. | विद्युत प्रतिरोध | ओम | Ω |
| 17. | विद्युत धारिता | फैराडे | F |
| 18. | प्रेरक चुम्बकीय फ्लक्स | वेबर | -- |
| 19. | ज्योति फ्लक्स | ल्यूमेन | -- |
| 20. | प्रदीप्ति घनत्व | लक्स | lux |
| 21. | प्रकाश तरंगदैर्ध्य | ऐंग्स्ट्रॉम | Å |
| 22. | प्रकाशीय दूरी | प्रकाश वर्ष | m |

### पूरक मात्रक

वे मात्रक जो न तो मूल है न ही व्युत्पन्न है, पूरक मात्रक (Supplementary Units) कहलाते है ।

| राशि | मात्रक | संकेत |
|---|---|---|
| समतल कोण (Plane angle) | रेडियन | rad |
| ठोस कोण (Solid angle) | स्टेरेडियन | Sr |

## अदिश राशियाँ

इन्हें व्यक्त करने के लिए केवल परिमाण की आवश्यकता होती है; जैसे- द्रव्यमान, घनत्व, तापमान, विद्युत धारा, समय, चाल, दूरी, ऊर्जा, शक्ति, दाब, ताप, आवृति, आवेश, उष्मा, विभव आदि अदिश राशियाँ (Scalar Quantities) है ।

## सदिश राशियाँ

इन्हें व्यक्त करने के लिए परिमाण और दिशा दोनों की आवश्यकता होती है; जैसे- विस्थापन, वेग, त्वरण, बल, संवेग, पृष्ठ तनाव, बल आघूर्ण, कोणीय वेग, चुम्बकीय क्षेत्र, चुम्बकीय तीव्रता, चुम्बकीय आघूर्ण, विद्युत धारा घनत्व, विद्युत द्विध्रुव आघूर्ण, विद्युत ध्रुवण, चाल प्रवणता, ताप प्रवणता आदि सदिश राशियाँ (Vector Quantities) है ।

## महत्वपूर्ण मात्रक :–

- माइक्रॉन – (μ), 1 माइक्रॉन = $10^{-6}$ मीटर
- ऐंग्स्ट्रॉम (Å) , 1 Å = $10^{-10}$ मीटर (तरंगदैर्ध्य को सामान्यतः Å में मापा जाता है ।)
- अत्यन्त लम्बी दूरी मापने के लिए खगोलीय इकाईयाँ
  प्रकाश वर्ष – एक प्रकाश वर्ष का मान 9.46 × $10^{15}$ मीटर के बराबर ।
  पारसेक – 1 पारसेक = 3 × $10^{16}$ मीटर = 3.2 प्रकाश वर्ष ।
  खगोलीय इकाई – पृथ्वी के केन्द्र से सूर्य के केन्द्र की औसत दूरी के बराबर ।
- फुट – लंबाई या दूरी का मात्रक ।
- 1 फुट – 12 इंच = 30.48 सेमी = 0.304 मीटर
- इंच – लंबाई या दूरी का मात्रक ।
  (1 इंच = 2.54 सेमी), (1 मीटर = 39.34 इंच)
  (1 सेमी = 0.01 मी = 0.39 इंच)
- मोल – एक मोल, पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उसके अवयवी तत्वो की संख्या 6.023 × $10^{23}$ है । इसे ही आवोगाद्रो नियतांक या आवोगाद्रो संख्या कहते है ।
- डॉब्सन – गैस की मात्रा मापने की इकाई । (वायुमण्डलीय ओजोन की मात्रा को डॉबसन में व्यक्त करते है)
- क्यूसेक – नदियो के जल प्रवाह को मापने की इकाई ।
- हॉर्स पावर – शक्ति मापने का मात्रक ।

  1 हॉर्स पावर = 746 वॉट

- वॉट – शक्ति का SI मात्रक (जूल/सेकण्ड)
- मेगावॉट (mw) – बिजली की मात्रा मापने की इकाई । (1 mw = $10^6$ वॉट)
- किलोवॉट घण्टा – (1 kwh = 3.6 मेगाजूल) ऊर्जा मापने की इकाई ।
- वोल्ट – विभवांतर का मात्रक ।
- कूलॉम – विद्युत आवेश का मात्रक ।
- जूल – ऊष्मा का मात्रक ।
- जूल – कार्य व ऊर्जा का मात्रक ।
- बार – दबाव मापने का मात्रक । (1 बार = 10000 पास्कल)

- **मैक (Mach) –** अति तीव्र चाल मापने की इकाई है । किसी माध्यम में ध्वनि की चाल को 1 मैक कहा जाता है । 1 मैक से अधिक चाल को सुपरसोनिक (Supersonic) तथा 5 मैक से अधिक चाल को हाइपरसोनिक (Hypersonic) चाल कहा जाता है । तीव्रगामी वायुयान और लडाकू विमानो की गति को 'मैक' से व्यक्त करते है ।
- **सोनार (SONAR : Sound Nevigation and Ranging) :** यह पराश्रव्य तरंगो के उपयोग से समुद्र के भीतर किसी वस्तु की स्थिति ज्ञात करने में सहायक उपकरण है । पनडुब्बियो के नौवहन में उपयोग किया जाता है ।
- **नॉट (Knot) :** समुद्री जहाज की गति मापने की इकाई है । एक समुद्रीमील प्रति घंटा चाल को नॉट कहा जाता है ।
- **रडार (RADAR : Radio Detection and Ranging) :** यह सूक्ष्म तरंगो के उपयोग से किसी वस्तु की स्थिति पता लगाने का कार्य करता है । वायुयानो के परिचालन हेतु हवाई अड्डों पर प्रयोग किया जाता है ।
- **रिक्टर स्केल :–** भुकंपीय तरंगो की तीव्रता मापने की इकाई है ।

| मापक यंत्र | अनुप्रयोग |
|---|---|
| ऑडियोमीटर | ध्वनि की तीव्रता मापने में । |
| ओडोमीटर | वाहन द्वारा तय की गई दूरी । |
| अल्टीमीटर | ऊँचाई मापने में । |
| ऑक्सैनोमीटर | पौधों की वृद्धि मापने में । |
| लक्सीमीटर | प्रकाश तीव्रता मापने में । |
| लैक्टोमीटर | दूध का सापेक्षिक घनत्व या शुद्धता मापने में |
| हाइड्रोमीटर | तरल पदार्थो का सापेक्षिक घनत्व मापने में |
| हाइग्रोमीटर | हवा की आर्द्रता मापने में । |
| मैनोमीटर | गैसों का दाब मापने में । |
| गैल्वेनोमीटर | विद्युत धारा की उपस्थिति जाँचने में । |

| | |
|---|---|
| अमीटर | विद्युत धारा मापने में । |
| एनीमोमीटर | वायु गति मापने में । |
| विंडवेन | वायु की दिशा ज्ञात करने में । |
| वोल्टमीटर | विभवांतर मापने में । |
| सिस्मोग्राफ | भूकंप की तीव्रता मापने में । |
| थर्मामीटर | ताप मापने में । |
| पायरोमीटर | उच्च ताप मापने में । इसे विकिरण तापमापी भी कहते है । 1500° C से अधिक ताप मापने में उपयोग किया जाता है । |
| कैरेटमीटर | स्वर्ण की शुद्धता मापने में । |
| स्टेथोस्कोप | हृदय की ध्वनि सुनने में । |
| स्फिग्मोमैनोमीटर | रक्त चाप मापने में । |
| फेदोमीटर | समुद्र की गहराई मापने में । |
| टैकोमीटर | वैद्युतिक मोटर की घूर्णीय गति अथवा वाहन की घूर्णीय गति मापने का यंत्र |
| पाइरहेलियोमीटर | सौर विकिरण मापने में । |
| फोनोमीटर | ध्वनि की तीव्रता मापने का यंत्र । |
| स्पेक्ट्रोहीलियोग्राफ | सूर्य की फोटोग्राफी का उपकरण । |
| कार्डियोग्राम | हृदय गति मापन हेतु । |
| पॉलीग्राफ | झूठ का पता लगाने वाला यंत्र । |
| बोलोमीटर | तापमान में परिवर्तन की माप द्वारा ऊष्मीय तथा विद्युत चुम्बकीय विकिरण मापने में उपयोग किया जाता है । |

# गति (Motion)

- किसी वस्तु, कण अथवा पिण्ड की स्थिति में समय के साथ परिवर्तन होना गति कहलाता है ।
- कोई एक वस्तु एक व्यक्ति के लिए स्थिर अवस्था में तथा दूसरे व्यक्ति के लिए गति की अवस्था में हो सकती है ।
- गति की अवस्था का मापन सदैव मूल बिंदू से किया जाता है ।

## गति के प्रकार :-

- सरल रेखीय गति

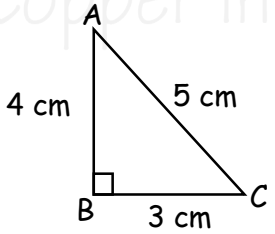
  उदाहरण - वाहनो का रोड पर चलना
- वृत्ताकार/वर्तुल गति

  उदाहरण - वृत्त, इसमें वस्तु एक निश्चित वृत्ताकार पथ में गति करती है ।
- दोलनी गति

  उदाहरण - पेण्डुलम

## विस्थापन :-

- प्रारंभिक बिंदु से अंतिम बिंदु की / के मध्य सरल रेखीय दूरी
- विस्थापन धनात्मक, ऋणात्मक तथा शून्य हो सकता है ।




- इस आकृति के अनुसार तय की गई दूरी 7 cm है परन्तु विस्थापन 5 cm है ।

## चाल एवं वेग:-

कोई वस्तु एकांक समय मे जितनी दूरी तय करती है, वह उसकी चाल है और कोई वस्तु एकांक समय में किसी निश्चित दिशा में जितनी दूरी तय करती है या विस्थापित होती है, उसे उस वस्तु का वेग कहते है । अत:

$$\text{चाल} = \frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} \quad \text{तथा वेग} = \frac{\text{वस्थापन}}{\text{समयांतराल}}$$

SI पद्धति में दोनो का मात्रक मीटर/सेकण्ड होता है ।

## चाल एवं वेग में अंतर :-

| चाल | वेग |
|---|---|
| यह अदिश राशि है | यह सदिश राशि है |
| किसी भी वस्तु की चाल सर्दव धनात्मक होती है । | किसी वस्तु का वेग धनात्मक, ऋणात्मक तथा शून्य हो सकता है । |

## त्वरण

यदि किसी वस्तु के वेग में समय के साथ परिवर्तन हो, तो इसके वेग-परिवर्तन की दर को इसका त्वरण (Acceleration) कहा जाता है तथा वस्तु की गति को त्वरित गति कहा जाता है ।

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग परिवर्तन}}{\text{समयांतराल}}$$

त्वरण एकसमान या असमान हो सकते हैं । यह एक सदिश राशि है । इसका मात्रक मीटर/सैकण्ड$^2$ होता है अर्थात् यदि समय के किसी बिन्दु पर वस्तु का त्वरण समान हो, तो वह एकसमान त्वरण को व्यक्त करता है, लेकिन ऐसा नहीं है, तो त्वरण असमान हो सकता है ।

एक समान गति से गतिशील वस्तु के लिए त्वतण का मान शून्य होता है । ऋणात्मक त्वरण, मन्दन (Retardation) कहलाता है ।

## एक समान त्वरण गति

- एक समान त्वरण गति से आगे बढ रही वस्तु के बारे में व्याख्या निम्न समीकरणों के माध्यम से की जाती है ।

  $v = u + at$

  $S = ut + \frac{1}{2} at^2$

  $v^2 = u^2 + 2aS$

  जहाँ $u$ = प्रारम्भिक वेग

  $v$ = अंतिम वेग

  $S = t$ समय में तय की गई दूरी

  $a$ = त्वरण

- एक समान गति का तात्पर्य है कि वस्तु समान समय अंतराल में समान दूरी तय करती है ।

प्रश्न- एक वस्तु का प्रारंभिक वेग 4 $ms^{-1}$ है । यह वस्तु 2$ms^{-2}$ त्वरण वेग से गतिशील है । 5 sec पश्चात् वस्तु का वेग तथा उसके द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए ।

उत्तर- दिया है - $u = 4\ ms^{-1}$

$a = 2\ ms^{-2}$

$t = 5$ sec

$\because\ v = u + at$

$= 4 + 2(5) = 14\ ms^{-1}$

तथा $v^2 = u^2 + 2aS$

$\Rightarrow (14)^2 = (4)^2 + 2(2)\ S$

$\Rightarrow \frac{196 - 16}{4} = S$

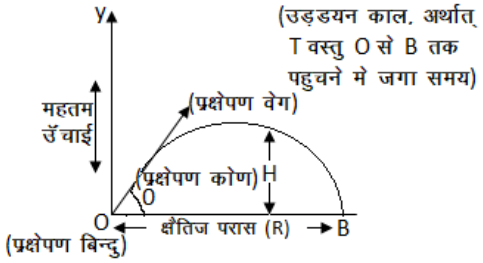
$\Rightarrow S = \frac{180}{4} = 45m$

## प्रक्षेप्य गति

जब किसी पिण्ड को एक प्रारम्भिक वेग (प्रक्षेपण वेग) से, उर्ध्वाधर दिशा से भिन्न दिशा मे फेंका जाता है, तो वह गुरूत्वीय त्वरण के अन्तर्गत उर्ध्वाधर तल मे वक्र पथ पर गति करता है, जिसे प्रक्षेप्य गति (Projectile Motion) कहते है; जैसे- तोप से छूटे गोले की गति, ईधन समाप्त होने पर रॉकेट की गति तथा हवाई जहाज से गिराए गए बम की गति आदि ।

## Note:

- प्रक्षेप्य को अधिकतम दूरी तक फेंकने के लिए उसे क्षैतिज से 45 डिग्री कोण पर ऊपर की ओर प्रेक्षिपत करना चाहिए।
- प्रक्षेप्य कण के उच्चतम पिंड पर वेग एवं त्वरण के बीच 90° का कोण बनता है।
- यदि एक प्रक्षेपक का क्षैतिज परास उसकी अधिकतम ऊंचाई का चार गुना है तो प्रक्षेपण कोण का मान होगा- 45°



## प्रक्षेप्य पथ

उसके अनुसार, उर्ध्वाधर दिशा से भिन्न दिशा मे फेका गया पिण्ड एक वक्र पथ पर गति करता है, जिसे प्रक्षेपण पथ (Projectile Path) कहते हैं । प्रक्षेप्य का पथ परवलयाकार होता हैं । प्रक्षेप्य का पथ तभी परवलयाकार होता है, जब तक कि इसका वेग बहुत अधिक न हो ।

## प्रक्षेप्य गति से सम्बन्धित उदाहरण–

- एक गेंद को छत से नीचे गिराएँ तथा ठीक उसी समय दूसरी गेंद को क्षैतिज दिशा मे फेके, तो दोनो गेदें पृथ्वी पर अलग-अलग स्थानो पर परन्तु एक साथ पहुँचेंगी ।
- पेड पर बैठे बन्दर के ठीक सामने की ओर एक शिकारी निशाना लगाकर गोली छोडता है उसी समय बन्दर पेड से नीचे कूद जाए तो गोली बन्दर को ही लगती है। यदि बन्दर पेड पर ही बैठा रहे तो गोलीय गुरूत्व के कारण कुछ नीची होने के कारण बन्दर को नहीं लगती है ।
- यदि किसी तोप से 5 किग्रा तथा 10 किग्रा के दो गोले समान वेग से एक ही दिशा में फेंके जाते हैं, तो दोनो पृथ्वी पर एक साथ पहुचेगे, क्योकि गोलो के उडान का समय (उड्डयन काल) उनके द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है ।

# न्यूटन की गति के नियम

## 1. गति का पहला नियम

- कोई वस्तु यदि आराम की अवस्था में है तो वह उसी अवस्था में रहती है और यदि वह गति की अवस्था में है । तो वह गतिशील ही रहती है जब तक कोई बाह्य बल उस पर आरोपित नहीं किया जाता है अर्थात् प्रत्येक वस्तु अपनी प्राथमिक स्थिति में ही रहना चाहती है ।
- वस्तु द्वारा अपनी अवस्था में परिवर्तन के विरोध के गुण को जडत्व कहते हैं ।
- इसलिए इस नियम को जडत्व का नियम भी कहते है ।

जडत्व 2 प्रकार का होता है –

**1)** आराम की अवस्था का जडत्व

उदाहरण – गाडी के अचानक चलने पर उसमें बैठा व्यक्ति पीछे की ओर धक्का महसूस करता है । पेड को हिलाने पर फलो का नीचे गिरना इत्यादि ।

**2)** गति की अवस्था का जडत्व

उदाहरण – लम्बी कूद में खिलाडी कूदने से पहले कुछ समय तक दौडता है ।

– चलती हुई गाडी में अचानक ब्रेक लगने पर यात्री आगे की ओर धक्का महसूस करता है ।

- इसे 'गैलिलियो का नियम' भी कहते है ।
- गति के पहले नियम से बल को परिभाषित किया जाता है ।

प्रश्न – निम्न में से कौनसा कथन सत्य है? (गति के पहले नियम के संबंध में)

a) इसके द्वारा बल की मात्रा का पता चलता है ।

b) इसके द्वारा बल की परिभाषा प्रदान की जाती है ।

c) जडत्व वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता ।

d) इसे आर्किमिडीज का सिद्धान्त कहा जाता है ।

उत्तर–

(b) इसके द्वारा बल की परिभाषा प्रदान की जाती है ।

## 2. गति का द्वितीय नियम

- किसी वस्तु के संवेग के परिवर्तन की दर उस पर आरोपित बल के समानुपाती होती है ।
- संवेग की दिशा वस्तु पर आरोपित बल की दिशा के समान ही होती है ।
- इसे आवेग संवेग का नियम भी कहते है ।
- यह नियम हमें बल का सूत्र प्रदान करता है ।

  संवेग – किसी वस्तु के द्रव्यमान और उसके वेग का गुणनफल संवेग कहलाता है ।

  यह एक सदिश राशि है जिसे $\vec{p}$ द्वारा दर्शाया जाता है ।

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

## गति के दूसरे नियम के उदाहरण

- कैंच लपकते समय खिलाडी द्वारा हाथो को पीछे की ओर ले जाना ।
- खिलाडी यदि रेतीली और पानी की सतह पर गिरता है तो उसे कम चोट लगती है परन्तु सख्त पर गिरने से अधिक चोट लगती है ।

## 3. गति का तृतीय नियम

यह नियम 2 वस्तुओ पर एक साथ लगने वाले पारस्परिक बल क्रिया व प्रतिक्रिया पर निर्भर है जो भिन्न-भिन्न वस्तुओ पर कार्य करते है ।

उदाहरण

- रॉकेट प्रक्षेपण
- गोली/बंदूक : बंदूक से गोली चलने पर पीछे की तरफ झटका लगना ।
- तैराक द्वारा हाथों व पैरो को पानी को पीछे छोडते हुए आगे बढना ।

## बल :-

- बल वह भौतिक राशि है जो वस्तु की गति या आराम की अवस्था में परिवर्तन लाता है या परिवर्तन लाने का प्रयास करता है ।
- यह एक सदिश राशि है जिसका मान वस्तु के द्रव्यमान और त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है ।
- किसी वस्तु पर लग रहे बल के बारे में पूर्ण जानकारी के लिए निम्न शर्तें आवश्यक है ।
  - बल का परिमाण
  - बल के कार्य करने की दिशा
  - वह बिंदु जिस पर बल कार्य कर रहा है ।

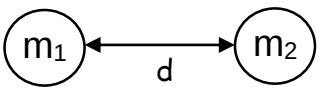
## बल के मात्रक

- S. I. मात्रक = न्यूटन
- C.G.S. मात्रक = डाईन
- F.P.S. मात्रक = पाउण्डल

प्रकृति में चार मूल बल पाए जाते है -

### 1. गुरूत्वाकर्षण बल :-

- ब्रह्माण्ड में कोई 2 वस्तुओ के मध्य उनके द्रव्यमान के कारण उत्पन्न बल ।
- यह बल वस्तुओ के मध्य की दूरी पर निर्भर करता है ।
- यह प्रकृति में पाए जाने वाले सबसे कमजोर बलों में से है ।




$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2} \qquad \Rightarrow F = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

जहाँ G = गुरूत्वाकर्षण नियतांक

$$= 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$$

- इस बल के माध्यम से विभिन्न घटनाओं की व्याख्या की जाती है ।
  1) हमें पृथ्वी से बाँधे रखने वाला बल
  2) चन्द्रमा का पृथ्वी के चारो ओर चक्कर लगाना
  3) पृथ्वी का सूर्य के चारो ओर चक्कर लगाना

### 2. दुर्बल नाभिकीय बल :-

- रेडियो सक्रिय पदार्थो से निकलने वाले $\alpha, \beta$ कणो के मध्य लगने वाला बल ।

### 3. विद्युत चुम्बकीय बल :-

- यह बल दो आवेशो के मध्य लगता है ।
- समान आवेश एक-दूसरे को विकर्षित तथा असमान आवेश एक दूसरे को आकर्षित करते है ।
- इसे 'कूलाम का नियम' कहते है ।
- यह बल गुरूत्वाकर्षण तथा दुर्बल नाभिकीय बल से अधिक होता है । ($10^{36}$)

### 4. प्रबल नाभिकीय बल :-

- यह बल प्रोटॉन-प्रोटॉन तथा प्रोटॉन-न्यूट्रॉन के मध्य लगता है ।
- इस बल के कारण ही नाभिक कभी टूटता नहीं है ।
- यह प्रकृति में पाया जाने वाला सबसे शक्तिशाली बल है ।

## Note :-

## अभिकेन्द्र बल

जब कोई पिण्ड (वस्तु) किसी निश्चित बिन्दु के परित: वृतीय पथ पर अचर वेग से गति करता है तब वृतीय गति (Circular Motion) करती प्रत्येक वस्तु पर एक बल केन्द्र की ओर लगता है जिसे अभिकेन्द्र बल (Centripetal Force) कहते है ।

- इस बल का मान $F = mv^2/r$ होता है ।
- अधिकतर सडके बाहर की तरफ से ऊँची उठी हुई रहती है जो इसी बल के सिद्धान्त पर आधारित है ।

अभिकेंद्री बल के उदाहरण–

- इलेक्ट्रान का नाभिक के चारो ओर चक्कर लगाना ।
- पृथ्वी का सूर्य के चारो ओर चक्कर लगाना
- वृतीय पक्ष में गतिमान वस्तु पर अभिकेंद्री बल लगता है ।

## अपकेन्द्रीय बल (Centrifugal Force)

- जब वस्तु एक वृत्ताकार मार्ग में गति करती है तो उस पर बाहर की तरफ बल लगता है जिसे अपकेन्द्रीय बल कहते है । यह एक आभासी (छद्म) बल होता है
- यह एक आभासी बल (Pseudo force) है ।

  उदाहरण
  - Washing Machine में कपडो का साफ होना ।
  - दूध से क्रीम अलग करने की मशीन इसी सिद्धान्त पर आधारित है ।

## संसंजक बल (Cohesive Force)

- एक ही पदार्थ के विभिन्न अणुओ के मध्य लगने वाला बल संसंजक बल कहलाता है ।
- पृष्ठ तनाव इसी बल पर आधारित होता है ।

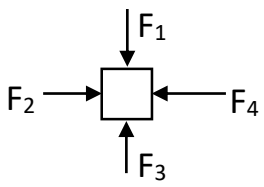
## आसंजक बल (Adhesive Force)

- विभिन्न पदार्थो के अणुओ के मध्य लगने वाला बल आसंजक बल कहलाता है ।

## बलों के प्रकार :–

### (1) संतुलित बल

- जब किसी वस्तु पर एक साथ कई बल कार्य कर रहे हो और उनका परिमाणी बल शून्य हो तो उन्हे संतुलित बल कहते है ।
- इस अवस्था में वस्तु गति नहीं करती ।




$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = 0$

### (2) असंतुलित बल

- जब वस्तु पर एक साथ कई बल कार्य कर रहे हो तथा उनका परिमाणी बल शून्य न हो तो उन्हे असंतुलित बल–कहते है ।

### (3) घर्षण बल

- वह बल जो वस्तुओ के मध्य परस्पर गति का विरोध करता है ।
- घर्षण बल सदैव गति की दिशा के विपरीत दिशा में लगता है ।
- यह बल वस्तु की प्रकृति पर निर्भर करता है । चिकनी सतह पर वस्तुओ में घर्षण बल कम तथा खुरदरी सतह की वस्तुओ पर अधिक होता है ।

घर्षण बल 3 प्रकार का होता है :–

### (1) सीमांत घर्षण (Limiting Friction Force)

यह बल दो स्थिर वस्तुओ के मध्य कार्य करता है ।

### (2) सर्पी घर्षण (Sliding Friction Force)

यह बल उस समय कार्य करता है जब एक वस्तु दूसरी वस्तु पर गति करती हो ।

### (3) लोटनी घर्षण (Rolling Friction Force)

- जब एक वस्तु दूसरी वस्तु की सतह पर लोटती है तो यह लोटनी घर्षण कहलाता है ।
- एक समान सतह के लिए सर्पी घर्षण बल सदैव लोटनी घर्षण से अधिक होता है ।

  S.F.F. > R. F. F.

  इसलिए मशीनो में कलपुर्जो को नष्ट होने से बचाने के लिए बॉल बियरिंग (Ball Bearing) का प्रयोग किया जाता है ।
- मशीनो के कलपुर्जो को इस बल से बचाने के लिए स्नेहक लुब्रीकेंट काम में लिए जाते है ।

## घर्षण से लाभ व हानियाँ

### लाभ

- घर्षण की अनुपस्थिति में पैदल चलना भी सम्भव नहीं है।
- घिरनियों (Pulleys), पट्टों (Belts), क्लचों (Clutches) तथा ब्रेकों (Brakes), के संचालन के लिए घर्षण का विद्यमान होना परमावश्यक है। ।
- घर्षण के कारण ही कील व पेंच (Nails and Screws) उन आवरन मे जिनमें उनको कसा जाता है, स्थिर रह पाते हैं ।
- यदि घर्षण न हो तो एक दीवार व फर्श के बीच एक सीढी भी तिरछी नहीं खडी की जा सकती ।
- घर्षण की अनुपस्थिति में पन्नों पर पेन की सहायता से लिखना भी सम्भव नहीं हो सकता ।

### हानियाँ

- घर्षण द्वारा दो वस्तुओं के मध्य सापेक्ष गति का विरोध होता है, जिस कारण अतिरिक्त उर्जा व्यय होती है ।
- घर्षण के कारण मशीनों की दक्षता कम होती है, क्योकि घर्षण के विरूद्ध कार्य करने में उर्जा का व्यय होता है ।
- घूर्णन करने वाली मशीनों के पुर्जे घर्षण के कारण घिस जाते हैं तथा अधिक ध्वनि उत्पन्न करते हैं ।

**आवेग :–** किसी वस्तु पर आरोपित बल और उसके समय अंतराल के गुणनफल को आवेग कहते हैं ।

- आवेग एक सदिश राशि है जिसका मात्रक न्यूटन–सेकण्ड या किग्रा–मी/सेकण्ड होता है
- आवेग और संवेग दोनो का मात्रक समान होता है ।
- उदाहरण – चीनी मिट्टी के बर्तनों को कागज या घास–फूस में टुकडों में पैक करते हैं, जिससे गिरने की स्थिति में घास फूस के कारण आवेग, चीनी मिट्टी के बर्तनों तक पहुँचने में अधिक समय लगता है ।
- रेलगाडी के डिब्बों की शंटिंग के दौरान गंभीर झटको से बचने के लिए Buffers (प्रतिरोधों) का प्रयोग किया जाता है, जिससे झटको के दौरान ढाल को ढाब कम हो जाता है ।
- बल $\propto$ संवेग में परिवर्तन की दर

$$F = \frac{d(mv)}{dt} \qquad \Rightarrow \boxed{F = ma}$$

प्रश्न– संवेग और गतिज ऊर्जा में क्या संबंध है ?

उत्तर– $K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m} = \frac{(mv)^2}{2m}$

$$\Rightarrow \boxed{K.E. = \frac{p^2}{2m}}$$

प्रश्न– निम्न में से कौनसे कथन असत्य है?

a) गतिज ऊर्जा संवेग के वर्ग के समानुपाती होती है ।

b) गति का दूसरा नियम बल की मात्रा प्रदान करता है ।

c) आवेग की मात्रा वस्तु में होने वाली हानि के समानुपाती होती है ।

d) संवेग एक अदिश राशि है ।

उत्तर– d) संवेग एक अदिश राशि है ।

## लिफ्ट में व्यक्ति का भार

किसी लिफ्ट मे व्यक्ति के भार मे परिवर्तन निम्नलिखित प्रकार से होता है

(i) जब लिफ्ट त्वरण a से ऊपर जाती है, तो लिफ्ट में स्थित व्यक्ति का भार बढा हुआ प्रतीत होता है । इस दशा मे व्यक्ति का आभासी भार, $w = (mg + ma)$ जहाँ m व्यक्ति का द्रव्यमान है ।

(ii) जब लिफ्ट त्वरण a से नीचे आती है, तो इस दशा मे व्यक्ति का आभासी भार घटा हुआ प्रतीत होता है । इस दशा मे व्यक्ति का आभासी भार $w = (mg - ma)$

(iii) जब लिफ्ट एकसमान वेग (त्वरण, $a = 0$) से ऊपर या नीचे जाती है, तो इस दशा में व्यक्ति को अपने भार में कोई परिवर्तन प्रतीत नहीं होता है ।

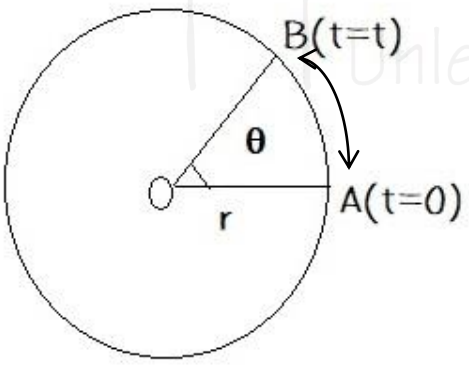
(iv) यदि नीचे आते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाए, तो वह मुक्त वस्तु की भाँति नीचे गिरेगी । अत: $a = g$ तथा $w = mg – mg = 0$ अर्थात् व्यक्ति को अपना भार शून्य प्रतीत होगा ।

(v) यदि लिफ्ट के नीचे उतरते समय लिफ्ट का त्वरण, गुरूत्वीय त्वरण से अधिक हो (अर्थात् $a > g$) तो लिफ्ट में खडा व्यक्ति लिफ्ट के फर्श से उठकर उसकी छत पर जा लगेगा, क्योकि $w = mg - ma > 0$ अर्थात् w अब ऋणात्मक है, इसलिए आभासी बल व्यक्ति पर ऊपर की ओर लगेगा जिससे वह उठकर छत से जा लगेगा ।

## वृत्तीय गति (Circular Motion)

यदि कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर एकसमान चाल से चलती है तो उसकी गति एक समान वृत्तीय गति कहलाती है । ऐसी वृत्तीय गति भी त्वरित होती है तथा त्वरण की दिशा सदैव वृत्त के केन्द्र की ओर होती है । वृत्तीय गति संबंधी कुछ पद निम्न प्रकार हैं –

1. **आवर्तकाल (Time Period):-** वृत्तीय गति में, कोई कण वृत्तीय पथ पर एक चक्कर पूरा करने में जितना समय लेता है, वह उस कण का आवर्तकाल कहलाता है । इसे T से प्रदर्शित करते हैं तथा इसका मात्रक सेकण्ड होता है ।
2. **आवृत्ति (Frequency):-** वृत्तीय गति में कोई कण वृत्तीय पथ पर 1 सेकण्ड में जितने चक्कर लगाता है, वह कण की आवृत्ति कहलाती है । इसे $\nu$ से प्रदर्शित करते हैं, इसका मात्रक हर्ट्ज़ है ।
3. **कोणीय विस्थापन (Angular Displacement):-** वस्तु के वृत्ताकार पथ के केन्द्र व वस्तु को मिलाने वाली रेखा द्वारा केन्द्र पर बनाए गए कोण को कोणीय विस्थापन कहते हैं । कोणीय विस्थापन का मात्रक रेडियन है व इसे $\Delta\theta$ से प्रदर्शित करते हैं ।
   अतः कोणीय विस्थापन = चाप / त्रिज्या




4. **कोणीय वेग (Angular Velocity) :-** वृत्तीय गति करते हुए कण के कोणीय विस्थापन के समय के साथ परिवर्तन की दर को कण का कोणीय वेग कहते हैं । इसे $\omega$ से प्रदर्शित करते हैं, इसका मात्रक रेडियन से है ।
   अर्थात्

$$\omega = \frac{\text{कोणीय विस्थापन}}{\text{समयान्तराल}} = \frac{\Delta\theta}{\Delta t}$$

5. **कोणीय त्वरण (Angular Acceleration) :-** कोणीय वेग परिवर्तन की दर को कोणीय त्वरण कहते हैं । इसे ($\alpha$) से प्रदर्शित करते हैं । इसका मात्रक रेडियन/से$^2$ होता है ।
   अतः कोणीय त्वरण = $\omega/t$

6. **अभिकेन्द्रीय त्वरण (Centripetal Acceleration) :-** जब कोई वस्तु एकसमान वृत्तीय गति करती है, तो उसकी चाल तो नियत रहती है, परन्तु उसकी दिशा लगातार बदलती रहती है अर्थात् वस्तु का वेग बदलता रहता है अर्थात् एकसमान वृत्तीय गति में त्वरण होता है, इस त्वरण को ही अभिकेन्द्रीय त्वरण कहते हैं ।

   अभिकेन्द्रीय त्वरण = $a = \frac{v^2}{r}$ या $a = r\omega^2$

   यहाँ $r$ = वृत्तीय पथ की त्रिज्या,
   $v$ = वस्तु का रेखीय वेग तथा
   $\omega$ = वस्तु का कोणीय वेग
   एक कण एक समान वेग से वृत्तीय गति करता हुआ दो प्रकार के त्वरण (जैसे–कोणीय त्वरण तथा अभिकेन्द्रीय त्वरण) का वहन करता है ।

- आवर्तकाल तथा आवृत्ति में संबंध
  आवर्तकाल = $\frac{1}{\text{आवृत्ति}}$ या $T = 1/n$
- कोणीय वेग तथा रेखीय वेग में संबंध
  $v = r\omega$
- कोणीय त्वरण तथा रेखीय त्वरण में संबंध
  $a = r\alpha$

## संवेग संरक्षण का सिद्धांत
## (Law of Conservation of Momentum)

न्यूटन की गति के द्वितीय और तृतीय दोनों नियमों के सम्मिलित प्रभावों से संवेग संरक्षण के नियम की प्राप्ति होती है । इसके अनुसार, "यदि कणों के किसी समूह या निकाय पर बाह्य बल न लग रहा हो तो, उस निकाय का कुल संवेग नियत रहता है ।"

## संवेग संरक्षण के नियम के उदाहरण

- **रॉकेट प्रणोदन :–** रॉकेट का उडना क्रिया–प्रतिक्रिया एवं संवेग संरक्षण के सिद्धान्तों पर आधारित है । रॉकेट का ईंधन जब जलता है तो तीव्र गति से गैसीय निकास होता है, जो प्रतिक्रिया स्वरूप रॉकेट को ऊपर धकेलता है ।
- रॉकेट ईंधन का नियत वेग से दहन होने पर संवेग परिवर्तन की दर भी नियत रहती है, पर जैसे–जैसे रॉकेट उडता है उसमें ईंधन का दहन होने से रॉकेट का द्रव्यमान कम हो जाता है, जिसके कारण संवेग संरक्षण के नियमानुसार रॉकेट के वेग व त्वरण में वृद्धि होती है ।
- संवेग संरक्षण के कारण ही जब कोई व्यक्ति नाव से कूदता है तो नाव पीछे खिसकती है ।

- **कोणीय संवेग :–** संवेग के आघूर्ण को कोणीय संवेग कहा जाता है ।

कोणीय संवेग = दूरी × संवेग

$J = r \times mv$

$J = mvr$

## कोणीय संवेग संरक्षण का नियम

**(Law of Conservation of Angular Momentum)**

किसी बिंदु के सापेक्ष घूर्णन करते समय पिंड का कोणीय संवेग नियत रहता है ।

$J = mvr =$ नियतांक (K)

$vr = J$ यहाँ पिंड का द्रव्यमान स्थिर है

अतः $v \propto \frac{1}{r}$

अर्थात् पिंड का रेखीय वेग उसके पथ के केन्द्र से उसकी दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होता है ।

उदाहरण – यदि किसी डोरी को एक पत्थर से बाँध कर घुमाएँ तो डोरी की लंबाई पर पत्थर का वेग घटता जाएगा एवं डोरी की लंबाई कम करने पर पत्थर का वेग बढेगा ।

## Note :-

### जडत्व आघूर्ण

एक निर्दिष्ट तन्त्र में किसी अक्ष के परित: घूमते हुए पिण्ड की घूर्णन की दर के परिवर्तन के प्रति विरोध की माप उस पिण्ड का जडत्व आघूर्ण कहलाता है । इसका मात्रक किलोग्राम–मीटर$^2$ होता है ।

### वस्तु का जडत्व आघूर्ण (Moment of Inertia)

(I) जितना अधिक होता है उसकी गति या विराम की अवस्था मे परिवर्तन करने के लिए उतने ही अधिक बल कि आवश्यकता होती है ।

### बल आघूर्ण

किसी पिण्ड पर लगे बल आघूर्ण (Torque) के कारण ही पिण्ड में किसी अक्ष के परित: घूमने की प्रवृति होती है। बल आघूर्ण, बल के परिमाण तथा घूर्णन अक्ष से बल की लम्बवत् दूरी के गुणनफल के बराबर होती है ।

बल आघूर्ण (t) = बल × घूर्णन अक्ष से लम्बवत् दूरी

$= FR \sin \theta$

जहाँ, $R \sin \theta$ बल की घूर्णन अक्ष से लम्बवत् दूरी है ।

## कोणीय संवेग तथा बल आघूर्ण मे सम्बन्ध

किसी वस्तु या व्यवस्था के कोणीय संवेग–परिवर्तन की दर, वस्तु या व्यवस्था पर कार्यरत् बल (बाह्य) आघूर्ण के बराबर होती है । यदि कोणीय संवेग–परिवर्तन शून्य हो तो बल आघूर्ण शून्य होगा ।

# गुरूत्वाकर्षण

## न्यूटन का गुरूत्वाकर्षण का नियम –

इस नियम के अनुसार, किन्हीं दो पिण्डों के मध्य कार्य करने वाला बल उनके द्रव्यमानों के गुणनफल के अनुक्रमानुपाती तथा उनके बीच की दूरी के वर्ग के व्युक्रमानुपाती होता है । अर्थात्

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

जहाँ $m_1$ तथा $m_2$ पिण्डों के द्रव्यमान, r पिण्डों के बीच की दूरी तथा G एक सार्वत्रिक गुरूत्वाकर्षण नियतांक (Universal Gravitational Constant) है, जिसका S.I. मान $6.67\times10^{-11}$ न्यूटन–मी$^2$/किग्रा$^2$ होता है ।

## गुरूत्व

पृथ्वी एवं अन्य किसी पिण्ड के बीच लगने वाले बल को गुरूत्व बल तथा इस घटना को गुरूत्वाकर्षण (Gravity) कहते हैं अर्थात् गुरूत्व वह आकर्षण बल है जिससे पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खीचती है ।

## गुरूत्वीय त्वरण

गुरूत्व बल के कारण किसी पिण्ड मे उत्पन्न त्वरण गुरूत्वीय त्वरण (Acceleration due to Gravity) कहलाता है । इसे g से प्रदर्शित करते है । इसका मात्रक मी/से$^2$ या न्यूटन/किग्रा होता है ।

पृथ्वी की सतह पर गुरूत्वीय त्वरण, $g = G\frac{M_e}{R^2_e}$

जहाँ, G = गुरूत्वाकर्षण नियतांक
$M_e$ = पृथ्वी का द्रव्यमान
$R_e$ = पृथ्वी की त्रिज्या

अत: स्पष्ट है कि g का मान पिण्ड या वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है ।

- पृथ्वी तल से नीचे जाने पर g का मान घटता है । ध्रुवों पर g का मान अधिकतम तथा विषुवत् रेखा पर न्यूनतम होता है ।
- पृथ्वी के केन्द्र पर g का मान शून्य होता है । अत: किसी वस्तु का भार पृथ्वी के केन्द्र पर शून्य होता है, लेकिन द्रव्यमान नियत रहता है ।
- यदि समान द्रव्यमान की दो वस्तुओं को मुक्त रूप से ऊपर से गिराया जाए, तो उनमें उत्पन्न त्वरण समान होगा ।
- G का प्रमाणिक मान $45^0$ अक्षांश (Latitude) तथा समुद्र तल पर 9.8 मी/से$^2$ होता है । यदि पृथ्वी अपने अक्ष के चारो ओर घूमना बन्द कर दे, तो ध्रुवों के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि हो जाएगी । यह विषुवत् रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवों पर सबसे कम होगी ।

## गुरूत्वीय त्वरण के अनुप्रयोग:–

- लकडी, लोहे व मोम के समान आकार के टुकडो को समान ऊँचाई से यदि हम पृथ्वी पर गिराते तो आदर्श परिस्थितियों में सभी वस्तुओं पर 'समान गुरूत्वीय त्वरण' कार्य करता है, इसी कारण सभी टुकडे एक साथ पृथ्वी की सतह पर पहुचेंगे ।
- वायु की उपस्थिति में सबसे भारी पिण्ड पृथ्वी को सतह पर सबसे पहले पहुँचेगा ।
- बॉल पेन गुरूत्वीय बल के सिद्धान्त पर काम करता है । गुरूत्वीय जल के कारण स्याही बॉल से होती हुई कागज पर आ जाती है ।
- ऊँचाई से फेंका पत्थर तेजी से नीचे आता है व पैराशूट धीरे–धीरे नीचे आता है क्योकि पैराशूट का पृष्ठीय क्षेत्रफल अधिक होता है जिसके कारण पैराशूट पर लगने वाला वायु का प्रतिरोध अधिक होता है जबकि पत्थर के पृष्ठ का क्षेत्रफल कम होने के कारण वह अधिक तेजी से नीचे गिरता है ।

## पृथ्वी के गुरूत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन:–

$g \propto \frac{1}{r_e^3}$ g = त्वरण, $r_e$ = पृथ्वी की त्रिज्या

1) पृथ्वी तल से नीचे जाने पर g का मान घटता जाता है, पृथ्वी तल से ऊपर जाने पर भी g का मान घटता जाता है । ध्रुवो पर g का मान अधिकतम तथा विषुवत् रेखा पर न्यूनतम होता है । पृथ्वी के केन्द्र पर g का मान शून्य होता है, अत: किसी वस्तु का भार पृथ्वी के केन्द्र पर शून्य होता है, लेकिन द्रव्यमान नियत रहता है ।

2) यदि समान द्रव्यमान की दो वस्तुओं को मुक्त रूप में ऊपर से गिराया जाए, तो उनमें उत्पन्न त्वरण समान होगा । g का प्रमाणिक मान 45° अक्षांश (latitute) तथा समुद्र तल पर 9.8 मी/से$^2$ होता है ।

3) यदि पृथ्वी अपने अक्ष के चारो ओर घूमना बंद कर दे, तो ध्रुवो के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि हो जाएगी । यह वृद्धि विषुवत् रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवो पर सबसे कम होगी ।

4) यदि पृथ्वी अपनी अक्ष के परितः वर्तमान गति से 17 गुना अधिक गति से घूमने लगे तो भूमध्य रेखा पर रखी वस्तु का भार भी शून्य हो जाएगा, अर्थात् पृथ्वी की घूर्णन गति बढने पर g का मान घटता है ।

5) पृथ्वी तल से h ऊँचाई पर g का मान

$$g' = g\left(1 - \frac{2h}{R_e}\right)$$

यहाँ h = पृथ्वी की सतह से ऊँचाई, $R_e$ = पृथ्वी की त्रिज्या

तथा d = पृथ्वी तल से गहराई

6) पृथ्वी तल से d गहराई पर g का मान,

$$g' = g\left(1 - \frac{d}{R_e}\right)$$

7) $\lambda^\circ$ अक्षांश पर गुरूत्वीय त्वरण का मान, $g' = g - R_e\omega^2 \cos^2\lambda$

8) ध्रुवो पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान अधिकतम होता है । अर्थात् $\lambda = 90^\circ$ तथा $g' = g$ तथा अक्षों पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान न्यूनतम होता है, अर्थात् $\lambda = 0^\circ$ तथा $g' = g - R_e\omega^2$ । यहाँ $\omega =$ कोणीय वेग, $R_e$ = पृथ्वी त्रिज्या तथा g' = गुरूत्वीय त्वरण में परिवर्तन ।

9) यदि पृथ्वी के अपनी अक्ष के परितः घूर्णन की आवृत्ति बढ जाए, तब ध्रुवो के अतिरिक्त सभी स्थानो पर g का मान घटेगा ।

10) पृथ्वी ध्रुवो पर चपटी होती है । इस प्रकार ध्रुवो पर पृथ्वी की त्रिज्या भूमध्य रेखा से कम होती है, इसलिए भूमध्य रेखा पर गुरूत्वीय त्वरण का मान ध्रुवो से कम होता है ।

**Note :-**

- भूमध्य रेखा पर g का मान – न्यूनतम
- ध्रुवो पर g का मान – अधिकतम
- भूमध्य रेखा से ध्रुवो की ओर जाने पर गुरूत्वीय त्वरण का मान बढता जाता है क्योंकि भूमध्य रेखा पर पृथ्वी की त्रिज्या ध्रुवो की त्रिज्या से लगभग 21 किलोमीटर अधिक है । जैसे-जैसे हम ध्रुवो की की ओर जाते है वैसे-वैसे $R_e$ का मान कम होता जाता है और गुरूत्वीय त्वरण का मान बढता जाता है ।
- पृथ्वी अपने अक्ष पर घूमना बंद कर दे (w = 0) तो ध्रुवो के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि होगी । यदि वृद्धि विषुवत रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवो की ओर जाने पर कम होती जाएगी ।
- पृथ्वी अपने अक्ष के परितः तेजी से घूमने लग जाए तो पृथ्वी के कोणीय वेग बढने के कारण g का मान घट जाएगा ।

## केप्लर के ग्रहों की गति सम्बन्धी नियम

केप्लर ने सूर्य की परिक्रमा करने वाले ग्रहों की गति के सम्बन्ध में निम्नलिखित तीन नियम प्रतिपादित किए, जिन्हें ग्रहों की गति के केप्लर के नियम कहा जाता है । इस सन्दर्भ में केप्लर के तीन नियम है

**कक्षाओं का नियम (Law of Orbits)-** इस नियम के अनुसार, "प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर दीर्घवृताकार (Elliptical) पथ पर गति करता है तथा सूर्य उस दीर्घवृत के किसी एक फोकस (नाभि) पर होता है ।"

**क्षेत्रीय चाल का नियम (Law of Areal Velocity) -** इस नियम के अनुसार, 'किसी भी ग्रह को सूर्य से मिलाने वाली रेखा अर्थात ग्रह का सूर्य के सापेक्ष त्रिज्या सदिश,समान समचान्तरालो मे समान क्षेत्रफल तय करता है अर्थात् ग्रहों की क्षेत्रीय चाल नियत रहती है ।'

## परिक्रमण कालों का नियम –

किसी भी ग्रह का सूर्य के चारो ओर परिक्रमण काल का वर्ग ($T_2$) ग्रह की दीर्घवृत्ताकार कक्षा के अर्द्ध दीर्घ अक्ष की तृतीय घात के समानुपाती होता है ।

$$T^2 \propto r^3$$

अर्थात्

ग्रह जितना सूर्य से दूर होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही अधिक तथा ग्रह सूर्य के जितना समीप होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही कम होगा ।

## ग्रह

आकाशीय पिण्ड जो सूर्य के चारों ओर अपनी अपनी कक्षा में चक्कर लगाते रहते है ग्रह कहलाते  है । सूर्य से बढ़ते दूरी के क्रम में ये बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, वृहस्पति, शनि अरूण, वरूण है ।

## उपग्रह

वे आकाशीय पिण्ड जो ग्रहों के चारों ओर परिक्रमा करते है उपग्रह कहलाते हैं ।

## उपग्रहो का उपयोग :–

ध्रुवीय उपग्रहो का उपयोग विषुवतीय एवं ध्रुवीय क्षेत्रो के सर्वेक्षण में सुदूर – संवेदन मौसम विज्ञान, पर्यावरणीय अध्ययनो में किया जाता है।

**Note :**

भू-स्थिर उपग्रहो का उपयोग कम दूरी के लिए जबकि ध्रुवीय उपग्रहो का उपयोग दीर्घकालिक पूर्वानुमान लगाने में किया जाता है ।

## कृत्रिम उपग्रह

ये मानव निर्मित होते है । यदि किसी पिण्ड को पृथ्वी तल से ऊपर आकाश में भेजकर उसे लगभग 8 किमी/सेकण्ड का क्षैतिज वेग दे दिया जाये तो वह पिण्ड पृथ्वी के चारों ओर एक निश्चित कक्षा में परिक्रमा करने लगता है । इसका परिक्रमण काल 84 मिनट होता है ।

## कक्षीय उपग्रह

ये उपग्रह एक निश्चित कक्षा में पृथ्वी के चारों ओर परिक्रमा करते है ।

## भूस्थिर उपग्रह

ये पृथ्वी के किसी स्थान के सापेक्ष स्थिर रहते है । इनका परिक्रमण काल पृथ्वी के अपने अक्ष के परितः घूर्णन काल के बराबर (24 घंटे) होता है । इनकी ऊँचाई पृथ्वी तल से लगभग 36000 किमी होती है । इन्हें संचार उपग्रह भी कहते है । इनका उपयोग टेलीफोन, टेलीग्राफ एवं टेलीविजन सिग्नलों हेतु होता है । यदि घूमते हुए किसी उपग्रह से कोई वस्तु या पैकेट गिरा दिया जाय तो वह पृथ्वी पर न गिरकर उपग्रह के साथ उसी कक्षा में एवं उसी चाल में घूमने लगेगा । उपग्रहों में भारहीनता कृत्रिम उपग्रहों में भारहीनता की अवस्था पायी जाती है अर्थात् उपग्रह के तल द्वारा यात्री पर लगाया गया प्रतिक्रिया बल शून्य होता है । भारहीनता के कारण अंतरिक्ष यात्री अपना भोजन विशेष प्रकार के ट्यूब में ले जाते है और दबा कर निगलते है ।

## भू-स्थिर उपग्रह – उदाहरण :–

- INSAT – 2B rFkk INSAT – 2C भारत  के तुल्यकाली उपग्रह है ।
- भारत द्वारा प्रक्षेपित IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) के 7 उपग्रहो में 3 भू-स्थिर (IRNSS 1C; 1F; 1G) तथा 4 भू-तुल्यकालिक (IRNSS – 1A, 1B, 1D, 1E) है ।

## भू-तुल्यकालिक उपग्रहो के उपयोग :–

- मौसम – पूर्वानुमान प्रणाली, नेविगेशन आदि ।
- वृत्तीय उपग्रह – पृथ्वी के ध्रुवो के परितः उत्तर-दक्षिण दिशा में परिक्रमण करने वाले उपग्रहो को 'ध्रुवीय उपग्रह' कहते है ।
- ये उपग्रह पृथ्वी तल से 500 किमी से 8800 किमी ऊँचाई तक की ध्रुवीय कक्षा में उत्तर से दक्षिण दिशा में परिक्रमण करते है ।
- इन उपग्रहो का आवर्तकाल लगभग 100 मिनट होता है ।
- उदाहरण – भारत के PSLV श्रेणी के सभी ध्रुवीय उपग्रह ।

## द्रव्यमान व भार :–

- किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप होता है, किसी वस्तु का जड़त्व उतना ही होगा, जितना उसका द्रव्यमान ।
- जिस बल द्वारा पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खींचती है, उस बल को उस वस्तु को भार कहते है । भार का SI मात्रक = न्यूटन । W = Mg
  W = भार, M = द्रव्यमान, g = गुरूत्वीय त्वरण
- वस्तु का द्रव्यमान स्थिर रहता है अर्थात् वस्तु चाहे पृथ्वी पर हो या चंद्रमा पर या बाह्य अंतरिक्ष में । अर्थात् वस्तु का द्रव्यमान एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाने पर नहीं बदलता है ।

- वस्तु का भार उसके द्रव्यमान तथा गुरूत्वीय त्वरण पर निर्भर करता है और किसी भी राशि पर नहीं ।

## किसी वस्तु का चंद्रमा पर भार :–

- चंद्रमा का द्रव्यमान पृथ्वी से कम होने के कारण वस्तुओ पर कम आकर्षण बल लगता है ।
- चंद्रमा का गुरूत्वीय त्वरण पृथ्वी की तुलना में 1/6 है, अतः पृथ्वी पर किसी वस्तु का भार जितना होगा, चंद्रमा पर उसका 1/6 होगा ।

## भारहीनता :–

- भारहीनता की स्थिति में, वस्तु का प्रभावी भार शून्य होता है ।
- यदि नीचे उतरते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाए, तब लिफ्ट में रखे व्यक्तियो को अथवा कृत्रिम उपग्रह के भीतर बैठे अंतरिक्ष यात्री को भारहीनता का अनुभव होता है ।

## Note :-

चन्द्रमा का द्रव्यमान अधिक होने के कारण भारहीनता की स्थिति नहीं पायी जाती है । पृथ्वी के सापेक्ष चन्द्रमा का गुरूत्वीय त्वरण 1/6 है अतः वहाँ (चन्द्रमा) किसी वस्तु का भार 1/6 हो जायेगा परन्तु द्रव्यमान नियत रहेगा । नीचे उतरते समय लिफ्ट की डोरी टूट जाय तो भी भारहीनता का अनुभव होता है ।

## पलायन वेग

वह न्यूनतम वेग, जिससे किसी पिण्ड को ऊपर की ओर फेंका जाय और वह पृथ्वी के गुरूत्वीय क्षेत्र को पार कर जाय तथा वापस पृथ्वी पर लौटकर न आये, पलायन वेग कहलाता है । इसका मान पृथ्वी पर 11.2 किमी/सैकेण्ड है ।

ग्रहों, उपग्रहों में वायुमण्डल की उपस्थिति, किसी ग्रह या उपग्रह पर वायुमण्डल का होना या न होना, वहाँ पर पलायन वेग के मान पर निर्भर करता है । यदि पलायन वेग का मान बहुत अधिक है तो बहुत सघन वायुमण्डल होगा और यदि पलायन वेग कम है तो वायुमण्डल विरल होगा ।

यदि उपग्रह V व उसका पलायन वेग $V_d$ हो तब –

- यदि $V = V_e$ तब उपग्रह परवलयाकाट पथ पर गति करेगा तथा पृथ्वी के गुरूत्वीय क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।
- यदि $V > V_e$ तो उपग्रह एक अति परवलयाकार पथ पर गति करेगा और पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।

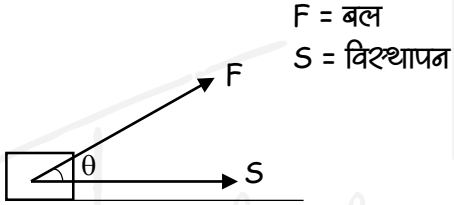
चन्द्रमा की त्रिज्या, द्रव्यमान एवं गुरूत्वीय त्वरण, पृथ्वी पर इसके मान की अपेक्षा कम है अतः चन्द्रमा का पलायन वेग 2.4 Km/s है । चन्द्रमा पर गैसों का औसत वेग इससे अधिक होता है जिससे वे ठहर नहीं पाते है फलतः वायुमण्डल अनुपस्थित है । बृहस्पति, शनि आदि पर पलायन वेग बहुत अधिक है अतः सघन वायुमण्डल पाया जाता है । वायुमण्डल की उपस्थिति या अनुपस्थिति पलायन वेग पर निर्भर करती है ।

## Note:

- पलायन वेग:– $\sqrt{2gR}$ जहां R = पृथ्वी की त्रिज्या R= $6.4X10^6$m
- कृत्रिम उपग्रह को पलायन वेग से कम मान से प्रक्षेपित किया जाता है जबकि दूसरे ग्रह पर किसी पिण्ड को भेजने के लिए पलायन वेग (11.2 km/sec) के मान से प्रक्षेपित किया जाता है।
- भू – स्थिर उपग्रह प्रक्षेपण यान में (GSLV- Geostationary Satellite Launch Vehicle) में तरल ईंधन के रूप में द्रव हाइड्रोजन तथा द्रव ऑक्सीजन प्रयुक्त होता है।
- ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान (P.S.L.V. - Polar Satellite Launch Vehicle) में ठोस ईंधन के रूप में हाइड्रॉक्सिल ट्रर्मिनेटेड पॉली ब्यूटा डाइन तथा तरल ईंधन के रूप में मेथिल हाइड्राजीन का उपयोग होता है ।
- GSLV में प्रयुक्त इंजन–क्रायोजेनिक इंजन।
- कृत्रिम उपग्रहों का परिक्रमण काल पृथ्वी तल से ऊंचाई पर निर्भर करता है। उपग्रह पृथ्वी तल से जितना दूर होगा उसका परिक्रमण काल उतना अधिक होता है।
- पृथ्वी के सबसे नजदीक चक्कर लगाने वाले उपग्रह का परिक्रमण काल – 84 मिनट

## कार्य

- किसी वस्तु पर आरोपित बल एवं उसके कारण हुए विस्थापन को कार्य कहते हैं ।
- कार्य एक अदिश राशि है ।
  W = F.s (F = बल, S = विस्थापन)
- कार्य धनात्मक, ऋणात्मक तथा शून्य हो सकता है ।
- कार्य का मात्रक
  - S.I. मात्रक = जूल
  - C.G.S. मात्रक = अर्ग
- यदि किसी वस्तु पर 1N का बल लगाया जाए और उस विस्थापन हो तो किए गए कार्य की मात्रा 1 Joule होती ।
  1 Joule = $10^7$ Erg
- किसी कोण पर बल द्वारा किया गया कार्य :–
  $W = FsCos\theta$




- कोण $\theta = 0°$ पर किया गया कार्य अधिकतम तथा कोण $\theta = 90°$ पर न्यूनतम होता है ।

## कार्य के प्रकार (Types of Work)

कार्य मुख्यतः तीन प्रकार के होते हैं

### 1. धनात्मक कार्य (Positive Work) :–

जब बल तथा विस्थापन एक ही दिशा में होता है, तब बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा । धनात्मक कार्य का अर्थ है कि बाह्य बल, निकाय या वस्तु को ऊर्जा प्रदान करते हैं ।

उदाहरण :

- यदि कोई व्यक्ति किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर उठाता है, तो उसके द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा ।
- जब किसी लॉन रोलर को हत्थे के अनुदिश, क्षैतिज से न्यूनकोण पर बल लगाकर खींचा जाता है, तो आरोपित बल द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा ।
- जब किसी स्प्रिंग को खींचा जाता है, तो बाह्य बल (खिंचाव बल) द्वारा किया गया कार्य धनात्मक होगा ।

### 2. ऋणात्मक कार्य (Negative Work)

जब बल तथा विस्थापन विपरीत दिशा में होते है, तब बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा । ऋणात्मक कार्य का अर्थ है कि बल निकाय से ऊर्जा लेता है ।

उदाहरण :

- यदि कोई व्यक्ति किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर उठाता है तो गुरूत्वीय बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा ।
- जब कोई पिण्ड लगाने पर खुरदरे (Rough) तल पर फिसलता है, तो घर्षण बल द्वारा किया गया कार्य ऋणात्मक होगा ।

### 3. शून्य कार्य (Zero Work)

जब बल तथा विस्थापन लम्बवत् दिशा में होते है, तब बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होगा ।

उदाहरण :

- यदि कोई कुली सिर पर बोझ उठाकर प्लेटफॉर्म पर चल रहा है, तो यह कोई कार्य नहीं करता (क्योंकि उसका कार्य गुरूत्व बल के लम्बवत् है) । जब वस्तु का विस्थापन, लगाए गए बल की दिशा में होता है, तो किया गया कार्य अधिकतम होगा । यदि वस्तु का विस्थापन शून्य है, तो वस्तु पर लगा बल कोई कार्य नहीं करेगा ; जैसे सिर पर बोझा लिए खडा मजदूर कोई कार्य नहीं करता, चाहे वह खडा–खडा थक ही क्यों न जाए ।
- जब एक वस्तु एकसमान चाल से वृत्ताकार पथ में गति करती है तो अभिकेन्द्रीय बल हमेशा वस्तु के विस्थापन के लम्बवत् होता है, अर्थात् अभिकेन्द्रीय बल द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है ।

## शक्ति

किसी मशीन अथवा किसी कर्ता के द्वारा कार्य करने की दर को उसकी शक्ति या सामर्थ्य (Power) कहते हैं अर्थात्

सामर्थ्य = $\frac{\text{कार्य}}{\text{समय}}$ या $\boldsymbol{P = \frac{W}{t}}$

शक्ति को जूल/सेकण्ड या वाट में मापते है ।
शक्ति का व्यवहारिक मात्रक अश्व शक्ति (Horse Power या HP) है तथा 1 HP = 746 Watts ।
साधारण मनुष्य की सामर्थ्य 0.05 HP से 0.1 HP होती है ।