Toppersnotes®
Unleash the topper in you

मध्य प्रदेश

प्रोफेशनल एग्जामिनेशन बोर्ड

भाग – 5

सामान्य विज्ञान

SIERRA INNOVATIONS

मध्यप्रदेश

क्र.सं.	अध्याय	पृष्ठ सं.
	भौतिक विज्ञान	
1.	भौतिक राशियाँ	1
2.	बल एवं गति	3
3.	कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति	17
4.	द्रव्य (ठोस, द्रव और गैस)	22
	• प्रत्यास्थता	22
	• संपीड्यता	23
	• पृष्ठ तनाव	23
	• केशिकात्व	24
	• श्यानता	25
	• दाब	25
	• उत्प्लावकता	26
	• आपेक्षिक घनत्व	27
5.	ताप एवं तापमापी	28
6.	ऊष्मा	29
7.	ऊष्मागतिकी	32
8.	प्रकाश	34
9.	ध्वनि	46
10.	विद्युत धारा एवं चुम्बकत्व	50

रसायन विज्ञान		
1.	भौतिक परिवर्तन एवं रासायनिक परिवर्तन	60
2.	द्रव्य (धातु, अधातु एवं इनके प्रमुख यौगिक)	61
3.	पदार्थों की भौतिक अवस्थाओं का अन्तः परिवर्तन	70
4.	परमाणु संरचना एवं आवर्त सारणी	70
5.	रासायनिक बंध	79
6.	रासायनिक अभिक्रियाएँ एवं समीकरण	81
7.	अम्ल, क्षार एवं लवण	85
8.	विलयन	88
9.	**pH**	90
10.	बहुलक	93
11.	कार्बन एवं हाइड्रोकार्बन	
12.	मानव जीवन में रसायन	98
जीव विज्ञान		
1.	जीव जगत (परिचय एवं वर्गीकरण)	107
	• मोनेरा	108
	• प्रोटिस्टा	108
	• कवक	108
	• सूक्ष्म जीव (जीवाणु, विषाणु)	110
	• पादप जगत	112
	• जन्तु जगत	114
2.	कोशिका	117
3.	जन्तु ऊतक	123

4.	पाचन तंत्र	124
5.	पोषण	127
6.	रक्त, रक्त समूह एवं **Rh** कारक	130
7.	परिसंचरण तंत्र	134
8.	हार्मोन्स (अंतःस्त्रावी तंत्र)	137
9.	तंत्रिका तंत्र	143
10.	कंकाल तंत्र	146
11.	उत्सर्जन तंत्र	148
12.	प्रजनन तंत्र	150
13.	श्वसन तंत्र	152
14.	मानव रोग	156
15.	आनुवांशिकी	164
16.	पर्यावरण	
17.	हरित ग्रह प्रभाव	
18.	ग्लोबल वार्मिंग (वैश्विक तापन)	
19.	ओजोन क्षरण	
20.	जैव–विविधता	
21.	पारिस्थितिकी तंत्र	
22.	जैव प्रौद्योगिकी	
❖	कम्प्यूटर का सामान्य परिचय	170

भौतिक विज्ञान

भौतिक राशियाँ

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

भौतिक राशियों के प्रकार –

1. 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

2. 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 की जाती है।

जैसे– त्वरण, वेग, आवेग इत्यादि।

1.	कार्य या ऊर्जा	जूल	J
2.	त्वरण	मी./सै^{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 हैं न ही व्युत्पन्न हैं, 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 हैं।

जैसे– द्रव्यमान, घनत्व, तापमान, विद्युत धारा, समय, चाल, दूरी, ऊर्जा, शक्ति, दाब, ताप, आवृति, आवेश, ऊष्मा, विभव आदि अदिश राशियाँ (Scalar Quantities) हैं।

सदिश राशियाँ

इन्हें व्यक्त करने के लिए परिमाण और दिशा दोनों की आवश्यकता होती हैं।

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) हैं।

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 इकाइयाँ
  प्रकाशवर्ष – 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 डॉब्सन में व्यक्त करते है।)

- क्यूसेक – नदियों 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 लड़ाकू 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। पनडुब्बियों के नौवहन में उपयोग किया जाता है।

नॉट (Knot) - समुद्री जहाज़ 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 – भूकंपीय 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 पदार्थों 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।
पाइरोमीटर	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।
स्फिग्नोमैनोमीटर	रक्त चाप मापने में।
फैदोमीटर	समुद्र की गहराई मापने में।
टैकोमीटर	वैद्युतिक मोटर की घूर्णीय गति अथवा वाहन की घूर्णीय गति मापने का यंत्र
पाइरेलियोमीटर	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।

बल एवं गति (Force and Motion)

बल (Force)

- बल वह भौतिक राशि है जो वस्तु की गति या आराम की अवस्था में परिवर्तन लाने का प्रयास करती है या परिवर्तन लाती है।
- यह एक सदिश राशि है जिसका मान वस्तु के द्रव्यमान (m) और उसके त्वरण (a) के गुणनफल के बराबर होता है।

$$\boxed{F = m \cdot a}$$

- किसी वस्तु पर लग रहे बल के बारे में पूर्ण जानकारी के लिए तीन शर्तें आवश्यक है–
  - बल का परिमाण
  - बल के कार्य करने की दिशा
  - वह बिन्दु जिस पर बल कार्य कर रहा है।

बल का मात्रक

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

$$\boxed{F = m \cdot a}$$

$$F = 1\ kg \times 1\ m.s^{-2}$$

$$\boxed{1\ \text{न्यूटन} = kg\ ms^{-2}}$$

C.G.S में – $\boxed{1\ N = 10^5\ \text{डाईन}}$

विमा – $F = \boxed{M^1L^1T^{-2}}$

त्वरण

- वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहते है।

$$a = \frac{\Delta V (\text{वेग में परिवर्तन})}{t (\text{समय})} = \frac{V - u}{t}$$

(V–प्रारम्भिक वेग, u–अन्तिम वेग)

त्वरण का मात्रक = $\frac{m/s}{s} = m/s^2$

नोट – जब प्रारम्भिक वेग (V), अन्तिम वेग (u) से अधिक हो तो त्वरण का मान धनात्मक होता है। यदि जब प्रारम्भिक वेग का मान, अन्तिम वेग से कम हो अर्थात् त्वरण का मान ऋणात्मक हो तो उसे 'मंदन' कहते है।

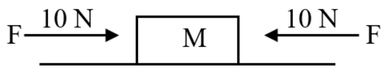
- बल का मात्रक, भार (weight) के मात्रक के समान होता है।

  भार (Weight) = mg [जहाँ g (गुरूत्वीय त्वरण) = 9.8 m/sec^2]

$$\boxed{W = kg\ m/sec^2 = N}$$

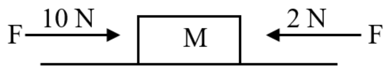
$$\boxed{1\ Kg\ \text{भार} = 9.8\ N}$$

- परिणामी बल = 0



अर्थात् संतुलित बल के कारण वस्तु गति नहीं कर पाती है।

$$\boxed{\text{परिणामी बल} = 8\ N}$$



अतः बलों के असंतुलित होने के कारण ही वस्तु गति कर पाती है।

नोट – अनेक प्राकृतिक बलों में से नाभिकीय बल सर्वाधिक प्रबल, जबकि गुरूत्वीय बल अत्यन्त दुर्बल बल होता है।

नियत बल

- यदि बल की दिशा तथा परिमाण नियत रहे, तब इसे स्थिर बल अथवा नियत बल कहा जाता है।

पेशीय बल

- जब हम किसी वस्तु को धकेलते है या पानी की भरी बाल्टी को उठाते है तो यह बल हमारे शरीर की माँसपेशीयों द्वारा लगाया जाता है। हमारी माँसपेशीयों की क्रियास्वरूप लगने वाले बल को पेशीय बल कहते है।

उदाहरण –

- पाचन क्रिया में भोजन का आहारनाल में आगे की ओर धकेला जाना।
- श्वसन प्रक्रिया में वायु अन्दर लेते तथा बाहर छोड़ते समय फेफड़ो में परिवर्तन।
- उठने–बैठने, चलने, काम करने, खाने–पीने, खेलने, फेकनें, उठाने, हँसने, रोने, बोलने आदि शारीरिक क्रियाओं में।

  नोट – इसे 'सम्पर्क बल' भी कहते है, क्योंकि पेशीय बल वस्तु के सम्पर्क में आकर ही लगाया जा सकता है।

स्थिर वैद्युत बल

- स्थिर वैद्युत आवेश द्वारा लगाए जाने वाले बल को स्थिर वैद्युत बल कहते है।
- दो विद्युत आवेशों के मध्य मौजूद रहता है।
- विद्युत आवेशों को धनात्मक आवेश व ऋणात्मक आवेश में विभाजित किया गया है।
- समान आवेश के मध्य प्रतिकर्षण व असमान आवेश के मध्य आकर्षण बल लगता है।

कूलाम आवेश का नियम–

$$\boxed{F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}}$$

- यह बल दो आवेशों के गुणनफल के समानुपाती एवं उनके बीच की दूरी (r) के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

q_1 ———— r ———— q_2

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{K q_1 q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{F r^2}{q_1 q_2}$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N-m}^2/\text{C}^2$$

नोट–

(i) यह बल माध्यम पर निर्भर करता है तथा आकर्षण व प्रतिकर्षण दोनों प्रकार का हो सकता है।

(ii) यह गुरूत्वाकर्षण बल से भिन्न होता है, क्योंकि इसमें दो द्रव्यमानों के मध्य हमेशा आकर्षण होता है।

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 व्युत्क्रमानुपाती होता है ।

  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 6.67×10^{-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 खींचती है ।

गुरूत्वीय त्वरण

- गुरूत्व बल के कारण किसी पिण्ड में उत्पन्न त्वरण गुरूत्वीय त्वरण (acceleration due to gravity) कहलाता है । इसे g से प्रदर्शित करते हैं । इसका मात्रक मी/से^{2} या न्यूटन/किग्रा होता है ।
- पृथ्वी की सतह पर गुरूत्वीय त्वरण (g) = G $\frac{M_e}{R_e^2}$

  जहाँ, G = सार्वत्रिक 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 के गुरूत्वीय त्वरण के मान में परिवर्तन

$$g \propto \frac{1}{R_e^2}$$

(जहाँ g = गुरूत्व त्वरण, Re = पृथ्वी की त्रिज्या)

- 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 चारों 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 ।
- यदि पृथ्वी अपने 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 ।
- 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

- पृथ्वी तल से d गहराई पर g का मान,

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

- $\lambda°$ अक्षांश पर गुरूत्वीय त्वरण का मान $(g') = g - R_e\omega^2 \cos^2\lambda$
- ध्रुवों पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान अधिकतम होता है अर्थात् $\lambda = 90°$ तथा $g' = g$ तथा अक्षों पर गुरूत्वीय त्वरण g का मान न्यूनतम होता है अर्थात् $\lambda = 0°$ तथा $g' = g - R_e\omega^2$ । यहाँ ω = कोणीय वेग, R_e = पृथ्वी त्रिज्या तथा g' = गुरूत्वीय त्वरण में परिवर्तन ।
- यदि पृथ्वी के अपनी अक्ष के परितः घूर्णन की आवृत्ति बढ जाए, तब ध्रुवों के अतिरिक्त सभी स्थानों पर g का मान घटेगा ।
- पृथ्वी ध्रुवो पर चपटी होती है अतः इस प्रकार ध्रुवों पर पृथ्वी की त्रिज्या भूमध्य रेखा से कम होती है, इसलिए भूमध्य रेखा पर गुरूत्वीय त्वरण का मान ध्रुवों से कम होता है ।

नोट –

- भूमध्य रेखा पर g का मान – न्यूनतम
- ध्रुवों पर g का मान – अधिकतम
- भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर जाने पर गुरूत्वीय त्वरण का मान बढता जाता है, क्योंकि भूमध्य रेखा पर पृथ्वी की त्रिज्या ध्रुवों की त्रिज्या से लगभग 21 किलोमीटर अधिक है । जैसे-जैसे हम ध्रुवों 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 ध्रुवों के अतिरिक्त प्रत्येक स्थान पर g के मान में वृद्धि होगी । यदि वृद्धि विषुवत् रेखा पर सर्वाधिक तथा ध्रुवों की ओर जाने पर कम होती जाएगी ।
- पृथ्वी अपने अक्ष के परितः तेजी से घूमने लग जाए तो पृथ्वी का कोणीय वेग बढने के कारण g का मान घट जाएगा ।

गुरूत्वीय त्वरण के अनुप्रयोग –

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

केप्लर का ग्रहों की गति से संबंधित 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 ।

कक्षाओं का नियम **(Law of Orbits)-**

- इस नियम के अनुसार, "प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों ओर दीर्घवृत्ताकार (Elliptical) पथ पर गति करता है तथा सूर्य उस दीर्घवृत्त 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 अर्थात् ग्रह का सूर्य के सापेक्ष त्रिज्य सदिश, समान समयान्तराल में समान क्षेत्रफल तय करता हैं अर्थात् ग्रहों की क्षेत्रीय चाल नियत रहती हैं।'

परिक्रमण काल का नियम –

- किसी भी ग्रह का सूर्य के चारों ओर परिक्रमण काल का वर्ग (T^2), ग्रह की दीर्घवृत्ताकार कक्षा के अर्द्ध दीर्घ अक्ष की तृतीय घात के समानुपाती होता है।

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

- 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 हैं, ग्रह कहलाते हैं। सूर्य से बढ़ती दूरी के क्रम में ये बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगल, बृहस्पति, शनि अरूण, वरूण है।

उपग्रह

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

उपग्रहों का उपयोग –

- ध्रुवीय उपग्रहों का उपयोग विषुवतीय एवं ध्रुवीय क्षेत्रों के सर्वेक्षण में सुदूर – संवेदन मौसम विज्ञान, पर्यावरणीय अध्ययनों में किया जाता है।
  नोट – भू-स्थिर उपग्रहों का उपयोग कम दूरी के लिए, जबकि ध्रुवीय उपग्रहों का उपयोग दीर्घकालिक पूर्वानुमान लगाने में किया जाता है।

कृत्रिम उपग्रह

- ये मानव निर्मित होते हैं। 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 हैं। 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 हैं। 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 की ट्यूब में ले जाते है और दबा कर निगलते है।

भू-स्थिर उपग्रह के उदाहरण –

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

भू-तुल्यकालिक उपग्रहों के उपयोग –

- मौसम – पूर्वानुमान प्रणाली, नेविगेशन आदि।
- वृत्तीय उपग्रह – पृथ्वी के ध्रुवों के परितः उत्तर-दक्षिण दिशा में परिक्रमण करने वाले उपग्रहों 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 हैं।
- इन उपग्रहों का आवर्तकाल लगभग 100 मिनट होता हैं।
- उदाहरण – भारत के PSLV श्रेणी के सभी ध्रुवीय उपग्रह।

द्रव्यमान व भार –

- किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जडत्व का माप होता है। किसी वस्तु का जडत्व उतना ही अधिक 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।
  $w = mg$

जहाँ w = वस्तु का भार

m = वस्तु का द्रव्यमान

g = गुरूत्वीय त्वरण

D भार का SI मात्रक = न्यूटन (n) अधिक होता है

- 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 गुरुत्वीय 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 वस्तुओं 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 पर खडे व्यक्तियों को अथवा कृत्रिम उपग्रह के भीतर बैठे अंतरिक्ष यात्री को भारहीनता का अनुभव होता है ।

नोट –

- चन्द्रमा का द्रव्यमान अधिक होने के कारण भारहीनता की स्थिति नहीं पायी जाती है । पृथ्वी के सापेक्ष चन्द्रमा का गुरुत्वीय 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 गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाय तथा वापस पृथ्वी पर लौटकर न आये, पलायन वेग कहलाता है । इसका मान पृथ्वी पर 11.2 किमी/सेकेण्ड होता 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 परवलयाकार पथ पर गति करेगा तथा पृथ्वी के गुरुत्वीय क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।
- यदि $V > V_e$ तो उपग्रह एक अति परवलयाकार पथ पर गति करेगा और पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से पलायन कर जाएगा ।
- चन्द्रमा की त्रिज्या, द्रव्यमान एवं गुरुत्वीय 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 वें ठहर नहीं पाती है । फलतः वायुमण्डल अनुपस्थित होता 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 ।

नोट –

- पलायन वेग – $\sqrt{2gR}$ जहाँ R = पृथ्वी की त्रिज्या ($R = 6.4X10^6 m$)
- कृत्रिम उपग्रह को पलायन वेग से कम मान पर 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 ट्रमिनेटेड पॉली ब्यूटा डाईन 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 ऊँचाई पर निर्भर करता है। उपग्रह पृथ्वी तल से जितना दूर होगा उसका परिक्रमण काल उतना ही अधिक होता है।
- पृथ्वी के सबसे नजदीक चक्कर लगाने वाले उपग्रह का परिक्रमण काल – 84 मिनट

घर्षण बल

- यह बल दो वस्तुओं 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 वस्तुओं में घर्षण बल कम तथा खुरदरी सतह पर अधिक लगता है।
- घर्षण बल को कम किया जा सकता है, लेकिन शून्य नहीं किया जा सकता हैं।
- घर्षण बल तीन प्रकार का होता है।
  1. सीमांत घर्षण बल
  2. स्थैतिक घर्षण बल
  3. गतिक घर्षण बल

सीमांत घर्षण बल (Limiting Friction Force)

- यदि आरोपित बल बढ़ाया जाये तो स्थैतिक घर्षण भी बढ़ता है। यदि आरोपित बल एक निश्चित (अधिकतम) मान से अधिक बढ़ जाता है तो वस्तु गति करना प्रारम्भ कर देती है। स्थैतिक घर्षण का वह अधिकतम मान जहाँ तक वस्तु गति नहीं करती है, सीमान्त घर्षण कहलाता है।
- सम्पर्क में रखी किन्हीं दो वस्तुओं के बीच सीमान्त घर्षण का परिमाण, उनके बीच अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल के समानुपाती होता है।

$F_l \propto R$ (जहाँ F_l – सीमांत घर्षण बल
R – प्रतिक्रिया बल

$F_l = \mu_s R$ μ_s – स्थैतिक घर्षण गुणांक)

$\mu_s = \frac{F_l}{R}$

- यह सीमांत घर्षण बल तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल (R) का अनुपात होता है।

स्थैतिक घर्षण बल (Static Friction Force)

- वह विरोधी बल है जो तब अस्तित्व में आता है, जब एक वस्तु अन्य वस्तु के पृष्ठ पर फिसलने का प्रयास करती है, परन्तु वास्तव में गति प्रारम्भ नहीं होती है। स्थैतिक घर्षण बल कहलाता है।
- यह एक स्वसमंजित बल है, क्योंकि यह आरोपित बल के अनुसार स्वयं को परिवर्तित कर लेता है तथा यह सदैव कुल बाह्य बल के बराबर होता है।

गतिक घर्षण बल (Kinetic Friction Force)

- यदि लगाया गया बल और अधिक बढ़ाया जाये तथा वस्तु गति करना प्रारम्भ कर दे तो गति विरोधी इसी घर्षण को गतिक घर्षण कहते है।
- गतिक घर्षण बल (F_k) अभिलम्ब प्रतिक्रिया बल (R) पर निर्भर करता है।
- गतिक घर्षण का मान सम्पर्क तलों की प्रकृति पर निर्भर करता है।
- गतिक घर्षण हमेशा सीमांत घर्षण से कम होता है।

$F_l > F_k$

- गतिक घर्षण बल दो प्रकार के होते है–

(1) सर्पी घर्षण –

- जब कोई वस्तु किसी दूसरी वस्तु के धरातल पर खिसकती हुई चलती है तो दोनों धरातलों के मध्य के घर्षण को सर्पी घर्षण कहते है। सर्पी घर्षण तब तक क्रिया करता है, जब तक दोनों वस्तुओं की सापेक्ष गति होती है।

(2) लोटनी घर्षण –

- जब कोई वस्तु जैसे पहिया, गोला अथवा बेलन किसी पृष्ठ पर लुढ़कता है, तो लगने वाले घर्षण बल को लोटनी घर्षण बल कहते है।
- लोटनी घर्षण बल, सर्पी घर्षण बल की तुलना में बहुत कम होता है, इसलिए भारी वस्तुओं को पहियों वाली गाड़ी में रखकर ले जाया जाता है।
- लुढ़कने में, सम्पर्क तल एक–दूसरे से रगड़ते नहीं है।

घर्षण का नियंत्रण

- घर्षण सदैव दो सतहों के बीच गति का विरोध करता है। घर्षण के कारण मशीनों के गतिमान पुर्जे घिसते रहते है तथा इनकी क्षति होती है।
- घर्षण को कम करने के लिए निम्न उपाय किये जा सकते है।
  - पॉलिश द्वारा
  - चिकनाई द्वारा (स्नेहक के रूप में)
  - पदार्थ के उचित चयन द्वारा
  - वस्तु को धारा रेखीय आकृति देकर (वायु में घर्षण कम करने के लिए मोटर वाहन, रेलगाड़ियों के ईंजन एवं वायुयान विशेष आकृति में बनाये जाते है।)
  - बॉल–बेयरिंग का उपयोग करके

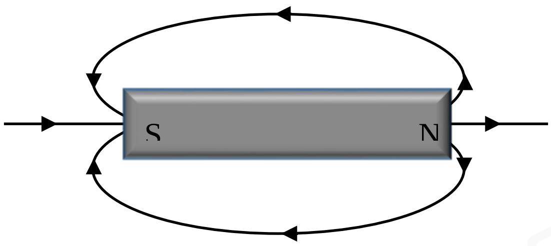
घर्षण के लाभ

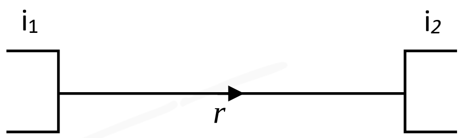
- चलने में सहायता करता है। बिना घर्षण के फर्श पर हम फिसल कर गिर जाएँगें।
- सड़क पर पहिये का घूमना।
- ब्रेक लगाकर वाहन को रोकना।
- घर्षण के कारण ही पट्टे या चेन द्वारा मोटर से मशीन को घूर्णन ऊर्जा का स्थानांतरण संभव होता है।
- दीवार पर पेच या कील का रुके रहना।
- कागज पर पेन या पेन्सिल से लिखने में सहायक।
- रस्सी में गाँठ लगाना या कपड़ा बुनना।

घर्षण की हानियाँ

- ऊर्जा की हानि होती है।
- मशीनों की दक्षता का घटना।
- मशीनों द्वारा अधिक ईंधन का व्यय।
- मशीनों के कल–पुर्जों में घिसावट या टूट–फूट।
- मशीनों की कार्यक्षमता में गिरावट।

चुम्बकीय बल (Magnetic Force)





$F_m \propto \frac{i_1 i_2}{r^2}$

$$F_m = \frac{1}{4\pi\mu}\frac{i_1 i_2}{r^2}$$

जहाँ i_1 & i_2 = चुम्बकीय ध्रुवों की तीव्रता

μ = माध्यम की चुम्बकशीलता

($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ हेनरी/मीटर)

($\because$ μ_0 = निर्वात की चुम्बकशीलता)

नोट – विद्युत चुम्बकीय बलों की प्रबलता गुरूत्वाकर्षण बल की तुलना में अधिक होती है, लेकिन इनकी परास (Range) बहुत कम होती है।

+ + } प्रतिकर्षण
– – }

+ – } आकर्षण

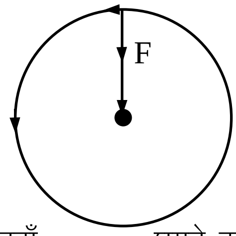
N] [N } प्रतिकर्षण
S] [S }

S] [N] } आकर्षण

गुरुत्वाकर्षण बल

अभिकेन्द्रीय बल

- जब कोई पिण्ड (वस्तु) किसी निश्चित बिन्दु के परितः वृत्तीय पथ पर अचर वेग से गति करता है। तब वृत्तीय गति करती हुई प्रत्येक वस्तु पर एक बल अन्दर की ओर लगता है जिसे अभिकेन्द्रीय बल कहते है।



$$F = \frac{mv^2}{r}$$

(जहाँ m = घूमते कण का द्रव्यमान
r = वृत्तीय पथ की त्रिज्या
v = कण का वेग)

उदाहरण

- इलेक्ट्रॉन का नाभिक के चारों तरफ चक्कर लगाना।
- पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाना।
- रस्सी से पत्थर बाँधकर घुमाना जिसमें रस्सी पर अन्दर की ओर बल लगता है।
- अधिकतर सड़के बाहर की तरफ से ऊँची उठी हुई होती है, जो इसी सिद्धान्त पर आधारित है।
- साइकिल या स्कूटर चलाते समय मोड़ पर घुमाते समय नीचे की ओर झुकाना।

अपकेन्द्रीय बल

- जब वस्तु एक वृत्ताकार मार्ग में गति करती है तो उस पर बाहर की ओर एक बल लगता है अर्थात् केन्द्र से दूर, जिसे अपकेन्द्रीय बल कहा जाता है।
- यह एक आभासी बल या जड़त्वीय बल है।

उदाहरण –

- यदि कोई व्यक्ति किसी घूमती हुई वस्तु पर स्थित हो तो वह बाहर की ओर एक बल अनुभव करेगा।
- वाशिंग मशीन से कपड़े साफ करना।
- मक्खन निकालना।
- मोड़ पर वाहनों को पलटने से रोकने के लिए अन्दर की ओर अभिकेन्द्रीय बल कार्य करता है।

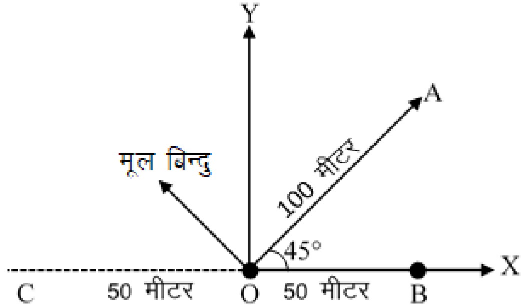
नोट –

- ससंजक बल –
  - एक ही पदार्थ के विभिन्न अणुओं के मध्य लगने वाला बल ससंजक बल कहलाता है।
  - पृष्ठ तनाव इसी बल पर आधारित होता है।
- आसंजक बल
  - विभिन्न पदार्थों के अणुओं के मध्य लगने वाला बल आसंजक बल कहलाता है।

गति

- किसी वस्तु, कण अथवा पिण्ड की स्थिति का समय के साथ, निरन्तर बदलना गति कहलाता है। इसी प्रकार समय के साथ स्थिति का नहीं बदलना वस्तु की विराम अवस्था को व्यक्त करता है।

- किसी वस्तु की गति या विराम अवस्था या स्थिर अवस्था, सदैव ही किसी निर्देश बिन्दु से मापी जाती है जिसे मूल बिन्दु कहा जाता है।



- मूल बिन्दु O से वस्तु A की स्थिति 100 मीटर, OX के 45° कोण पर।
- इसी प्रकार वस्तु B मूल बिन्दू O से पूर्व की ओर OX अक्ष पर 50 मीटर दूर है।
- अतः निर्देश बिन्दु (मूल बिन्दु) के सापेक्ष वस्तु की स्थिति में समय के साथ अनवरत परिवर्तन को गति कहते है।
- वस्तु की गति कई प्रकार की हो सकती है। जैसे–रेखीय गति, वृत्ताकार गति, कम्पन्न गति, आवर्त गति एवं घूर्णन गति आदि।

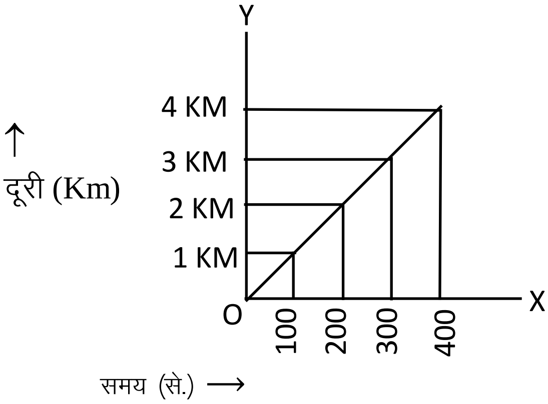
गति के प्रकार

एकसमान गति (Uniform Motion)

- यदि कोई वस्तु समान समय अन्तराल में समान दूरी तय करती है तो वस्तु की गति को Uniform गति कहते है।

दूरी	समय
0 KM	0 सेकण्ड
1 KM	100 सेकण्ड
2 KM	200 सेकण्ड
3 KM	300 सेकण्ड
4 KM	400 सेकण्ड

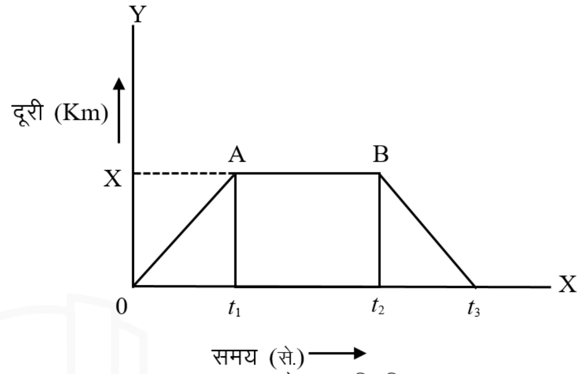
- उपर्युक्त प्रेक्षणों के आधार पर समय व दूरी में ग्राफ खींचने पर एक सीधी रेखा प्राप्त होती है।



एक समान गति में स्थिति–समय वक्र

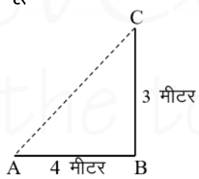
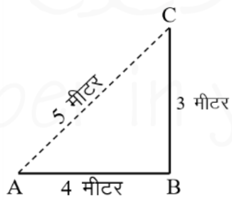
असमान गति (Non Uniform Motion)

- किसी भी वाहन का वेग यात्रा के समय एक समान नहीं रहता है, उसका वेग कभी कम एवं कभी अधिक होता रहता है। जिसे असमान गति (Non Uniform Motion) कहते है।
- असमान गति/वेग का स्थिति व समय में ग्राफ खींचने पर इस प्रकार का ग्राफ प्राप्त होता है।



असमान वेग का स्थिति–समय ग्राफ

दूरी तथा विस्थापन (Distance and Displacement)

दूरी (d)	विस्थापन (s)
• प्रारम्भिक स्थिति से अन्तिम स्थिति तक पहुँचने में तय की गई कुल लम्बाई दूरी कहलाती है।  बिंदु A व C के मध्य कुल दूरी 4 + 3 = 7 मीटर है।	• वस्तु की प्रारम्भिक एवं अन्तिम स्थिति के बीच की सरल रेखीय दूरी को वस्तु का विस्थापन कहते है।  A व C के मध्य विस्थापन (s) 5 मीटर है।
• दूरी एक अदिश राशि है।	• विस्थापन एक सदिश राशि है।
• दूरी का मात्रक (लम्बाई का मात्रक) मीटर (m) होता है।	• विस्थापन का मात्रक भी मीटर (m) होता है।
• दूरी का मान कभी भी शून्य नहीं हो सकता है।	• विस्थापन का मान शून्य हो सकता है।
• दूरी का मान हमेशा विस्थापन (s) के बराबर या अधिक होगा।	• विस्थापन का मान दूरी से कम या बराबर हो सकता है।
• दूरी सदैव धनात्मक होती है।	• विस्थापन ऋणात्मक हो सकता है।

चाल तथा वेग (Speed and Velocity)

चाल (Speed)	वेग (Velocity)
• गतिशील वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को वस्तु की चाल कहते है। $$\text{चाल} = \frac{\text{वस्तु द्वारा तय की गई दूरी } (d)}{\text{दूरी तय करने में लगा समय } (t)}$$ $$V_{av} = \frac{d}{t}$$	• निश्चित दिशा में किसी वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गई दूरी को उसका वेग कहते है। $$\text{वेग } (v) = \frac{\text{दूरी निश्चित दिशा में}}{\text{समय}}$$ $$\vec{V} = \frac{\text{विस्थापन}(\vec{S})}{\text{समय}(t)}$$ $$\vec{V} = \frac{\vec{S}}{t}$$
• चाल एक अदिश राशि है।	• वेग एक सदिश राशि है।
• मात्रक– km/hour या मीटर/सेकण्ड	• मात्रक– मीटर/सेकण्ड

नोट – दो वाहन किसी रफ्तार/चाल से भिन्न–भिन्न दिशा में जाने पर उनकी चाल समान हो सकती है, लेकिन वेग भिन्न–भिन्न होगा।

- समय (t) सदैव धनात्मक होता है।
- विस्थापन (d) धनात्मक होने पर वेग (v) भी धनात्मक होगा व विस्थापन (s) ऋणात्मक होने पर वेग (v) भी ऋणात्मक होगा

त्वरण (Acceleration)

- प्रति एक सेकण्ड में वेग के परिवर्तन की दर को त्वरण कहते है अर्थात् किसी वस्तु के वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण (a) कहते है।
- यदि किसी वस्तु का प्रारम्भिक वेग u है तो **t** समय पश्चात् वस्तु का वेग V हो जाता है तो वस्तु का त्वरण (a) होगा–

$$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{परिवर्तन में लगा समय}}$$

$$a = \frac{\vec{v} - \vec{u}}{t}$$

- वेग में वृद्धि की अवस्था में $(v > u)$ ⟶ त्वरण धनात्मक
- वेग में कमी की अवस्था में $(v < u)$ ⟶ त्वरण ऋणात्मक
- समान वेग से गतिमान वस्तु $(v = u)$ ⟶ त्वरण शून्य होता है।

नोट –

- ऋणात्मक त्वरण को 'मंदन' कहा जाता है।
- त्वरण का मात्रक–मीटर/सेकण्ड^2 (m/s^2)

गति के नियम (Laws of Motion)

- वस्तुओं की गति को नियंत्रित करने वाले नियमों को सबसे पहले सर आइजक न्यूटन ने स्थापित किया था।
- इन नियमों से हमें बल की यथार्थ परिभाषा मिलती है।
- इनमें आरोपित बल एवं वस्तु की गति की अवस्था के बीच मात्रात्मक संबंध प्राप्त होता है।

न्यूटन की गति का प्रथम नियम

- गति का प्रथम नियम जड़त्व का नियम कहलाता है।
- इस नियम के अनुसार यदि कोई वस्तु स्थिर अवस्था में है तो वह स्थिर अवस्था में ही बनी रहती है या कोई वस्तु किसी निश्चित वेग से एक दिशा में गति कर रही है तो वह उसी वेग से उसी दिशा में गति करती ही रहती है जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता है।
- स्थिति में परिवर्तन करने का विरोध जड़त्व के कारण होता है अतः इसे 'जड़त्व का नियम' भी कहते है।
- गति के इस नियम को दो भागों में विभाजित किया गया है ।

(i) स्थिर अवस्था में जड़त्व का नियम

- ○ इस नियम के अनुसार यदि कोई वस्तु स्थिर अवस्था में है तो यह स्थिर अवस्था में ही बनी रहती है। जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करता है।

उदाहरण–

- ○ गिलास के ऊपर एक गत्ता रखें एवं गत्ते पर सिक्का रखें। अब गत्ते को धक्का मारने पर सिक्के का गिलास में गिरना।

- सिक्कों को ऊपर–नीचे जमाने के बाद नीचे के सिक्के को बाहर निकालना।
- स्थिर कार या बस को अचानक चलाने पर उसमें बैठे यात्री को पीछे की ओर धक्का लगना।
- कम्बल को डंडे से पीटने पर धूल के कण पृथक होना।
- घोड़े पर सवार बैठा है और अचानक घोड़ा दौड़ना प्रारम्भ करने से सवार पीछे की ओर गिर जाता है।
- फल की डाल को हिलाने पर फल का नीच जमीन पर गिरना।

(ii) गति अवस्था में जड़त्व का नियम

यदि कोई वस्तु गति कर रही है तो वह गतिशील ही बनी रहेगी। जब तक उस पर कोई बाह्य बल कार्य नहीं करें।

उदाहरण–

- लम्बी कूद कूदने वाला कूदने से पहले तेज रफ्तार से दौड़ता है।
- चलती बस/कार में अचानक ब्रेक लगाने पर आगे की ओर झुकना।
- जब कोई व्यक्ति चलती हुयी गाड़ी या बस से उतरता है तो मुँह के बल आगे की ओर गिरना, क्योंकि जमीन के सम्पर्क में आते ही स्थिर हो जाता है, जबकि शरीर आगे गतिमान रहता है।

नोट–वस्तुओं की अवस्था में परिवर्तन का प्रतिरोध वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करता है।

वस्तु का द्रव्यमान ∝ वस्तु का जड़त्व

- वस्तु का द्रव्यमान जितना अधिक होगा उतना ही अधिक उसका जड़त्व होगा। अतः किसी वस्तु का द्रव्यमान उसके जड़त्व का माप होता है।

न्यूटन की गति का दूसरा नियम–

- गति का दूसरा नियम संवेग संरक्षण का नियम कहलाता है ।
- गति के दूसरे नियमानुसार वस्तु के द्वारा आरोपित बल उसके संवेग में परिवर्तन की दर के बराबर होता है।

$$F = \frac{dp}{dt} \qquad [\because P = mv]$$

$$F = \frac{d(m \times v)}{dt}$$

$$F = \frac{mdv}{dt} \qquad [a = \frac{dv}{dt}]$$

$$F = m\,a$$

- न्यूटन का दूसरा नियम बल को गणितीय रूप से परिभाषित करता है।
- बल का मात्रक–किलोग्राम × मीटर/सैकण्ड² या kg - m/s^2 या न्यूटन

1 न्यूटन = 10^5 Dyne

1 पाउण्डल = 13825.7 Dyne

नोट–किसी वस्तु के द्रव्यमान को स्थिर रखकर बल (F) को दो गुना कर देने पर त्वरण दुगुना हो जाएगा।

संवेग (Momentum)

- न्यूटन के गति के दूसरे नियम से संवेग की धारणा को प्रस्तुत किया गया है।
- गति करती हुई किसी वस्तु का संवेग द्रव्यमान (m) व वेग (v) के गुणनफल के बराबर होता है।

$$\vec{P} = mv$$

- संवेग एक सदिश राशि है।
- संवेग का मात्रक–kg- m/sec

उदाहरण

- क्रिकेट में बॉल को कैच करते समय हाथों को पीछे की ओर खींचना।
- बॉक्सिंग में पंच से बचने के लिए अपने शरीर को पीछे ले जाना।
- ठोस सड़क पर गिरने की बजाय मिट्टी पर गिरने से दर्द का अनुभव कम होना।

न्यूटन की गति का तीसरा नियम

- प्रत्येक क्रिया के लिए समान परन्तु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।
- क्रिया व प्रतिक्रिया सदैव दो भिन्न–भिन्न वस्तुओं पर कार्य करती है।
- इस नियम से हम दो वस्तुओं पर एक साथ लगने वाले पारस्परिक बलों के सम्बन्ध का अध्ययन करते है।

उदाहरण

- चलते समय हम पैरों से फर्श या पृथ्वी की सतह पर पीछे की ओर बल लगाते है तो हम प्रतिक्रिया बल लगने से आगे बढ़ते है।
- तैराक के द्वारा हाथ–पैर से पानी को पीछे की ओर धकेलना।
- पतवारों से नाव को आगे बढ़ाने के लिए पानी को पीछे धकेलना।
- रॉकेट प्रक्षेपण के समय ईंधन का तेजी से बाहर निकालना।
- बंदूक से गोली चलाने पर कंधे को पीछे की ओर झटका लगना।

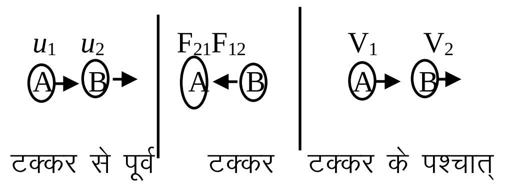
नोट–

- प्रत्येक क्रिया की प्रतिक्रिया होती है।

- क्रिया व प्रतिक्रिया बल दिशा में विपरीत एवं परिमाण में बराबर होता है।
- क्रिया और प्रतिक्रिया बल भिन्न–भिन्न वस्तुओं पर कार्य करते है अतः ये एक–दूसरे के प्रभाव को नष्ट नहीं कर सकते है।

संवेग संरक्षण का नियम

- यदि किसी पिण्ड या निकाय पर बाह्य बल शून्य है, तो उस निकाय के सम्पूर्ण संवेग का संरक्षण होता है अर्थात् समय के साथ संवेग का मान नियत बना रहता है।



गोली A का टक्कर से पहले एवं टक्कर के बाद संवेग क्रमशः m_1u_1 तथा m_2u_2 है।

- A के संवेग में परिवर्तन की दर = $\frac{m_1(V_1 - u_1)}{t}$
- B के संवेग में परिवर्तन की दर = $\frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$
- यदि A द्वारा B पर लगाया गया बल F_{12} है तो B द्वारा A पर लगाया गया बल F_{21} होगा।

∵ न्यूटन के दूसरे नियम से–

$F_{12} = \frac{m_1(V_1 - u_1)}{t}$

$F_{21} = \frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$

अतः गति के तीसरे नियमानुसार

$F_{12} = -F_{21}$

$$\frac{m_1(V_1 - u_1)}{t} = -\frac{m_2(V_2 - u_2)}{t}$$

या $m_1(V_1 - u_1) = -m_2(V_2 - u_2)$

$m_1v_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$ ……

टक्कर से पूर्व कुल संवेग = टक्कर के पश्चात् कुल संवेग

गति के समीकरण

1. $V = u + at$ (V = अन्तिम वेग, u = प्रारम्भिक वेग, a = त्वरण, t = त्वरण)

2. $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ (s = विस्थापन)

3. $V^2 = u^2 + 2as$

- मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तुओं का प्रारम्भिक वेग शून्य होता है।

$u = 0$

$V = at$

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

$V^2 = 2as$

- जब किसी वस्तु को उर्ध्वाधर दिशा में फेका जाये तो त्वरण (a), गुरुत्वीय त्वरण (g) के बराबर होता है।
- वस्तु ऊपर की ओर गति करे तो g का मान ऋणात्मक होगा।
- वस्तु नीचे की ओर गति करे तो g का मान धनात्मक होगा।
- ऊपर की ओर फेकने पर–

$V = u - gt$

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$ (h = किसी क्षण वस्तु की सतह से ऊँचाई)

$V^2 = u^2 - 2gh$

- जब वस्तु को ऊपर की ओर फेंकते है तो अधिकतम ऊँचाई पर वस्तु का अन्तिम वेग (v) शून्य हो जाता है।
- अलग–अलग द्रव्यमानों के दो पिण्डों को ऊपर से नीचे गिराने पर सभी समान समय में ही पृथ्वी पर पहुँचते है।

उदाहरण – एक नीम पर बैठे कौए की चोच से रोटी का टुकड़ा छूटकर 2 सेकण्ड में नीचे आ जाता है। निम्न गणना कीजिए ($g = 10\ m/sec^2$)।

1. धरती पर टकराते समय रोटी का वेग क्या होगा?

हलः प्रारम्भिक वेग (u) = 0

अतः $V = gt$

$V = 10 \times 2 = 20$ m/s

2. इन 2 सेकण्ड के दौरान रोटी का औसत वेग कितना होगा?

हलः $V = \frac{u + V}{2}$ ($u = 0, V = 20$ m/s)

$V = \frac{0 + 20}{2} = 10$ m/s

3. कौए की चोंच धरती से कितनी ऊँचाई पर है?

हल: $S = \frac{1}{2} gt^2$

$S = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2$

$S = \frac{1}{2} \times 10 \times 4 = 20$ मीटर

गतियों के विभिन्न प्रकार

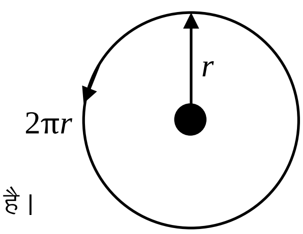
सरल रेखीय गति –

- यदि वस्तु एक सरल रेखा के अनुदिश गति करती है तो इसे सरल रेखीय गति कहते है।
- यदि सरल रेखीय गति के दौरान वस्तु की चाल नियत हो तो वस्तु का वेग भी नियत बना रहता है।

  उदाहरण
  - किसी लम्बे पाइप में गेंद की गति।
  - दो खम्भों के बीच बँधे तार पर व्यक्ति की गति।
  - सीधी सड़क पर वाहन की गति।
  - परेड में सिपाहियों के मार्च–पास्ट की गति।
  - किसी गिरते हुए पत्थर की गति।

वृत्ताकार गति

- जब कोई कण अथवा वस्तु वृत्ताकर पथ पर गतिशील होती है तो इसे वृत्ताकार या वर्तुल गति कहते है।
- वृत्ताकार गति में गति की दिशा के लम्बवत् एक बल कार्य करता है जिसे अभिकेन्द्रीय बल कहते है।
- जब एक वस्तु वृत्तीय पथ पर समान चाल से चलती हो तब उसकी गति एक समान वृत्तीय गति कहलाती है।
- वृत्तीय गति में गति की दिशा लगातार बदलती है अर्थात् वेग में परिवर्तन होता है इसलिए वृत्तीय गति करने वाली वस्तु त्वरित होती है।
- वृत्तीय गति में उपस्थित त्वरण को अभिकेन्द्रीय त्वरण कहते है।
- त्रिज्या (r) वाले वृत्त की परिधि $2\pi r$ होती है अतः r त्रिज्या वाले वृत्तीय पथ का एक चक्कर लगाने में t सेकण्ड का समय लगता है। तब वस्तु की चाल होगी–



$$V = \frac{2\pi r}{t}$$

नोट – दूरी का मापन–ओडोमीटर चाल का मापन–स्पीडोमीटर

आवर्त गति (Periodic Motion)

- यदि कोई वस्तु एक निश्चित समय के बाद एक निश्चित पथ पर बार–बार अपनी गति को दोहराती है तो यह गति आवर्त गति कहलाती है।

  उदाहरण–
  - सूर्य के चारों ओर ग्रहों की गति।
  - घड़ी में सुइयों की गति।
  - पृथ्वी की अपने अक्ष पर गति।
  - इलेक्ट्रॉन की नाभिक के चारों ओर गति।

दोलनी गति (Oscillatory Motion)

- यह एक विशेष प्रकार की आवर्त गति है, जिसमें कण या वस्तु द्वारा एक ही मार्ग पर किसी निश्चित बिन्दु (मध्य स्थिति) के इर्द–गिर्द नियत समय अन्तराल में दोहराई जाने वाली गति दोलनी गति कहलाती है।

  उदाहरण
  - घड़ी के पेण्डुलम की गति।
  - स्प्रिंग पर लटके द्रव्यमान की उर्ध्वाधर गति।
  - U आकार की नली में द्रव की उर्ध्वाधर गति।

नोट–

- दोलनी गति को ही कम्पन्न गति भी कहते है।
- दोलनी गति सामान्यतः आवर्त गति होती है, लेकिन सभी आवर्त गति दोलनी गति हो आवश्यक नहीं है।

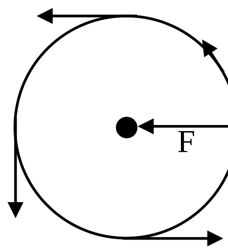
सरल आवर्त गति या दोलन गति के घटक

(1) आवर्तकाल (T) –

- एक दोलन को पूरा करने में लगा समय आवर्तकाल कहलाता है।

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

l = प्रभावी लम्बाई, g = गुरूत्वीय त्वरण (9.8 m/sec^2)



- पेण्डुलम की लम्बाई बढ़ाने पर उसका आवर्तकाल (T) भी बढ़ जाता है अर्थात् पेण्डुलम घड़ी धीरे–धीरे चलेगी। आवर्तकाल (T) पर पेण्डुलम के द्रव्यमान का कोई भी प्रभाव नहीं पड़ता है।
- एक सरल लोलक पर आधारित घड़ी को भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर ले जाने पर घड़ी तेज चलने लगेगी।

$$T \propto \frac{1}{g}$$

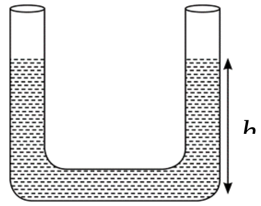
- ध्रुवों पर g का मान अधिक होगा एवं आवर्तकाल (T) कम होगा जिससे घड़ी तेज चलेगी।
- स्प्रिंग निकाय में जुड़े द्रव्यमान का आवर्तकाल (T)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}}$$

m = द्रव्यमान, K = स्प्रिंग का बल नियतांक

- U– आकार की नली में जल के स्तम्भ का आवर्तकाल (T)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$$



(2) आवृत्ति (n)

- सरल आवर्त गति या दोलनी गति करते हुए कोई वस्तु एक सेकण्ड में लगाये गये दोलनों की संख्या आवृत्ति कहलाती है।

$\because$ $n = \frac{1}{T}$ मात्रक = हट्‌र्ज (Hz)

1 Hz = 1 दोलन प्रति सेकण्ड = 1 s^{-1}

(3) कोणीय आवृत्ति (ω)

- दोलनी गति या सरल आवर्त गति करती हुई वस्तु की आवृत्ति (n) का 2π गुना कोणीय आवृत्ति (ω) कहलाती है।

$\omega = 2\pi n$ $\because n = \frac{1}{T}$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

(ω = कोणीय आवृत्ति, T = आवर्तकाल)

(4) आयाम (a)

- सरल आवर्त गति करते हुये कण का मध्यावस्था से अधिकतम विस्थापन ही आयाम (a) कहलाता है।
- सरल आवर्त गति करते हुए कण का किसी बिन्दु पर विस्थापन (y)

$$y = a \sin \omega t$$

- सरल आवर्त गति करते हुए कण का किसी बिन्दु पर वेग

वेग (V) = $\frac{dy}{dt}$ $\because y = a \sin \omega t$

$V = \frac{d(a \sin \omega t)}{dt} = a\,\omega \cos \omega t$

$x(t) = y_m \cos(\omega t + \phi)$ (विस्थापन)

(यहाँ y_m विस्थापन का आयाम, $(\omega t + \phi)$ गति की कला तथा ϕ कला स्थिरांक है।)

$V = a\omega\sqrt{1-\sin^2 \omega t} = \omega\sqrt{a^2 - y^2}$

$$V = \omega\sqrt{a^2 - y^2}$$

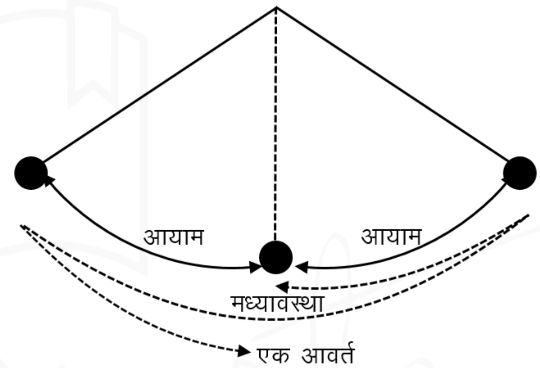
नोट–माध्य स्थिति पर अधिकतम वेग (V_{max})

$$V_{max} = a\omega$$

- आयाम पर वेग न्यूनतम (V_{min})

V_{min} = शून्य

- मध्यावस्था पर त्वरण (a) = शून्य (न्यूनतम)
- आयाम पर त्वरण (a) = अधिकतम ($-\omega^2 a$)



चरम बिन्दु	मध्यावस्था
त्वरण अधिकतम	त्वरण शून्य
वेग शून्य	वेग अधिकतम
गतिज ऊर्जा शून्य	गतिज ऊर्जा अधिकतम
स्थितिज ऊर्जा अधिकतम	स्थितिज ऊर्जा शून्य होती है।

मुख्य बिन्दु

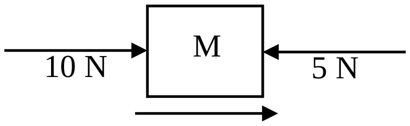
- एक पेण्डुलम या लोलक का आवर्त काल (T) गर्मियों में बढ़ जाता है एवं सर्दियों में घट जाता है, क्योंकि गर्मियों में लम्बाई बढ़ती है एवं सर्दियों में सिकुड़ती है। ($T \propto l$)
- यदि झूले पर बैठी झूला झूल रही लड़की झूले पर खड़ी हो जाए तो झूले की धुरी से उसके द्रव्यमान केन्द्र की दूरी कम हो जाने के कारण अर्थात् प्रभावी लम्बाई (l) कम हो जाने से झूले का आवर्तकाल (T) कम हो जाएगा और झूला तेजी से दोलन करने लगेगा।
- यदि एक लोलक या पेण्डुलम को भूमध्य रेखा से ध्रुवों की ओर ले जाए तो g के मान में परिवर्तन के कारण उसका आवर्त काल (T) भूमध्य रेखा पर अधिकतम व ध्रुवों पर न्यूनतम होगा।

$$T \propto \frac{1}{g}$$

- बल वह भौतिक राशि है जो वस्तु की स्थिरता व गति अवस्था में परिवर्तन लाती है। बल का मात्रक– kg - m/sec^2 या न्यूटन

$$1\ N = 10^5\ \text{Dyne}$$

- असंतुलित बल ही वस्तु में गति उत्पन्न करता है।



- घर्षण बल सदैव वस्तु की गति का प्रतिरोध करता है। घर्षण उन दो सतहों के चिकने या खुरदरे होने पर निर्भर करता है जो परस्पर सम्पर्क में है।
- निर्देश बिन्दु से वस्तु की स्थिति में निरन्तर परिवर्तन गति कहलाती है।
- यदि कोई वस्तु निश्चित समय अन्तराल में समान दूरियाँ तय करती है तो एकसमान गति कहलाती है।
- यदि कोई वस्तु निश्चित समय अन्तराल में असमान दूरियाँ तय करती है तो वस्तु की असमान गति कहलाती है।
- एकांक समय में वस्तु द्वारा तय की गई दूरी को चाल कहते है।
- वस्तु द्वारा किसी निश्चित दिशा में एकांक समय में तय की गई दूरी को वेग कहते है। यह एक सदिश राशि है। इसका मात्रक m/sec होता है।
- वस्तु के वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण (a) कहते है। (मात्रक–m/sec^2)
- वस्तु की एकसमान त्वरित गति को तीन समीकरणों द्वारा दर्शाया जाता है–

i. $V = u + at$ — V = अन्तिम वेग

ii. $V = ut + \frac{1}{2}at^2$ — u = प्रारम्भिक वेग

iii. $V^2 = u^2 + 2as$ — a = त्वरण, s = विस्थापन

- किसी वस्तु के द्रव्यमान को स्थिर रखकर बल को दो गुना करने पर उसका त्वरण भी दुगुना हो जाएगा।

$$F = ma$$

- गुरूत्वाकर्षण बल दो पिण्डों के मध्य लगने वाल आकर्षण बल है।

$$F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

(m_1 व m_2 दो पिण्डों के द्रव्यमान व r दोनों पिण्डों के बीच की दूरी, G समानुपातिक नियतांक है।)

G का मान = 6.67×10^{-11} N m^2/kg^2 है।

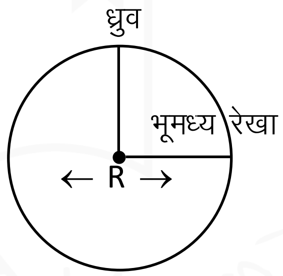
- जब वस्तु के वेग में परिवर्तन या त्वरण गुरुत्वीय बल के कारण होता है तो उसे गुरूत्वीय त्वरण (g) कहते है।
- मात्रक–m/sec^2

[$F = mg$]

$$g_m = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$$

$$g = \frac{GM}{r^2}$$ r = R पृथ्वी की त्रिज्या

$$g_e = \frac{GM}{R^2}$$



$g_A > g_B$

g का मान पृथ्वी की सतह पर = 9.8 m/sec^2

- चन्द्रमा पर गुरुत्वीय त्वरण (g_m) 1.61 m/sec^2 जो पृथ्वी के गुरुत्वीय त्वरण का लगभग $\frac{1}{6}$ होता है।
- किसी वस्तु का भार चन्द्रमा पर पृथ्वी पर भार से $\frac{1}{6}$ गुना होता है।