Toppersnotes®
Unleash the topper in you

BSF – Head Constable

Radio Operator & Radio Mechanic (RO/RM)

Border Security Force

भाग - 1

भौतिकी एवं रसायन शास्त्र

SIERRA INNOVATIONS

विषयसूची

S No.	Chapter Title	Page No.
1	मापन और मात्रक	1
2	गति	8
3	बल एवं गति के नियम	16
4	कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति	24
5	गुरुत्वाकर्षण	28
6	पदार्थों का यांत्रिक गुण	34
7	ऊष्मा एवं उष्मागतिकी	51
8	ध्वनि एवं तरंगे	61
9	प्रकाशिकी	70
10	वैद्युतिकी	85
11	चुंबक एवं चुंबकीय प्रेरण	96
12	अर्द्धचालक एवं इलेक्ट्रानिक डिवाइस	103
13	आधुनिक भौतिकी	111
14	पदार्थ एवं पदार्थ की प्रकृति	121
15	परमाणु एवं परमाणु संरचना	132
16	रासायनिक बंध	143
17	भौतिक एवं रासायनिक परिवर्तन	152
18	आवर्त सारणी एवं आवर्तता	159
19	धातु और उनके यौगिक	167
20	धातुकर्म	183
21	अधातु एवं उनके यौगिक	187
22	हैलोजन एवं अक्रिय गैस	203
23	अम्ल, क्षार एवं लवण	207

विषयसूची

S No.	Chapter Title	Page No.
24	कार्बनिक रसायन	218
25	दैनिक जीवन मे रसायन	235

1 CHAPTER मापन और मात्रक

भौतिक राशियाँ

- वे राशियाँ जिन्हें परिभाषित किया जा सकता है और मापा जा सकता है, उन्हें **भौतिक राशियाँ** कहा जाता है।
  उदाहरण: लम्बाई, बल, तापमान आदि।
- एक भौतिक राशि एक **संख्यात्मक परिमाण** और एक **इकाई** (unit) से मिलकर बनी होती है।

भौतिक राशियों के प्रकार

- **मौलिक राशियाँ :** ये वे मूल या आधारभूत राशियाँ होती हैं जो एक-दूसरे पर निर्भर नहीं होतीं हैं । ये राशियाँ 7 प्रकार की होती हैं ।
  - ✓ मौलिक राशियाँ : द्रव्यमान, तापमान, लम्बाई, समय, विद्युत धारा, द्रव्य की मात्रा, ज्योति तीव्रता
- **व्युत्पन्न राशियाँ :** वे राशियाँ जो मौलिक राशियों की सहायता से व्युत्पन्न किया जाता हैं । या किसी भौतिक राहसी को जब दो या दो से अधिक मूल इकाइयों मे व्यक्त किया जाता हैं तो उसे व्युत्पन्न राशि कहते हैं ।
  - ✓ **उदाहरण:** संवेग, आयतन, बल आदि।
- **पूरक राशियाँ :** मूल राशियों तथा व्युत्पन्न राशियों के अतिरिक्त दो अन्य भौतिक राशियाँ भी होती हैं, जो ना ही मूल राशियों होती है और ना ही व्युत्पन्न। ये राशियों पूरक राशियाँ कहलाती हैं। समतल कोण तथा घन कोण दो पूरक राशियाँ हैं।

दिशा के आधार पर भौतिक राशि का वर्गीकरण :

- **अदिश राशियाँ (Scalar Quantity) :** यह वह भौतिक राशियाँ होती हैं जिन्हे व्यक्त करने के लिए केवल परिमाण होता है, दिशा नहीं होती हैं ।
  उदाहरण: दूरी, ऊर्जा , शक्ति आदि।
- **सदिश राशियाँ (Vector Quantity) :** यह वह भौतिक राशियाँ होती हैं, जिन्हे व्यक्त करने के लिए परिमाण के साथ-साथ दिशा भी आवश्यकता होती है।

उदाहरण: विस्थापन, वेग, बल, भार, संवेग आदि।

मापन: किसी भौतिक राशि का मापन किसी ज्ञात मानक या इकाई से तुलना करके भौतिक राशि का मान निर्धारित करने की प्रक्रिया को संदर्भित करता है।

- इस प्रक्रिया में दो बातें शामिल होती हैं –

1. एक **संख्यात्मक मान**
2. एक **मापन की इकाई**

मात्रक (Units):

- मात्रक वे मानकीकृत मात्राएँ होती हैं जिनके माध्यम से भौतिक राशियों को व्यक्त किया जाता है।

मात्रक के प्रकार :

1. **मूल मात्रक :** मूल राशियों को व्यक्त करने के लिए प्रयुक्त मात्रकों को मूल मात्रक कहते हैं ।
   उदाहरण: मीटर, किलोग्राम, सेकंड, एम्पियर आदि।
2. **व्युत्पन्न मात्रक :** मूल मात्रको के संयोजन से व्यक्त किया जाता हैं । इस प्रकार प्राप्त किए व्युत्पन्न राशियों के मात्रको को व्युत्पन्न मात्रक कहते हैं ।
3. **पूरक मात्रक :** वे मात्रक होते हैं जिन्हें विशेष प्रयोजनों के लिए प्रयोग किया जाता है, लेकिन ये न तो ये मूल मात्रको का भाग होते हैं न ही व्युत्पन्न मात्रकों के भाग होते हैं ।
   a. **समतल कोण** – यह किसी वृत्त के चाप की लंबाई (ds) और उसकी त्रिज्या (r) के अनुपात के रूप में परिभाषित होता है। इसे रेडियन (radian – rad) में मापा जाता है।

b. घन कोण – यह किसी गोले के सतही क्षेत्रफल (dA) और त्रिज्या के वर्ग (r^2) के अनुपात के रूप में परिभाषित होता है। इसे स्टेरेडियन (steradian – sr) में मापा जाता है।

मात्रक पद्धति : मूल-मात्रकों और व्युत्पन्न मात्रकों के सम्पूर्ण समुच्चय को मात्रकों की प्रणाली (या पद्धति) कहते हैं।

भौतिक राशि	**MKS प्रणाली**	**CGS प्रणाली**	**FPS प्रणाली**
लम्बाई	मीटर (m)	सेंटीमीटर (cm)	फीट (ft)
द्रव्यमान	किलोग्राम (kg)	ग्राम (g)	पाउंड (lb)
समय	सेकंड (s)	सेकंड (s)	सेकंड (s)

SI प्रणाली :

- वर्तमान समय में अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर जो मापन प्रणाली मान्य है, वह "सिस्टम इंटरनेशनल डी यूनिट्स" है, जिसे फ्रेंच भाषा में “मात्रकों की अंतर्राष्ट्रीय प्रणाली” कहा जाता है। इसका संक्षिप्त रूप **SI** है।
- इस प्रणाली की योजना अंतर्राष्ट्रीय माप-तोल ब्यूरो द्वारा वर्ष 1971 में विकसित की गई थी।

SI प्रणाली की मौलिक इकाइयाँ					
क्रम	**भौतिक राशि**	**प्रतीक**	**आयाम**	**SI इकाई**	**प्रमुख प्रायोगिक इकाइयाँ**
1	लंबाई	L	[L]	मीटर (**m**)	1 Fermi = 10^{-15} m 1 Å (Angstrom) = 10^{-10} m 1 nm = 10^{-9} m 1 μm = 10^{-6} m 1 mm = 10^{-3} m 1 cm = 10^{-2} m 1 inch = 2.54 cm 1 foot = 0.3048 m 1 km = 10^{3} m 1 mile = 1.6 km 1 nautical mile = 1852 m 1 AU = 1.5 × 10^{11} m 1 light year ≈ 9.46 × 10^{15} m 1 parsec ≈ 3.083 × 10^{16} m
2	द्रव्यमान	M	[M]	किलोग्राम (**kg**)	1 μg = 10^{-9} kg 1 mg = 10^{-6} kg 1 g = 10^{-3} kg 1 quintal = 10^{2} kg 1 metric ton = 10^{3} kg

					1 amu = 1.66×10^{-27} kg 1 pound = 0.4537 kg 1 slug = 14.59 kg चंद्रशेखर सीमा ≈ 2.8×10^{30} kg
3	समय	T	[T]	सेकंड (**s**)	1 ps = 10^{-12} s 1 ns = 10^{-9} s 1 μs = 10^{-6} s 1 ms = 10^{-3} s 1 min = 60 s 1 hour = 3600 s 1 day = 86400 s 1 week = 7 days 1 month = 28–31 days 1 year = 365.25 days 1 shake = 10^{-8} s
4	विद्युत धारा	I	[I]	एम्पियर (**A**)	—
5	तापमान	Θ\Theta	[Θ]	केल्विन (**K**)	—
6	द्रव्य की मात्रा	N	[N]	मोल (**mol**)	—
7	ज्योति तीव्रता	J	[J]	कैंडेला (**cd**)	1 निट (nit) = 1 cd/m^2

भौतिक राशियों की विमा

- किसी भौतिक राशि की विमाएँ उन घातों या घातांकों को कहते हैं, जिन्हे उस राशि को व्यक्त करने के लिए मूल राशियों पर घात के रूप व्यक्त करते हैं ।
- किसी दी हुई भौतिक राशि का विमीय सूत्र वह व्यंजक हैं जो यह दर्शाता हैं किसी भौतिक राशि मे किस मूल राशि की कितनी विमाएँ हैं ।
- किसी भौतिक राशि को उसके विमीय सूत्र के बराबर लिखने पर प्राप्त समीकरण को उस राशि का विमीय समीकरण कहते हैं ।
- **मूल राशियाँ एवं उनके विमीय सूत्रः**
  - ✓ लंबाई [L]
  - ✓ द्रव्यमान [M]
  - ✓ समय [T]
  - ✓ ताप [K]
  - ✓ विद्युत धारा [A]
  - ✓ ज्योति तीव्रता [cd]
  - ✓ पदार्थ की मात्रा [mol]

उदाहरण : आयतन [V] = $[M^0 L^3 T^0]$

विमाहीन राशियाँ : वे भौतिक राशियाँ जिनकी विमा शून्य होती है. विमाहीन भौतिक राशियाँ कहलाती हैं। जैसे कोण, धनकोण, आपेक्षिक घनत्व, विशिष्ट ऊष्मा. पॉयसन अनुपात, विकृति, अपवर्तनांक, आदि। विमाहीन राशि का आकिक मान सभी मात्रक प्रणालियों में समान रहता है।

विमाओं के उपयोग

विमाओं के मुख्यतः तीन उपयोग होते हैं

(i) समीकरण सजातीय है या नहीं. इसकी जाँच करने के लिए।

(ii) भौतिक राशियों के बीच सम्बन्ध स्थापित करने के लिए।

(iii) मात्रकों को एक प्रणाली से दूसरी प्रणाली में परिवर्तित करने के लिए।

व्युत्पन्न मात्रक					
क्र.	भौतिक राशि	सूत्र / व्युत्पत्ति	SI इकाई	आयाम	नोट्स
1	क्षेत्रफल	लंबाई × चौड़ाई	m^2	$[M^0L^2T^0]$	1 Barn = 10^{-28} m^2 1 Hectare = 10^4 m^2
2	आयतन	लंबाई × चौड़ाई × ऊँचाई	m^3	$[M^0L^3T^0]$	1 Litre = 10^{-3} m^3 1 Gallon = 4.546 L
3	वेग	विस्थापन / समय	m/s	$[M^0LT^{-1}]$	—
4	त्वरण	वेग में परिवर्तन / समय	m/s^2	$[M^0LT^{-2}]$	—
5	संवेग	द्रव्यमान × वेग	kg·m/s	$[MLT^{-1}]$	—
6	बल	द्रव्यमान × त्वरण	न्यूटन (N)	$[MLT^{-2}]$	1 N = $kg·m/s^2$ 1 dyne = 10^{-5} N
7	आवेग	बल × समय	N·s	$[MLT^{-1}]$	—
8	कार्य / ऊर्जा	बल × दूरी	जूल (Joule – J)	$[ML^2T^{-2}]$	1 J = $kg·m^2/s^2$ 1 cal = 4.184 J 1 erg = 10^{-7} J 1 kWh = $3.6×10^6$ J 1 eV = $1.6×10^{-19}$ J
9	शक्ति	कार्य / समय	वाट (Watt – W)	$[ML^2T^{-3}]$	1 HP = 746 W
10	दाब	बल /क्षेत्रफल	पास्कल (Pa)	$[ML^{-1}T^{-2}]$	1 Pa = N/m^2 1 Bar = 10^5 Pa 1 Torr = 133.32 Pa 1 atm = $1.01×10^5$ Pa
11	घनत्व	द्रव्यमान / आयतन	kg/m^3	$[ML^{-3}T^0]$	—
12	आवृत्ति	प्रति सेकंड दोहराव	हर्ट्ज़ (Hz)	$[T^{-1}]$	1 Hz = 1/s
13	विद्युत आवेश	धारा × समय	कूलॉम्ब (C)	[IT]	1 C = A·s
14	विभवान्तर	V = kQ/r	वोल्ट (V)	$[ML^2T^{-3}I^{-1}]$	1 V = $kg·m^2/(A·s^3)$
15	प्रतिरोध	विभवान्तर /धारा	ओम (Ω)	$[ML^2T^{-3}I^{-2}]$	1 Ω = $kg·m^2/(A^3·s^3)$
16	धारिता	आवेश /विभवान्तर	फैराड (F)	$[M^{-1}L^{-2}T^4I^2]$	1 F = $s^4·A^2/(kg·m^2)$

17	चुम्बकीय फ्लक्स	चुम्बकीय क्षेत्र × क्षेत्रफल	वेबर (Wb)	$[ML^2T^{-2}I^{-1}]$	1 Wb = $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot A)$
18	प्रेरकत्व	—	हेनरी (H)	$[ML^2T^{-2}I^{-2}]$	1 H = $kg \cdot m^2/(s^2 \cdot A^2)$
19	फोकल लंबाई	—	मीटर (m)	$[M^0L^1T^0]$	—

प्रकाश की तीव्रता: लक्स (Lux)

ध्वनि की तीव्रता: डेसीबेल (Decibel)

चुम्बकीय तीव्रता: ओर्स्टेड (Oersted)

विकिरण की मात्रा: क्यूरी (Curie)

10 की घात					
Prefix	**Symbol**	**10 की घात**	**Prefix**	**Symbol**	**10 की घात**
Yotta	Y	10^{24}	Yocto	y	10^{-24}
Zetta	Z	10^{21}	Zepto	z	10^{-21}
Exa	E	10^{18}	Atto	a	10^{-18}
Peta	P	10^{15}	Femto	f	10^{-15}
Tera	T	10^{12}	Pico	p	10^{-12}
Giga	G	10^{9}	Nano	n	10^{-9}
Mega	M	10^{6}	Micro	μ	10^{-6}
Kilo	k	10^{3}	Mili	m	10^{-3}
Hecto	h	10^{2}	Centi	c	10^{-2}
Deca	da	10^{1}	Deci	d	10^{-1}

मापन में त्रुटि

➢ **मापन में त्रुटि** का अर्थ है — मापे गए मान और वास्तविक या मान्य मानक मान के बीच का अंतर । यह अंतर किसी भी मापन प्रणाली की सटीकता को प्रभावित करता है। इस त्रुटि को समाप्त नहीं किया जा सकता हैं परंतु इसे नगण्य किया जा सकता हैं ।

1. **क्रमबद्ध त्रुटियाँ (Systematic Errors) :** वे त्रुटियाँ, जो किसी एक दिशा (धनात्मक या ऋणात्मक) में निर्धारित होती हैं. कमबद्ध त्रुटियाँ कहलाती हैं।

 a. **पर्यावरणीय त्रुटियाँ :** बाहरी परिस्थितियों (जैसे तापमान, आर्द्रता, दबाव, चुंबकीय क्षेत्र आदि) के प्रभाव से उत्पन्न त्रुटियाँ।
 उदाहरण: यदि कमरे में बिजली चली जाए और तापमान बढ़ जाए, तो बगल में तापमान मापते समय माप प्रभावित होगा।

 b. **अवलोकनीय त्रुटियाँ :** यह त्रुटियाँ व्यक्ति की असावधानी, पूर्वाग्रह या यंत्र को सही तरीके से न सेट करने से होती हैं। इनमें **पैरेलैक्स त्रुटियाँ** (जब रीडिंग को आँख के कोण से गलत पढ़ा जाता है) भी शामिल हैं।

c. यांत्रिक त्रुटियाँ : ये त्रुटियाँ यंत्र की संरचना या कैलिब्रेशन में दोष के कारण होती हैं।

उदाहरण:

- ✓ यंत्र का घिस जाना,
- ✓ स्क्रू गेज या वर्नियर कैलीपर में ज़ीरो त्रुटि (zero error),
- ✓ घर्षण या हाइस्टेरेसिस के कारण रीडिंग में फर्क,
- ✓ उपकरण की गलत हैंडलिंग।

इन त्रुटियों के कारण:

- ✓ उपकरण की अंतर्निहित सीमाएँ
- ✓ उपकरण का गलत उपयोग
- ✓ लोडिंग प्रभाव (loading effect)

2. यादृच्छिक त्रुटियाँ (Random Errors) : मापन में अनियमित रूप से होने वाली त्रुटियों को यादृच्छिक त्रुटियाँ कहते हैं। ये त्रुटियाँ बाह्य घटकों (external factors), जैसे ताप, दाब, वायु तथा आर्द्रता द्वारा उत्पन्न होती हैं। ये त्रुटियाँ चिह्न तथा परिमाण में भी यादृच्छिक होती हैं। इस प्रकार की त्रुटि को अनेक बार प्रेक्षण लेकर उनका मध्यमान ज्ञात कर कम किया जा सकता है।

3. अल्पतमांक त्रुटियाँ : किसी मापक यन्त्र द्वारा मापा जा सकने वाला छोटे से छोटा मान, उस मापक यन्त्र का अल्पतमांक कहलाता है। किसी मापक यन्त्र द्वारा लिए गए सभी पाठ्यांक या मापित मान उसके अल्पतमांक तक ही सही होते हैं। अल्पतमांक त्रुटि एक ऐसी त्रुटि है जो मापक यन्त्र के विभेदन से सम्बद्ध होती है। अधिक परिशुद्ध (precision) मापन यत्वों के प्रयोग करके, प्रायोगिक तकनीकों में सुधार आदि के द्वारा अल्पतमांक बुटि को कम कर सकते हैं। उदाहरण साधारण पैमाने की अल्पतमांक 0.1 सेमी है. वनियर कैलिपर्स की 0.01 सेमी तथा स्कूगेज की 0.001 सेमी है।

सभी प्रकार की त्रुटियाँ सकल (gross) त्रुटियों के रूप में होती हैं।

मापन में त्रुटियों के प्रकार :

1. **परम त्रुटि (Absolute Error):** यह मापी गई मात्रा और वास्तविक मात्रा के बीच का सीधा अंतर होता है।
   Absolute Error = मापी गई मात्रा – वास्तविक मात्रा
2. **सापेक्ष त्रुटि (Relative Error):** यह त्रुटि वास्तविक मात्रा की तुलना में त्रुटि का अनुपात होती है। इसे प्रतिशत के रूप में भी दर्शाया जा सकता है।
   Relative Error = (Absolute Error / वास्तविक मात्रा) × 100%
3. **प्रतिशत त्रुटि (Percentage Error):** यह त्रुटि प्रतिशत रूप में व्यक्त की जाती है।
   Percentage Error = ((मापी गई मात्रा – वास्तविक मात्रा) / वास्तविक मात्रा) × 100%

विभेदन (Resolution) : विभेदन से अभिप्राय है किसी राशि का अल्पतांक या न्यूनतम पाठ्यांक, जो यन्त्रों द्वारा पढ़ा जा सकता है।

यथार्थता (Accuracy) : किसी माप की यथार्थता से अभिप्राय है कि किसी राशि का मापित मान, उसके वास्तविक मान (true value) के कितना निकट है।

परिशुद्धता (Precision) : किसी माप की परिशुद्धता से तात्पर्य है कि वस्तु को किस विभेदन सीमा तक मापा गया है अथवा परिशुद्धता वह पद है जो किसी वस्तु की एक माप को उस वस्तु की अन्य मापों से निकटता प्रदर्शित करने के लिए प्रयोग किया जाता है।

सार्थक अंक

किसी माप में सभी विश्वसनीय (reliable) अंक तथा प्रथम संदिग्ध (doubtful) अंक को सार्थक अंक कहते हैं।

उदाहरण यदि मापन के बाद किसी वस्तु की लम्बाई 574.5 मी है, तब इसमें चार सार्थक अंक 5, 7, 4, तथा 5 होंगे जिसमें 5, 7 तथा 4 तो निश्चित (certain) परन्तु अंक 5 अनिश्चित (uncertain) है।

सार्थक अंक ज्ञात करने के मुख्य नियम

- सभी अशून्य अंक सार्थक अंक होते हैं।
- दो अशून्य अंकों के मध्य आने वाले सभी शून्य सार्थक अंक होते हैं चाहे दशमलव कहीं पर भी स्थित हो।
- संख्या का मान एक से कम होने पर दशमलव के बाईं ओर तथा दशमलव के दाईं ओर प्रथम अशून्य अंक से पहले (बाईं ओर) के सभी शून्य सार्थक अंक होंगे।
- यदि किसी संख्या में दशमलव नहीं है, तब अन्तिम अशून्य अंक के दाईं ओर के शून्य सार्थक अंक नहीं होते हैं।
- किसी संख्या में दशमलव के बाद अन्तिम अशून्य अंक के दाईं ओर के सभी शून्य सार्थक अंक होते हैं।
- इकाई (मात्रक) पद्धति बदलने से सार्थक अकों की संख्या नहीं बदलती है।
- 1 से छोटी संख्या में, दशमलव के बाईं ओर लिखा शून्य कभी भी सार्थक अंक नहीं होता है।
- यदि किसी संख्या में 10 की घात वाली संख्या की गुणा हो. तो इसका प्रभाव सार्थक अंकों की संख्या पर नहीं पड़ता।

सार्थक अंकों से सम्बन्धित अंकीय संक्रियाएँ (Arithmetic Operation with Significant Figures)

- **योग तथा अन्तर :** राशियों के योग अथवा अन्तर से प्राप्त परिणाम में दशमलव बिन्दु के बाद अकों की संख्या उतनी होगी जितनी प्रयुक्त राशियों में दशमलव बिन्दु के बाद न्यूनतम अंकों वाली राशि में होती है।
- **गुणा तथा भाग :** संख्याओं को गुणा अथवा भाग करने से प्राप्त परिणाम में केवल उतने ही सार्थक अंक होने चाहिए जितने कि सबसे कम सार्थक अंकों वाली मूल संख्या में हैं।

Toppersnotes
Unleash the topper in you

2 CHAPTER गति

विराम स्थिति (Rest) : यदि कोई वस्तु समय के साथ-साथ अपने चारों ओर की वस्तुओं (परिवेश) की तुलना में अपनी स्थिति में **कोई परिवर्तन नहीं करती**, तो वह **विराम अवस्था** (Rest) में कही जाती है।

उदाहरण:

- एक मेज़ पर रखी पुस्तक, मेज़ के सापेक्ष स्थिर (Rest) मानी जाएगी।
- ट्रैफिक सिग्नल पर रुकी कार, सड़क और आसपास के वातावरण के सापेक्ष विश्राम में है।

गति (Motion) : जब कोई वस्तु समय के सापेक्ष **लगातार अपनी स्थिति मे परिवर्तन करती रहती है**, तो उसे **गति में** (Motion) कहा जाता है।

उदाहरण:

- आकाश में उड़ता हुआ पक्षी।
- ढलान पर लुड़कती गेंद।
- पार्क में टहलता हुआ व्यक्ति।

विराम तथा गति एक-दूसरे से सम्बन्धित है, क्योंकि कोई वस्तु एक ही समय में एक वस्तु के सापेक्ष विराम में, जबकि किसी दूसरी वस्तु के सापेक्ष गति में हो सकती है।

पिंड की गति के प्रकार

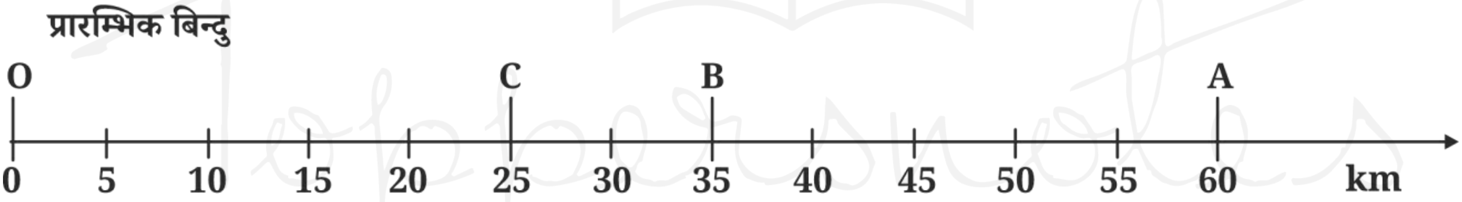
- **सरल रेखीय गति** : जब पिंड सरल रेखा के अनुदिश गति करती हैं तो उसे सरल रेखीय गति कहते हैं ।
  उदाहरण: एक कार का सीधे सड़क पर चलना , आकाश में उड़ता हुआ हवाई जहाज
- **वक्र रेखीय गति:** जब कोई पिंड किसी घुमावदार मार्ग मे चलती हैं तो उसे वक्र रेखीय गति हैं ।
  उदाहरण: रोलर कोस्टर की ट्रैक पर गति।
- **घूर्णन गति:** जब कोई पिंड किसी स्थिर बिन्दु या अक्ष के परित: चारों ओर घूमती हैं, तो इस प्रकार की गति को घूर्णन गति कहते हैं ।
  उदाहरण: घूमता हुआ लट्टू, धुरी पर घूमता हुआ पहिया
- **वृत्तीय गति :** जब कोई पिंड किसी वृत्ताकार पथ पर गति करता हैं । तो इस प्रकार की गति को वृत्ताकार गति कहते हैं ।
  उदाहरण : पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर परिक्रमण
- **दोलन गति :** जब कोई पिंड स्थिर बिन्दु के परित: चारों ओर आगे - पीछे गति करती हैं, तो इसे दोलन गति कहा जाता हैं ।
  उदाहरण: झूलता हुआ पेंडुलम, गिटार के तार का कंपन
- **आवर्त गति :** किसी पिंड की दोलन गति जो बार - बार निश्चित अंतराल मे दोहरायी जाती हैं ।
  उदाहरण: घड़ी की सुई का वृत्ताकार घूमना।
- **प्रक्षेप्य गति :** जब किसी वस्तु को हवा मे फेंका जाता हैं तो वह गुरुत्वाकर्षण एवं जड़त्व गुण के कारण परवलयाकार गति करते हुए नीचे की तरफ आती हैं तो इस प्रकार की गति को प्रक्षेप्य गति कहते हैं ।
  उदाहरण: ऊपर फेंकी गई गेंद, ऊँचाई से गिराया गया पत्थर
- **कंपनीय गति:** जब कोई पिंड या वस्तु किसी मध्य बिन्दु के चरों तरफ तेजी से कंपन करती हैं जिसमे पिंड का विस्थापन शून्य होता हैं तो इस प्रकार की गति को कंपनीय गति कहते हैं ।
  उदाहरण: ट्यूनिंग फोर्क का कंपन, स्प्रिंग की गति

वृत्तीय गति सदैव ही त्वरित होती है, क्योंकि इसमें वृत्त के प्रत्येक बिन्दु पर वेग की दिशा बदल जाती है। एक तीक्ष्ण वृत्ताकार पथ पर तीव्र गति से जाता हुआ चार पहियों वाला वाहन अन्दर के पहियों पर उलटेगा तथा बाहर की ओर फिसलेगा।

गति को बताने के लिए प्रयुक्त निर्देशांकों की संख्या के आधार पर गति निम्नलिखित तीन प्रकार की होती हैं

- **एकविमीय गति :** जव वस्तु की स्थिति (position) केवल एक दिशा में बदलती है तो वस्तु की गति एकविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ जब कोई वस्तु एक सरल रेखा के अनुविश गति करती है. तो उसकी गति एकविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ सड़क पर दौड़ती कार की गति तथा मुक्त रूप से गिरते एक पिण्ड की गुरुत्वीय त्वरण के अन्तर्गत गति एकविमीय गति के उदाहरण हैं।
- **द्विविमीय गति :** जब वस्तु की स्थिति दो दिशाओं में बदलती है. तो वस्तु की गति द्विविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ जब कोई वस्तु एक समतल में गति करता है, तो उसकी गति द्विविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ सूर्य के चारों ओर घूमते एक ग्रह की गति द्विविमीय गति का उदाहरण है।
- **त्रिविमीय गति :** जब वस्तु की स्थिति तीन दिशाओं में बदलती है, तो वस्तु की गति त्रिविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ जब कोई वस्तु अन्तरिक्ष में गति करती है, तो वस्तु की गति त्रिविमीय गति कहलाती है।
  - ✓ आकाश में उड़ते हुए पक्षी की गति तथा उड़ती हुई पतंग की गति, त्रिविमीय गति के उदाहरण हैं।

गति से जुड़े सामान्य परिभाषाएँ :



सरल रेखीय पथ पर गतिमान वस्तु की स्थितियाँ

दूरी (Distance) : किसी वस्तु द्वारा एक निश्चित समय अंतराल में चली गई वास्तविक लम्बाई को **दूरी** कहा जाता है।

- **इकाई:** मीटर (m)
- **प्रकृति:** अदिश राशि (Scalar Quantity)
- **मान:** हमेशा धनात्मक होता है; न तो शून्य और न ही ऋणात्मक हो सकता है।
- **उपकरण:** दूरी मापने के लिए ***ओडोमीटर*** का प्रयोग किया जाता है।

विस्थापन: किसी वस्तु की **प्रारंभिक और अंतिम स्थिति के बीच की सबसे छोटी दूरी** को विस्थापन कहते हैं।

- **इकाई:** मीटर (m)
- **प्रकृति:** सदिश राशि (Vector Quantity)
- **मान:** शून्य, धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है।

प्रकार:

- शून्य विस्थापन : किसी पिंड द्वारा अपने स्थान मे की गई गति । किसी पिंड की कंपन गति
- धनात्मक विस्थापन : गति के अनुदिश विस्थापन
- ऋणात्मक विस्थापन : गति के विपरीत दिशा मे विस्थापन

गति (Speed) : किसी वस्तु द्वारा **एकक समय में तय की गई दूरी** को गति कहा जाता है।

Speed = **कुल दूरी / कुल समय**

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)
- **प्रकृति:** अदिश राशि

प्रकार:

- **समान गति:** समान समय में समान दूरी तय करना।
- **असमान गति:** समान समय में असमान दूरी तय करना।
- **औसत गति:** कुल दूरी / कुल समय
- **क्षणिक गति:** किसी निश्चित क्षण पर वस्तु की गति।

वेग (Velocity) : किसी वस्तु द्वारा **किसी दिशा में एकक समय में किया गया विस्थापन** वेग कहलाता है।

वेग = **विस्थापन / समय**

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- **मान:** शून्य, धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है।

प्रकार:

- **समान वेग:** समान समय में समान विस्थापन।
- **असमान वेग:** समान समय में असमान विस्थापन।
- **औसत वेग: औसत वेग** = कुल विस्थापन / कुल समय
- **क्षणिक वेग:** किसी क्षण पर वस्तु द्वारा तय किए गए विस्थापन को तात्क्षणिक वेग कहते हैं ।

त्वरण (Acceleration) : किसी वस्तु के वेग में समय के साथ होने वाले परिवर्तन की दर को **त्वरण** कहते हैं।

त्वरण = **वेग में परिवर्तन / समय**

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड वर्ग (m/s^2)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- **मान:** शून्य, धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है
- ऋणात्मक त्वरण को मंदन **(Retardation)** कहते हैं। इसका दिशा वेग के विपरीत होता है।

प्रकार:

- **समान त्वरण:** समान समय में वेग में समान परिवर्तन।
- **असमान त्वरण:** वेग में परिवर्तन अनियमित हो।
  उदाहरण: भीड़भाड़ वाली सड़क पर चलती कार।
- **औसत त्वरण:** कुल वेग परिवर्तन / कुल समय
- **क्षणिक त्वरण:** किसी एक क्षण पर वस्तु के वेग मे परिवर्तन के मान को तात्क्षणिक त्वरण कहते हैं ।

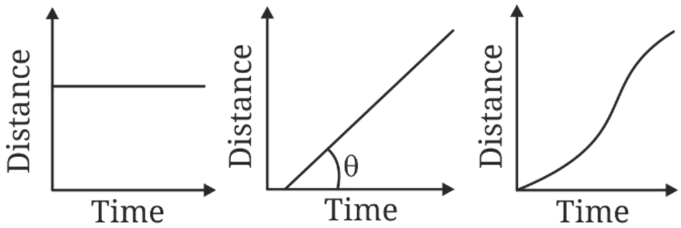
- ऊँचाई से गिरती हुई वस्तु तथा नत समतल (inclined plane) पर लुढ़कती वस्तु में एकसमान त्वरण माना जाता है।
- गाड़ी के एक्सीलेरेटर को दबाने पर गाड़ी का वेग धीरे-धीरे बढ़ता है, परन्तु अचानक ब्रेक लगाने पर वेग तेजी से घटता है। अतः अचानक ब्रेक लगाने पर गाड़ी में एकसमान मंदन उत्पन्न होता है।
- स्प्रिंग बॉक्स में उत्पन्न त्वरण असमान त्वरण होता है।
- यदि एक सीधी सड़क पर दौड़ती कार के वेग में समान समयान्तरालों में असमान वृद्धि होती है, तब कार का त्वरण असमान त्वरण कहलाता है।

गति का ग्राफीय निरूपण :

विस्थापन - समय ग्राफ : विस्थापन - समय आलेख वह ग्राफ होता है जिसमें समय (x-अक्ष) और विस्थापन (y-अक्ष) को निरूपित किया जाता है। यह आलेख हमें वस्तु की गति की प्रकृति को समझने में सहायता करता है।

- **जब वस्तु विश्राम में हो (At Rest) :**
  - ✓ **प्रतिनिधित्व:** ग्राफ समय-अक्ष (x-axis) के समानांतर **एक सीधी रेखा** होती है।
  - ✓ **विवरण:** चूँकि वस्तु अपनी स्थिति नहीं बदल रही है, अतः दूरी में कोई वृद्धि नहीं होती। इसका अर्थ है कि वस्तु विश्राम की स्थिति में है।
- **जब वस्तु समान गति से चल रही हो :**
  - ✓ **प्रतिनिधित्व:** ग्राफ एक **सीधी रेखा होती है** जो x-अक्ष के साथ कोण θ बनाती है।
  - ✓ **विवरण:** वस्तु समय के साथ समान दूरी तय कर रही है, इसलिए गति समान है।

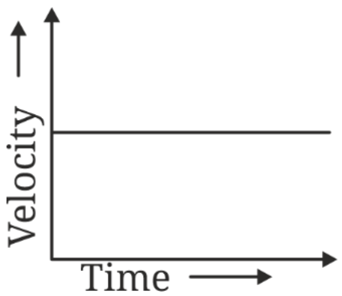
- **जब वस्तु असमान गति से चल रही हो या त्वरण में हो**
  - ✓ **प्रतिनिधित्व:** ग्राफ एक **वक्र रेखा (curved line)** होती है।
  - ✓ **विवरण:** चूँकि वस्तु की गति समय के साथ बदल रही है (बढ़ रही है या घट रही है), इसलिए दूरी असमान रूप से बढ़ती है।



जब वस्तु विराम अवस्था में हो | जब वस्तु समन गति में हो | जब वस्तु असमान गति में हो

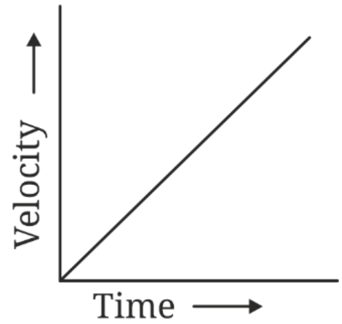
वेग-समय आलेख (Velocity-Time Graph) : वेग-समय आलेख (Velocity-Time Graph) वह ग्राफ होता है जिसमें x-अक्ष पर समय और y-अक्ष पर वेग (Velocity) को निरूपित किया जाता है। इससे यह पता चलता है कि समय के साथ वस्तु का वेग कैसे बदल रहा है।

- **Case 1: जब वस्तु समान वेग (Uniform Velocity) से गति कर रही हो**
  - ✓ ग्राफ समय के साथ **स्थिर ऊँचाई** दर्शाता है।
  - ✓ वेग में कोई परिवर्तन नहीं होता, इसलिए ग्राफ एक **क्षैतिज सीधी रेखा** होती है।
  - ✓ **विशेषता:** वेग नियत ⇒ रेखा समानांतर समय-अक्ष



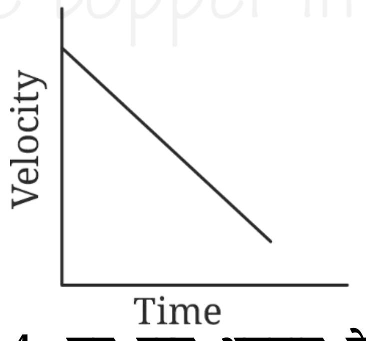
Straight line parallel to x-axis

- **Case 2: जब वस्तु धनात्मक समान त्वरण (Positive Uniform Acceleration) के साथ गति कर रही हो**

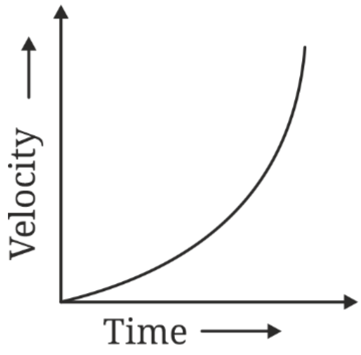


Straight Line

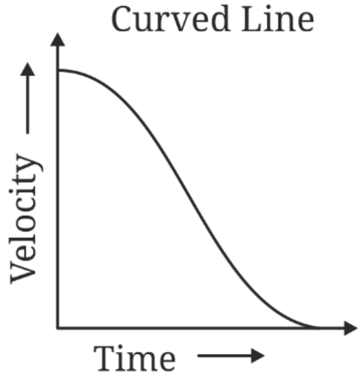
  - ✓ ग्राफ एक **सीधी रेखा** होती है जो ऊपर की ओर झुकी होती है।
  - ✓ इसका ढलान (slope) धनात्मक होता है।
  - ✓ **विशेषता:** वेग समय के साथ समान रूप से बढ़ रहा है ⇒ रेखा ऊपर की ओर झुकती है।
- **Case 3: जब वस्तु ऋणात्मक समान त्वरण (Negative Uniform Acceleration) से गति कर रही हो**
  - ✓ ग्राफ एक **सीधी रेखा** होती है लेकिन उसका ढलान (slope) **ऋणात्मक** होता है।
  - ✓ यह दर्शाता है कि वस्तु की गति घट रही है।
  - ✓ **विशेषता:** वेग समय के साथ समान रूप से घट रहा है ⇒ रेखा नीचे की ओर झुकी होती है।



- **Case 4: जब वस्तु असमान वेग (Non-uniform Velocity) से गति कर रही हो**
  - ✓ वेग समय के साथ **असमान रूप से** बढ़ या घट रहा होता है।
  - ✓ ग्राफ एक **वक्र रेखा (Curved Line)** होती है।
  - ✓ **विशेषता:**वेग परिवर्तन नियमित नहीं ⇒ वक्र आलेख

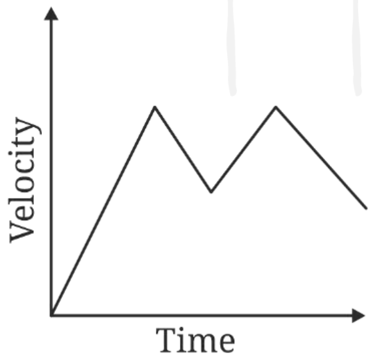


Curved Line



Curved Line

- **Case 5: जब वस्तु असमान त्वरण (Non-uniform Acceleration) के साथ गति कर रही हो**
  - ✓ ग्राफ **आड़ा-तिरछा (Zig-Zag)** हो सकता है।
  - ✓ वेग में कभी वृद्धि, कभी कमी होती है – अनियमित रूप से।
  - ✓ **विशेषता:** त्वरण अनियमित ⇒ ग्राफ का आकार टेढ़ा-मेढ़ा (Zig-Zag)



गति के समीकरण :

गति के समीकरण वे समीकरण होते हैं जो किसी वस्तु की **विस्थापन, प्रारंभिक वेग, अंतिम वेग, त्वरण,** और **समय (Time)** के बीच संबंध को दर्शाते हैं, जब वस्तु **समान त्वरण (Uniform Acceleration)** से गति कर रही हो।

समान त्वरण वाली गति के लिए गति के तीन मुख्य समीकरण

- **v = u + at**
- **s = ut + ½ at²**
- **2as = v²-u²**

जहां,

- **u** = प्रारंभिक वेग (Initial Velocity)
- **v** = अंतिम वेग (Final Velocity)
- **s** = विस्थापन (Displacement)
- **t** = समय (Time)
- **a** = त्वरण (Acceleration)

गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में गति के समीकरण :

- **v = u + gt**
- **s = ut + ½ gt²**
- **2gs = v²-u²**

नोट:

- यदि वस्तु नीचे गिर रही हो ⇒ g को धनात्मक (+g) लिया जाता है
- यदि वस्तु ऊपर फेंकी जा रही हो ⇒ g को ऋणात्मक (−g) लिया जाता है

सामान्य गणितीय उदाहरण

1. एक रेलगाड़ी विरामावस्था से चलना प्रारंभ करती है और 5 मिनट में 72 km/h का वेग प्राप्त कर लेती है। मान लें कि त्वरण एकसमान है, परिकलन कीजिए, (i) त्वरण, (ii) इस वेग को प्राप्त करने के लिए रेलगाड़ी द्वारा तय की गई दूरी।

हल: दिया है,

(i) $u = 0; v = 72 \text{ km h}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$ और

$t = 5\text{mln.} = 300 \text{ s.}$

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

$$= \frac{20 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1}}{300 \text{ s}}$$

$$= \frac{1}{15} \text{ ms}^{-2}$$

(ii) $2as = v^2 - u^2 = v^2 - 0$

अतः

$$s = \frac{v^2}{2a}$$

$$= \frac{(20\ \text{ms}^{-1})^2}{2 \times (1/15)\text{ms}^{-2}}$$

= 3000m

= 3 km

रेलगाड़ी का त्वरण $\frac{1}{15} ms^{-2}$ है तथा तय की गई दूरी 3 km है।

2. कोई कार एकसमान रूप से व्यरित होकर 5s में 18 km h^{-1} से 36 km h^{-1} की गति प्राप्त करती है। ज्ञात करें (i) त्वरण, (ii) उतने समय में कार के द्वारा तय की गई दूरी।

हल:

दिया गया है,

$u = 18\ \text{km h}^{-1} = 5\ \text{ms}^{-1}$

$v = 36\ \text{km h}^{-1} = 10\ \text{ms}^{-1}$ और $t = 5$ s.

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

$$= \frac{10\ \text{ms}^{-1} - 5\ \text{ms}^{-2}}{5\ \text{s}}$$

$= 1\ \text{ms}^{-2}$

(ii) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

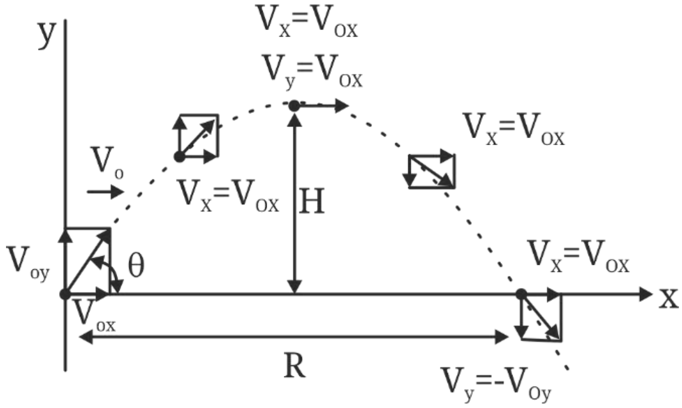
$$= 5\ \text{ms}^{-1} \times 5\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 1\ \text{ms}^{-2} \times (5\ \text{s})^2$$

= 25 m + 12.5 m

= 37.5 m

कार का त्वरण $1 ms^{-2}$ तथा तय की गई दूरी 37.5 m है।

प्रक्षेप्य गति :



जब कोई वस्तु गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में किसी कोण पर फेंकी जाती है और वह वायुमंडल में एक वक्र पथ (curved path) का अनुसरण करती है, तब उसे **प्रक्षेप्य गति (Projectile Motion)** कहते हैं।

उदाहरण (Examples):

- एक पत्थर को कोण पर फेंका जाए तो वह वक्र पथ बनाते हुए दूर गिरता है।
- तोप से दागा गया गोला वायुमंडल में एक परवलयाकार पथ में चलता है।
- बास्केटबॉल को ऊपर की ओर फेंकने पर वह एक घुमावदार पथ (trajectory) अपनाता है।

प्रक्षेप पथ (Trajectory): वह पथ जिसे प्रक्षेप्य (projectile) अनुसरण करता है, उसे प्रक्षेप्य पथ कहते हैं।यह **परवलय (Parabola)** के रूप में होता है।

प्रक्षेपण कोण (Angle of Projection): क्षैतिज रेखा के साथ जो प्रारंभिक कोण बनता है, उस पर वस्तु फेंकी जाती है, वही प्रक्षेपण कोण कहलाता है। इसे θ (थीटा) से दर्शाया जाता है।

उड़ान का समय (Time of Flight): प्रक्षेपण के बाद किसी प्रक्षेप्य द्वारा अपनी प्रारंभिक ऊंचाई पर लौटने में लिया गया समय, उसका उड़ान समय (T) कहलाता है।

$$T = 2u\sin\theta / g$$

जहाँ:

- **T** = उड़ान का कुल समय
- **u** = प्रारंभिक वेग
- **θ** = प्रक्षेपण कोण
- **g** = गुरुत्व त्वरण (9.8 m/s^2)

क्षैतिज सीमा या रेंज (Range): प्रक्षेपण बिंदु और क्षैतिज तल पर उस बिंदु के बीच की अधिकतम क्षैतिज दूरी, जहां प्रक्षेप्य टकराता है, रेंज कहलाती है।

$$R = u^2 \sin 2\theta / g$$

विशेष स्थितियाँ:

- यदि θ = 90°, तो रेंज शून्य होगी।
- यदि θ = 45°, तो रेंज अधिकतम होगी।

  Rmax = u^2/g
- θ और (90° – θ) के लिए रेंज समान होती है।

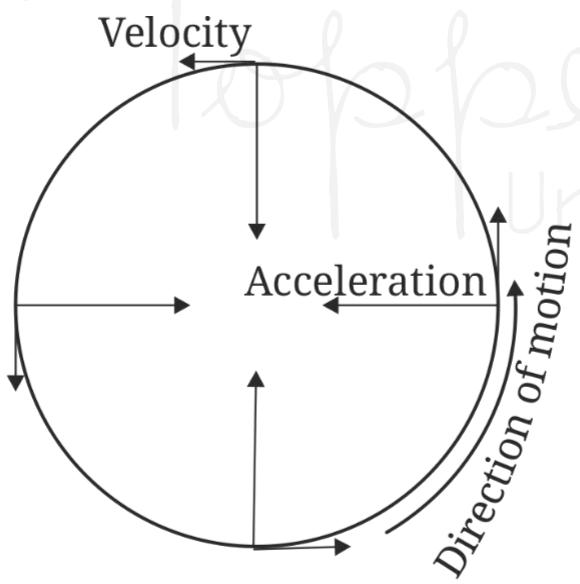
अधिकतम ऊँचाई (Maximum Height): वह अधिकतम ऊँचाई जो प्रक्षेप्य अपनी गति के दौरान प्राप्त करता है।

$$H = u^2\sin^2\theta/2g$$

नोट:

- अधिकतम ऊँचाई पर, प्रक्षेप्य की **ऊर्ध्व दिशा में वेग शून्य (0)** होता है।
- **त्वरण (acceleration)** सम्पूर्ण गति के दौरान **स्थिर (constant)** रहता है और वह **g = 9.8 m/s²** होता है।

वृत्तीय गति :



जब कोई वस्तु किसी **वृत्त की परिधि** पर या **वृत्ताकार पथ** पर गति करती है, तो उसे **वृत्तीय गति** कहा जाता है।

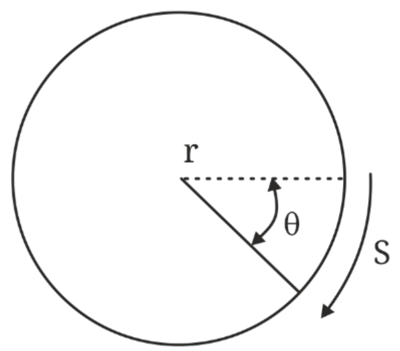
वृतीय गति के प्रकार :

1. **समान परिपथीय गति (Uniform Circular Motion – UCM):** इस प्रकार की गति में वस्तु वृत्तीय पथ पर **समान वेग** से चलती है। हालाँकि गति (speed) स्थिर होती है, फिर भी दिशा लगातार बदलती रहती है, इसलिए वस्तु का **वेग (velocity)** बदलता रहता है। इसका अर्थ है कि वस्तु पर **त्वरण (acceleration)** कार्य कर रहा होता है, चाहे उसकी गति न बदले।
2. **असमान वृत्तीय गति (Non-uniform Circular Motion):** इस गति में वस्तु वृत्ताकार पथ पर चलती है लेकिन उसकी गति **बदलती रहती है**। इस स्थिति में गति और दिशा दोनों में परिवर्तन होता है, जिससे वेग तथा त्वरण दोनों परिवर्तनशील होते हैं।

उदाहरण :

- ✓ मोड़ पर घूमती हुई कार — कार एक घुमावदार पथ पर चलती है और परिपथीय गति करती है।
- ✓ पृथ्वी का सूर्य के चारों ओर घूमना — यह गति लगभग वृत्ताकार होती है और गुरुत्वाकर्षण बल एक अभिकेन्द्र बल (centripetal force) के रूप में कार्य करता है।
- ✓ डोरी से बँधा हुआ पत्थर जिसे वृत्त में घुमाया जाए — डोरी में पैदा हुआ तनाव वस्तु को वृत्तीय पथ पर बनाए रखने के लिए आवश्यक अभिकेन्द्र बल प्रदान करता है।

परिपथीय गति से संबंधित प्रमुख शब्दावली



- **कालावधि (Time Period – T):**वृत्तीय पथ पर किसी कण को एक चक्कर पूरा करने में लगने वाला समय **कालावधि** कहलाता है।
  - ✓ इकाई: **सेकंड (second)**
- **आवृत्ति (Frequency – n):**एकक समय में कोई वस्तु वृत्तीय पथ पर जितने चक्कर पूरे करती है, वह उसकी **आवृत्ति** कहलाती है।
  - ✓ इकाई: **हर्ट्ज़ (Hertz)**
- **कोणीय विस्थापन (Angular Displacement – θ):**वृत्तीय पथ के केंद्र पर स्थित त्रिज्या सदिश द्वारा बनाया गया कोण **कोणीय विस्थापन** कहलाता है।
  - ✓ इकाई: **रेडियन (radian – rad)**

    कोणीय विस्थापन = चाप / त्रिज्या
- **कोणीय वेग (Angular Velocity – ω):**समय के साथ कोणीय विस्थापन में होने वाले परिवर्तन की दर को **कोणीय वेग** कहते हैं।

  कोणीय वेग = कोणीय विस्थापन / समय
  - ✓ इकाई: **रेडियन प्रति सेकंड (rad/s)**
- **कोणीय त्वरण (Angular Acceleration – ∝):**समय के साथ कोणीय वेग में होने वाले परिवर्तन की दर को **कोणीय त्वरण** कहते हैं।

  कोणीय त्वरण = कोणीय वेग / समय
  - ✓ इकाई: **रेडियन प्रति सेकंड वर्ग (rad/s²)**
- **अभिकेन्द्र त्वरण (Centripetal Acceleration):** कोई वस्तु यदि वृत्तीय पथ पर गतिशील है, तो उसका त्वरण हमेशा वृत्त के **केंद्र की ओर** होता है, जिसे **अभिकेन्द्र त्वरण** कहते हैं।
  - ✓ अभिकेंद्र त्वरण = = $\mathbf{v^2/r}$
  - ✓ जहाँ: **v** = **वेग**, **r** = **वृत्त की त्रिज्या**