



भौतिक विज्ञान



641, प्रथम तल, डॉ. मुखर्जी नगर, दिल्ली-110009
दूरभाष: 011-47532596, 87501 87501

Web: www.drishtiias.com

E-mail : drishtiacademy@gmail.com

पाठ्यक्रम, नोट्स तथा बैच संबंधी updates निरंतर पाने के लिये निम्नलिखित पेज को "like" करें

 www.facebook.com/drishtithevisionfoundation

 www.twitter.com/drishtiias

भौतिक विज्ञान (Physics)

विज्ञान (Science)

वास्तविक अनुभवों या प्रयोग एवं परीक्षण से प्राप्त तथ्यों के तार्किक विश्लेषण के द्वारा विकसित हुए सुव्यवस्थित ज्ञान को विज्ञान कहते हैं।

सामान्यतः विज्ञान को हम तीन भागों में बाँटते हैं-

- (1) भौतिक विज्ञान (Physics) (2) रसायन विज्ञान (Chemistry) (3) जीव विज्ञान (Biology)

भौतिक विज्ञान (Physics)

विज्ञान की उस शाखा को भौतिक विज्ञान कहते हैं जिसमें हम प्रकृति में होने वाली प्राकृतिक घटनाओं की व्याख्या करने और उन्हें मापने का प्रयास करते हैं। उदाहरण के लिये-

- (a) वृक्ष से टूटकर सेब पृथ्वी पर ही गिरता है। भौतिक विज्ञान इसकी व्याख्या करता है कि अवश्य वहाँ पर एक बल कार्यरत है, जिसे गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं।
- (b) लोहे की एक सीधी छड़ को जब पानी से भरी बाल्टी में डुबाया जाता है तो वह मुड़ी हुई दिखने लगती है। भौतिक विज्ञान हमें बताता है कि ऐसा प्रकाश के अपवर्तन (Refraction of Light) के कारण होता है।

अध्ययन की सुविधा के लिये हम भौतिक विज्ञान को निम्नलिखित भागों में बाँटते हैं-

- यांत्रिकी (Mechanics)
- उष्मा (Heat)
- ध्वनि (Sound)
- प्रकाशिकी (Optics)
- विद्युत एवं चुम्बकत्व (Electricity and Magnetism)
- आधुनिक भौतिकी (Modern Physics)

यांत्रिकी (Mechanics)

मापन (Measurement)

भौतिक राशियाँ (Physical Quantities): किसी द्रव्य की सही स्थिति या उचित मात्रात्मक स्थिति को दर्शाने के लिये भौतिकी के जिन पदों का उपयोग किया जाता है, भौतिक राशियाँ कहलाती हैं।

उदाहरण- द्रव्यमान (Mass), लम्बाई (Length), समय (Time) आदि।

भौतिक राशियाँ दो प्रकार की होती हैं-

1. अदिश राशियाँ (Scalar quantities)
 2. सदिश राशियाँ (Vector quantities)
- 1. अदिश राशियाँ (Scalar quantities):** वे भौतिक राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिये केवल भौतिक परिमाण (Magnitude) की आवश्यकता होती है, अदिश राशियाँ कहलाती हैं। इन राशियों के साथ कोई दिशा नहीं होती है।
- उदाहरण-** द्रव्यमान (Mass), दूरी (Distance), चाल (Speed), आयतन (Volume), घनत्व (Density), कार्य (Work), शक्ति (Power), ऊर्जा (Energy) आदि।

2. **सदिश राशियाँ (Vector quantities):** वे भौतिक राशियाँ, जिन्हें व्यक्त करने के लिये परिमाण (Magnitude) के साथ-साथ दिशा (Direction) की भी आवश्यकता होती है, सदिश राशियाँ कहलाती हैं।

उदाहरण— विस्थापन (Displacement), वेग (Velocity), त्वरण (Acceleration), संवेग (Momentum), आवेग (Impulse), वैद्युत क्षेत्र (Electric Field) आदि।

जैसे वेग = 5 मीटर/से. पूरब की ओर

संवेग = 10 किग्रा मी./से. दक्षिण की ओर

किसी भौतिक राशि को व्यक्त करने के लिये उसके दो तथ्यों का ज्ञान होना चाहिये—

$$\text{भौतिक राशि} = \text{आंकिक मान} * \text{मात्रक}$$

$$\text{Physical quantity} = \text{Numerical value} * \text{Unit}$$

उदाहरण— यदि हम कहते हैं कि किसी बर्तन में 5 लीटर दूध है तो कहने का तात्पर्य है कि

बर्तन में दूध के आयतन का आंकिक मान = 5

दूध का आयतन मापने का मात्रक = लीटर तथा बर्तन में 1 लीटर आयतन के पाँच गुने के बराबर दूध है।

मापन की इकाइयाँ (Units of Measurement)

किसी भौतिक राशि को मापने के मानक को मात्रक (unit) कहा जाता है।

जब हमें किसी भौतिक राशि (लम्बाई, द्रव्यमान, समय आदि) को मापना होता है तो इसके एक निश्चित परिमाण को मानक मानकर इसे एक निश्चित नाम दे देते हैं तथा इसे ही संबंधित राशि का मात्रक कहा जाता है।

मात्रक दो प्रकार के होते हैं— 1. मूल मात्रक

2. व्युत्पन्न मात्रक

1. **मूल मात्रक (Fundamental Unit):** भौतिकी (Physics) के अन्तर्गत आने वाली सभी भौतिक राशियों को व्यक्त करने के लिये कुछ स्वतन्त्र मानकों का प्रयोग किया जाता है, ये मानक अन्य किसी मानक पर निर्भर नहीं करते हैं। अतः इन्हें मूल मात्रक (Fundamental unit) कहते हैं।

उदाहरण—

(i) लम्बाई का मात्रक मीटर

(ii) द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम

(iii) समय का मात्रक सेकेण्ड

ये मूल मात्रक होते हैं।

2. **व्युत्पन्न मात्रक (Derived Unit):** वे मात्रक जो दो या दो से अधिक मूल मात्रकों से प्राप्त होते हैं या मूल मात्रकों की सहायता से निर्मित किये जाते हैं, व्युत्पन्न मात्रक कहलाते हैं। विभिन्न व्युत्पन्न मात्रकों की सूची संलग्न सारणी में प्रदर्शित है।

क्र.सं.	उदाहरण
(i)	क्षेत्रफल (Area) = लम्बाई × चौड़ाई क्षेत्रफल का मात्रक = मीटर × मीटर = मीटर ²
(ii)	आयतन (Volume) = लम्बाई × चौड़ाई × ऊँचाई आयतन का मात्रक = मीटर × मीटर × मीटर = मीटर ³

(iii)	$\text{घनत्व (Density)} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$ $\text{घनत्व का मात्रक} = \frac{\text{किग्रा}}{\text{मीटर}^3} = \text{किग्रा/मीटर}^3$
(iv)	$\text{वेग (Velocity)} = \frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$ $\text{वेग का मात्रक} = \frac{\text{मीटर}}{\text{सेकेंड}} = \text{मीटर/सेकेंड}$
(v)	$\text{त्वरण (Acceleration)} = \frac{\text{वेग परिवर्तन}}{\text{समय}}$ $\text{त्वरण का मात्रक} = \frac{\text{मीटर / सेकेंड}}{\text{सेकेंड}} = \text{मीटर/सेकेंड}^2$
(vi)	$\text{संवेग (Momentum)} = \text{द्रव्यमान} \times \text{वेग}$ $\text{संवेग का मात्रक} = \text{किग्रा} \times \text{मीटर/सेकेंड}$
(vii)	$\text{बल (Force)} = \text{द्रव्यमान} \times \text{त्वरण}$ $\text{बल का मात्रक} = \text{किग्रा.} \times \text{मीटर/सेकेंड}^2 = \text{न्यूटन}$ <p>नोट : कुछ व्युत्पन्न मात्रकों का विशेष नामकरण भी कर दिया जाता है, जैसे-</p> $\text{बल का मात्रक} = \text{किग्रा मीटर/सेकेंड}^2 = \text{न्यूटन}$
(viii)	$\text{कार्य (Work)} = \text{बल} \times \text{विस्थापन}$ $\text{कार्य का मात्रक} = \text{किग्रा. मीटर/सेकेंड}^2 \times \text{मीटर} = \text{किग्रा. मीटर}^2 / \text{सेकेंड}^2$ <p style="text-align: center;">या</p> $\text{कार्य का मात्रक} = \text{न्यूटन मीटर}$ <ul style="list-style-type: none"> ● कार्य के मात्रक को जूल (Joule या J) भी कहा जाता है। अर्थात 1 जूल = 1 न्यूटन मीटर ● कार्य तथा ऊर्जा के मात्रक समान होते हैं, जिन्हें जूल कहते हैं।
(ix)	$\text{शक्ति/सामर्थ्य (Power)} = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{लगा समय}}$ $\text{शक्ति का मात्रक} = \frac{\text{जूल}}{\text{सेकेंड}} = \text{जूल / सेकेंड या वाट (Watt)}$ <ul style="list-style-type: none"> ● शक्ति या सामर्थ्य के मात्रक को वाट (Watt या W) भी कहा जाता है।
(x)	$\text{दाब (Pressure)} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$ $\text{दाब का मात्रक} = \frac{\text{न्यूटन}}{\text{मीटर}^2} = \text{न्यूटन/मीटर}^2$

दस की घात (Power of 10)

जब हमें बहुत छोटे या बहुत बड़े मान की राशि का उपयोग करना होता है तो गणना की सुविधा की दृष्टि से इसे दस की घात में व्यक्त किया जाता है जो निम्नलिखित है-

उच्च पूर्वलग्न (Higher Prefixes)			
क्र.सं.	दस की घात में मान	पूर्वलग्न (Prefix)	प्रतीक (Symbol)
1.	10^1	डेका (Deca)	Da
2.	10^2	हेक्टो (Hecto)	h
3.	10^3	किलो (Kilo)	K
4.	10^6	मेगा (Mega)	M
5.	10^9	गीगा (Giga)	G
6.	10^{12}	टेरा (Tera)	T
7.	10^{15}	पेटा (Peta)	P
8.	10^{18}	एक्सा (Exa)	E

निम्न पूर्वलग्न (Lower Prefixes)			
क्र.सं.	दस की घात में मान	पूर्वलग्न (Prefix)	प्रतीक (Symbol)
1.	10^{-1}	डेसी (Deci)	d
2.	10^{-2}	सेण्टी (Centi)	c
3.	10^{-3}	मिली (Milli)	m
4.	10^{-6}	माइक्रो (Micro)	μ
5.	10^{-9}	नैनो (Nano)	n
6.	10^{-12}	पिको (Pico)	p
7.	10^{-15}	फेम्टो/फर्मी (Femto/Fermi)	f
8.	10^{-18}	आटो (Atto)	a

उपरोक्त सारणियों के आधार पर हम कह सकते हैं कि-

- 1 किलोमीटर = 10^3 मीटर = 1000 मीटर
- 1 पिकोग्राम = 10^{-12} ग्राम
- 1 नैनोमीटर 10^{-9} मीटर

इसी प्रकार $\therefore 10^{-3}$ मीटर = 1 मिलीमीटर

अतः 1 नैनोमीटर = 10^{-9} मीटर $10^{-6} \times 10^{-3}$ मीटर
= 10^{-6} मिलीमीटर

$\therefore 1$ माइक्रोमीटर = 10^{-6} मीटर = $10^{-3} \times 10^{-3}$ मीटर
= 10^{-3} मिलीमीटर

Note: 1 माइक्रोमीटर को 1 माइक्रोन भी कहा जाता है

अतः 1 माइक्रोन = 10^{-3} मिलीमीटर = $\frac{1}{1000}$ मिलीमीटर

मात्रक पद्धतियाँ (Systems of Unit)

भौतिक राशियों को मापने हेतु प्रयुक्त 'मात्रकों' के लिये चार पद्धतियाँ (System) प्रचलित हैं—

1. MKS पद्धति 2. CGS पद्धति 3. FPS पद्धति 4. SI पद्धति

- MKS पद्धति (Metre Kilogram Second System) :** इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक मीटर, द्रव्यमान का मात्रक किलोग्राम तथा समय का मात्रक सेकेण्ड प्रयोग किया जाता है।
- CGS पद्धति (Centimetre Gram Second System) :** इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक सेंटीमीटर, द्रव्यमान का मात्रक ग्राम तथा समय का मात्रक सेकेण्ड प्रयोग किया जाता है।
- FPS पद्धति (Foot Pound Second System) :** इस पद्धति में लम्बाई का मात्रक फुट, द्रव्यमान का मात्रक पाउण्ड तथा समय का मात्रक सेकेण्ड प्रयोग किया जाता है।
- अन्तर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति या SI पद्धति (System International Unit)**
 - SI पद्धति, MKS पद्धति का ही संशोधित एवं परिवर्द्धित रूप है।
 - सन् 1960 में अन्तर्राष्ट्रीय माप तौल अधिवेशन में SI पद्धति को ही सर्वमान्य घोषित किया गया तथा अब इसी पद्धति को मानक (standard) रूप से प्रयोग में लाया जाता है।
 - SI पद्धति के अन्तर्गत सात (7) मूल मात्रक (Fundamental units) तथा दो (2) सम्पूरक मात्रक (Supplementary units) होते हैं।

SI पद्धति के सात मूल मात्रक (Seven Fundamental Units of SI System)

क्र.सं.	भौतिक राशि (Physical quantity)	SI मात्रक (SI unit)	प्रतीक (Symbol)
1.	लम्बाई (Length)	मीटर (Metre)	m
2.	द्रव्यमान (Mass)	किलोग्राम (Kilogram)	kg
3.	समय (Time)	सेकेण्ड (Second)	S
4.	विद्युत धारा (Electric Current)	एम्पियर (Ampere)	A
5.	ताप (Temperature)	केल्विन (Kelvin)	K
6.	ज्योति तीव्रता (Luminous Intensity)	कैण्डेला (Candela)	Cd
7.	पदार्थ की मात्रा (Amount of Substance)	मोल (Mol)	Mol

SI पद्धति के सम्पूरक मात्रक (Two Supplementary Units of SI System)

क्र.सं.	भौतिक राशि (Physical quantity)	SI मात्रक (SI unit)	प्रतीक (Symbol)
1.	समतल कोण (Plane Angle)	रेडियन (Radian)	Rad
2.	ठोसीय कोण (Solid Angle)	स्टेरेडियन (Steradian)	Sr

- मीटर (Metre):** SI पद्धति के अन्तर्गत लम्बाई का मात्रक 'मीटर' होता है।

'वैद्युत चुम्बकीय तरंग (प्रकाश) द्वारा निर्वात में एक सेकेण्ड के $\frac{1}{299,792,458}$ ($\approx 3.33564095 \times 10^{-9}$) वें भाग में चली गई दूरी को एक मीटर कहा जाता है।'

लम्बाई/दूरी के अन्य मात्रक		
क्र.सं.	मात्रक (Unit)	मान (Value)
1.	1 किलोमीटर	1000 मीटर
2.	1 मील (Mile)	1.60934 किमी
3.	1 समुद्री (नाविक) मील	1.852 किमी
4.	1 खगोलीय इकाई (AU)	1.495×10^{11} मीटर
5.	1 प्रकाश वर्ष (Light year)	9.46×10^{15} मीटर
6.	1 पारसेक (Parsec)	3.084×10^{16} मीटर या 3.26 प्रकाश वर्ष

नोट:

1. प्रकाश वर्ष, पारसेक एवं खगोलीय इकाई (एस्ट्रोनॉमिकल यूनिट (A.U.) अत्यंत लंबी खगोलीय दूरियों को मापने के मात्रक हैं।
2. 1 प्रकाशवर्ष प्रकाश द्वारा एक वर्ष में तय की गई दूरी के बराबर होता है।
3. 1 खगोलीय इकाई (A.U.) पृथ्वी के केंद्र से सूर्य के केंद्र के औसत दूरी के बराबर होती है।
4. 1 पारसेक वह दूरी है, जिस पर एक खगोलीय इकाई एक सेकेण्ड का कोण बनाती है।

$$1 \text{ पारसेक} = 3.84 \times 10^{16} \text{ m}$$

2. **किलोग्राम (Kilogram):** SI पद्धति के अन्तर्गत, द्रव्यमान का मात्रक 'किलोग्राम' होता है। अन्तर्राष्ट्रीय माप तौल कार्यालय में रखे प्लेटिनम-इरीडीयम मिश्र धातु से बने टुकड़े के द्रव्यमान को, एक किलोग्राम माना गया है। अथवा 4° सेन्टीग्रेट ताप पर 1 लीटर (1000 सेमी³) जल का द्रव्यमान, 1 किलोग्राम होता है।

द्रव्यमान के अन्य मात्रक		
क्र.सं.	मात्रक (Unit)	मान (Value)
1.	1 औंस (ounce-oz)	28.35 ग्राम
2.	1 पाउण्ड (Pound-lb)	16 औंस या 453.52 ग्राम
3.	1 किलोग्राम	1000 ग्राम या 2.205 पाउण्ड
4.	1 क्विंटल	100 किलोग्राम
5.	1 मीट्रिक टन	1000 किलोग्राम

3. **सेकेण्ड (Second):** SI पद्धति के अन्तर्गत समय का मात्रक सेकेण्ड होता है। वह समयान्तराल (Time Interval) जिसमें परमाणुक घड़ी (atomic clock) का सीजियम (cs-133) परमाणु 9,192,631,770 बार कम्पन पूर्ण करता है, 1 सेकेण्ड कहलाता है।

समय के अन्य मात्रक		
क्र.सं.	मात्रक (Unit)	मान (Value)
1.	1 मिनट (Minute)	60 सेकेण्ड
2.	1 घण्टा (Hour)	60 मिनट या $60 \times 60 = 3600$ सेकेण्ड
3.	1 दिन (Day)	24 घंटे या $24 \times 60 \times 60 =$ सेकेण्ड
4.	1 सप्ताह (Week)	7 दिन
5.	1 चन्द्र मास (Lunar Month)	4 सप्ताह या 28 दिन
6.	1 सौर मास	30 या 31 दिन फरवरी (Solar Month) में 28 या 29 दिन
7.	1 वर्ष (Year)	365 दिन या 12 सौर मास या 13 चन्द्र मास 1 दिन
8.	1 लीप वर्ष (Leap year)	फरवरी में 29 दिन, वर्ष में 366 दिन

- एम्पीयर (Ampere):** SI पद्धति के अन्तर्गत विद्युत का मात्रक एम्पीयर होता है।
वैद्युत धारा का वह मान जो निर्वात में 1 मीटर की दूरी पर रखे दो सीधे, अनन्त लम्बाई के समानान्तर तारों में प्रवाहित करने पर, प्रत्येक तार की प्रतिमीटर लम्बाई पर तारों के बीच 2×10^{-7} न्यूटन का बल उत्पन्न करती है, एक एम्पीयर (A) कहलाती है।
- केल्विन (Kelvin):** SI पद्धति के अन्तर्गत ताप का मात्रक केल्विन (K) होता है।
जल के त्रिक बिन्दु (Triple Point) के ऊष्मागतिक ताप का $\frac{1}{273.16}$ वाँ भाग, 1 केल्विन (k) कहलाता है।
- कैण्डिला (Candela):** SI पद्धति के अन्तर्गत ज्योति तीव्रता का मात्रक कैण्डिला होता है।
कृष्णिका (Black Body) के पृष्ठ के $\frac{1}{600000}$ मीटर² क्षेत्रफल की पृष्ठ के लम्बवत् दिशा में ज्योति तीव्रता 1 कैण्डिला होती है, जब कृष्णिका का ताप प्लेटिनम के गलनांक (Melting point) के बराबर हो।
- मोल (Mol):** SI पद्धति के अन्तर्गत 'पदार्थ की मात्रा' (Amount of Substance) का मात्रक मोल (mol) होता है।
किसी पदार्थ की वह मात्रा, जिसमें उस पदार्थ के अवयवों (अणु या परमाणु या आयन) की संख्या, कार्बन (C-12) के 0.012 किग्रा में उपस्थित परमाणुओं की संख्या के बराबर होती है मोल कहलाती है।
चूँकि C-12 के 0.012 किग्रा में परमाणुओं की संख्या 6.023×10^{23} होती है। अतः एक मोल पदार्थ की वह मात्रा है जिसमें उसके अवयवी तत्त्वों की संख्या 6.023×10^{23} हो। इस संख्या को ही एवोगैड्रो नियतांक कहते हैं।
- रेडियन (Radian):** SI पद्धति के अन्तर्गत, समतल कोण का सम्पूरक मात्रक (Supplementary Unit) रेडियन (Rd) होता है।
वह कोण, जो वृत्त की त्रिज्या के बराबर की चाप, वृत्त के केन्द्र पर बनाता है, रेडियन (Radian) कहलाता है।
- स्टेरेडियन (Steradian):** SI पद्धति के अन्तर्गत, ठोसीय कोण का सम्पूरक मात्रक (Supplementary Unit) 'स्टेरेडियन' (Sr) होता है।
घन कोण का वह मान जो गोले के पृष्ठ के उस भाग जिसका क्षेत्रफल गोले की त्रिज्या के वर्ग के बराबर होता है, द्वारा गोले के केन्द्र पर बनाया जाता है, 1 स्टेरेडियन (Sr) कहलाता है।

कुछ अन्य मात्रक

उपरोक्त मात्रकों के अतिरिक्त कई अन्य मात्रक भी सामान्य व्यवहार में प्रचलित हैं। उनमें से कुछ प्रमुख प्रचलित मात्रकों का विवरण निम्नलिखित है-

- 1 इंच = 2.54 सेमी

2. 1 फुट = 12 इंच = 30.48 सेमी
∴ 6 फुट = $30.48 \times 6 \approx$ सेमी = 183×10^{-7} नैनोमीटर
3. 1 माइक्रॉन = 10^{-6} मीटर
4. 1 एंग्स्ट्रॉम = 10^{-6} मीटर, सामान्यतः तरंगदैर्घ्य को एंग्स्ट्रॉम में मापते हैं।
5. 1 बैरल = 159 लीटर (लगभग)
6. 1 हॉर्सपावर (अश्व शक्ति) = शक्ति का मात्रक = 746 वाट
7. विद्युत धारा का मात्रक = एम्पियर
8. विद्युत प्रतिरोध का मात्रक = ओम
9. विद्युत आवेश का मात्रक = कूलॉम
10. विभव या विभवान्तर (Electric Potential) का मात्रक = वोल्ट
11. दाब (Pressure) के मात्रक हैं = पास्कल, बार, वायुमंडलीय दाब इत्यादि।

कुछ विशेष मापक यंत्र

मनुष्य प्रकृति की विभिन्न राशियों (Quantities) को मापने के लिये कई मापक यंत्रों का प्रयोग करता है। ऐसे कुछ मापक यंत्र एवं उनके अनुप्रयोगों की सूची निम्नलिखित है-

क्र.सं.	मापक यंत्र	उपयोग	क्र.सं.	मापक यंत्र	उपयोग
1.	बैरोमीटर	वायुमंडलीय दाब मापने में	14.	कैरेटोमीटर	स्वर्ण की शुद्धता
2.	हाइड्रोमीटर	तरल पदार्थों का सापेक्षिक घनत्व	15.	स्टेथेस्कोप	हृदय की ध्वनि सुनने के लिये
3.	हाइग्रोमीटर	सापेक्षित आर्द्रता सापेक्षिक घनत्व	16.	स्फिग्मोमैनोमीटर	रक्त चाप मापने में
4.	मैनोमीटर	गैसों का दाब सापेक्षिक घनत्व	17.	लक्समीटर	प्रकाश की तीव्रता
5.	गैलवेनोमीटर	विद्युत धारा की उपस्थिति सापेक्षिक घनत्व	18.	सोनार	समुद्र में डूबी वस्तुओं की स्थिति पता लगाने में
6.	ऑडियोमीटर	ध्वनि की तीव्रता	19.	अल्टीमीटर	ऊँचाई मापने में
7.	एनीमोमीटर	वायु की गति	20.	फैदोमीटर	समुद्र की गहराई
8.	एमीटर	विद्युत धारा	21.	स्पीडोमीटर	चाल मापने के लिये
9.	वोल्टमीटर	विभवांतर	22.	ओडोमीटर	किसी वाहन द्वारा तय की गई दूरी
10.	पाइरोमीटर	उच्च तापमान	23.	फोनोमीटर	विद्युत चुम्बकीय तरंग की आवृत्ति
11.	सीस्मोग्राफ	भूकंप	24.	ऑक्सैनोमीटर	पौधों की वृद्धि दर मापने में
12.	थर्मामीटर	तापमान मापने में	25.	टैकोमीटर	वायुयानों तथा मोटर नावों की गति
13.	लैक्टोमीटर	दूध का आपेक्षिक घनत्व	26.	एक्टीमीटर	सूर्य किरणों की तीव्रता

गति (Motion)

विराम एवं गति (Rest and Motion)

यदि कोई वस्तु अपनी स्थिति में, किसी स्थिर वस्तु के सापेक्ष, समय के साथ परिवर्तन करती है तो इसे वस्तु की गति अवस्था कहा जाता है।

समय परिवर्तन के साथ तथा किसी स्थिर वस्तु के सापेक्ष यदि वस्तु अपनी स्थिति में परिवर्तन न करे तो इसे वस्तु की विराम अवस्था (Resting State) कहा जाता है।

- चूँकि गति एक सापेक्षिक अवधारणा है, अतः किसी व्यक्ति के लिये एक वस्तु गतिशील जबकि दूसरे के लिये वही वस्तु स्थिर प्रतीत हो सकती है।

उदाहरण- यदि यात्रियों की एक बस गति कर रही है तो सड़क पर लगे हुए वृक्ष, बस के यात्रियों को गतिशील लगेंगे जबकि सड़क के किनारे खड़े व्यक्ति को बस के साथ-साथ बस में बैठे यात्री भी गतिशील लगेंगे और बस के अंदर बैठे हुए यात्री को अपने साथी यात्री विरामावस्था में प्रतीत होंगे।

दूरी (Distance)

गति (Straight Line Motion) करती हुई वस्तु के द्वारा तय किये गए सम्पूर्ण मार्ग (Path) की लम्बाई को दूरी (Distance) कहा जाता है।

- दूरी (Distance) एक अदिश राशि (Scalar quantity) होती है, अर्थात् इसे व्यक्त करने के लिये दिशा की आवश्यकता नहीं होती है।
- दूरी का मान सदैव धनात्मक (Positive) होता है।

विस्थापन (Displacement)

किसी वस्तु की अंतिम स्थिति तथा प्रारम्भिक स्थिति के बीच की न्यूनतम दूरी को विस्थापन कहते हैं।

- विस्थापन (Displacement) एक सदिश राशि (Vector quantity) होती है, अर्थात् इसे व्यक्त करने के लिये परिमाण के साथ-साथ दिशा की भी आवश्यकता होती है।
- विस्थापन का मान धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य कुछ भी सम्भव हो सकता है।

चाल (Speed)

किसी वस्तु द्वारा इकाई समय में तय की गई दूरी के मान को उस वस्तु की चाल (speed) कहते हैं।

- चाल का SI मात्रक मीटर / सेकेण्ड (M.Sec⁻¹) होता है तथा चाल की विमा [LT⁻¹] होती है।
- चाल एक अदिश राशि होती है।

यदि एक वस्तु t समय में s दूरी तय करती है, तो वस्तु की औसत चाल (v) इन दोनों के अनुपात के बराबर होगी।

$\text{औसत चाल} = \frac{\text{तय की गई कुल दूरी}}{\text{कुल समयावधि}}$
$v = \frac{s}{t}$

वेग (Velocity)

इकाई समय में किसी वस्तु द्वारा तय किया गया विस्थापन उस वस्तु का वेग कहलाता है।

- वेग का SI मात्रक मीटर/सेकेण्ड (M.Sec⁻¹) होता है तथा वेग की विमा [LT⁻¹] होती है।
- वेग एक सदिश राशि होती है।

$\text{औसत वेग} = \frac{\text{वस्तु का विस्थापन}}{\text{कुल समयावधि}}$
--

त्वरण (Acceleration)

यदि किसी वस्तु का वेग समय के साथ परिवर्तित होता है तो उस वस्तु के वेग परिवर्तन की दर को त्वरण कहा जाता है।

$\text{त्वरण} = \frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{लिया गया समय}}$
--

यदि एक वस्तु का प्रारम्भिक वेग u से t समय में बदलकर v हो जाता है तो वस्तु का त्वरण $a = \frac{v-u}{t}$
 v और u के अंतर तथा t के अनुपात के बराबर होगा।

- त्वरण का SI मात्रक मीटर/सेकेण्ड² (M.Sec⁻²) होता है तथा त्वरण की विमा [LT⁻²] होती है।
- त्वरण एक सदिश राशि होती है।
- यदि त्वरण वेग की दिशा में हो तो इसका मान धनात्मक तथा यदि वेग की विपरीत दिशा में हो तो इसका मान ऋणात्मक होता है।

नियत त्वरण से गतिशील वस्तु के लिये गति के समीकरण

यदि कोई वस्तु एक नियत त्वरण से एक सरल रेखा में गति कर रही हो तो इसकी गति को विभिन्न समीकरणों द्वारा व्यक्त किया जा सकता है:

- यदि एक वस्तु प्रारम्भिक वेग u से चलना प्रारम्भ करती है और वस्तु का एक नियत त्वरण a है। माना कि t सेकेण्ड के बाद वस्तु s दूरी तय कर लेती है तथा इसका अन्तिम वेग v हो जाता है तो वस्तु की गति के लिये गति के समीकरण इस प्रकार होंगे—

$$1. \quad v = u + at$$

$$2. \quad s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$3. \quad v^2 = u^2 + 2as$$

4. वस्तु द्वारा n वें सेकेण्ड में चली गई दूरी

$$S_n = u + \frac{1}{2} a(2n - 1)$$

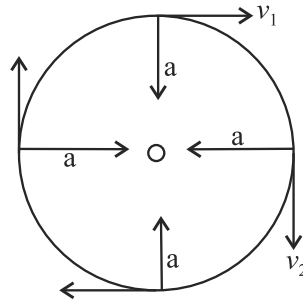
वृत्तीय गति (Circular Motion)

जब कोई वस्तु किसी वृत्ताकार मार्ग पर गति करती है तो इसे वस्तु की वृत्तीय गति कहा जाता है।

एकसमान वृत्तीय गति (Uniform Circular Motion)

जब कोई वस्तु एक निश्चित बिन्दु को केन्द्र मानकर उसके चारों ओर वृत्तीय पथ पर समान चाल (constant speed) से गति करती है तो उसकी गति एकसमान वृत्तीय गति कहलाती है।

एकसमान वृत्तीय गति के प्रत्येक बिन्दु पर एक त्वरण लगता रहता है। इस त्वरण का परिमाण (Magnitude) अचर रहता है जबकि दिशा (Direction) लगातार बदलती रहती है। चूँकि इस त्वरण की दिशा हमेशा केंद्र की ओर (केंद्राभिमुख) रहती है। अतः इसे अभिकेंद्र त्वरण भी कहते हैं।



एकसमान वृत्तीय गति (Uniform Circular Motion)

कोणीय विस्थापन (Angular Displacement)

जब कोई कण किसी वृत्ताकार मार्ग पर गति करता है तो अपनी प्रारम्भिक स्थिति के सापेक्ष, कण जितने कोण से घूम जाता है उसे कोणीय विस्थापन कहा जाता है। कोणीय विस्थापन एक सदिश राशि होती है। कोणीय विस्थापन का मात्रक 'रेडियन' (Radian) होता है।

यदि कोई कण Δt समय में, r त्रिज्या वाले वृत्तीय पथ पर Δs दूरी चलता है, तो कण का कोणीय विस्थापन $\Delta\theta$

$$\Delta\theta = \frac{\Delta s}{r}$$