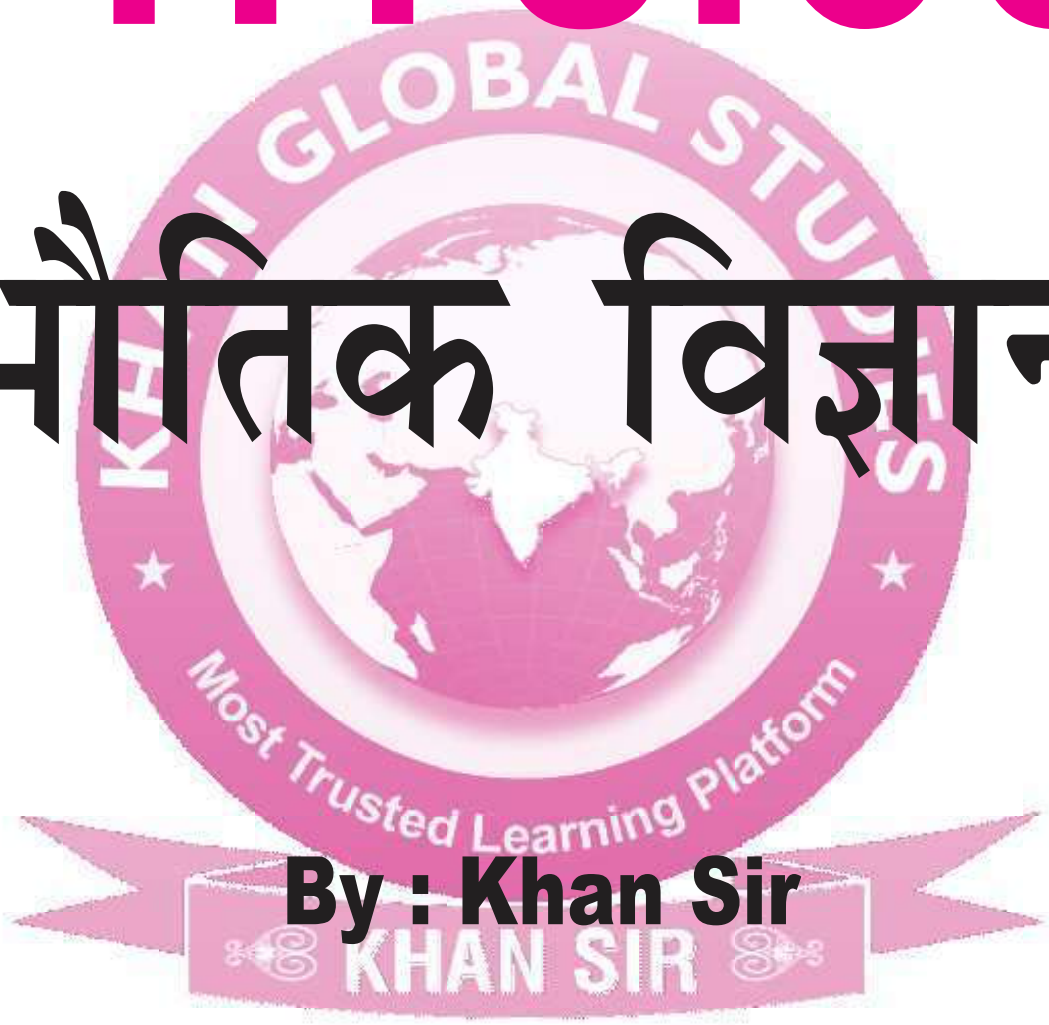
PHYSICS

भौतिक विज्ञान



By : Khan Sir

KHAN GLOBAL STUDIES
KGS Campus, Sai Mandir, Musallahpur Hatt, Patna-6
Mob : 8877918018, 8757354880

अनुक्रम

क्र.सं.	अध्याय	पृष्ठ संख्या
01.	मात्रक और विमा (Unit & Dimension)	01-04
02.	सदिश तथा अदिश राशियाँ (Vector & Scalar Quantity)	05-08
03.	गति और वेग (Motion & Velocity)	09-14
04.	प्रक्षेप्य गति (Projectile Motion)	15-19
05.	कार्य, शक्ति और ऊर्जा (Work, Power & Energy)	20-25
06.	घर्षण (Friction)	26-27
07.	उत्तोलक (Lever)	28-29
08.	बल तथा बल आघूर्ण (Force and Torque)	30-32
09.	गुरुत्वाकर्षण (Gravitational)	33-37
10.	सरल आवर्त गति [S.H.M. (Simple Hormonic Motion)]	38-39
11.	दाब (Pressure)	40-44
12	प्रत्यास्थता (Elasticity)	45-48
13.	उष्मा (Heat)	49-58
14.	तरंग (Wave)	59-61
15.	ध्वनि (Sound)	62-68
16.	प्रकाश (Light)	69-74
17.	अपवर्तन (Reflection)	75-77
18.	लेंस (Lens)	78-83
19.	आवर्धन और वर्ण विक्षेपण (Magnification & Dispersion)	84-88
20.	मानव-नेत्र (Human Eye)	89-95
21.	विद्युत एवं विद्युत धारा (Electricity and Electric Current)	96-112
22.	चुम्बक (Magnet)	113-116

आधुनिक भौतिकी (Modern Physics)

23.	प्रकाश का विद्युत प्रभाव (Electrical effect of Light)	117-122
24.	महत्वपूर्ण तथ्य (Important Facts)	123-126

01. मात्रक और विमा (Unit & Dimension)

❖ **भौतिकी (Physics)–** ऊर्जा तथा द्रव्य के बीच आपसी संबंध का अध्ययन भौतिकी कहलाता है।

$\boxed{E = mc^2}$ [c = Speed = 3×10^8]

Q. 1 kg पदार्थ में ऊर्जा ज्ञात करें–

$E = mc^2$

$= 1 \times (3 \times 10^8)^2$

$= 9 \times 10^{16}$ Joule

❖ **भौतिक विज्ञान मापन का अध्ययन होता है।**

किसी भी भौतिक राशि को व्यक्त करने के लिए मात्रक तथा परिमाण दोनों की आवश्यकता होती है।

40 kg
- मात्रक
- परिमाण

❖ **भौतिक राशि के मापन के लिए चार प्रणाली प्रसिद्ध है–**

मापन पद्धति
- FPS पद्धति
- CGS पद्धति
- MKS पद्धति
- S.I. पद्धति

(i) F P S
- Second – समय
- Pound – द्रव्यमान
- Foot – लंबाई

इसे ब्रिटिश पद्धति कहते हैं।

(ii) C G S
- Second – समय
- Gram – द्रव्यमान
- Centimetre – लंबाई

इसे फ्रेंच या मिट्रिक पद्धति कहते हैं।

(iii) M K S
- Second – समय
- Kilogram – द्रव्यमान
- Metre – लंबाई

इसे भी मिटरी पद्धति कहते हैं।

(iv) **अंतर्राष्ट्रीय पद्धति (System of International)–** यह M K S का ही विस्तृत रूप है–

☞ सन् 1971 ई० में फ्रांस की राजधानी पेरिस में माप तौल विभाग के अंतराष्ट्रीय अधिवेशन में S.I पद्धति को मान्यता मिली।

☞ S.I. प्रणाली के आधार पर 7 मूल्य राशियाँ हैं। जिनके लिए 7 मूल मात्रक है। शेष मात्रक इन्हीं मूल मात्रकों से बने होते हैं। उन शेष मात्रकों को व्युत्पन मात्रक कहते हैं।

S.I. मात्रक
- 1. मूल मात्रक (Basic unit) इसकी संख्या **7** होती है।
- 2. सम्पूरक मात्रक (Supplementry unit) इसकी संख्या **2** होती है।

1. मूल मात्रक (Basic Unit)–

मूल राशि	मूल मात्रक	संकेत	विमा
लंबाई (Length)	Metre	m	[L]
द्रव्यमान (Mass)	Kilogram	Kg	[M]
समय (Time)	Second	s	[T]
तापमान (Temperature)	Kelvin	k	[K]
धारा (Current)	Ampere	A	[A]
ज्योति तीव्रता (Luminous intensity)	Candela	Cd	[C]
पदार्थ की मात्रा (Amount of Substance)	mole	mol	N

Note :– सभी प्रणाली में समय का मात्रक सेकेण्ड (s) होता है।

Remark :– रेडियन तथा स्टेरेडियन पूरक मात्रक है। रेडियन को कोण में मापते हैं तथा स्टेरेडियन को घन में मापते हैं।

नाम	मात्रक	संकेत
समतल कोण (Plane angle)	radian	rad
ठोस कोण (Solid angle)	Steradian	Sr

❖ **व्युत्पन्न मात्रक (Derived Unit)–** ये दो या दो से अधिक मूल मात्रकों से मिलकर बने होते हैं।

क्र.सं.	नाम	सूत्र	मात्रक	विमा
1.	क्षेत्रफल (Area)	ल० × चौ०	$m \times m = m^2$	$[L^2]$
2.	आयतन (Volume)	ल० × चौ० × ऊँ०	$m \times m \times m = m^3$	$[L^3]$
3.	चाल (Speed)	$\frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}$	$\frac{M}{s} = ms^{-1}$	$[LT^{-1}]$
4.	वेग (Velocity)	$\frac{\text{वेग}}{\text{समय}}$	$\frac{M}{s} = ms^{-1}$	$[LT^{-1}]$
5.	त्वरण (Acceleration)	$\frac{\text{वेग}}{\text{समय}}$	$\frac{ms^{-1}}{s} = ms^{-1}s^{-1} = ms^{-2}$	$[LT^{-2}]$
6.	बल (Force)	द्रव्यमान × त्वरण	$kg \times ms^{-2} = kg\ ms^{-2} = N$	$[MLT^{-2}]$
7.	संवेग (Momentum)	(द्रव्यमान × वेग)	$kgms^{-1}$ or N – S	$[MLT^{-1}]$
8.	आवेग (Impusle)	बल × समय	$kgms^{-2} \times s = kg\ ms^{-1}$	$[MLT^{-1}]$
9.	दाब (pressure)	$\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$	$\frac{kgms^{-2}}{m \times m} = kgms^{-2}m^{-2} = kg\,m^{-1}s^{-2}$	$[ML^{-1}T^{-2}]$
10.	पृष्ठ तनाव (Surface tension)	$\frac{\text{बल}}{\text{लम्बाई}}$	$\frac{kgm\,s^{-2}}{m} = kgs^{-2}$	$[MT^{-2}]$ या $[ML^0T^{-2}]$
11.	घनत्व (Density)	$\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$	$\frac{kg}{m^3}$	$[MT^{-3}]$ या $[ML^3T^{-0}]$
12.	कोणीय वेग (Angular Velocity)	$\frac{\text{रेखिय वेग}}{\text{त्रिज्या}}$	$\frac{ms^{-1}}{m}$	$[T^{-1}]$ या $[M^0L^0T^{-1}]$
13.	कार्य [Work]	बल × विस्थापन	$kgms^{-2} \times m = kgm^2s^{-2} = J$	$[ML^2T^{-3}]$
14.	गतिज ऊर्जा [Kinetic Energy]	$1/2\ mv^2$	$kg\ m^2/sec^2 = kgm^2s^{-2} = J$	$[ML^2T^{-2}]$
15.	बल आघूर्ण (Torque)	बल × घूर्णन अक्ष से लम्बवत् दूरी	न्यूटन – मीटर	$[ML^2T^{-2}]$
16.	कोणिय विस्थापन	$\frac{\text{चाप}}{\text{त्रिज्या}}$	रेडियन	विमाहीन राशि=$[M^0L^0T^0]$
17.	शक्ति (Power)	कार्य/समय	जूल/सेकण्ड या वाट	$[ML^2T^{-3}]$
18.	गुरुत्वाकर्षण नियतांक (Gravitational Constant)	बल × (दूरी)^2 / द्रव्यमान^2	न्यूटन मी.^{2} / किग्रा^{2}	$[M^{-1}L^3T^{-2}]$
19.	गुरुत्वीय विभव (Gravitational Potential)	कार्य/द्रव्यमान	जूल / किग्रा	$[L^2T^{-2}]$
20.	यंग गुणांक (Young's Modulus)	अनुदैर्ध्य प्रतिबल/अनुदैर्ध्य विकृति	न्यूटन / मी^{2}	$[ML^{-1}T^{-2}]$
21	वेग प्रवणता (Velocity grediant)	वेग/दूरी	प्रति सेकण्ड	$[T^{-1}]$
22.	श्यानता गुणांक (Coffieciant of Viscosity)	बल/(क्षेत्रफल × वेग प्रवणता)	$\frac{\text{न्यूटन} \times \text{सेकण्ड}}{(\text{मीटर})^2}$	$[ML^{-1}T^{-1}]$
23.	प्लांक नियतांक (Planks Constant)	ऊर्जा / आवृत्ति	जूल × सेकण्ड	$[ML^2T^{-1}]$

24.	धारिता (Capacity)	आवेश/विभावान्तर	फैराडे	$[M^{-1}L^{-2}T^4A^2]$
25.	चालकता (Conductance)	$\frac{1}{\text{प्रतिरोध}}$	ओम$^{-1}$	$[M^{-1}L^{-2}T^3A^2]$
26.	धारा घनत्व (Current Density)	विद्युत धारा / क्षेत्रफल	एम्पियर / मीटर^2	$[M^0L^{-2}T^0I^1]$
27.	फल्क्स (Flux)	$\phi = B \times A$	वेबर	$[ML^2T^{-2}I^{-1}]$
28.	प्रतिरोधकता (Resistivity)	$\rho = RA/l$	ओम मीटर	$[ML^3T^{-3}A^{-2}]$
29.	गुप्त ऊष्मा (Latent Heat)	ऊष्मीय ऊर्जा × द्रव्यमान	जूल / किग्रा	$[L^2T^{-2}]$
30.	कोणीय संवेग (Angular Momentum)	जड़त्व आघूर्ण × कोणीय वेग (I) (ω)	किग्रा मी^{2} / सेकण्ड	$[ML^2T^{-1}]$
31.	जड़त्व आघूर्ण (Moment of Interia)	द्रव्यमान × (परिभ्रमण त्रिज्या)^2	किग्रा. मी^{2}	$[ML^2]$
32.	भार (Weight)	द्रव्यमान × गुरुत्वीय त्वरण)	kgms^{-2}	$[MLT^{-2}]$

Remarks :–

→ कार्य, ऊर्जा, बलाघूर्ण के विमा समान होती है।
→ आवेग, संवेग की विमा समान होती है।
→ कोणिय, संवेग तथा प्लांक नियतांक की विमा समान होती है।
→ दाब, प्रतिबल, प्रत्यास्था की विमा समान होती है।
→ आपेक्षिक घनत्व, आपेक्षिक आर्द्रता, घर्षण गुणांक, आवर्धन क्षमता, विकृति मात्रकहीन तथा विमाहीन राशि है।
→ प्रदीप्ति की इकाई- लक्स
→ प्रदीप्ति पुंज की इकाई- ल्यूमेन।

❖ **समांगता का सिद्धात (Principle of Homogenity)–** समांगता के सिद्धांत के अनुसार प्रत्येक पद का मात्रक और विमा समान होता है।

Example :–

1.		$V =$	$u +$	at
	मात्रक	ms^{-1}	ms^{-1}	$ms^{-2} \times s = ms^{-1}$
	विमा	$[LT^{-1}]$	$[LT^{-1}]$	$[LT^{-1}]$
2.		$S =$	$ut +$	$1/2at^2$
	मात्रक	$= m$	$= ms^{-1} \times s$	$= ms^{-2} \times s^2$
		$= m$	$= m$	
	विमा	$= [L]$	$= LT^{-1}T$	$=$
			$= [L]$	$= [L]$

❖ **दस की विभिन्न घातों के पूर्वलग्न एवं उनके संकेत (Prefixes and Symbols for Various Powers of 10)–**

बड़ा		
उपसर्ग (Prefix)	संकेत (Symbol)	दस की घात (Power of 10)
डेका (deca)	da	10^1
हैक्टो (hecto)	h	10^2
किलो (kilo)	k	10^3
मेगा (mega)	M	10^6
गीगा (giga)	G	10^9
टेरा (tera)	T	10^{12}
पेटा (peta)	P	10^{15}
एक्सा (exa)	E	10^{18}

छोटा		
उपसर्ग (Prefix)	संकेत (Symbol)	दस की घात (Power of 10)
डेसी (deci)	d	10^{-1}
सेन्टी (centi)	c	10^{-2}
मिली (milli)	m	10^{-3}
माइक्रो (micro)	μ	10^{-6}
नैनो (nano)	n	10^{-9}
पिको (pico)	p	10^{-12}
फेम्टो (femto)	f	10^{-15}
ऐटो (atto)	a	10^{-18}

खगोलीय दूरियों का मापन

1. **प्रकाश वर्ष (Light Year)–** प्रकाश द्वारा निर्वात् में एक वर्ष में तय की गयी कुल दूरी **एक प्रकाश वर्ष** कहलाती है।

1 प्रकाश वर्ष $= 9.467 \times 10^{15}$ मी.

अनौपचारिक रूप से खगोलीय दूरी को व्यक्त करने के लिए प्रकाश वर्ष का प्रयोग करते हैं।

2. **खगोलीय इकाई (Astronomical Unit)–** यह भी दूरी का मात्रक है। पृथ्वी और सूर्य के बीच की माध्य दूरी **खगोलीय इकाई** कहलाती है।

1 खगोलीय मात्रक $= 1.496 \times 10^{11}$ मीटर

3. **पारसेक (Parsec)–** यह दूरी मापने की सबसे बड़ी इकाई मानी जाती है।

1 पारसेक $= 3.08 \times 10^{16}$ मी.

1 पारसेक $= 3.26$ प्रकाश वर्ष

Note :– लम्बाई का सबसे बड़ा मात्रक पारसेक है।

100 m

हेक्टेयर 100 m $1 \text{ हेक्टेयर} = \frac{100\text{m}}{100\text{m}}$

44 गज

विग्घा 44 गज $1 \text{ विग्घा} = \frac{44 \text{ गज}}{44 \text{ गज}}$

110 गज

एकड़ 44 गज $1 \text{ एकड} = \frac{44 \text{ गज}}{44 \text{ गज}}$

1 गज	3 फीट
1 चैन	22 गज
1 फर्लांग	10 चैन
1 मील	8 फर्लांग (1.6 km)
1 समुद्री मील (NM)	1.852 km
1 फैदम	6 fit
1 Feet	12 inch
1 inch	2.54 cm.
1 बैरल	159 ली.
1 गैलन	3.8 ली.
1 कैरेट	0.2 gm.
1 औंस	28.35 gm.
1 पाउण्ड	453.6 gm.
1 kg	1000 gm.

Remarks :–

- 1 year = 13 चन्द्रमास तथा 1 दिन
- 1 चन्द्रमास (Lunar Month) = 4 सप्ताह = 28 दिन
- 1 मील = 1760 गज = 1.6 km = 1609 m
- 1 पाउण्ड = 16 औंस = 0.4536 kg
- 1 चन्द्रशेखर सीमा = 1.4 × सूर्य का द्रव्यमान
  $= 2.8 \times 10^{30}$kg
- 1 परमाणु द्रव्यमान = 1.66×10^{-27} kg
- 1 मैक = 340.3 मीटर/सेकण्ड (ध्वनि की गति)
- 1 कॉस्मिक वर्ष = 25 करोड़ वर्ष
- 1 नैनो सेकण्ड = 10^{-9} सेकण्ड
- 1 सौर्य दिवस = 24 घंटा
- 1 पिको सेकण्ड = 10^{-12} सेकण्ड

02. सदिश तथा अदिश राशियाँ (Vector & Scalar Quantity)

❖ **अदिश राशि (Scalar Quantity)**– वैसी राशियाँ जिसमें केवल परिमाण होता है किन्तु दिशा नहीं होती है उसे अदिश राशि कहते हैं।

जैसे– द्रव्यमान, समय, दाब, ऊर्जा, क्षेत्रफल, आयतन लम्बाई, धारा इत्यादि।

☞ यह साधारण बीजगणित के नियमों का पालन करती है।

Note :– धारा की दिशा होती है किन्तु वह सदिश के योग का नियम का पालन नहीं करता है।

❖ **सदिश राशि (Vector Quantity)**– वैसी राशियाँ जिनका परिमाप के साथ दिशा भी हो उसे सदिश राशि कहते हैं।

जैसे– विस्थापन, वेग, त्वरण, बल, संवेग, आवेग, विद्युत क्षेत्र की तीव्रता, चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता, भार।

Trick :– व / ब / ण

☞ विस्थापन, वेग, त्वरण, संवेग, आवेग, विद्युत ध्रुव, तीव्रता

☞ घर्षण, आघूर्ण, गुरुत्वाकर्षण

अपवाद– दाब, घनत्व, द्रव्यमान, विद्युत धारा, विभव।

☞ यह साधारण बीजगणित के नियमों का पालन नहीं करती है।

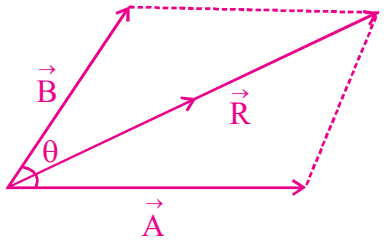
❖ **सदिशों का निरूपण (Representation of a Vector)**– सदिशों को निरूपित करने के लिए किसी भी भौतिक राशि के ऊपर तीर के चिन्ह ($\rightarrow$) का प्रयोग किया जाता है जहाँ तीर का माथा उसकी दिशा को बताता है तथा उसकी लम्बाई उसके परिमाण को बताता है।

$\vec{A}$ A

सदिश अदिश

❖ **सदिशों के जोड़ का नियम (Law of Addition of Vectors)**– सदिश राशि को जोड़ने के लिए त्रिभुज नियम या समानान्तर चतुर्भुज का नियम का पालन करते हैं।

❖ **समांतर चतुर्भुज का नियम (Law of Parallelogram)**– यदि कोई दो सदिश A और B एक दूसरे से θ कोण पर हों तो उसके परिणामी का परिमाण–



$$\boxed{R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}}$$

1. 10 N का बल उत्तर दिशा में तथा 5N का एक बल पूरब दिशा में कार्य करता है। इनके बीच का परिणामी बल ज्ञात करें।

$$\boxed{R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}}$$

$$R = \sqrt{10^2 + 5^2 + 2\times10\times5\cos90}$$

$$= \sqrt{100 + 25 + 100\times0} = \sqrt{125 + 0}$$

$$= \sqrt{125} = \sqrt{25\times5} = 5\sqrt{5}$$

Remark :– जब $\theta = 0°$ होगा तो परिणामी अधिकतम होगा।

$$R_{max} = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos0°}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\times1}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB} = \sqrt{(A+B)^2}$$

$$\boxed{R_{max} = (A+B)}$$

Remark :– जब $\theta = 180°$ होगा तो परिणामी न्यूनतम होगा ?

$$R_{min} = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos180}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\times-1} \quad \boxed{\cos180 = -1}$$

$$= \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB} = \sqrt{(A-B)^2}$$

$$\boxed{R_{min} = (A-B)}$$

❖ $\boxed{\text{Rang} = \min \longrightarrow \text{Max}}$

Minimum से कम तथा Maximum से ज्यादा मान संभव नहीं है।

1. 10 N तथा 5 N के दो बल का परिणामी कभी भी नहीं होगा।

(a) 8 N
(b) 15 N
(c) 12 N
(d) 3 N (Min Range से कम है।)

Sol. Min = A – B = 10 – 5 = 5 Max = A + B = 10 + 5 = 15

Range = 5 → 15

2. दो बल जिनका मान समान है यदि इनका परिणामी भी सामान हो जाए तो इनके बीच का कोण ज्ञात करें।

Sol. A = B = R (माना) माना R = x

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$x = \sqrt{x^2 + x^2 + 2 \times x \times x\cos\theta}$$

$$x = \sqrt{2x^2 + 2x^2\cos\theta}, \quad x = \sqrt{2x^2(1+\cos\theta)}$$

Squaring Both Side, $x^2 = 2x^2(1+\cos\theta)$

$$\frac{1}{2} = 1 + \cos\theta \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} - 1 = \cos\theta$$

$$-\frac{1}{2} = \cos\theta \quad \Rightarrow \quad \cos\theta = \cos 120$$

$$\theta = 120$$

3. दो समान बल का परिणामी दोनों बलों के योग के बराबर है उनके बीच का कोण ज्ञात करें।

Sol. A = B = x (माना)

R = A + B
= x + x = 2x

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

$$2x = \sqrt{x^2 + x^2 + 2x^2\cos\theta}$$

$$2x = \sqrt{2x^2 + 2x^2\cos\theta}$$

$$2x = \sqrt{2x^2(1+\cos\theta)}$$

Squaring Both side

$$4x^2 = 2x^2(1+\cos\theta)$$

$$2 = 1 + \cos\theta$$

$$1 = \cos\theta$$

$$\cos 0 = \cos\theta$$

$$\boxed{\theta = 0}$$

सदिशों का गुणनफल (Multiplication of Vector)

(a) सदिशों का अदिश गुणनफल (Scalar Product of Vectors)– सदिशों के अदिश गुणनफल को Dot (.) से सूचित किया जाता है।

☛ यदि कोई दो सदिश A और B एक दूसरे से θ कोण पर हों, तो उनका **अदिश गुणनफल** dot product

$$\boxed{\vec{A} \cdot \vec{B} = AB\cos\theta}$$

☛ सदिशों का अदिश गुणनफल एक अदिश राशि होता है।

(b) सदिशों का सदिश गुणनफल (Vector Product of Vectors)– सदिशों के सदिश गुणनफल को Cross (×) से सूचित किया जाता है।

☛ यदि कोई दो सदिश A और B एक दूसरे से θ कोण पर हो तो उनका सदिश गुणनफल–

$$\boxed{\vec{A} \times \vec{B} = AB\sin\theta}$$ होता है।

☛ सदिशों का सदिश गुणनफल एक सदिश राशि होता है।

1. यदि $\vec{A} = 5\hat{i} + 6\hat{j} + 7\hat{k}$ हों और $\vec{B} = 7\hat{i} + 8\hat{j} + 9\hat{k}$ हो तो A और B का अदिश गुणनफल क्या होगा?

Sol. $\vec{A} = 5\hat{i} + 6\hat{j} + 7\hat{k}$

$\vec{B} = 7\hat{i} + 8\hat{j} + 9\hat{k}$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = 35 + 48 + 63 = 146$$

2. 20N तथा 5N के दो बल 30 अंश के कोण पर कार्य कर रहे हैं इनके सदिश तथा अदिश गुणन ज्ञात करें।

सदिश गुणन = A × B(sin θ) अदिश गुणन = A.B(cos θ)

Sol. $20 \times 5\sin 30$ $20 \times 5\cos 30$

$20 \times 5 \times \frac{1}{2}$ $20 \times 5 \times \frac{\sqrt{3}}{2}$

50 $50\sqrt{3}$

3. दो सदिश के सदिश गुणन तथा अदिश गुणन आपस में बराबर है।

Sol. A × B = A.B

$$A.B\sin\theta = A.B\cos\theta$$

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = 1$$

$$\tan\theta = 1 \quad \boxed{\theta = 45}$$

4. दो सदिश का सदिश गुणन उनके अदिश गुणन से $\sqrt{3}$ गुणा है कोण ज्ञात करें–

Sol. सदिश गुणन = अदिश गुणन $\times\sqrt{3}$

$$A \times B = A.B.\sqrt{3}$$

$$A.B.\sin\theta = A.B\cos\theta \times \sqrt{3}$$

$$\frac{\sin\theta}{\cos\theta} = \sqrt{3}$$

$$\tan\theta = \sqrt{3} \quad \boxed{\theta = 60}$$

5. बल तथा विस्थापन का अदिश गुणन कार्य होता है यदि बल 60° अंश पर 40N का लगे तो 2M विस्थापन पर कार्य बताएँ ।

Sol. $W = f \times s\cos\theta$ (×)

$W = f.s\cos\theta$ (✓)

$= 40 \times 2\cos 60 = 40 \times 2 \times \frac{1}{2} = 40 = 40\ J$

6. बल द्रव्यमान तथा त्वरण का सदिश गुणन होता है। यदि 40 kg की वस्तु तथा 30° के कोण पर कार्य कर रहे 8 m/s² के त्वरण द्वारा उत्पन्न बल ज्ञात करें।

Sol. $f = m \times a\sin\theta$

$= 40 \times 8 \times \sin 30^\circ$

$= 40 \times 8 \times \frac{1}{2} = 160\ N$

7. यदि बल $12\hat{i}$ हो तथा विस्थापन $20\hat{j}$ हो तो कार्य बताएं।

Sol. $W = f.s$

$\left(12\hat{i}\right) \times \left(20\hat{j}\right)$

[∵ i तथा j के बीच $\theta = 90^\circ, \cos 90^\circ = 0$]

$= 0$

8. यदि बल $5\hat{i} + 6\hat{j} + 7\hat{k}$ हो तथा विस्थापन $3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}$ हो तो कार्य ज्ञात करें।

Sol. $\left(5\hat{i} + 6\hat{j} + 7\hat{k}\right)\left(3\hat{i} + 4\hat{j} + 5\hat{k}\right) = 15 + 24 + 35 = 74$

9. बल एक सदिश राशि है यदि द्रव्यमान $3\hat{i}$ तथा त्वरण $12\hat{i}$ हो तो बल ज्ञात करें।

बल = m × a

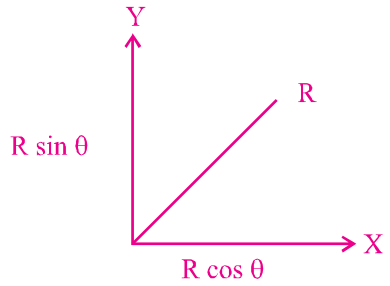
Sol. $\left(3\hat{i}\right) \times \left(12\hat{i}\right)$

[∵ i तथा j के बीच $\theta = 0^\circ, \sin 0^\circ = 0$] $= 0$

❖ **सदिश का वियोजन (Dissociation of Vector)–** जब दो सदिश का परिणामी दिया हो तो x–अक्ष, y–अक्ष पर मान ज्ञात करने के लिए

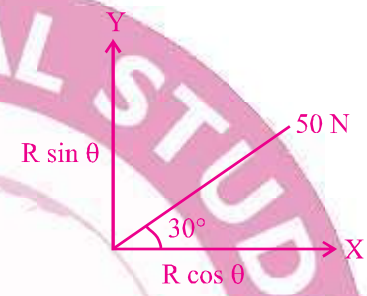
x अक्ष के लिए R cosθ

y अक्ष के लिए R sinθ



10. 50N का एक बल 30 अंश के कोण पर कार्य कर रहा है। x तथा y पर परिणामी ज्ञात करें।

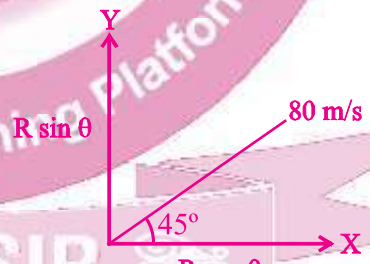
Sol.



X अक्ष = R cosθ	Y अक्ष = R sinθ
50 cos 30	50 sin 30
$50\frac{\sqrt{3}}{2}$	$50 \times \frac{1}{2}$
$25\sqrt{3}$N	= 25 N

11. 80 m/s के वेग से गतिशील एक वस्तु 45 अंश के कोण पर गतिशील है तो x तथा y अक्ष का मान ज्ञात करें।

Sol.



x अक्ष = R cos θ	y अक्ष R sin θ
80 × cos 45	80 × sin 45
$80 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$	$80 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$
$2 \times 40 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$	$2 \times 40 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$
$40\sqrt{2}$ N	$40\sqrt{2}$ N

Remarks :– दो भिन्न- भिन्न सदिश का परिणामी कभी भी शून्य नहीं हो सकता और न ही ऋणात्मक।

A = 5 N

B = 12 N

Max = A + B = 17

Min = A – B = – 7 ✖

B – A = 7 ✓

☞ इकाई सदिश (Unit Vector) = इकाई सदिश दिशा को दिखाते हैं।

x अक्ष = $\hat{i}$

y अक्ष = $\hat{j}$

z अक्ष = $\hat{k}$

❖ इकाई सदिश का परिणामी (Resultant of Unit Vector)

12. एक वस्तु का वेग $12\hat{i}+5\hat{j}$ है तो परिणामी ज्ञात करें।

Sol. $R=\sqrt{A^2+B^2}$

$=\sqrt{12^2+5^2}=\sqrt{144+25}=\sqrt{169}=13$ इकाई

13. एक वस्तु का $10\hat{i}+5\hat{j}+3\hat{k}$ है तो परिणामी ज्ञात करें।

Sol. $R=\sqrt{A^2+B^2+C^2}$

$=\sqrt{10^2+5^2+3^2}$

$=\sqrt{100+25+9}$

$=\sqrt{134}$ इकाई

KHAN GLOBAL STUDIES
Most Trusted Learning Platform
KHAN SIR

03. गति और वेग (Motion & Velocity)

☞ यदि किसी वस्तु की स्थिति अन्य वस्तुओं की अपेक्षा समय के साथ बदलती हो, तो उस वस्तु को गति में कहा जाता है।

⇒ गति के प्रकार (Types of Motion)

☞ गतियाँ कई प्रकार की होती है।

(a) वृत्तीय गति (Circular Motion) :– इसमें वस्तु वृत्त पर चलती है।
जैसे– सूर्य के चारों ओर पृथ्वी की गति etc.

(b) रैखिक गति (Linear Motion) – इसमें वस्तु सीधी या वक्र रेखा पर चलती है।
जैसे– बंदूक से छोड़ी गई गोली, ढालू पर निचे सरकता हुआ बालक etc.

न्यूनतम दूरी = विस्थापन (Displacement)

(c) दोलनी गति (Oscillatory Motion)– इसमें वस्तु एक निश्चित बिंदु के आगे-पीछे (या ऊपर-नीचे) चलती है।
जैसे– झूले की गति, दीवार घड़ी के पेंडुलम की गति etc.

(d) आवर्त गति (Periodic Motion)– इसमें वस्तु अपनी गति को समय के निश्चित अंतरालों पर दुहराती है।
जैसे– झूले की गति, सिलाई मशीन के सूई की गति etc.

Remarks :–

❖ **गति का प्रथम समीकरण–**

$v = u + at$

यह समीकरण वेग और समय को बताता है।

जहाँ, v = अंतिम वेग (final velocity)

u = प्रारंभिक वेग (Initial velocity)

a = त्वरण (Acceleration)

t = समयांतराल (Time Period)

❖ **गति का द्वितीय समीकरण–**

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

यह समीकरण विस्थापन, समय को बताता है।

❖ **गति का तृतीय समीकरण–**

$v^2 = u^2 + 2as$

यह समीकरण विस्थापन, वेग को बताता है।

Note :– नीचे जाने पर g का मान बढ़ता है तथा ऊपर जाने पर g का मान घटता है।

नीचे जाने पर	ऊपर जाने पर
↓	↓
(a = +g)	(a = –g)
• $v = u + gt$	• $v = u - gt$
• $s = ut + \frac{1}{2}gt^2$	• $s = ut - \frac{1}{2}gt^2$
or, $H = ut + \frac{1}{2}at^2$	
• $v^2 = u^2 + 2gs$	
• $S_n = u + \frac{g}{2}(2n-1)$	• $S_n = u - \frac{g}{2}(2n-1)$
tवां सेकण्ड में	tवां सेकण्ड में

1. एक वस्तु को 10 m/s के वेग से ऊपर की ओर फेंका जाता है। वह उच्चतम बिन्दु पर 5 सेकण्ड में पहुंच जाती है। जब वह लौट कर आएगी तो पृथ्वी पर टकराने से ठीक पहले उसका वेग क्या होगा ?

Sol. $V = u + at$
$= 0 + 10 \times 5$
$= 0 + 50$
$V = 50\ m/s$

2. एक वस्तु को ऊपर कि ओर फेंका जाता है वह अपने उच्चतम बिन्दु पर कितने सेकण्ड बाद पहुंच जाएगी। यदि प्रारंभिक वेग 50 m/s था तो–

Sol. $V = u + gt$
$V = u + (-g)\,t$
$0 = 50 + (-10) \times t$
$0 = 50 - 10t$
$10t = 50$
$t = \frac{50}{10} = 5\ sec.$

3. एक वस्तु को 70 m/s के वेग से ऊपर फेंका जाता है जब वह लौट कर पृथ्वी पर आएगी तो टकराने से ठीक पहले उसका वेग क्या होगी ?

Sol.

$v = 0$	$u = 0$
$v = u + gt$	$v = u + gt$
$v = u + (-g)\,t$	$= 10 \times 7$
$0 = 70 + (-10) \times t$	$= 70\ m/s$
$0 = 70 - 10t$	$= 70$ m/s
$10\,t = 70,\ t = 7$	

Note :– किसी वस्तु को ऊर्ध्वाधर फेंकने पर वह कितनी देर हवा में रहेगा।

$V = u + gt$

$V = u + (-g)t$

$O = u - gt$

$gt = u \quad \boxed{t = \frac{u}{g}}$.

4. एक वस्तु को 82 m/s के वेग से ऊपर कि ओर फेंका जाता है वह कितने समय बाद अपने अधिकतम ऊंचाई पर पहुंच जाएगी।

Sol. $t = \frac{u}{g} = \frac{82}{10} = 8.2 \text{ sec.}$

5. एक पिण्ड विरामावस्था से 2 मी/s^2 के एक समान त्वरण से चलना शुरू करता है 2 sec में पिंड द्वारा तय दूरी होगी ?

(a) 2 मी॰ (b) 8 मी॰

(c) 4 मी॰ (d) 1 मी॰

Sol. $u = 0$ $\quad s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$a = 2 m/s^2$ $\quad s = 0 + \frac{1}{2} \times 2 \times 2 \times 2$

$t = 2$ sec $\quad s = 4m$

$s = ?$

6. स्थिर अवस्था से शुरू होने के बाद एक नाव एक सीधी रेखा में नियत दर से 3 ms^{-2} के त्वरण से 8 सेकण्ड तक गति करती है। इस समय के दौरान नाव द्वारा तय की गयी कुल दूरी ज्ञात कीजिए।

(a) 96 ms (b) 96 ms^{-1}

(c) 96 m (d) 96 ms^2

Sol. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ $\{\because u = 0, a = 3 \text{ m/s}^2, t = 8 \text{ sec}\}$

$= 0 + \frac{1}{2} \times 3 \times 64$

$s = 96 \text{ m}$

7. एक पत्थर को मिनार से नीचे गिरने में 10 सेकण्ड लगते हैं। मिनार की ऊंचाई ज्ञात करें।

Sol. $H = ut + \frac{1}{2}at^2$

$H = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times 10 \times 10 = H = 500 \text{ m}$

8. 10 m/s के वेग से एक पत्थर को ऊपर की ओर फेंका जाता है 5 sec में वह कितनी ऊंचाई पर पहुंच जाएगी।

Sol. $H = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$H = ut + \frac{1}{2}(-g)\,t^2$

$H = 10 \times 5 + \frac{1}{2} \times (-10) \times (5)^2$

$H = 50 - \frac{1}{2} \times 10 \times 25$

$H = 50 - 125$

$H = -75 \text{ m}$

9. एक कार की चाल 20 m/s इसे रोकने के लिए इसपर 10/s^2 का मन्दन लगाया जाता है। यह कितनी दूरी चलकर रूक जाएगी ।

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

$0 = (20)^2 + 2 \times (-10) \times s$

$0 = 400 - 20s$

$20s = 400$

$s = 20 \text{ m}$

10. 20 m/s के वेग से एक वस्तु को ऊपर की ओर फेंका जाता है वह अधिकतम कितनी ऊंचाई तक जाएगी।

Sol. $V^2 = u^2 + 2gh$

$V^2 = u^2 + 2(-g)h$

$0 = (20)^2 + 2(-10)h$

$0 = 400 - 20h$

$20h = 400$

$h = \frac{400}{20}$

$h = 20\ m$

11. एक रेलगाड़ी 72 km/h की गति से चल रही है। इसे 200 मी की दूरी पर रोकना है। आवश्यक मंदन होगा ?

(a) 1 मी/s^2 (b) 2 m/s^2

(c) 10 मी/s^2 (d) 20 m/s^2

Sol. $u = 72 \times \frac{5}{18} = 20 \text{ m/s}$

$v = 0$

$s = 200 \text{ m}$

$v^2 = u^2 + 2as$

$a = ?$

$\Rightarrow 0 = (20)^2 + 2 \times a \times 200$

$\Rightarrow 400 = 400a$

$a = 1 \text{ m/s}^2$

12. विराम से चलना प्रारंभ की एक वस्तु का त्वरण 5 m/s^2 है उसके द्वारा 9वें सेकेण्ड में चली गई दूरी बताएँ तथा 9 सेकण्ड में चली गई दूरी का अनुपात बताएं।

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

$S_n = u + \frac{a}{2}(2t - 1)$ $\quad 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 9^2$

$= 0 + \frac{5}{2}(2 \times 9 - 1)$ $\quad = \frac{1}{2} \times 5 \times 81$

$= \frac{5}{2} \times 17 = \frac{85}{2}$ $\quad = \frac{\frac{85}{2}}{\frac{5 \times 81}{2}} = 17 : 81$

वस्तुनिष्ठ प्रश्न

1. किसी वस्तु का नियत त्वरण $10m/s^2$ है। तथा प्रारंभिक वेग 100m/s है। कितने समय बाद इसका वेग दुगुना हो जाएगा।
(a) 11 sec (b) 10 sec
(c) 15 sec (d) 20 sec **Ans.(b)**

2. अंतिम भाग में शुरू होने वाली एक बस $1\ ms^{-2}$ समान त्वरण के साथ 2 मिनट के लिए चलती है। बस द्वारा प्राप्त गति ज्ञात करें।
(a) $120\ ms^{-2}$ (b) $120\ ms^{-1}$
(c) $120\ ms^{1}$ (d) $120\ ms^{2}$ **Ans.(b)**

3. एक वस्तु, स्थिर स्थिति से आरंभ होकर 4 मीटर प्रति वर्ग सेकण्ड के निरंतर त्वरण से स्थानांतरित होती है। 8 सेकण्ड के बाद, इसकी गति कितनी होगी ?
(a) 16 मीटर प्रति सेकण्ड (b) 8 मीटर प्रति सेकण्ड
(c) 32 मीटर प्रति सेकण्ड (d) 4 मीटर प्रति सेकण्ड **Ans.(c)**

4. यदि एक बस अपनी प्रारम्भिक स्थिति से 10 सेकण्ड में 144 किमी/घंटा की गति तक समान रूप से त्वरित होती है, तो यह कितनी दूरी तय करेगी ?
(a) 200 मीटर (b) 280 मीटर
(c) 800 मीटर (d) 400 मीटर **Ans.(a)**

5. निम्नलिखित में से कौन-सा समीकरण विस्थापन समय संबंध को दर्शाता है ?
(a) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (b) $2as = v^2 - u^2$
(c) $v = u + at$ (d) $v = u - at$ **Ans.(a)**

6. किसी वस्तु का नियत त्वरण $10\ m/s^2$ है तथा प्रारंभिक वेग 100 m/sec है कितने समय बाद इसका वेग दुगुना हो जाएगा।
(a) 10 sec (b) 20 sec
(c) 15 sec (d) 12.5 sec **Ans.(a)**

7. एक गोले को एक भवन की छत से छोड़ने पर पृथ्वी की सतह तक गिरने में 4 sec लेता है। भवन की ऊँचाई है–
(a) 9.8 m (b) 19.6 m
(c) 39.2 m (d) 78.4 m **Ans.(d)**

दूरी (Distance)

❖ किसी खास समय में चले गये पथ की कुल लंबाई को दूरी कहते हैं।
☛ दूरी एक "अदिश" राशि है।
☛ दूरी का S.I मात्रक "मीटर" होता है।

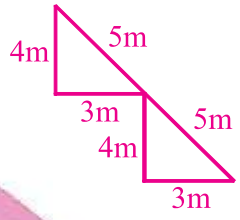
विस्थापन (Displacement)

❖ न्यूनतम दूरी को विस्थापन कहते हैं।
☛ विस्थापन "सदिश" राशि है।
☛ विस्थापन का S.I मात्रक "मीटर" होता है।

☛ दूरी और विस्थापन का अनुपात हमेशा 1 से बड़ा या बराबर होता है। $\boxed{\frac{\text{दूरी}}{\text{विस्थापन}} \geq 1}$

☛ यदि किसी वस्तु का विस्थापन शून्य है, तो बल द्वारा उस वस्तु पर किया गया कार्य शून्य होता है।

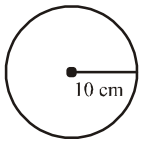
1. नीचे दिये गये चित्र में दूरी और विस्थापन का मान क्या होगा ?



Sol. दूरी $= 4 + 3 + 4 + 3 = 14m$
विस्थापन $= 5 + 5 = 10\ m$

2. अगर कोई व्यक्ति किसी वृत्ताकार पथ पर 3½चक्कर लगाती है तो व्यक्ति द्वारा तय की गई दूरी और विस्थापन क्या होगा ? अगर वृत्ताकार पथ की त्रिज्या 10m हो ?

Sol. विस्थापन $= 10 + 10 = 20\ m$



दूरी $= 2\pi r \times (3½)$

$= 2 \times \frac{22}{7} \times 10 \times \frac{7}{2} = 220m$

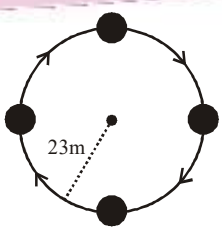
3. अगर किसी वस्तु को 5m की ऊँचाई तक फेंका जाता है और वह वस्तु पुनः पूर्वावस्था में आ जाती है, तो दूरी और विस्थापन का अनुपात क्या होगा ?

Sol. विस्थापन = 0
दूरी = 10m

$\frac{\text{दूरी}}{\text{विस्थापन}} = \frac{10}{0} = \infty$ or $10:0$

4. एक पिण्ड द्वारा 23 मीटर त्रिज्या तथा 144.51 मीटर परिधि वाले वृत्ताकार पथ पर एक चक्कर लगाता है तो दूरी और विस्थापन क्या होगा ?

Sol.



पिण्ड द्वारा तय की गई दूरी = वृत्ताकार पथ की परिधि
= 144.51 मीटर
एक चक्कर लगाने के बाद पिण्ड का विस्थापन = बिन्दु A से बिन्दु A तक की दूरी = 0 (शून्य)

❖ **दूरी तथा विस्थापन में अन्तर (Difference between Distance and Displacement)–**

	दूरी		विस्थापन
1.	दूरी केवल परिमाण को व्यक्त करता है ।	1.	विस्थापन परिमाण तथा दिशा दोनों को व्यक्त करता है ।
2.	दूरी सदैव धनात्मक, शून्य होती है ।	2.	विस्थापन धनात्मक, ऋणात्मक तथा शून्य भी हो सकता है ।
3.	यह अदिश राशि है ।	3.	यह सदिश राशि है ।

चाल (Speed)

❖ एकांक समय में तय की गई दूरी को चाल कहते हैं।

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

☞ इसका S.I मात्रक = m/s होता है।

☞ यह एक 'अदिश' राशि है।

❖ **चाल तथा वेग में अन्तर (Differences between Speed and Velocity)–**

	चाल		वेग
1.	चाल में केवल परिमाण होता है दिशा नहीं (अदिश राशि)	1.	वेग में परिमाण के साथ-साथ दिशा भी होती है। (सदिश राशि)
2.	किसी वस्तु की चाल उस वस्तु के परिमाण के बराबर या उससे भी अधिक हो सकती है ।	2.	किसी वस्तु के वेग का परिमाण उस वस्तु की चाल से अधिक नहीं हो सकता है ।
3.	किसी वस्तु द्वारा एकांक समय में तय की गयी दूरी को उस वस्तु की चाल कहते हैं ।	3.	किसी वस्तु द्वारा एकांक समय में तय किए गए विस्थापन को उस वस्तु का वेग कहते हैं ।

वेग (Velocity)

❖ एकांक समय में तय किए गए विस्थापन को वेग कहते हैं।

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

☞ इसका S.I मात्रक m/s होता है।

☞ यह एक "सदिश" राशि है।

वेग (Velocity)

प्रारंभिक वेग (Intial Velocity) (u)	अंतिम वेग (Final Velocity) (v)

विराम से चलने पर $u = 0$ रूकने या ब्रेक लगाने पर $v = 0$

❖ **कोणिय वेग–** किसी वृत्तीय पथ पर θ कोण घुमने में लगा समय कोणीय वेग कहलाता है। अर्थात् θ कोण के दर को कोणीय वेग कहते है।

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

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

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

1. घड़ी के सेकण्ड वाली सुई का कोणीय ज्ञात करें-

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{2\pi}{60} = \frac{\pi}{30}$$

2. घड़ी के मिनट वाली सुई का कोणीय चाल ज्ञात करें–

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{2\pi}{60} = \frac{2\pi}{60\times 60} = \frac{2\pi}{3600} = \frac{\pi}{1800}$$ रेडियन/से.

3. घड़ी के घण्टे वाला सुई का कोणीय चाल ज्ञात करें-

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{2\pi}{12} = \frac{2\pi}{12\times 60\times 60} = \frac{\pi}{21600}$$ रेडियन/से.

4. किसी घड़ी के लिए सेकेण्ड वाले सूई तथा मिनट वाले सूई का अनुपात ज्ञात करें-

$$\frac{\text{सेकण्ड}}{\text{मिनट}} = \frac{\frac{\pi}{30}}{\frac{\pi}{1800}} = 60:1$$

5. किसी घड़ी के लिए मिनट वाले सुई तथा घण्टे वाली सुई के कोणीय चाल का अनुपात ज्ञात करें-

मिनट वाले सुई का कोणीय चाल $= \frac{\pi}{1800}$

घण्टे वाले सुई का कोणीय चाल $= \frac{\pi}{21600}$

$$\text{अनुपात} = \frac{\text{मिनट}}{\text{घंटा}} = \frac{\frac{\pi}{1800}}{\frac{\pi}{21600}} = \frac{12}{1} = 12:1$$

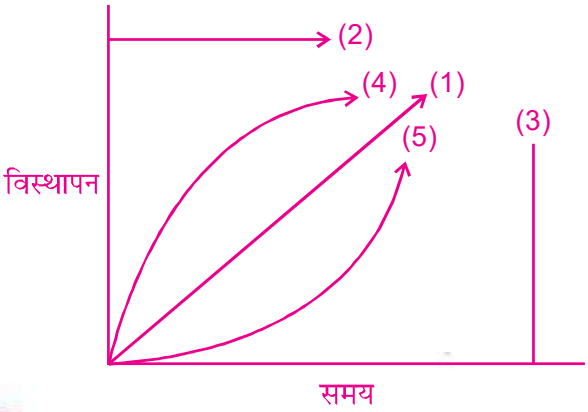
➲ रेखिय वेग तथा कोणिय वेग में सम्बन्ध $\boxed{v = r\omega}$

1. एक घड़ी की सेकण्ड वाली सूई की लम्बाई 10 मीटर है। तो कोणीय चाल तथा रेखीय चाल ज्ञात करें।

$$\omega = \frac{2\pi}{t} = \frac{2\pi}{60} = \frac{\pi}{30}\ \text{red/sec}$$

$$v = r\omega = 10 \times \frac{\pi}{30} = \frac{\pi}{3}\ \text{m/sec}$$

ग्राफ (GRAPH)



(1) त्वरण समान
(2) विरामा अवस्था
(3) असंभव
(4) वेग घट रहा है
(5) वेग बढ़ रहा है

Note :– विस्थापन-समय ग्राफ से, वेग ज्ञात करते हैं।

1. विस्थापन — A B — विरामा अवस्था — समय

2. विस्थापन — B A — असंभव — समय

3. विस्थापन — वेग = समान — समय

4. विस्थापन — वेग = बढ़ रहा है — समय

5. विस्थापन — वेग = घट रहा है — समय

1. वेग — वेग = समान, त्वरण = शून्य — समय

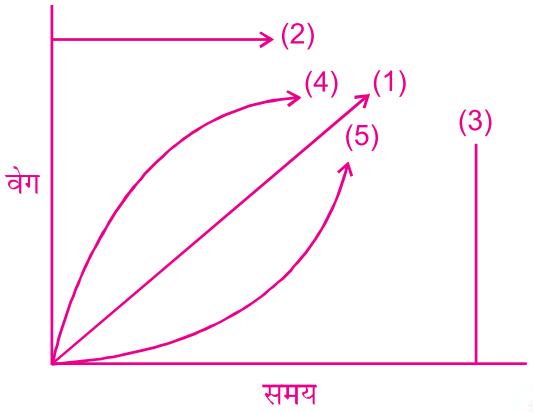
2. वेग — असम्भव ग्राफ — समय

3. वेग — त्वरण — त्वरण = समान — समय

4. वेग — त्वरण — त्वरण = बढ़ रहा है — समय

वेग — त्वरण = घट रहा है — त्वरण — समय

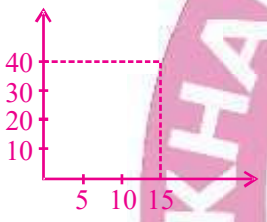
KHAN GLOBAL STUDIES
Most Trusted Learning Platform
KHAN SIR



(1) त्वरण = समान
(2) वेग = समान, त्वरण = शून्य
(3) असंभव
(4) त्वरण = घट रहा है
(5) त्वरण = बढ़ रहा है

Note :– वेग-समय ग्राफ से त्वरण ज्ञात करते हैं।

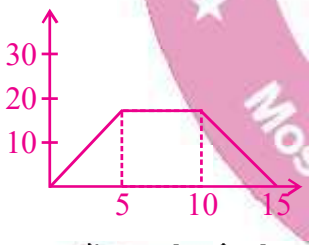
1.



15 sec में तय की गई दूरी क्या होगी

Sol. 15 sec में दूरी = 15×40 = 600m **Ans.**

2.



तो 10 sec में तय की गई दूरी ?

Sol. 10 sec में तय की गई दूरी $= \frac{1}{2} \times 5 \times 20 + 5 \times 20$

$= 50 + 100$

$= 150$ m **Ans.**

नोट : वेग समय ग्राफ में दूरी निकालने के लिए क्षेत्रफल निकालते हैं।

त्वरण (Acceleration)

❖ वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहते हैं।

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

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

☞ त्वरण का S.I मात्रक $= \frac{ms^{-1}}{s} = ms^{-2}$

☞ त्वरण का विमा $= [LT^{-2}] = [M^0LT^{-2}]$

☞ +Ve त्वरण वेग को बढ़ाता है।

☞ त्वरण सदैव वेग में परिवर्तन लाता है।

मंदन (Retardation)

❖ वैसा त्वरण जो प्रति सेकण्ड वेग को घटाता है उसे मंदन कहते हैं। मंदन का मान हमेशा ऋणात्मक होता है।

$$\boxed{\begin{aligned} km/h &\longrightarrow m/s \times \frac{5}{18} \\ m/s &\longrightarrow km/h \times \frac{18}{5} \end{aligned}}$$

1. एक कार की चाल 5 second में 42 m/s से बढ़कर 77 m/s हो जाती है तो त्वरण ज्ञात करें।

Sol. $a = \frac{v-u}{t} = a = \frac{77-42}{5} = \frac{35}{5} = 7 m/sec^2$

2. एक स्कुटी की चाल 9 second में 92 m/s से घटकर 11 m/s रह जाती है तो त्वरण या मन्दन ज्ञात करें।

Sol. $a = \frac{v-u}{t} = \frac{11-92}{9}$

$= \frac{-81}{9} = -9 m/s^2$ or $9 m/sec^2$ **(मंदन)**

3. एक Car जिसकी चाल 60 m/s थी जिसे ब्रेक लगाकर 5 sec में रोक दिया जाता है तो त्वरण/मन्दन ज्ञात करें।

Sol. $u = 60$ $\quad a = \frac{v-u}{t}$

$v = 0$ $\quad a = \frac{0-60}{5}$

$t = 5$ $\quad a = \frac{-60}{5}$

$a = ?$ $\quad a = -12 m/s^2$ or $12 m/s^2$ (मंदन)

Remark :– नीचे या ऊपर कर रही वस्तु में त्वरण g (9.8 m/s^2) के बराबर होता है।

* जब वस्तु नीचे गिर रही होती है तो +ve
* जब वस्तु ऊपर जा रही होती है तो –ve

4. मिनार से गिर रहा एक पत्थर का वेग 5 sec के बाद क्या होगा?

Sol. $g = \frac{v-u}{t} = 9.8 = \frac{v-0}{5}$

$v = 49.0 m/s = 49 m/s$

5. एक वस्तु को 10 m/s के वेग से ऊपर कि ओर फेंकते हैं 6 second के बाद इसका वेग क्या होगा ?

Sol. $g = \frac{v-u}{t}, -10 = \frac{v-10}{6},$

$-60 = v - 10, v = -50 m/s$

04. प्रक्षेप्य गति (Projectile Motion)

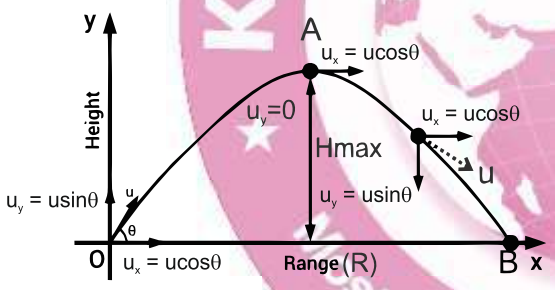
❖ जब किसी वस्तु को एक बार बल लगाकर θ कोण पर फेंक दिया जाता है तो ऐसी गति को प्रक्षेप्य गति कहते हैं। प्रक्षेप्य का पथ परवलयाकार होता है।

जैसे– भाला फेंकने पर भाले की गति, किसी खिलाड़ी द्वारा फेंके गये गोलों की गति, छक्का मारने पर बॉल की गति।

☞ इसे द्विविमीय गति (Two Dimentional Motion) भी कहते हैं।

नोट :– अगर कोई शिकारी पेड़ पर बैठे किसी बंदर पर गोली चला रहा है और गोली के चलते ही बंदर कूद जाता है तो संभावना है कि बंदर को गोली लग जाएगी, क्योंकि पहले गोली का पथ सरल रेखीय होगा और फिर गोली का पथ प्रक्षेप्य (परवलयाकार) हो जाएगा।

☞ प्रक्षेप्य गति में प्रक्षेप्य द्वारा एक साथ तथा स्वतंत्र रूप से दो सरल रेखीय गतियाँ की जाती है।



θ = प्रक्षेपण कोण (Projected Angle)

0 = प्रक्षेप्य बिंदु (Projectile Point)

u = प्रारंभिक वेग (Intial Velocity)

g = गुरुत्वीय त्वरण (Gravitation Acceleration)

H_{max} = महत्तम ऊँचाई (Maximum Height)

R = परास (Range)

☞ बिंदु 0 से बिंदु B तक पहुँचने में लगा समय उड्डयन काल (T) कहते हैं।

(i) x-अक्ष →x- अक्ष पर एक समान वेग से क्षैतिज गति करते हुए आगे बढ़ता है।

(ii) y- अक्ष → y- अक्ष पर एकसमान त्वरण से ऊर्ध्वाधर गति करते हुए नीचे आता है।

परास (Range) = *R*

प्रक्षेप्य के दौरान भूमि पर तय की गई दूरी को परास या Range कहते हैं। इसे R से सूचित किया जाता है।

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

☞ यदि $\theta = 45°$

$$R_{max} = \frac{u^2 \sin 2\times 45°}{g}$$

$$R_{max} = \frac{u^2 \sin 90°}{g}$$

$$R_{max} = \frac{u^2}{g}$$

Note :– अगर किसी वस्तु को क्षैतिज से 45° के प्रक्षेप्य कोण पर फेंका जाए तो वह पिण्ड अधिकतम संभव परास प्राप्त करेगा।

1. क्षैतिज से किसी वस्तु को फेंकने पर वह अधिक दूरी तय करती है। यदि उसकी प्रारंभिक वेग समान रहे तो उसका कोण कितना होगा?

Sol. 45°

2. एक भाला को 60 m/sec के वेग से 30° के कोण पर फेंका जाता है। वह कितनी दूरी पर जाकर गिरेगा।

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

$$= \frac{(60)^2 \times \sin 2\times 30}{10} = \frac{3600 \times \sin 60}{10}$$

$$= \frac{3600 \times \sqrt{3}/2}{10} = 180\sqrt{3}$$

45° पर Range अधिकतम हो जाता है। इसी कारण भाला को 45° के कोण पर फेंका जाता है।

3. एक भाला को 12 m/sec की वेग से 45° के कोण पर फेंका जाता है। Range ज्ञात करें।

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

$$= \frac{12^2 \times \sin 2\times 45}{10} = \frac{144 \times \sin 90°}{10}$$

$$= \frac{144 \times 1}{10} = 14.4$$

4. किसी वायुयान से कोई वस्तु नीचे गिराने पर उसकी गति कैसी होगी?

Sol. प्रक्षेप्य गति

5. अगर किसी वस्तु को 30° के कोण पर 10 m/s के वेग से प्रक्षेपित किया जाता है, तो परास क्या होगा?

Sol. u = 10 m/s

$\theta = 30°$

$$R = \frac{u^2 \sin 2\theta}{g} = \frac{(10^2) \times \sin 2 \times 30°}{10}$$

$$= \frac{100 \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{10}$$

$$= 5\sqrt{3}$$

6. अधिकतम ऊँचाई पर किसी प्रक्षेप्य की गति उसकी प्रारंभिक गति की आधी होती है तो उसके प्रक्षेपण का कोण है।

(a) 60° (b) 15° (c) 30° (d) 45°

Sol. $v = \frac{u}{2}$

$v = u \cos\theta$

$\frac{u}{2} = u \cos\theta$

$\cos\theta = \frac{1}{2}$

$\theta = 60°$

उड्डयन काल (Time of Flight) = T

प्रक्षेप्य गति के दौरान कोई वस्तु जितनी देर हवा में रहती है। उस समय को उड्डयन काल कहते हैं।

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

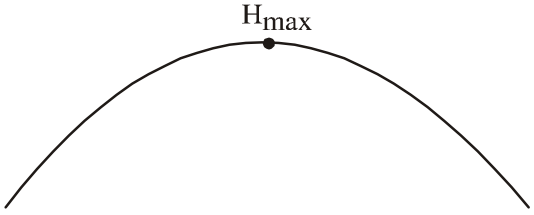
1. एक तोप के गोला को 30° के कोण पर 60m की वेग से फेंका जाता है तो कितनी देर बाद वह पृथ्वी पर गिरेगा ?

Sol.

$$T = \frac{2u \sin\theta}{g} = \frac{2 \times 60 \times \sin 30°}{10} = \frac{120 \times 1/2}{10} = 6$$

महत्तम ऊँचाई (Maximum Height) = H

प्रक्षेप के दौरान वस्तु विभिन्न ऊंचाई पर गति करती है इन सभी में जो सबसे अधिक ऊंचाई होती है उसे ही महत्तम ऊंचाई कहते हैं।



$$\boxed{H_{max} = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g}}$$

1. एक वस्तु को 120 m/sec की वेग से 30° के कोण पर फेंका जाता है तो वह अधिकतम कितनी ऊंचाई पर जाएगा ?

Sol. $H_{max} = \frac{u^2 \sin^2\theta}{2g} = \frac{120 \times 120 \times \sin^2 30°}{2 \times 10}$

$$= \frac{120 \times 120 \times 1/4}{20} = 180$$

☞ H तथा T में संबंध

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

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

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

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

$$\frac{H}{T} = \frac{u \sin\theta}{4}$$

☞ **चढ़ान काल या उतरान काल (Time of Ascent / Descent)**

चढ़ने या उतरने में लगे समय को चढ़ान या उतरान काल कहते हैं।

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

Trick :–

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

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

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

Numerical Questions

Type-01

1. एक खिलाड़ी गेंद को 50 मी० ऊर्ध्वाधर ऊपर की ओर फेंक सकता है तो वह कितनी अधिकतम क्षैतिज दूरी तक फेंक सकता है ?

(a) 150 मी० (b) 100 मी०
(c) 75 मी० (d) N.O.T

Sol. (b) $H_{max} = 50$ cm

$$\theta = 90^\circ, R_{max} = \frac{u^2}{g}$$

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

$$50 = \frac{u^2 \sin^2 90^\circ}{2g}$$

$$50 \times 2 = \frac{u^2}{g}$$

$$R_{max} = \frac{u^2}{g} = 100\text{m}$$

2. एक खिलाड़ी एक गेंद को अधिकतम 100 मीटर की क्षैतिज दूरी तक फेंक सकता है। गेंद का प्रक्षेपण वेग (लगभग) होगा ?

(a) 30 ms^{-1} (b) 42 ms^{-1}
(c) 32 ms^{-1} (d) 35 ms^{-1}

Sol. (c) $R_{max} = \frac{u^2}{g} = 100$

$\theta = 45^\circ$

$u = ?$

$$R_{max} = \frac{u^2}{g}$$

$$100 = \frac{u^2}{10}$$

$$u^2 = 100 \times 10$$

$$u^2 = 1000$$

$$u = 10\sqrt{10} = 32\text{m/s}$$

3. प्रक्षेप्य गति में अधिकतम परास व उड़ान समय के वर्ग का अनुपात है ?

(a) 10 : 49 (b) 49 : 10
(c) 98 : 10 (d) 10 : 98

Sol. (b) अधिकतम परास के लिये $\theta = 45^\circ$

$$\frac{R_{max}}{T^2} = \frac{\frac{u^2 \sin 2\theta}{g}}{\left(\frac{2u\sin\theta}{g}\right)^2}$$

$$\frac{R_{max}}{T^2} = \frac{\frac{u^2 \sin 2\theta}{g}}{\frac{4u^2 \sin^2\theta}{g^2}}$$

$$= \frac{\frac{u^2 \sin 2\times 45^\circ}{g}}{\frac{4u^2 \sin^2 \times 45^\circ}{g^2}}$$

$$= \frac{\frac{u^2 \sin 90^\circ}{g}}{\frac{4u^2 \sin^2 45^\circ}{g^2}}$$

$$= \frac{\frac{u^2}{g}}{\frac{4 \times u^2 \times \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}{g^2}}$$

$$= \frac{u^2}{g} \times \frac{g^2}{4 \times u^2 \times \frac{1}{2}} = \frac{g}{2}$$

$$= \frac{9.8}{2} = 4.9 = \frac{49}{10}$$

4. एक लड़का एक पत्थर को अधिकतम 10 m की ऊँचाई तक फेंक सकता है। लड़का उसी पत्थर को जिस अधिकतम क्षैतिज दूरी तक फेंक सकेगा, वह है ?

(a) $20\sqrt{2}$m (b) 10m
(c) $10\sqrt{2}$m (d) 20m

Sol. (d) प्रक्षेप्य की अधिकतम ऊँचाई

$\theta = 90^\circ$

KHAN GLOBAL STUDIES Most Trusted Learning Platform KHAN SIR

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

$$H_{max} = \frac{u^2 \sin^2 90^\circ}{2g}$$

$$H_{max} = \frac{u^2}{2g} = 10$$

$$u^2 = 20$$

$$R_{max} = \frac{u^2}{g} = 20m$$

5. किसी प्रक्षेप्य की अधिकतम क्षैतिज परास 400m है। इसके द्वारा प्राप्त अधिकतम ऊँचाई का मान होगा

(a) 100 m (b) 200 m

(c) 400 m (d) 800 m

Sol. (b) दिया है,

अधिकतम क्षैतिज परास $R_{max} = 400$

$$R_{max} = \frac{u^2}{g}$$

परास महत्तम होने पर,

$$H = \frac{R_{max}}{4}, \quad R_{max} = 4H, \quad 400 = 4H$$

$$H = 100m$$

Type-02

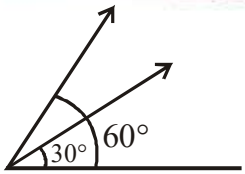
1. दो गेंदे क्षैतिज से 30° तथा 60° दिशाओं में एक ही बिन्दु से प्रक्षेपित की जाती है तो दोनों गेंदे एक ही ऊँचाई तक जाती है उनके प्रक्षेपण वेगों का अनुपात होगा ?

(a) $\sqrt{3}:2$ (b) $\sqrt{3}:3$

(c) $\sqrt{3}:5$ (d) $\sqrt{3}:1$

Sol. (d) $\theta_2 = 60^\circ, \theta_1 = 30^\circ$

$$H = \frac{\frac{u_1^2 \sin^2\theta_2}{2g}}{\frac{u_2^2 \sin^2\theta_1}{2g}}$$



$$= \frac{\frac{u_1^2 \sin^2 60^\circ}{2g}}{\frac{u_2^2 \sin^2 30^\circ}{2g}} = \frac{u_1^2}{u_2^2} = \frac{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{\left(\frac{1}{2}\right)^2}$$

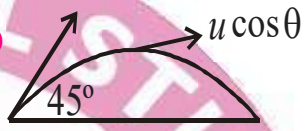
$$= \frac{u_1}{u_2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3}:1$$

2. एक गेंद, जिसकी गतिज ऊर्जा E है, क्षैतिज से 45° के कोण पर फेंकी जाती है। उड़ान के उच्चतम बिंदु पर इसकी गतिज ऊर्जा होगी ?

(a) E (b) $\frac{E}{\sqrt{2}}$

(c) $\frac{E}{2}$ (d) 0

Sol. (c)



$$E = \frac{1}{2}mu^2$$

$$E_{\text{महत्तम}} = \frac{1}{2}m(u\cos\theta)^2$$

$$\frac{1}{2}m\left(u\cos 45^\circ\right)^2$$

$$\frac{1}{2}mu^2\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2$$

$$\frac{1}{2}\times\frac{1}{2}mu^2$$

$$= \frac{1}{2}\times E = \frac{E}{2}$$

3. जब वस्तु इस प्रकार प्रक्षेपित की जाती है कि इसकी अधिकतम क्षैतिज परास R होती है। यदि वस्तु द्वारा अधिकतम ऊँचाई H हो, तब अनुपात R/H है ?

(a) 4 : 1 (b) 2 : 1

(c) 3 : 1 (d) ½ : 6

Sol. (a) $R_{max} = \frac{u^2}{g}$ ...(i)

इस स्थिति में वस्तु 45° के कोण पर प्रक्षेपित होती है

$$H_{max} = \frac{u^2 \sin^2 45^\circ}{2g} = \frac{u^2\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2}{2g}$$

$$\frac{u^2 \times \frac{1}{2}}{2g} = u^2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2g} = \frac{u^2}{4g}$$ ...(ii)