Toppersnotes
Unleash the topper in you

2026 Edition

सामान्य विज्ञान

सभी प्रतियोगी परीक्षाओं के लिए

SIERRA INNOVATIONS

INDEX

S No.	Chapter Title	Page No.
1	मापन और मात्रक	1
2	गति	5
3	बल एवं गति	10
4	कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति	16
5	गुरुत्वाकर्षण	19
6	ऊष्मा एवं उष्मागतिकी	23
7	ध्वनि एवं तरंगे	28
8	प्रकाशिकी	33
9	वैद्युतिकी	44
10	पदार्थ एवं पदार्थ की प्रकृति	52
11	परमाणु एवं परमाणु संरचना	56
12	आवर्त सारणी एवं आवर्तता	60
13	अम्ल, क्षार और लवण	66
14	कार्बनिक रसायन	71
15	दैनिक जीवन में रसायन	89
16	प्रमुख यौगिक	96
17	जंतु जगत	103
18	कोशिका, संरचनाएँ एवं कोशिका चक्र	110
19	ऊतक	124
20	मानव शारीरिक विज्ञान	131
21	पोषण	163
22	मानव रोग और रोग प्रतिकार	172

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, चाल, शक्ति, द्रव्यमान 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।
   समतल कोण = चाप/ त्रिज्या
   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	सेंटीमीटर	फीट
द्रव्यमान	किलोग्राम	ग्राम	पाउंड
समय	सेकंड	सेकंड	सेकंड

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 Microns) 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

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	$[ML^{-3}T^0]$	—

ToppersNotes
Unleash the topper in you

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)	$[ML^2T^{-3}I^{-1}]$	$1\ V = kg{\cdot}m^2/(A{\cdot}s^3)$
15	प्रतिरोध	विभवान्तर /धारा	ओम (Ω)	$[ML^2T^{-3}I^{-2}]$	$1\ \Omega = kg{\cdot}m^2/(A^3{\cdot}s^3)$
16	धारिता	आवेश /विभवान्तर	फैराड (F)	$[M^{-1}L^{-2}T^4I^2]$	$1\ F = s^4{\cdot}A^2/(kg{\cdot}m^2)$
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)	$[M^0L^1T^0]$	—

क्या आप जानते हैं ?

- **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}

2 CHAPTER गति

विराम स्थिति:

- 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** में कही जाती है।
- **उदाहरण:** एक मेज़ पर रखी पुस्तक, मेज़ के सापेक्ष स्थिर मानी जाएगी।

गति:

- जब कोई वस्तु समय के सापेक्ष **लगातार अपनी स्थिति मे परिवर्तन करती रहती है,** तो उसे **गति में** कहा जाता है।
- **उदाहरण:** आकाश में उड़ता हुआ पक्षी।

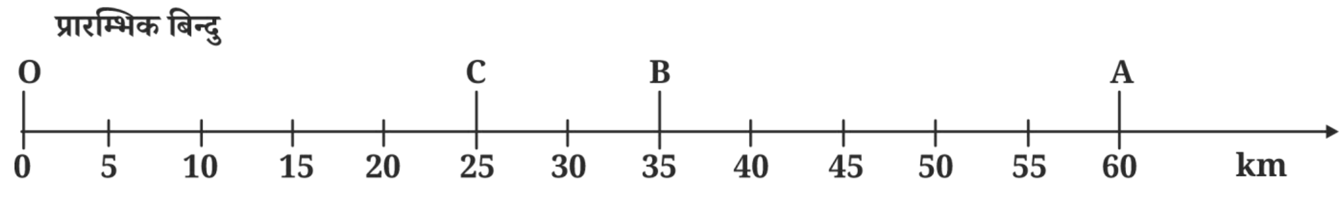
पिंड की गति के प्रकार

1. **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
2. **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।
3. **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
4. **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
5. **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
6. **आवर्त गति :** किसी पिंड की दोलन गति जो बार - बार निश्चित अंतराल मे दोहरायी जाती हैं ।
   उदाहरण: घड़ी की सुई का वृत्ताकार घूमना।

गति को बताने के लिए प्रयुक्त निर्देशांकों की संख्या के आधार पर गति के प्रकार:

1. **एकविमीय गति :** जव वस्तु की स्थिति केवल एक दिशा में बदलती है तो वस्तु की गति **एकविमीय गति** कहलाती है।
2. **द्विविमीय गति :**_जब वस्तु की स्थिति दो दिशाओं में बदलती है. तो वस्तु की गति **द्विविमीय गति** कहलाती है।
3. **त्रिविमीय गति :**_जब वस्तु की स्थिति तीन दिशाओं में बदलती है, तो वस्तु की गति **त्रिविमीय गति** कहलाती है।

गति से जुड़े सामान्य परिभाषाएँ :



सरल रेखीय पथ पर गतिमान वस्तु की स्थितियाँ

दूरी:

- किसी वस्तु द्वारा एक निश्चित समय अंतराल में चली गई वास्तविक लम्बाई को **दूरी** कहा जाता है।
- **इकाई:** मीटर (m)
- **प्रकृति:** अदिश राशि
- **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
- विस्थापन, धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य हो सकता हैं ।

गति या चाल :

- किसी वस्तु द्वारा **एक समय में तय की गई दूरी** को गति या चाल कहा जाता है।

चाल= कुल दूरी / कुल समय

- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड (m/s)
- **प्रकृति:** अदिश राशि
- गति या चाल कभी भी शून्य नहीं हो सकता हैं ।

प्रश्न: यदि एक आदमी 5 किमी/घंटा की गति से एक निश्चित दूरी तय करने में 36 मिनट लेता है, तो उसके द्वारा तय की गई दूरी है:

हल : गति = 5 किमी/घंटा

समय = 36 मिनट = 36/60 = 0.6 घंटा

दूरी = गति × समय = 5 × 0.6 = **3 किमी**

वेग:

- 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
- वेग, धनात्मक, ऋणात्मक एवं शून्य हो सकता हैं ।

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:

- किसी वस्तु के वेग में समय के साथ होने वाले परिवर्तन की दर को **त्वरण** कहते हैं।

  त्वरण = **वेग में परिवर्तन / समय**

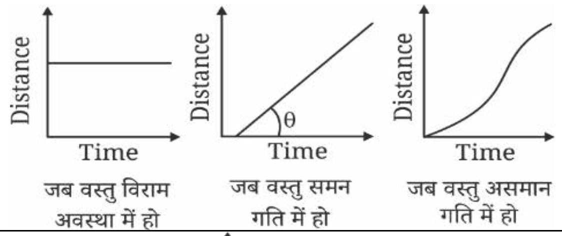
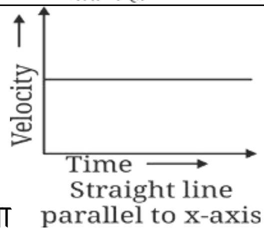
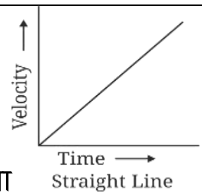
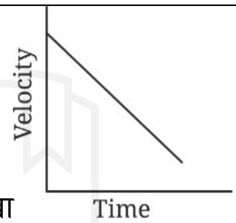
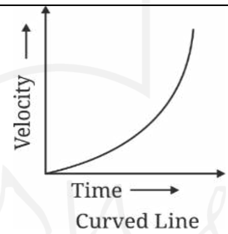
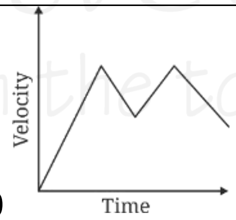
- **इकाई:** मीटर प्रति सेकंड वर्ग (m/s^2)
- **प्रकृति:** सदिश राशि
- मान: शून्य, धनात्मक या ऋणात्मक हो सकता है।
- ऋणात्मक त्वरण को **मंदन (Retardation)** कहते हैं। इसका दिशा वेग के विपरीत होता है।

प्रकार:

1. **समान त्वरण:** एकसमान त्वरण वह अवस्था है जिसमें किसी वस्तु के वेग में **समान समयांतरालों में समान परिवर्तन** होता है। अर्थात् वस्तु का त्वरण स्थिर रहता है।
2. **असमान त्वरण:** वेग में परिवर्तन अनियमित हो।
   उदाहरण: भीड़भाड़ वाली सड़क पर चलती कार।
3. **औसत त्वरण:** कुल वेग परिवर्तन / कुल समय
4. **क्षणिक त्वरण:** किसी एक क्षण पर वस्तु के वेग मे परिवर्तन के मान को तात्क्षणिक त्वरण कहते हैं

गति का ग्राफीय निरूपण:

क्रम	गति की स्थिति	ग्राफ का प्रकार	ग्राफीय निरूपण	मुख्य विशेषता
1	वस्तु विश्राम में	विस्थापन–समय ग्राफ	समय-अक्ष के समानांतर सीधी रेखा	विस्थापन स्थिर, वेग = 0
2	समान गति	विस्थापन–समय ग्राफ	x-अक्ष से कोण बनाती सीधी रेखा	ढलान स्थिर ⇒ समान वेग

3	असमान गति / त्वरण	विस्थापन–समय ग्राफ	वक्र रेखा 	ढलान बदलता रहता है
4	समान वेग	वेग–समय ग्राफ	 क्षैतिज सीधी रेखा	वेग नियत
5	धनात्मक समान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 ऊपर की ओर झुकी सीधी रेखा	वेग समान रूप से बढ़ता है
6	ऋणात्मक समान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 नीचे की ओर झुकी सीधी रेखा	वेग समान रूप से घटता है
7	असमान वेग	वेग–समय ग्राफ	 वक्र रेखा	वेग अनियमित
8	असमान त्वरण	वेग–समय ग्राफ	 टेढ़ा-मेढ़ा (Zig-Zag)	त्वरण अनियमित

गति के समीकरण :

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

समान त्वरण वाली गति के लिए गति के तीन मुख्य समीकरण

1. **$v = u + at$**
2. **$s = ut + \frac{1}{2} at^2$**
3. **$2as = v^2 - u^2$**

जहां, u = प्रारंभिक वेग, **v** = अंतिम वेग, **s** = विस्थापन, **t** = समय, **a** = त्वरण

गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में गति के समीकरण :

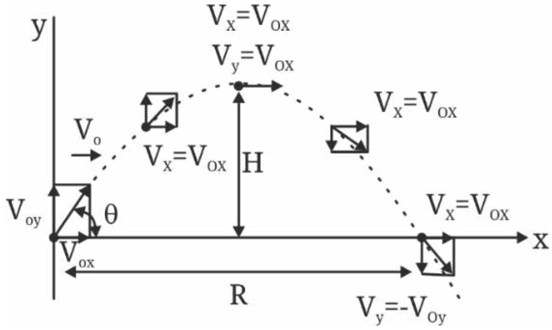
1. **$v = u + gt$**
2. **$s = ut + \frac{1}{2} gt^2$**
3. **$2gs = v^2 - u^2$**

प्रश्न : एक बस सीधी सड़क पर 10 km/h की चाल से चल रही है और 2 मिनट में अपनी चाल बढ़ाकर 70 km/h कर लेती है। बस का औसत त्वरण क्या होगा?

Unleash the topper in you

व्याख्या:
औसत त्वरण = (अंतिम वेग − प्रारंभिक वेग) / समय= (70 − 10) / (2 मिनट) = 60 km/h को 2 मिनट में इकाई बदलने पर औसत त्वरण = **0.5 km/min²**

प्रक्षेप्य गति :



- जब कोई वस्तु गुरुत्वाकर्षण के प्रभाव में किसी कोण पर फेंकी जाती है और वह वायुमंडल में एक वक्र पथ का अनुसरण करती है, तब उसे **प्रक्षेप्य गति** कहते हैं।
- **उदाहरण:** एक पत्थर को कोण पर फेंका जाए तो वह वक्र पथ बनाते हुए दूर गिरता है।

प्रक्षेप गति शब्दावली:

- **प्रक्षेप पथ:** वह पथ जिसे प्रक्षेप्य अनुसरण करता है, उसे प्रक्षेप्य पथ कहते हैं। यह परवलय के रूप में होता हैं ।
- **प्रक्षेपण कोण:** क्षैतिज रेखा के साथ जो प्रारंभिक कोण बनता है, उस पर वस्तु फेंकी जाती है, वही प्रक्षेपण कोण कहलाता है।
- **उड़ान का समय:** 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:** प्रक्षेपण बिंदु और क्षैतिज तल पर उस बिंदु के बीच की अधिकतम क्षैतिज दूरी, जहां प्रक्षेप्य टकराता है, रेंज कहलाती है।

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

- **अधिकतम ऊँचाई:** वह अधिकतम ऊँचाई जो प्रक्षेप्य अपनी गति के दौरान प्राप्त करता है।

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

प्रश्न: निम्नलिखित में से गति का कौन-सा समीकरण सही है?

I. $v = \frac{u}{2} + at$

II. $s = 2ut + at^2$

(A) केवल I

B) न तो I और न ही II

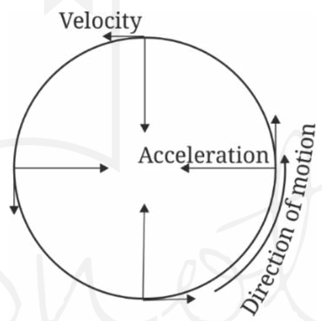
(C) केवल II

(D) I और II दोनों

उत्तर: (B) **न तो I और न ही II**

व्याख्या: गति का प्रथम सही समीकरण $v = u + at$ होता है, न कि $v = \frac{u}{2} + at$, इसलिए कथन I गलत है। इसी प्रकार, विस्थापन का सही समीकरण $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ होता है, न कि $s = 2ut + at^2$, इसलिए कथन II भी गलत है।

वृत्तीय गति :



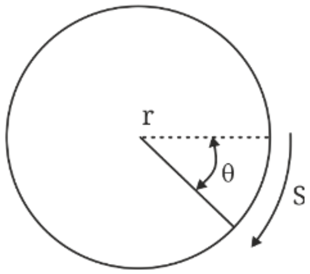
- जब कोई वस्तु किसी **वृत्त की परिधि** पर या **वृत्ताकार पथ** पर गति करती है, तो उसे **वृत्तीय गति** कहा जाता है। वृत्ताकार पथ पर गति करने वाले पिंड का वेग **त्वरित वेग** होता है क्योंकि उसकी दिशा निरंतर बदलती रहती है।

वृतीय गति के प्रकार :

1. **समान परिपथीय गति:** इस प्रकार की गति में वस्तु वृत्तीय पथ पर **समान वेग** से चलती है। इसमे गति स्थिर होती है, फिर भी दिशा लगातार बदलती रहती है, इसलिए वस्तु का **वेग** बदलता रहता है।
2. **असमान वृत्तीय गति:** 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।



परिपथीय गति या वृत्तीय से संबंधित प्रमुख शब्दावली

क्रम	भौतिक राशि	परिभाषा	सूत्र	SI इकाई
1	कालावधि (T)	वृत्तीय पथ पर किसी कण को एक पूरा चक्कर लगाने में लगने वाला समय कालावधि कहलाता है	—	सेकंड (s)
2	आवृत्ति (n)	एक सेकंड में वृत्तीय पथ पर किए गए कुल चक्करों की संख्या आवृत्ति कहलाती है	$n = 1/T$	हर्ट्ज़ (Hz)
3	कोणीय विस्थापन (θ)	वृत्त के केंद्र पर स्थित त्रिज्या सदिश द्वारा बनाया गया कोण कोणीय विस्थापन कहलाता है	θ = चाप / त्रिज्या	रेडियन (rad)
4	कोणीय वेग (ω)	समय के साथ कोणीय विस्थापन में होने वाले परिवर्तन की दर को कोणीय वेग कहते हैं	$\omega = \theta / t$	rad/s
5	कोणीय त्वरण (α)	समय के साथ कोणीय वेग में होने वाले परिवर्तन की दर को कोणीय त्वरण कहते हैं	$\alpha = \omega / t$	rad/s^2
6	अभिकेन्द्र त्वरण	वृत्तीय पथ पर गतिशील वस्तु का वह त्वरण जो हमेशा वृत्त के केंद्र की ओर होता है	$a = v^2 / r$	m/s^2

Toppersnotes Unleash the topper in you

3 CHAPTER बल एवं गति

बल:

- जब किसी पिंड को खींचने (pull) या धकेलने (push) की क्रिया होती हैं तो उसकी स्थिति, आकार या गति मे परिवर्तन हो जाता है, इसे उसे **बल** कहते हैं।
- यह किसी बाहरी प्रभाव का परिणाम होता है, जो किसी वस्तु को स्थिर अवस्था से गति में ला सकता है या गति कर रही वस्तु को रोक सकता है।
- **संरक्षी बल** की विशेषता यह है कि इसके द्वारा किया गया कार्य पथ पर निर्भर नहीं करता, बल्कि केवल प्रारम्भिक और अंतिम स्थिति पर निर्भर करता है।
- बल की परिमाण और दिशा होती है, इसलिए यह सदिश राशि है।
- बल की SI इकाई न्यूटन और CGS इकाई डाइन होती है।
- किसी वस्तु पर बल की गणना न्यूटन के द्वितीय गति नियम से की जाती है।
- बल = द्रव्यमान x त्वरण = ma
  - ✓ 1 न्यूटन = $kg\text{-}m/sec^2$
  - ✓ 1 न्यूटन = 10^5 डाइन

बल के प्रकार:

बल का प्रकार	**क्या होता है**	**सरल उदाहरण**
संपर्क बल	जब दो वस्तुओं के बीच प्रत्यक्ष संपर्क के कारण बल उत्पन्न होता है, तो उसे संपर्क बल कहा जाता है।	धक्का देना, खींचना
पेशीय बल	यह वह बल है जो हमारी मांसपेशियों की क्रिया से उत्पन्न होता है।	डिब्बा उठाना, दरवाज़ा धकेलना
घर्षण बल	जब दो सतहें आपस में संपर्क में आती हैं और आपस में गति का विरोध करती हैं, तो उत्पन्न बल को घर्षण बल कहते हैं।	फिसलती किताब का रुकना
असंपर्क बल	जब बिना किसी प्रत्यक्ष संपर्क के दो वस्तुएँ एक-दूसरे पर बल लगाती हैं, तो उस बल को असंपर्क बल कहते हैं।	पृथ्वी का वस्तु को खींचना
गुरुत्वाकर्षण बल	यह वह बल है जो पृथ्वी किसी वस्तु को अपनी ओर खींचने के लिए लगाती है। ➢ यह एक प्रकार का आकर्षण बल हैं ।	सेब का गिरना
विद्युतस्थैतिक बल	यह बल दो आवेशित कणों या वस्तुओं के बीच लगता है।	गुब्बारे का दीवार से चिपकना
चुंबकीय बल	यह बल दो चुंबकों या गतिशील विद्युत आवेशों के बीच कार्य करता है।	चुंबकों का आकर्षण
नाभिकीय बल	यह बल परमाणु के नाभिक में स्थित प्रोटॉनों और न्यूट्रॉनों को आपस में बाँधे रखता है।	प्रोटॉन-न्यूट्रॉन का बंधन
संतुलित बल	जब किसी वस्तु पर दोनों ओर से समान परिमाण के बल लगाए जाते हैं, तो वस्तु की गति में कोई परिवर्तन नहीं होता। इस स्थिति में सभी बलों का कुल प्रभाव (net force) शून्य होता है।	बराबर धक्का दोनों ओर
असंतुलित बल	जब किसी वस्तु पर कार्य कर रहे बल समान या विपरीत नहीं होते और गति में परिवर्तन शुरू होता हैं, तो ऐसे बल को असंतुलित बल कहा जाता है।	गेंद को लात मारना

Unleash the topper in you

जड़त्व:

- किसी वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था अथवा एकसमान गति की अवस्था में परिवर्तन का विरोध करती है. जड़त्व कहलाता है।

जड़त्व के प्रकार :

1. **विराम का जड़त्व :** वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी विराम अवस्था में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, विराम का जड़त्व कहलाता है।
2. **गति का जड़त्व :** वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी एकसमान गति में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, गत्ति का जड़त्व कहलाता है।
3. **दिशा का जड़त्व** : वस्तु का वह गुण जिसके कारण वह अपनी गति की दिशा में होने वाले परिवर्तन का विरोध करती है, दिशा का जड़त्व कहलाता है।

क्या आप जानते हैं?

जड़त्व और द्रव्यमान का संबंध :

किसी वस्तु का जड़त्व उसके द्रव्यमान पर निर्भर करता है। किसी वस्तु का जड़त्व उसके द्रव्यमान के समानुपाती होता हैं। अर्थात द्रव्यमान बढ़ने पर जड़त्व का मान बढ़ता हैं, इसके विपरीत:।

न्यूटन के गति का नियम:

न्यूटन का गति का प्रथम नियम:

- यदि कोई वस्तु विराम की स्थिति में है, तो वह विराम में ही रहेगी, और यदि वह एकसमान गति से चल रही है, तो वह उसी गति और दिशा में चलती रहेगी **जब तक उस पर कोई बाहरी बल कार्य न करे।**
- इसे **जड़त्व का नियम** या **गैलीलियो का नियम** भी कहा जाता है।
- यह नियम बल को परिभाषित करता हैं ।

उदाहरण:

- **जब पेड़ को जोर से हिलाया जाता है, तो टहनियाँ गति में आ जाती हैं, लेकिन फल जड़त्व के कारण विराम अवस्था में बने रहते हैं और नीचे गिर जाते हैं।**

संवेग:

- किसी वस्तु की गति का प्रभाव उसके **द्रव्यमान और वेग** पर निर्भर करता है। इसे **संवेग** कहा जाता है।

  p = m x v

  जहां: m - द्रव्यमान ; v - वेग
- यह एक सदिश राशि हैं जिसका SI मात्रक : **kg·m/s**

संवेग के प्रकार :

1. **रेखीय संवेग :** जब कोई पिंड सरल रेखा मे गति करता हैं तो वस्तु के द्रव्यमान तथा रेखीय वेग के गुणनफल को उस वस्तु का सवेग कहते हैं । किसी पिंड की जितनी अधिक गति और द्रव्यमान होगा उतना ही अधिक उस पिंड का संवेग होगा ।
2. **कोणीय संवेग:** वृत्तीय/घूर्णन गति में वस्तु का संवेग; द्रव्यमान, वेग और अक्ष से दूरी पर निर्भर।

   उदाहरण: घूमता चक्र, ग्रहों की गति।

रेखीय संवेग संरक्षण का नियम:

- संवेग संरक्षण के नियम के अनुसार, यदि दो या दो से अधिक पिण्डों के निकाय पर कोई बाह्य बल कार्य न करे तो निकाय का रेखीय संवेग नियत रहता है। इससे स्पष्ट है कि एक पिण्ड में जितना संवेग परिवर्तन होता है, दूसरे में भी उतना ही संवेग-परिवर्तन विपरीत दिशा में हो जाता है। इसे ही रेखीय संवेग संरक्षण का सिद्धान्त कहते हैं।
- डिवाइस जो संवेग संरक्षण के नियम के आधार पर काम करती है: रॉकेट प्रणोदन, बन्सेन बर्नर, अग्निशामक यंत्र, तोप की पुनरावृत्ति

दो पिंडों की टक्कर:

- दो पिण्डों के मध्य टक्कर जब समान संवेग की दो गेंदे आपस में टकराती है. तो गेंद अचानक रुक जाती है क्योंकि टक्कर पूर्व दोनों गेंदों का संवेग तथा टक्कर के पश्चात् दोनों गेंदों का संवेग समान (शून्य) है।

  $\mathbf{m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2}$

प्रश्न: एक गेंद में 3000 इकाई संवेग होता है। यदि गेंद का वेग दोगुना कर दिया जाए, तो गेंद का नया संवेग क्या होगा?

हल: द्रव्यमान स्थिर होने पर वेग दोगुना करने से संवेग भी दोगुना हो जाता है।

नया संवेग = 2 × 3000 = 6000 इकाइयां

न्यूटन का द्वितीय गति नियम:

- इस नियम के अनुसार, " किसी वस्तु के संवेग में परिवर्तन की दर उस पर लगने वाले बल के अनुक्रमानुपाती होती है, और यह बल उसी दिशा में कार्य करता है जिस दिशा में संवेग में परिवर्तन होता है।"

गणितीय रूप

$$F \propto \frac{\Delta p}{\Delta t} \Rightarrow F = ma$$

जहाँ, F = बल, m = द्रव्यमान , a = त्वरण

- इस नियम के अनुसार, बल = द्रव्यमान × त्वरण
- न्यूटन के गति के द्वितीय नियम के द्वारा बल की गणना की जाती हैं ।

उदाहरण :

- **टेबल टेनिस:** जब खिलाड़ी गेंद को हिट करता है, तो उसे चोट नहीं लगती क्योंकि गेंद का द्रव्यमान और वेग दोनों ही कम होते हैं, जिससे त्वरण और बल भी कम होता है।

आवेग:

- यदि कोई बल किसी वस्तु पर कम समय तक कार्यरत् रहे, तो बल और समय-अन्तराल के गुणनफल को उस वस्तु का आवेग कहते हैं या किसी वस्तु के संवेग में उत्पन्न परिवर्तन को आवेग कहा जाता है।

$$I = F\Delta t$$

जहाँ: I= आवेग, F= लगाया गया बल, Δt= बल के कार्य करने का समय

आवेग और संवेग का संबंध

- आवेग = संवेग में परिवर्तन

$$I = \Delta p = m(v - u)$$

आवेग की विशेषताएँ

- यह सदिश राशि है
- आवेग का मात्रक = न्यूटन-सेकंड ($N{\cdot}s$)
- समान बल के लिए
  - ✓ समय कम ⇒ आवेग कम
  - ✓ समय अधिक ⇒ आवेग अधिक

उदाहरण:

- **गेद को धीरे रोकने से अधिक समय में संवेग परिवर्तन होता है** → बल कम लगता है → हाथ में चोट नहीं लगती।
- **रेलगाड़ियों के डिब्बों में बफर :** शंटिंग के समय दो डिब्बों की टक्कर में बफर झटकों को अवशोषित करते हैं। इससे टक्कर की अवधि बढ़ जाती है → बल घट जाता है → नुकसान नहीं होता।

प्रश्न:10 kg द्रव्यमान की एक वस्तु पर 2 सेकंड की अवधि के लिए एक स्थिर बल कार्य करता है। इससे वस्तु का वेग 5 m/s से बढ़कर 10 m/s हो जाता है। लगाए गए बल का परिमाण ज्ञात कीजिए। अब यदि वही बल 5 सेकंड के लिए लगाया जाए, तो वस्तु का अंतिम वेग क्या होगा?

हल: प्रारंभिक स्थिति में त्वरण

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{10 - 5}{2} = 2.5 \text{ m/s}^2$$

न्यूटन के दूसरे नियम से $F = ma = 10 \times 2.5 = 25$ N

यदि यही बल 5 सेकंड तक लगाया जाए, तो

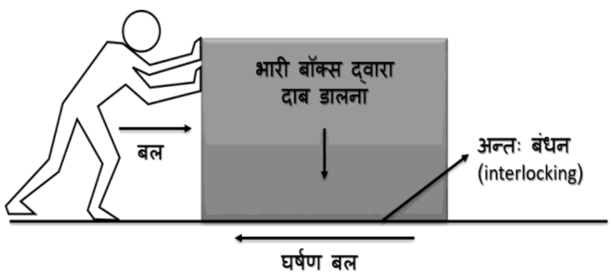
$$v = u + at = 5 + (2.5 \times 5) = 17.5 \text{ m/s}$$

न्यूटन का तृतीय गति नियम :

- गति के तृतीय नियमानुसार, "एक वस्तु क्रिया रूप में दूसरी वस्तु पर जितना बल लगाती है, दूसरी वस्तु भी उतना ही बल विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया रूप में लगाती है अर्थात् प्रत्येक क्रिया की उसके बराबर तथा विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।
- इसे क्रिया - प्रतिक्रिया बल का नियम भी कहते हैं
- **उदाहरण:** रॉकेट की गति उससे निकलने वाले तीव्र गैसीय निकास (Exhaust) की प्रतिक्रिया होती है।

घर्षण बल:

- कोई वस्तु जब किसी दूसरी वस्तु की सतह पर फिसलती या लुढ़कती है अथवा ऐसा करने का प्रयास करती है, तो उनके मध्य होने वाली आपेक्षिक गति का विरोध करने वाले बल को घर्षण कहते हैं। इसकी दिशा सदैव पिंड की आपेक्षिक गति की दिशा के विपरीत होती है।



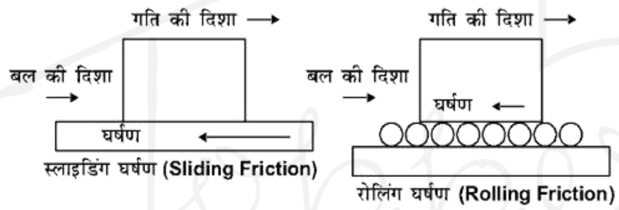
भारी बॉक्स को धक्का देने में अधिक बल लगता है

उदाहरण:

- **चलना** – जूते और ज़मीन के बीच का घर्षण चलने में सहायता करता है।

घर्षण के प्रकार तीन होते हैं:

1. **स्थैतिक घर्षण:** यह वह घर्षण है जो दो वस्तुओं के बीच तब लगता है जब वे आपस में संपर्क में होती हैं, लेकिन एक-दूसरे पर नहीं सरक रही होतीं। यह बल तब तक बढ़ता रहता है जब तक वस्तु चलना शुरू नहीं करती। इसे "स्व-समायोज्य बल" भी कहा जाता है।
2. **सीमांत घर्षण :** यह स्थैतिक घर्षण का अधिकतम मान होता है, जब वस्तु बस लुढ़कने ही वाली होती है। यह सतह की प्रकृति (मुलायम या खुरदरी) पर निर्भर करता है, लेकिन सतह के क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता।
3. **गतिज घर्षण**: जब एक वस्तु दूसरी सतह पर लुढ़कती है, तो उनके बीच जो घर्षण लगता है, वह गतिज घर्षण कहलाता है। इसके दो प्रकार होते हैं:
   a. **स्लाइडिंग घर्षण**: जब वस्तु सरक रही होती है।
   b. **रोलिंग घर्षण**: जब वस्तु लुढ़क रही होती है।



4. **तरल घर्षण:** यह तब उत्पन्न होता है जब कोई वस्तु पानी या हवा जैसे द्रव में गति करती है और यह द्रव की सांद्रता पर निर्भर करता है।

- **घर्षण कम करने के उपाय:** पॉलिश करना, स्नेहक का प्रयोग, बॉल बेयरिंग का उपयोग तथा घर्षण-रोधी सामग्री का प्रयोग।

अभिकेंद्रीय और अपकेंद्रीय बल

अभिकेंद्र बल:

- **यदि** कोई कण किसी वृत्त की परिधि पर घूम रहा है, तो उसके वेग का परिमाण तो नियत रहता है किन्तु दिशा निरन्तर बदलती रहती है, जिसके कारण कण पर एक बाह्य बल कार्य करता है इस बल की दिशा वृत्त के केन्द्र की ओर दिष्ट रहती है। इस बल को अभिकेन्द्र बल कहते हैं।
- **नोट** : यह बल सदैव वृत्त के केंद्र की ओर कार्य करता है।

उदाहरण:

- **रस्सी से बंधे पत्थर को घुमाना :** पत्थर को केंद्र की ओर खींचने वाला बल रस्सी द्वारा प्रदान किया जाता है।
- **ग्रहों का सूर्य की परिक्रमा करना :** गुरुत्वाकर्षण बल ग्रहों को सूर्य की ओर खींचता है।

अपकेंद्र बल:

- **कुछ** परिस्थितियों में ऐसा आभास होता है कि किसी वृत्तीय गति करती वस्तु पर बाहर की ओर एक बल लग रहा है. जबकि वास्तव में वस्तु पर बल लगा नहीं होता है. इस बल को ही अपकेन्द्र बल कहते हैं। यह एक आभासी (छद्म) बल होता है। यह त्रिज्या के साथ तथा वृत्त के केन्द्र से दूर कार्य करता है।
- **अपकेंद्रीय बल पर आधारित उपयंत्र:** सेंट्रीफ्यूज, सेंट्रीफ्यूगल क्लच, पंप, ड्रायर/वॉशिंग मशीन, क्रीम सेपरेटर, फैन और गोल्ड सेपरेटर सभी अपकेंद्र बल के उपयोग से पदार्थों को अलग करने या बाहर की ओर गति देने का कार्य करते हैं।

बल आघूर्ण:

- "किसी अक्ष के परितः एक बल का बल आघूर्ण उस बल के परिमाण एवं अक्ष से बल की क्रिया रेखा की लंबवत् दूरी के गुणनफल के बराबर होता है।"

Torque = F x r X sinθ

जहाँ:τ= टॉर्क (बल आघूर्ण), F= लगने वाला बल, r = घूर्णन की धुरी से बल के लगने की दूरी (लेवर आर्म), θ= बल और लेवर आर्म के बीच का कोण

- टॉर्क की SI इकाई **न्यूटन-मीटर (N·m)** होती है।
- यदि कोण θ=90 डिग्री हो, तो टॉर्क अधिकतम होता है।
- यह एक **सदिश राशि** है।

उदाहरण :

- ✓ दरवाज़े को धक्का देने पर वह घूमता है — टॉर्क लगता है।
- ✓ रिंच से नट बोल्ट खोलना — टॉर्क का उपयोग होता है।

बल युग्म:

- दो बराबर व विपरीत समानांतर बल जो वस्तु को घुमाते हैं बलयुग्म कहलाते हैं, और उनकी क्रिया रेखाओं के बीच की लंबवत दूरी बलयुग्म की भुजा होती है।
  $\tau = F \times d$
  जहाँ: τ = टॉर्क (बल आघूर्ण), F = प्रत्येक बल की परिमाण, d = दोनों बलों के बीच की लम्बवत दूरी (Couple arm)
- **विशेषताएँ**: युग्म बल केवल घूर्णन उत्पन्न करता है, केंद्र को स्थानांतरित नहीं करता हैं और टॉर्क केवल बल और दूरी पर निर्भर करता है और यह शुद्ध घूर्णन प्रभाव देता है।
- **व्यावहारिक उदाहरण:** वाहन का स्टीयरिंग व्हील घुमाना, चाबी से ताला खोलना, हैण्डपम्प या ट्यूबवेल घुमाना, चाकू या स्क्रूड्राइवर से नट या स्क्रू कसना

जड़त्व आघूर्ण:

- जब कोई वस्तु किसी निर्धारित अक्ष के चारों ओर घूर्णन करती है, तो वह घूर्णन में विरोध करती है। यह विरोध उस वस्तु के जड़त्व आघूर्ण के कारण होता है।
  $I = \Sigma m r^2$
- यह वस्तु के आकार, आकृति और द्रव्यमान वितरण पर निर्भर करता है।
- **जड़त्व आघूर्ण का अनुप्रयोग:** रस्सी पर चलने वाला नट, घुमती मशीने, पृथ्वी का घुर्णन .

गैलीलियो और जड़त्व की अवधारणा

- **गैलीलियो के प्रयोग:** घर्षण कम करने के लिए झुके हुए समतल का प्रयोग किया और इसके अनुसार ढाल कम होने पर गति धीरे बदलती है और आदर्श (घर्षण रहित) स्थिति में वस्तु समान वेग से चलती रहती है।
- **मुख्य निष्कर्ष:** गति में परिवर्तन तभी होता है जब बाह्य बल लगाया जाए और बल के अभाव में स्थिर वस्तु स्थिर रहती है एवं गतिमान वस्तु एकसमान गति से चलती रहती है| यही अवधारणा आगे **चलकर न्यूटन के प्रथम गति नियम का आधार** बनी।
- **न्यूटन के प्रथम नियम से संबंध:** गैलीलियो की यह खोज जड़त्व की अवधारणा को स्पष्ट करती है, जिसे न्यूटन ने अपने प्रथम गति नियम के रूप में प्रतिपादित किया।

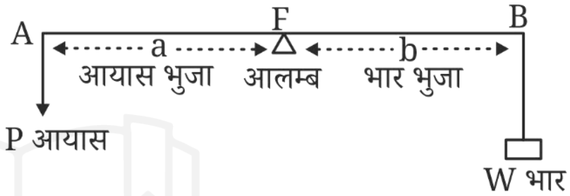
साधारण मशीन:

- सरल मशीन एक ऐसी युक्ति है, जिसकी सहायता से किसी बिन्दु पर अधिक वल लगाकर इसे इच्छानुसार दिशा में रोका जा सकता है और सुविधायुक्त गति द्वारा चलाया जा सकता है। इसमें एक लीवर होता है जो गेज, स्क्रू व्हील, एक्सल और पुली आदि को नियन्त्रित करता है।

उत्तोलक (Lever):

- उत्तोलक एक कठोर छड़ होती है जो किसी स्थिर बिंदु (आलम्ब) के चारों ओर घूमती है और कम बल से भारी वस्तु उठाने में सहायता करती है।

उत्तोलक के मुख्य भाग:



1. **आलम्ब (Fulcrum):** वह बिंदु जिसके चारों ओर उत्तोलक घूमता है।
2. **आयास (Effort):** लगाया गया बल।
3. **भार (Load):** उठाई जाने वाली वस्तु।

उत्तोलक का सिद्धांत:

- संतुलन की स्थिति में आयास का आघूर्ण = भार का आघूर्ण होता है।

उत्तोलक के प्रकार:

1. **प्रथम श्रेणी का उत्तोलक:** आलम्ब बीच में होता है। उदाहरण — झूला, कैंची।
2. **द्वितीय श्रेणी का उत्तोलक:** भार बीच में होता है। उदाहरण — नींबू निचोड़ने की मशीन।
3. **तृतीय श्रेणी का उत्तोलक:** आयास बीच में होता है। उदाहरण — चिमटा, मानव हाथ।

आर्किमिडीज के सिद्धांत:

- **आर्किमिडीज** एक महान **यूनानी गणितज्ञ, भौतिक विज्ञानी, इंजीनियर, आविष्कारक और खगोलशास्त्री** थे। उन्हें **शास्त्रीय यांत्रिकी** के संस्थापकों में गिना जाता है।

आर्किमिडीज के प्रमुख योगदान:

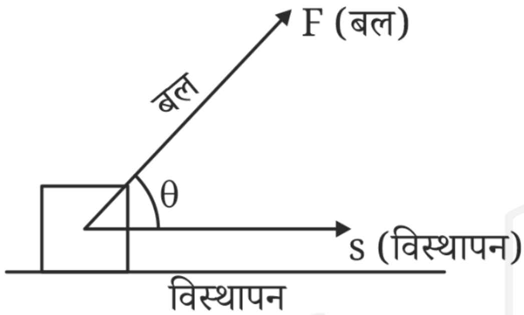
क्रम	योगदान	विवरण / महत्व
1	**लीवर का नियम**	किसी वस्तु को उठाने के लिए आवश्यक बल, धुरी (Fulcrum) से दूरी के व्युत्क्रमानुपाती होता है। कम बल से भारी वस्तु उठाई जा सकती है यदि बल अधिक दूरी पर लगाया जाए।
2	**पुली और यांत्रिक लाभ**	पुली प्रणालियों में कम बल लगाकर भारी भार उठाना संभव। यांत्रिक लाभ की अवधारणा समझाई।
3	**स्थिरता विज्ञान की नींव**	स्थिर संतुलन में पिंडों पर लगने वाले बलों का अध्ययन। इसी से स्थिर यांत्रिकी का विकास हुआ।
4	**यांत्रिकी में समग्र योगदान**	आर्किमिडीज के सिद्धांतों ने सैद्धांतिक और व्यावहारिक यांत्रिकी दोनों के विकास को प्रभावित किया।

Toppersnotes
Unleash the topper in you

4 CHAPTER कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति

कार्य:

- भौतिकी में कार्य उस प्रक्रिया को कहा जाता है जिसमें किसी वस्तु पर बल लगाकर उसे बल की दिशा में विस्थापित किया जाता है। जब कोई बल किसी वस्तु पर कार्य करता है और वह वस्तु बल की दिशा में कुछ दूरी तय करती है, तब कहा जाता है कि कार्य हुआ है।



- यदि बल F किसी वस्तु पर लगाया गया और वह वस्तु s दूरी तक विस्थापित हुई, तो कार्य का मान होगा: W = F × s
- यदि बल और विस्थापन के बीच कोण θ हो, तो कार्य का मान होगा: W = F × s × cosθ.
- कार्य एक अदिश राशि है।
- कार्य की **SI** इकाई जूल **(Joule)**
- 1 जूल वह कार्य होता है जब 1 न्यूटन बल लगाकर किसी वस्तु को 1 मीटर विस्थापित किया जाता है।
- 1 जूल = 1 न्यूटन × 1 मीटर
- कार्य की **CGS** इकाई है अर्ग **(erg)**
- 1 अर्ग = 10^{-7} जूल
- **किलोवाट** शक्ति की एक बड़ी इकाई है।
- **किलोवाट (kW):** 1 kW = 1000 W एक
- **विशेष स्थिति:**
  - ✓ यदि θ=0 (बल और विस्थापन एक ही दिशा में हैं), तो cosθ=1 और कार्य अधिकतम होगा।
  - ✓ यदि θ=90, तो cosθ=0 और कार्य = 0 होगा।
  - ✓ यदि वस्तु की विस्थापन s=0 हो या बल F=0 हो, तो भी कार्य शून्य होगा।

प्रश्न: यदि एक ईंट पर 7 N बल लगाया जाता है, तब वह 5 मीटर की दूरी तय करती है। इस स्थिति में किए गए कार्य की गणना क्या होगी?

हल

कार्य = बल × दूरी

$W = F \times d = 7 \times 5 = 35$ J

अतः किए गए कार्य का मान **35 जूल** है।

ऊर्जा:

- किसी पिंड द्वारा कार्य करने की क्षमता को **ऊर्जा** कहते हैं।
- ऊर्जा एक अदिश राशि हैं ।
- कार्य की तरह ऊर्जा का मात्रक जूल होता हैं ।

अर्ग (Erg)	अर्ग ऊर्जा की CGS इकाई है।	1 अर्ग = 10^{-7} जूल होता है।
कैलोरी	कैलोरी उस ऊर्जा की मात्रा है जो 1 ग्राम जल का तापमान 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक होती है।	1 कैलोरी = 4.2 जूल होता है।
किलोवाट-घंटा (kWh)	यह घरेलू बिजली उपयोग की सामान्य इकाई है।	1 किलोवाट-घंटा = 3.6×10^{6} जूल होता है।
इलेक्ट्रॉन वोल्ट (eV)	यह वह ऊर्जा है जो एक इलेक्ट्रॉन को 1 वोल्ट विभवांतर से गुजरते समय प्राप्त होती है।	1 इलेक्ट्रॉन वोल्ट =1.6×10^{-19} जूल होता है।
किलो जूल (kJ)	यह जूल की बड़ी इकाई है।	1 किलो जूल = 1000 जूल होता है।

गतिज ऊर्जा :

- किसी निश्चित वेग से गतिशील वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु पर इस वेग को प्राप्त करने के लिए किए गए कार्य के बराबर है।

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

जहाँ m द्रव्यमान तथा v वेग होता है। यह ऊर्जा हमेशा धनात्मक होती है।

- **उदाहरण:** दौड़ता व्यक्ति, गिरती हुई गेंद, बहता हुआ पानी, झूलता पेंडुलम।

प्रश्न: 2 kg और 3 kg द्रव्यमान वाली दो वस्तुएँ A और B को अलग-अलग ऊँचाइयों से गिराया गया। A को जमीन तक पहुँचने में 5 सेकंड और B को 3 सेकंड लगे। जमीन से टकराने पर उनकी गतिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा?

हल: मुक्त पतन में अंतिम वेग $v = gt$होता है। अतः$KE \propto \frac{1}{2}mv^2 \propto mt^2$। इसलिए अनुपात $KE_A : KE_B = (2 \times 5^2) : (3 \times 3^2) = 50 : 27$

स्थितिज ऊर्जा :

- किसी वस्तु की स्थिति या आकार में परिवर्तन के कारण उसमें जो ऊर्जा संग्रहीत होती है, वह स्थितिज ऊर्जा कहलाती है।

1. **गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा :** यह ऊर्जा वस्तु की ऊँचाई पर निर्भर करती है।

   PE=mgh

   ✓ **उदाहरण:** अलमारी पर रखी पुस्तक।

2. **लोचात्मक स्थितिज ऊर्जा :** खिंचे हुए या संकुचित वस्तु में संग्रहीत ऊर्जा

   ✓ **उदाहरण:** तीर-कमान, स्प्रिंग खिलौने।

3. **रासायनिक ऊर्जा :**_रासायनिक बंधों में संग्रहित ऊर्जा, जो प्रतिक्रिया में मुक्त होती है।

   ✓ **उदाहरण:** बैटरी, भोजन, पेट्रोल।

4. **नाभिकीय ऊर्जा (Nuclear PE):** परमाणु नाभिक में संग्रहित ऊर्जा जो विखंडन या संलयन द्वारा निकलती है।

   ✓ **उदाहरण:** परमाणु रिएक्टर, सूर्य।

क्या आप जानते हैं ?

- किसी पिंड की गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा का योग **यांत्रिक ऊर्जा** कहलाता हैं ।

प्रश्न: यदि 2 किलोग्राम द्रव्यमान की एक वस्तु को 10 मीटर की ऊँचाई से गिराया जाता है, तो 5 मीटर की ऊँचाई पर इसकी स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा का अनुपात क्या होगा?

$$(g = 10 \text{ m/s}^2)$$

हल: 10 m ऊँचाई पर PE = mgh = 2×10×10 = 200 J।

5 m पर PE = 2×10×5 = 100 J, शेष 100 J गतिज ऊर्जा होगी।

इसलिए 5 m पर **PE : KE = 1 : 1**

कार्य - ऊर्जा प्रमेय

- इस प्रमेय के अनुसार, किसी कण पर आरोपित बल द्वारा किया गया कार्य इसकी गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है।
- अतः किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में परिवर्तन

ऊर्जा संरक्षण का नियम:

- इस नियमानुसार, ऊर्जा केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपांतरित हो सकती है; न तो इसकी उत्पत्ति की जा सकती है और न ही विनाश। रूपांतरण के पहले व रूपांतरण के पश्चात् कुल ऊर्जा सदैव अचर रहती है।
- यह एक प्रायोगिक सार्वभौमिक नियम है।
- **उदाहरण**: गिरती हुई पुस्तक में स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में बदलती है।

आइन्सटीन का द्रव्यमान ऊर्जा तुल्यांक:

- आइन्सटीन के अनुसार, प्रत्येक पदार्थ में उसके द्रव्यमान के कारण ऊर्जा होती है. उसे द्रव्यमान ऊर्जा कहते हैं तथा द्रव्यमान को ऊर्जा में तथा ऊर्जा को द्रव्यमान में बदला जा सकता है।
- यदि द्रव्यमान की वस्तु को पूर्णतः ऊर्जा में परिवर्तित कर दिया जाए, तो उससे उत्पन्न कुल ऊर्जा

$$E = mc^2$$

जहाँ c = निर्वात् में प्रकाश की चाल =3 × 10^9 मी/से

ऊर्जा के विभिन्न रूप एवं उनका रूपांतरण:

ऊर्जा का रूप	विवरण	ऊर्जा रूपांतरण
ऊष्मा ऊर्जा	किसी वस्तु में ताप के कारण होने वाली ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा कहते हैं।	भाप इंजन में → यांत्रिक ऊर्जा थर्मल प्लांट में → विद्युत ऊर्जा
विद्युत ऊर्जा	इलेक्ट्रॉनों की गति से उत्पन्न ऊर्जा	बल्ब → प्रकाश ऊर्जा हीटर → ऊष्मा ऊर्जा
प्रकाश ऊर्जा	तरंगों से संचरित ऊर्जा (जैसे सूर्य का प्रकाश)	सौर पैनल → विद्युत ऊर्जा
ध्वनि ऊर्जा	कंपन द्वारा उत्पन्न ऊर्जा	माइक्रोफोन → विद्युत ऊर्जा स्पीकर → ध्वनि ऊर्जा
यांत्रिक ऊर्जा	गतिज और स्थितिज ऊर्जा का योग	पंखा, पवनचक्की, जनरेटर आदि
रासायनिक ऊर्जा	रासायनिक अभिक्रियाओं में संग्रहीत ऊर्जा	बैटरी, इंजन, मोमबत्ती आदि
गैर-पारंपरिक ऊर्जा स्रोत		
ऊर्जा स्रोत	**विवरण**	**उदाहरण/रूपांतरण**
पवन ऊर्जा	तेज गति से चलने वाली हवा में ऊर्जा	पवन चक्की → विद्युत ऊर्जा
जल ऊर्जा	बहते हुए पानी से प्राप्त ऊर्जा	जलविद्युत संयंत्र → विद्युत ऊर्जा
बायोमास ऊर्जा	जैव अपशिष्ट या मृत पौधों/जानवरों से प्राप्त ऊर्जा	बायो गैस संयंत्र → ऊष्मा ऊर्जा
सौर ऊर्जा	सूर्य से प्राप्त ऊर्जा	सोलर कुकर → ऊष्मा ऊर्जा सोलर पैनल → विद्युत ऊर्जा
ज्वार ऊर्जा	समुद्र की ज्वार-भाटाओं में संग्रहीत ऊर्जा	ज्वारीय बाँध → विद्युत ऊर्जा
तरंग ऊर्जा	समुद्र की लहरों की गतिज ऊर्जा	टर्बाइन से विद्युत ऊर्जा
महासागरीय ऊष्मीय ऊर्जा	समुद्र की सतह और गहराई के जल के तापांतर से प्राप्त ऊर्जा	OTEC संयंत्र → विद्युत ऊर्जा
भूतापीय ऊर्जा	पृथ्वी के भीतर संग्रहीत ऊष्मा	गर्म जल स्त्रोतों से बिजली
नाभिकीय ऊर्जा	परमाणु विखंडन या संलयन से प्राप्त ऊर्जा	परमाणु संयंत्र → ऊष्मा ऊर्जा → विद्युत ऊर्जा

शक्ति:

- कार्य करने की दर या ऊर्जा रूपांतरण की दर को 'शक्ति' कहते हैं। शक्ति, किये गए कार्य की गति को मापती है अर्थात् कार्य कितनी शीघ्रता या देर से किया गया।
- यदि कोई लाभकर्ता t समय में W कार्य करता है तो शक्ति का मान होगा- शक्ति = कार्य/समय (P=W/t)
- शक्ति का मात्रक जूल प्रति सेकेंड है, जिसे 'वॉट' भी कहते हैं।
- 1 वॉट वह शक्ति है. जिससे 1 सेकेंड में 1 जूल कार्य किया जाता हो।
- 1 वॉट = 1 जूल/सेकेंड ऊर्जा स्थानांतरण की उच्च दरों को किलोवॉट (KW) में व्यक्त करते हैं।
- 1KW = 1000W

प्रश्न: जब एक हीटर द्वारा 1 मिनट 20 सेकंड में 60 kJ ऊष्मा उत्पन्न की जाती है, तो हीटर की शक्ति कितनी होगी?

हल: उत्पन्न ऊष्मा $Q = 60\,\text{kJ} = 60000\,\text{J}$और समय $t = 80\,\text{s}$है।

शक्ति $P = \frac{Q}{t} = \frac{60000}{80} = 750\,\text{W}$।

अश्वशक्ति(HP):

- एक अश्वशक्ति वह शक्ति है जिससे एक घोड़ा 1 मिनट में 33,000 फुट-पाउंड कार्य कर सकता है। यह इंजन और मशीनों की शक्ति मापने की गैर-SI इकाई है।
- **यांत्रिक:** 1 HP ≈ 746 W
- **मीट्रिक:** 1 HP ≈ 736 W