3rd Edition

सामान्य विज्ञान

for

भारतीय रेलवे RRB परीक्षा

JE/ NTPC/ ALP/ Group D

SAMPLE

- 700+ Past RRB ... NTPC ... Group D MCQs
- 2200+ MCQs
- विगत् वर्षों की प... नवीनतम पाठ्यक्रम पर आधारित अध्ययन सामग्री
- भौतिक विज्ञान। रसायन विज्ञान। जीव विज्ञान

Based on Late... & Pattern

DISHA™
Publication Inc

DISHA Publication Inc.

A-23 FIEE Complex, Okhla Phase II
New Delhi-110020
Tel: 49842349/ 49842350

© Copyright DISHA Publication Inc.

All Rights Reserved. No part of this publication may be reproduced in any form without prior permission of the publisher. The author and the publisher do not take any legal responsibility for any errors or misrepresentations that might have crept in.
We have tried and made our best efforts to provide accurate up-to-date information in this book.

Typeset By

DISHA DTP Team

Buying Books from Disha is always Rewarding

This time we are appreciating your writing Creativity.
Write a review of the product you purchased on Amazon/ Flipkart

Take a screen shot / Photo of that review

Scan this QR Code ➔
Fill Details and submit | That's it ... Hold tight n wait.
At the end of the month, you will get a surprise gift from Disha Publication

Scan this QR code

Write To Us At

feedback_disha@aiets.co.in

www.dishapublication.com

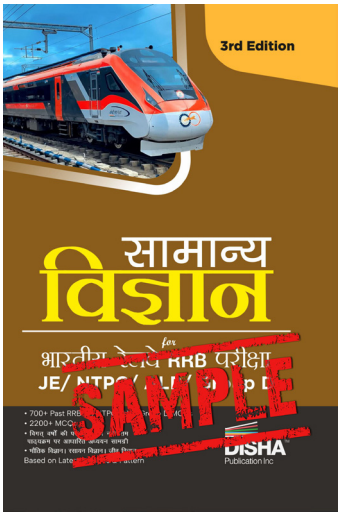
DISHA™ Publication Inc

Free Sample Contents

भौतिक विज्ञान 1 – 124

- मापन, यांत्रिकी
- कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति
- पदार्थ के गुण
- ऊष्मा, सरल आवर्त गति एवं तरंग
- ध्वनि
- प्रकाश
- चुम्बकत्व

This sample book is prepared from the book **"Samanya Vigyan for Bhartiya Railways RRB Pariksha - JE/ NTPC/ ALP/ Group D 3rd Edition".**



ISBN - 9789362255488

MRP- 240/-

In case you like this content, you can buy the **Physical Book** or **E-book** using the ISBN provided above.

The book & e-book are available on all leading online stores.

विषय सूची

भौतिक विज्ञान 1 – 124

- मापन, यांत्रिकी
- कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति
- पदार्थ के गुण
- ऊष्मा, सरल आवर्त गति एवं तरंग
- ध्वनि
- प्रकाश
- चुम्बकत्व
- विद्युत
- इलेक्ट्रॉन भौतिकी
- नाभिकीय भौतिकी
- विविध
- ब्रह्माण्ड
- सौरमण्डल
- पृथ्वी और उसका सौर्यिक संबंध
- प्रश्नावली

रसायन विज्ञान 125 – 220

- परिचय
- पदार्थ एवं उसकी प्रकृति
- परमाणु एवं परमाणु संरचना
- तत्वों का आवर्त वर्गीकरण
- गैसों का आचरण
- रासायनिक बंधन एवं रासायनिक अभिक्रिया
- ऑक्सीकरण (उपचयन) एवं अवकरण (अपचयन)
- अम्ल, क्षार एवं लवण
- कार्बन एवं उसके यौगिक
- रेडियोसक्रियता, धातुएँ
- अधातुएँ
- विलयन, उत्प्रेरक
- ईंधन

- मानव सेवा में रसायन
- महत्त्वपूर्ण तथ्य : विविध
- प्रश्नावली

जीव विज्ञान **221 – 340**

- परिचय
- जीवन उत्पत्ति का सिद्धांत (Theory of the Origin of Life)
- जंतु जगत
- आनुवंशिकी (Genetics)
- कोशिकीय संरचना
- जंतु ऊतक
- कंकाल तंत्र
- पेशी तंत्र
- पाचन तंत्र
- रूधिर परिसंचरण तंत्र
- श्वसन तंत्र
- तंत्रिका तंत्र
- मानव प्रजनन तंत्र
- उत्सर्जन तंत्र
- अंतःस्रावी तंत्र
- संवेदी अंग
- मानव आहार
- मानव रोग
- पादप जगत
- प्रश्नावली

भौतिक विज्ञान

- भौतिकी विज्ञान की वह शाखा है जिसके अंतर्गत द्रव्य तथा ऊर्जा और उसकी परस्पर क्रियाओं का अध्ययन किया जाता है।
- भौतिकी शब्द ग्रीक भाषा से लिया गया है, जिसका अर्थ है- प्रकृति।
- **फेयनमान** के अनुसार, भौतिकी पदार्थ और ऊर्जा का अध्ययन तथा इन दोनों के व्यवहार को प्रभावित करने वाले नियमों की खोज से संबंधित है। इस विज्ञान का संबंध रासायनिक परिवर्तनों से न होकर वस्तुओं के मध्य विद्यमान बलों एवं पदार्थ व ऊर्जा के अन्तर्सम्बन्धों से है। भौतिकी वह विज्ञान है जिसमें अजैव सृष्टि ताप, ध्वनि, विद्युत आदि पदार्थों का वैज्ञानिक अध्ययन किया जाता है।

मापन

- **भौतिक राशियाँ**- भौतिकी के नियमों को जिन्हें राशियों के पदों में व्यक्त किया जाता है, उन्हें भौतिक राशियां कहते हैं; जैसे- लम्बाई, बल, चाल, वस्तु का द्रव्यमान, घनत्व इत्यादि। भौतिक; राशियां दो प्रकार की होती हैं- **अदिश** (Scalar)और **सदिश** (Vector Quantities)।
- **अदिश राशियां**- जिन भौतिक राशियों के निरूपण के लिए केवल परिमाण की आवश्यकता होती है, किन्तु दिशा की कोई आवश्यकता नहीं होती, उन्हें अदिश राशि कहा जाता है। द्रव्यमान, चाल, समय, दूरी, ऊर्जा, आवेश, विद्युत धारा, विभव इत्यादि अदिश राशि के उदाहरण हैं।
- **सदिश राशि**- जिन भौतिक राशियों के निरूपण के लिए परिमाण के साथ-साथ दिशा की भी आवश्यकता होती है, उन्हें सदिश राशि कहा जाता है। बल, वेग, भार, त्वरण, विस्थापन इत्यादि सदिश राशि के उदाहरण हैं।
- भौतिकी के नियमों को समय, घनत्व, बल, ताप तथा अन्य भौतिक राशियों द्वारा व्यक्त किया जाता है।

माप की इकाइयाँ (Units of Measure)

- भौतिक विज्ञान में लम्बाई, द्रव्यमान एवं समय के लिए तीन मूलभूत इकाइयाँ प्रयुक्त होती हैं। अन्य इकाइयाँ इन्हीं तीनों मौलिक इकाइयों से बनी हैं। माप की इकाइयाँ दो प्रकार की होती हैं- मूल इकाई और व्युत्पन्न इकाई।

(i) **मूल मात्रक/इकाई (Fundamental Units)**- किसी भौतिक राशि को व्यक्त करने के लिए कुछ ऐसे मानकों का प्रयोग किया जाता है, जो अन्य मानकों से स्वतंत्र होते हैं, इन्हें मूल मात्रक कहते हैं; जैसे- लम्बाई, समय और द्रव्यमान के मात्रक क्रमशः **मीटर, सेकेण्ड** एवं **किलोग्राम** मूल इकाई हैं।

(ii) **व्युत्पन्न मात्रक/इकाई (Derived Units)**- किसी भौतिक राशि को जब दो या दो से अधिक मूल इकाइयों में व्यक्त किया जाता है, तो उसे व्युत्पन्न इकाई कहते हैं; जैसे-बल, दाब, कार्य एवं विभव के लिए क्रमशः **न्यूटन, पास्कल, जूल** एवं **वोल्ट** व्युत्पन्न मात्रक हैं।

मात्रक पद्धतियाँ (System of Units)

भौतिक राशियों के मापन के लिए निम्नलिखित चार पद्धतियां प्रचलित हैं-

(i) **CGS पद्धति (Centimetre Gram Second System)**- इस पद्धति में लम्बाई, द्रव्यमान तथा समय के मात्रक क्रमशः सेंटीमीटर, ग्राम और सेकण्ड होते हैं। इसलिए इसे Centimeter Gram Second या CGS पद्धति कहते हैं। इसे **फ्रेंच** या **मीट्रिक** पद्धति भी कहते हैं।

(ii) FPS पद्धति **(Foot Pound Second System)**- इस पद्धति में लम्बाई, द्रव्यमान तथा समय के मात्रक क्रमशः फुट पाउण्ड और सेकण्ड होते हैं। इसे **ब्रिटिश** पद्धति भी कहते हैं।

(iii) **MKS पद्धति (Metre Kilogram Second System)**- इस पद्धति में लम्बाई, द्रव्यमान और समय के मात्रक क्रमशः मीटर, किलोग्राम और सेकण्ड होते हैं।

(iv) **अंतर्राष्ट्रीय मात्रक पद्धति (System International - S.I. Units)**- सन् 1960 ई. में अन्तर्राष्ट्रीय माप-तौल के अधिवेशन में SI को स्वीकार किया गया, जिसका पूरा नाम Le Systeme International d'Unites है। वास्तव में, यह पद्धति MKS पद्धति का ही संशोधित एवं परिवर्द्धित (improved and extended) रूप है। आजकल इसी पद्धति का प्रयोग किया जाता है। इस पद्धति में सात मूल मात्रक तथा दो सम्पूरक मात्रक (supplementary units) हैं।

SI के सात मूल (Seven Fundamental Units) निम्नलिखित हैं:

(i) **लम्बाई (Length) का मूल मात्रक मीटर (Meter)**- SI में लम्बाई का मूल मात्रक मीटर (Metre) है। 1 मीटर वह दूरी है, जिसे प्रकाश निर्वात् में 1/299792458 सेकण्ड में तय करता है।

(ii) **द्रव्यमान (Mass) का मूल मात्रक किलोग्राम (Kilogram)**- फ्रांस के सेवरिस नामक स्थान पर माप-तौल के अंतर्राष्ट्रीय (International Bureau of weight and Measurement-IBWM) में सुरक्षित रखे प्लेटिनम-इरीडियम मिश्रधातु के बने हुए बेलन के द्रव्यमान को मानक किलोग्राम कहते हैं। इसे संकेत में किग्रा. (kg) लिखते हैं।

(iii) **समय का मूल मात्रक सेकेण्ड**- सीजियम-133 परमाणु की मूल अवस्था के दो निश्चित ऊर्जा स्तरों के बीच संक्रमण से उत्पन्न विकिरण के 9192631770 आवर्तकालों की अवधि को 1 सेकेण्ड कहते हैं। आइंस्टीन ने अपने प्रसिद्ध सापेक्षता का सिद्धांत (Theory oif Relativity) में समय को चतुर्थ विमा (fourth dimension) के रूप में प्रयुक्त किया है।

(iv) **विद्युत्-धारा (Electric Current) का मूल मात्रक एम्पियर (Ampere)**- यदि दो लम्बे और पतले तारों को निर्वात् में 1 मीटर की दूरी पर एक-दूसरे के समानान्तर रखा जाए और उनमें ऐसे परिमाण की समान विद्युत धारा प्रवाहित की जाए जिससे तारों के बीच प्रति मीटर लम्बाई में 2×10^{-7} न्यूटन का बल लगने लगे तो विद्युत् धारा के उस परिमाण को 1 एम्पियर कहा जाता है। इसका प्रतीक A है।

(v) **ताप (Temperature) का मूल मात्रक (Kelvin)**- जल के त्रिक बिंदु (triple point) के ऊष्मागतिक ताप के 1/273.16 वें भाग को **केल्विन** कहते हैं। इसका प्रतीक K होता है।

(vi) **ज्योति-तीव्रता (Luminous Intensity) का मूल मात्रक (Candela)**- किसी निश्चित दिशा में किसी प्रकाश स्रोत की ज्योति-तीव्रता 1 कैण्डेला तब कही जाती है, जब यह स्रोत उस दिशा में 540×10^{12} हर्ट्ज का तथा 1/683 वाट/ स्टेरेडियन तीव्रता का एकवर्णीय (monochromatic) उत्सर्जित करता है। यदि घन कोण के अन्दर प्रति सेकण्ड 1 जूल प्रकाश ऊर्जा उत्सर्जित हो, तो उसे 1 वाट/स्टेरेडियन कहते हैं।

(vii) **पदार्थ की मात्रा (Amount of Substance) कर मूल मात्रक (Mole)**- एक मोल, पदार्थ की वह मात्रा है, जिसमें उसके अवयवी तत्वों (परमाणु, अणु, आदि) की संख्या 6.023×10^{23} होती है। इस संख्या को ऐवोगाड्रो नियतांक (Avogadro's Constant) कहते हैं।

SI के दो सम्पूरक मात्रक (Supplementary Units) हैं-

(i) रेडियन (ii) स्टेरेडियन

(i) **रेडियन (Radian)**- किसी वृत्त की त्रिज्या के बराबर लम्बाई के चाप द्वारा उसके केन्द्र पर बनाया गया कोण एक रेडियन होता है। इस मात्रक का प्रयोग समतल पर बने कोणों (plane angles) को मापने के लिए किया जाता है।

(ii) **स्टेरेडियन (steradian)**- किसी गोले की सतह पर उसकी त्रिज्या के बराबर भुजा वर्गाकार क्षेत्रफल द्वारा गोले के केन्द्र पर बनाए गए घन कोण को 1 स्टेरेडियन कहते हैं। यह ठोसीय कोणों (solid angles) को मापने का मात्रक है।

मूल मात्रक (Fundamental Units)

भौतिक राशि (Physical Quantity)	SI मात्रक/इकाई (SI Unit)	प्रतीक/संकेत (Symbol)
लंबाई (Length)	मीटर (Metre)	M
द्रव्यमान (Mass)	किलोग्राम (Kilogram)	Kg
समय (Time)	सेकेंड (Second)	S
विद्युत-धारा (Electric Current)	एम्पियर (Ampere)	A
ताप (Temperature)	केल्विन (Kelvin)	K
ज्योति-तीव्रता (Luminous Intensity)	कैण्डेला (Candela)	Cd
पदार्थ की मात्रा (Amount of substance)	मोल (Mole)	mol

अत्यधिक लंबी दूरियों के मापने में प्रयोग किए जानेवाले मात्रक

- **खगोलीय इकाई (Astronomical Unit-A.U.)**- यह दूरी का मात्रक है। सूर्य और पृथ्वी के बीच की मध्य दूरी (mean distance) खगोलीय इकाई कहलाती है।

  1 A. U. = 1.495×10^{11} Metres

- **प्रकाश वर्ष (Light Yearly)**- यह दूरी का मात्रक है। एक प्रकाश वर्ष निर्वात् में प्रकाश के द्वारा एक वर्ष में चली गयी दूरी है, जो 9.46×10^{15} मी. के बराबर होती है।
- **पारसेक (Parsec) = Parallax second**- यह दूरी मापने की सबसे बड़ी इकाई है (1 Parsec = 3.08×10^{16} m)

लम्बाई/दूरी के मात्रक	
1 किलोमीटर (km)	= 1000 मी.
2 मील (Mile)	= 1.60934 किमी.
1 नाविक मील (NM)	= 1.852 किमी.
1 खगोलीय इकाई	= 1.495×10^{11} मी.
1 प्रकाश वर्ष (ly)	= 9.46×10^{15} मी. = 48612 A.U.
1 पारसेक (Parsec)	= 3.08×10^{16} मी. = 3.26 ly

दस की घात	पूर्व प्रत्यय (Prefix)	प्रतीक (Symbol)	दस की घात	पूर्व प्रत्यय (Prefix)	प्रतीक (Symbol)
10^{18}	एक्सा (exa)	E	10^{-18}	एटो (atto)	a
10^{15}	पेटा (peta)	P	10^{-15}	फेम्टो (femto)	f
10^{12}	टेरा (tera)	T	10^{-12}	पीको (pico)	p
10^{9}	गीगा (giga)	G	10^{-9}	नैनो (nano)	n
10^{6}	मेगा (mega)	M	10^{-6}	माइक्रो (micro)	μ
10^{3}	किलो (kilo)	k	10^{-3}	मिली (milli)	m
10^{2}	हेक्टो (hecto)	h	10^{-2}	सेण्टी (centi)	c
10^{1}	डेका (deca)	da	10^{-1}	डेसी (deci)	d

व्युत्पन्न राशि एवं उनके मात्रक

राशि	मात्रक	संकेत
आवृत्ति	हर्ट्ज	Hz
संवेग	किग्रा मी/ सेकण्ड	kg m/s
आवेग	न्यूटन/सेकेण्ड	N/s
पृष्ठ तनाव	न्यूटन/मीटर	N/m
विद्युत आवेश	कुलॉम्ब	c
विभान्तर	वोल्ट	v
विद्युत प्रतिरोध	ओम	Ω
विद्युत धारिता	फैराडे	F
प्रेरक चुम्बकीय फ्लक्स	वेबर	Wb
ज्योति फ्लक्स	ल्यूमेन	Lm
प्रदीप्ति धनत्व	लक्स	Lx
प्रकाश तरंगदैर्ध्य	एंग्स्ट्राम	m[Å]
प्रकाशीय दूरी	प्रकाश वर्ष	m
कार्य या ऊर्जा	जूल	J
त्वरण	मीटर/सेकण्ड^2	m/s^2
दाब	पास्कल	Pa
बल	न्यूटन	N
शक्ति	वाट	W
क्षेत्रफल	वर्गमीटर	m^2
आयतन	घनमीटर	m^3
चाल	मीटर/सेकण्ड	m/s
कोणीय वेग	रेडियन/सेकण्ड	Rad/s

DISHA™ Publication Inc

यांत्रिकी

- यांत्रिकी के अन्तर्गत पिण्डों पर बल का प्रभाव और उससे उत्पन्न गति का अध्ययन किया जाता है।
- **दूरी (Distance)**- किसी दिए गए समयांतराल में वस्तु द्वारा तय किए गए मार्ग की लम्बाई को दूरी कहते हैं। यह सदैव घनात्मक होती है।
- **विस्थापन (Displacement)**- एक निश्चित दिशा में दो बिन्दुओं के बीच की लम्बत् (न्यूनतम) दूरी को विस्थापन कहा जाता है। इसका SI मात्रक मीटर है। विस्थापन धनात्मक, ऋणात्मक या शून्य कुछ भी हो सकता है।
- **चाल (speed)**- किसी वस्तु द्वारा प्रति सेकेण्ड तय की गयी दूरी को चाल कहते हैं।
  अर्थात् चाल = दूरी/समय
  इसका SI मात्रक मीटर/सेकेण्ड है।
- **वेग (Velocity)**- किसी वस्तु के विस्थापन की दर को अथवा एक निश्चित दिशा में प्रति सेकेण्ड वस्तु द्वारा तय की गयी दूरी को वेग कहते हैं। इसका SI मात्रक मीटर/सेकेण्ड है।
- **त्वरण (Acceleration)**- किसी वस्तु के वेग में परिवर्तन की दर को त्वरण कहते हैं। इसका SI मात्रक मीटर/सेकेण्ड^2 है।
- यदि समय के साथ वस्तु का वेग घटता है तो त्वरण ऋणात्मक होता है, जिसे **मन्दन** (Retradation) कहा जाता है।
- **गति (Motion)**- जब कोई वस्तु समय के साथ-साथ अपनी स्थिति में परिवर्तन करती है तो वह गति की अवस्था में होती है।
- जब कोई वस्तु समय अंतराल के बराबर दूरी तय करती है तो उसे एक समान गति कहा जाता है।
- जब कोई वस्तु समय अंतराल के साथ-साथ बराबर दूरी तय न करे तो उसकी गति असमान गति कहलाती है।
- **वृत्तीय गति (Circular Motion)**- जब कोई कण किसी वृत्ताकार मार्ग में समरूप चाल से गति करता है। तो उस कण गति समरूप वृत्तीय गति कहलाती है।
- **कोणीय वेग (Angular Velocity)**- किसी वृत्ताकार पथ पर गतिशील कण को केन्द्र से मिलाने वाली रेखा एक सेकेण्ड में जितना कोण घूमती है उसे उसे कण का कोणीय वेग कहते हैं। यदि यह रेखा t सेकेण्ड में θ रेडियन के कोण में घूमती है तो, कोणीय वेग-

  $\omega = \frac{\theta}{t}$ रेडियन/सेकेण्ड

  कोणीय वेग को ओमेगा (ω) से व्यक्त किया जाता है।

न्यूटन के गति के नियम (Newton's Law of Motion)

- न्यूटन ने गति के नियमों का प्रतिपादन 1687 में अपनी पुस्तक प्रिंसीपिया (Principia) में किया।
- **प्रथम नियम**- कोई वस्तु विराम की अवस्था में है तो वह विराम की अवस्था में ही रहेगी, जब तक कि उस पर कोई बाह्य बल लगाकर उसकी अवस्था में परिवर्तन न किया जाए। अर्थात् सभी वस्तुएँ अपनी प्रारंभिक अवस्था को बनाये रखना चाहती हैं।
- वस्तुओं की प्रारंभिक अवस्था (विराम या गति की अवस्था) में स्वत: परिवर्तन नहीं होने की प्रवृत्ति को जड़त्व (Inertia) कहते हैं। इसीलिए न्यूटन के प्रथम नियम को **जड़त्व का नियम** भी कहा जाता है।
- बल वह बाह्य कारक है, जिसके द्वारा किसी वस्तु की विराम अथवा गति की अवस्था मे परिवर्तन किया जाता है। अत: प्रथम नियम हमें बल की परिभाषा (definition of force) देता है।

जड़त्व के उदाहरण:

- रूकी हुई गाड़ी के अचानक चल पड़ने पर उसमे बैठे यात्री पीछे की ओर झुक जाते हैं।
- चलती हुई गाड़ी के अचानक रूकने पर उसमें बैठे यात्री आगे की ओर झुक जाते हैं।
- गोली मारने से काँच में गोल छेद हो जाता है, परन्तु पत्थर मारने पर वह काँच टुकड़े-टुकड़े हो जाता है।
- कम्बल को हाथ से पकड़कर डण्डे से पीटने पर धूल के कण झड़कर गिर पड़ते हैं।
- **द्वितीय नियम:** वस्तु के संवेग (momentum) में परिवर्तन की दर उस पर आरोपित बल के अनुक्रमानुपाती होती है तथा संवेग परिवर्तन आरोपित बल की दिशा में ही होता है। इस नियम को एक अन्य रूप में भी व्यक्त किया जा सकता है- किसी वस्तु पर आरोपित बल, उस वस्तु के द्रव्यमान तथा बल की दिशा में उत्पन्न त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है।
- यदि किसी m द्रव्यमान की वस्तु पर F बल आरोपित करने से उसमें बल की दिशा में a त्वरण उत्पन्न होता है, तो द्वितीय नियम के अनुसार, $F = ma$

  यदि $F = 0$ हो, ते $a = 0$ (क्योंकि m शून्य नहीं हो सकता है) अर्थात् यदि वस्तु पर बाहरी बल न लगाया जाए, तो वस्तु में त्वरण उत्पन्न नहीं होगा। यदि त्वरण का मान शून्य है तो इसका अर्थ कि या तो वस्तु नियत वेग से गतिमान है या विरामावस्था में है। इससे स्पष्ट है कि बल के अभाव में वस्तु अपनी गति अथवा विराम अवस्था को बनाए रखती है। गति के द्वितीय नियम से बल का व्यंजक (Measure of Force) प्राप्त होता है।

  बल के मात्रक (Units of Force): SI पद्धति में बल का मात्रक न्यूटन (Newton-N) है। $F = ma$ से, यदि $m = 1$ किग्रा. तथा $a = 1$ मीटर/सेकण्ड^2 हो, तो $F = 1$ न्यूटन।

  अत: 1 न्यूटन बल वह बल है, जो 1 किग्रा. द्रव्यमान की किसी वस्तु में 1 मीटर/सेकण्ड^2 का त्वरण उत्पन्न कर दे। बल का एक और मात्रक किग्रा. भार है। इस बल को गुरुत्वीय मात्रक कहते है। 1 किग्रा भार उस बल के बराबर है, जो 1 किग्रा की वस्तु पर गुरुत्व के कारण लगता है।
- **संवेग (Momentum-p);** किसी गतिमान वस्तु के द्रव्यमान तथा वेग के गुणनफल को उस वस्तु का संवेग कहते हैं। संवेग (p) = द्रव्यमान (m) × वेग (v) संवेग एक सदिश राशि है। इसका मात्रक किग्रा. मीटर/सेकेण्ड (kg./ms) होता है।
- **आवेग (Impulse-J)**- यदि कोई बल किसी वस्तु पर कम समय तक कार्यरत रहे तो बल और समय-अन्तराल के गुणनफल को उस वस्तु का आवेग कहते हैं। आवेग (J) = बल (F) × समय-अन्तराल (t)

द्वितीय निगम (संवेग, आवेग) के उदाहरण-

- समान वेग से आती हुई क्रिकेट गेंद एवं टेनिस गेंद में टेनिस गेंद को कैच करना आसान होता है।
- क्रिकेट खिलाड़ी तेजी से आती हुई गेंद को कैच करते समय अपने हाथों की गेंद के वेग की दिशा में गतिमान कर लेता है, ताकि चोट कम लगे।
- गद्दा या मिट्टी के फर्श पर गिरने पर सीमेण्ट से बने फर्श पर गिरने की तुलना में कम चोट लगती है।
- गाड़ियों में स्प्रिंग (spring) या शॉक एब्जार्बर (shock absorber) लगाए जाते हैं ताकि झटका कम लगे।
- **तृतीय नियम:** इस नियम के अनुसार- प्रत्येक क्रिया के बराबर, परन्तु विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है। अर्थात् दो वस्तुओं की पारस्परिक क्रिया में एक वस्तु जितना बल दूसरी वस्तु पर लगाती है, दूसरी वस्तु भी विपरीत दिशा में उतना ही बल पहली वस्तु पर लगाती है। इसमें से किसी एक

बल को क्रिया व दूसरे बल को प्रतिक्रिया कहते हैं। इसीलिए इस नियम को क्रिया **प्रतिक्रिया का नियम (Action-Reaction Law)** भी कहते हैं।

तृतीय नियम के उदाहरण-

- बंदूक से गोली छोड़ते समय पीछे की ओर झटका लगना।
- नाप के किनारे पर से जमीन पर कूदने पर नाप का पीछे हटना।
- ऊँचाई से कूदने पर चोट लगना।
- रॉकेट का आगे बढ़ना।
- **संवेग संरक्षण का नियम**- न्यूटन के द्वितीय नियम के साथ न्यूटन के तृतीय के संयोजन का एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण परिणाम संवेग संरक्षण का नियम है। इसके अनुसार एक या एक से अधिक वस्तुओं के निकाय (system) पर कोई बाहरी बल नहीं लग रहा हो, तो उस निकाय का कुल संवेग नियत रहता है, अर्थात् संरक्षित रहता है। इसे ही संवेग संरक्षण का नियम कहते हैं।
  अर्थात् एक वस्तु में जितना संवेग परिवर्तन होता है, दूसरी में उतना ही संवेग परिवर्तन विपरीत दिशा में हो जाता है। अत: जब कोई वस्तु पृथ्वी की ओर गिरती है, तो उसका वेग बढ़ता जाता है, जिससे उसका संवेग बढ़ जाता है वस्तु भी पृथ्वी को ऊपर की ओर खींचती है, जिससे पृथ्वी का भी ऊपर की ओर संवेग उसी दर से बढ़ जाता है। इस प्रकार (पृथ्वी + वस्तु) का संवेग संरक्षित रहता है। चूंकि पृथ्वी का द्रव्यमान वस्तु की अपेक्षा बहुत अधिक होता है, अत: पृथ्वी में उत्पन्न वेग उपेक्षणीय होती है। रॉकेट के ऊपर जाने का सिद्धान्त भी संवेग संरक्षण पर आधारित है। रॉकेट से गैसें अत्यधिक वेग से पीछे की ओर निकलती हैं, जो रॉकेट के ऊपर उठने के लिए आवश्यक संवेग प्रदान करती हैं।
- **रॉकेट प्रणादेन (Rocket Propulsion):** किसी रॉकेट की उड़ान उन शानदार उदाहरणों में से एक है, जिनमें न्यूटन का तीसरा नियम या संवेग-संरक्षण नियम स्वयं को अभिव्यक्त करता है। इसमें ईंधन की दहन से पैदा हुई गैसें बाहर निकलती हैं। और इसकी प्रतिक्रिया रॉकेट को धकेलती है। यह एक ऐसा उदाहरण है जिसमें वस्तु का द्रव्यमान परिवर्तित होता रहता है क्योंकि रॉकेट में से गैस निकलती रहती है।
- **घर्षण (Friction):** जब कोई वस्तु किसी तल पर फिसलती है तो उसकी गति की विपरीत दिशा में एक प्रतिरोधी बल कार्य करता है, इस बल का घर्षण बल कहते हैं।
- घर्षण बल तीन प्रकार के होते हैं- 1. स्थैतिक घर्षण बल, 2. सर्पी घर्षण बल 3. लोटनिक घर्षण बल।
- जब किसी वस्तु को किसी सतह पर खिसकाने के लिए बल लगाया जाए और यदि वस्तु अपने स्थान से नहीं खिसके तो ऐसे दोनों सतहों के मध्य लगने वाले घर्षण बल को स्थैतिक घर्षण बल कहते हैं।
- जब किसी वस्तु को किसी सतह खिसकने के लिए बल लगाया जाए और यदि वस्तु अपने स्थान से नहीं खिसके तो ऐसे दोंनो सतहों के मध्य लगने वाली घर्षण बल को स्थैतिक घर्षण बल कहते है।
- जब कोई वस्तु किसी दूसरी वस्तु के सतह पर लुढकती है तो इन दोनों वस्तुओं के सतहों के बीच लगने वाला बल लोटनिक घर्षण कहलाता है।
- दो सतहों के मध्य लगने वाला घर्षण बल उनके क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता, बल्कि सतहों की प्रकृति पर निर्भर करता है।
- लोटनिक घर्षण बल का मान सबसे कम और स्थैतिक घर्षण बल का मान सबके अधिक होता है।

घर्षण बल के उदाहरण

- घर्षण बल के कारण ही मनुष्य सीधा खड़ा रह पाता है तथा चल पाता है।
- घर्षण बल न होने पर हम केले के छिल्के तथा बरसात में चिकनी सड़क पर फिसल जाते है।
- यदि सड़कों पर घर्षण न हो तो पहिए फिसलने लगते है।
- यदि पट्टे तथा पुली के बीच घर्षण न हो तो पट्टा मोटर के पहिए नही घुमा सकेगा।
- **अभिकेन्द्रीय बल (Centripetal Force)**- जब कोई वस्तु किसी वृत्ताकार मार्ग पर चलती है, तो उस पर एक बल वृत्त के केन्द्र की ओर कार्य करता है। इस बल को ही अभिकेन्द्रीय बल कहते हैं। इस बल के अभाव में वस्तु वृत्ताकार मार्ग पर नहीं चल सकती है। यदि कोई m द्रव्यमान का पिंड v चाल से r त्रिज्या के वृत्तीय मार्ग पर चल रहा है, तो उस पर कार्यकारी वृत्त के केन्द्र की ओर आवश्यक अभिकेन्द्रीय बल $F=\frac{mv^2}{r}$ होता है।
- **अपकेन्द्रीय बल (Centrifugal Force)**- अजड़त्वीय फ्रेम (Non-inertial frame) में न्यूटन के नियमों को लागू करने के लिए कुछ ऐसे बलों की कल्पना करनी होती है, जिन्हें परिवेश में किसी पिण्ड से संबंधित नहीं किया जा सकता। ये बल छद्म बल कहलाते है। अपकेन्द्रीय बल एक ऐसा ही जड़त्वीय बल या छद्म बल या जड़त्वीय बल है। इसकी दिशा अभिकेन्द्री बल के विपरीत दिशा में होती है। कपड़ा सुखाने की मशीन, दूध से मक्खन निकालने की मशीन आदि अपकेंद्रीय बल के सिद्धान्त पर कार्य करती है।
- **बल-आघूर्ण (Moment of Force)**- बल द्वारा एक पिण्ड को एक अक्ष के परित: घुमाने की प्रवृत्ति को बल-आघूर्ण कहते हैं। किसी अक्ष के परित: एक बल का बल-आघूर्ण उस बल के परिमाण तथा अक्ष से बल की क्रिया-रेखा के बीच की लम्बवत् दूरी के गुणनफल के बराबर होता है। (अर्थात् बल-आघूर्ण (T) = बल × आघूर्ण भुजा) यह एक सदिश राशि है। इसका मात्रक न्यूटन मी. होता है।
- **सरल मशीन (Simple machines)**- यह बल आघूर्ण के सिद्धान्त पर कार्य करती है। सरल मशीन एक ऐसी युक्ति है, जिसमें किसी सुविधानजक बिन्दु पर बल लगाकर, किसी अन्य बिन्दु पर रखे हुए भारत को उठाया जाता है; जैसे- उत्तोलक, घिरनी, आनत तल, स्क्रू जैक आदि।
- **उत्तोलक (Lever)**- उत्तोलक एक सीधी या टेढ़ी दृढ़ छड़ हाती है, जो किसी निश्चित बिन्दु के चारों ओर स्वतंत्रतापूर्वक घूम सकती है। उत्तोलक में तीन बिन्दु होते हैं-

(i) **आलंब (Fulcrum)**- जिस निश्चित बिन्दु के चारों और उत्तोलक की छड़ स्वतंत्रतापूर्वक घूम सकती है, उसे आलंब कहते हैं।

(ii) **आयास (Effort)**- उत्तोलक के द्वारा जो बोझ उठाया जाता है, अथवा रूकावट हटायी जाती है, उसे आयास कहते हैं।

(iii) **भार (Load)**- उत्तोलक के द्वारा जो बोझ उठाया जाता है, अथवा रुकावट हटायी जाती है, उसे भार कहते हैं।

- **उत्तोलक के प्रकार**- उत्तोलक तीन प्रकार के होते हैं-

(i) प्रथम श्रेणी का उत्तोलक- इस वर्ग के उत्तोलकों में आलंब F, आयास E तथा भार W के बीच में स्थित होता है। इस प्रकार के उत्तोलकों में यांत्रिक लाभ 1 से अधिक, एक के बराबर तथा 1 से कम भी हो सकता है। इसके उदाहरण हैं- कैंची, पिलाश, सिंडासी, कील उखाड़ने की मशीन, शीश झूला, साइकिल का ब्रेक, हैंड पम्प।

(ii) **द्वितीय श्रेणी का उत्तोलक**- इस वर्ग के उत्तोलक में आलंब F तथा आयास E के बीच भार W होता है। इस प्रकार के उत्तोलकों में यांत्रिक लाभ सदैव एक से अधिक होता है। इसके उदाहरण हैं- सरॉता, नींबू निचोड़ने की मशीन, एक पहिए की कूड़ा ढोने की गाड़ी आदि।

(iii) **तृतीय श्रेणी का उत्तोलक**- इस वर्ग के उत्तोलकों में आलंब F भार W के बीच में आयास E होता है। इसका यांत्रिक लाभ सदैव एक से कम होता है। उदाहरण- चिमटा, किसान का हल, मनुष्य का हाथ।

➢ **गुरुत्वकेन्द्र (Centre of Gravity)**- किसी वस्तु का गुरुत्व केन्द्र, वह बिन्दु है जहाँ वस्तु का समस्त भार कार्य करता है, चाहे वस्तु जिस स्थिति में रखी जाए। वस्तु का भार गुरुत्व केन्द्र से ठीक नीचे की ओर कार्य करता है। अत: गुरुत्व केन्द्र पर वस्तु के भार के बराबर उपरिमुखी बल लगाकर हम वस्तु को संतुलित रख सकते हैं।

गुरुत्वाकर्षण (Gravitation)

➢ सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण (Universal Gravitation)-ब्रह्माण्ड में प्रत्येक कण या पिण्ड प्रत्येक दूसरक कण या पिण्ड को केवल अपने द्रव्यमान के कारण ही आकर्षित करता है। "क्रमश: m_1 व m_2 द्रव्यमान वाले दो पिण्डों के मध्य, जो कि r दूरी पर स्थित हैं, लगने वाला आकर्षण बल $F = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$ होता है, जहां G एक नियतांक है जिसे सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक कहते हैं और जिसका मान 6.67×10^{-11} न्यूटन मीटर^2 किग्रा^{2} होता है", इसे न्यूटन का पर गुरुत्वाकर्षण नियम कहते हैं।

➢ **ग्रहों की गति से सम्बन्धित केप्लर के नियम** (Kepler's laws of Flanetary Motion)

(i) प्रत्येक ग्रह सूर्य के चारों और दीर्घवृत्ताकार (olliptical) कक्षा (orbit) में परिक्रमा करता है तथा सूर्य ग्रह की कक्षा के एक फोकस बिन्दु पर स्थित होता है।

(ii) प्रत्येक ग्रह का क्षेत्रीय वेग (areal velocity) नियत रहता है। इसका प्रभाव यह होता है कि जब ग्रह सूर्य के निकट होता है तो उसका वेग बढ़ जाता है और जब वह दूर होता है तो उसका वेग कम हो जाता है।

(iii) सूर्य के चारों ओर ग्रह एक चक्कर जितने समय में लगाता है, उसे उसका परिक्रमण काल (T) कहते हैं। परिक्रमण काल का वर्ग (T^2)ग्रह की सूर्य से औसत दूरी (r) के घन (r^3) के अनुक्रमानुपाती होता है, अर्थात् $T^2 \alpha r^3$ इसका प्रभाव यह होता है कि सूर्य से अधिक दूर के ग्रहों के परिक्रमण काल भी अधिक होते हैं।

गुरुत्वीय त्वरण व भार

(Gravitational Acceleration and Weight)

➢ जब पृथ्वी किसी वस्तु पर अपना गुरुत्वीय बल लगाती है तो वस्तु में भी त्वरण उत्पन्न हो जाता है जिसे गुरुत्वीय त्वरण कहते हैं और g से प्रकट करते हैं। पृथ्वी पर स्वतंत्र रूप से गिरने वाली प्रत्येक वस्तु का त्वरण g होता है, चाहे वस्तु द्रव्यमान कुछ भी हो। इसका मान 9.8 मीटर प्रति सेकण्ड^2 होता है।

➢ यदि हम पृथ्वी से ऊपर किसी पर्वत पर जाएं तो g कम हो जाएगा। यदि हम चन्द्रमा पर पहुंचें तो वहां g 1/6 रह जाएगा। अत: चन्द्रमा पर वस्तु का भार भी पृथ्वी की तुलना में 1/6 रह जाता है। यदि हम किसी गहरी खान में पृथ्वी के नीचें जाएं तो भी g का मान कम हो जाएगा। पृथ्वी के केन्द्र पर तो g का मान शून्य हो जाता है, अत: वस्तु का भार भी शून्य हो जाता है।

- **g के मान में परिवर्तन**- 'g' का मान पृथ्वी के ध्रुवों पर महत्तम एवं विषुवत रेखा पर न्यूनतम होता है।
- 'g' का मान पृथ्वी के घूर्णन गति बढ़ने पर कम होता है एवं घूर्णन गति घटने पर बढ़ जाता है।
- पृथ्वी की सतह से ऊपर या नीचे जाने पर g का मान घटता है।
- **किसी लिफ्ट में पिण्ड का भार**- (i) जब लिफ्ट ऊपर की ओर जा रही है तो उसमें स्थित व्यक्ति को अपना भार बढ़ा हुआ महसूस होता है। यदि व्यक्ति का द्रव्यमान m हो तथा लिफ्ट का ऊपर की ओर त्वरण a हो तो इस दिशा में व्यक्ति का भार $w = mg + ma$
- जब लिफ्ट नीचे की ओर आ रही हो, तो व्यक्ति को अपना भार घटा हुआ महसूस होता है। यदि नीचे उतरते समय लिफ्ट का त्वरण a हो तो व्यक्ति का भार $w = mg - ma$
- यदि लिफ्ट का तार टूट जाए तो वह एक मुक्त पिण्ड की भांति गुरुत्वीय त्वरण से नीचे गिरती है। इस दिशा में उसमें स्थित व्यक्ति को अपना भार शून्य प्रतीत होगा। यह भरहीनता की अवस्था है।
- यदि नीचे गिरते समय लिफ्ट का त्वरण, गुरुत्वीय त्वरण से अधिक हो, तो व्यक्ति लिफ्ट की सतह से उठकर उसकी छत पर जा लगेगा।
- जब लिफ्ट एक समान वेग से ऊपर या नीचे चलती है तो व्यक्ति के अपने भार में कोई परिवर्तन प्रतीत नहीं होता।
- **उपग्रह (Satellite)**- किसी ग्रह के चारों ओर परिक्रमा करने वाले पिण्ड को उस ग्रह का उपग्रह कहते हैं। उदाहरण के लिए, चन्द्रमा पृथ्वी का एक प्रकृतिक उपग्रह है।
- **उपग्रह की कक्षीय चाल (Orbital speed of a satellite)**- उपग्रह की कक्षीय चाल v_0 उसकी पृथ्वी तल से ऊंचाई h पर निर्भर करती है। उपग्रह पृथ्वी तल से जितना अधिक दूर होगा, उतनी ही उसकी चाल कम होगी। उपग्रह की कक्षीय पृथ्वी तल से जितना अधिक दूर होगा, उतनी ही उसकी चाल कम होगी। उपग्रह की कक्षीय चाल v_0 उसके द्रव्यमान (m) पर निर्भर नहीं करती हैं। एक ही त्रिज्या की कक्षा में भिन्न-भिन्न द्रव्यमानों के उपग्रहों की चाल समान होगी। पृथ्वी के सर्वाधिक निकट परिक्रमा करने वाले उपग्रह की कक्षीय चाल 8 किमी/सेकण्ड है।
- **पलायन वेग (Escape velocity)**- पलायन वेग वहा न्यूनतम वेग है जिससे किसी पिण्ड को पृथ्वी की सतह से ऊपर की ओर फेंके जाने पर वह गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाता है, पृथ्वी पर वापस नहीं आता। पृथ्वी के लिए पलायन वेग का मान 11.2 किमी/सेकण्ड होता है।

कार्य, ऊर्जा एवं शक्ति

- **कार्य (work)**- दैनिक जीवन में कार्य का अर्थ किसी क्रिया का किया जाना होता है, जैसे- पढ़ना, लिखना, गाड़ी चलाना आदि। परन्तु भौतिकी में कार्य शब्द का विशेष अर्थ है।, अत: भौतिकी में हम कार्य को निम्नलिखित प्रकार से परिभाषित करते हैं- कार्य की माप लगाए गए बल तथा बल की दिशा में वस्तु के विस्थापन के गुणनफल के बराबर होती है।
  अत:, कार्य = बल × बल की दिशा में विस्थापन (Work = Force × Displacement Along the Direction)
- कार्य दो सदिश राशि का गुणनफल है, परन्तु कार्य एक अदिश राशि है। इसका SI मात्रक न्यूटन मीटर (N.m) होता है, जिसे वैज्ञानिक जेम्स प्रेस्कॉट जूल के सम्मान में **जूल (Joule)** कहा जाता है और संकेत J द्वारा व्यक्त किया जाता है। 1 जूल कार्य = 1 न्यूटन बल × 1 मीटर (विस्थापन की दिशा में। अब यदि बल F तथा विस्थापन s एक ही दिशा में नहीं हैं, बल्कि दोनों की दिशाओं के मध्य θ कोण बनता है, तो कार्य $w = F \times s. \cos\theta$

- इस प्रकार कार्य का मान महत्तम तभी होगा जब बल एवं बल की दिशा में विस्थापन के मध्य 0° का कोण हो, क्योंकि $\cos 0° = 1$ होता है। इसी प्रकार जब बल एवं बल की दिशा में विस्थापन की बीच 90° का कोण हो, तो कार्य का मान शून्य होगा, क्योंकि $\cos 90° = 0$ होता है।

ऊर्जा (Energy)

- किसी वस्तु में कार्य करने की क्षमता को उस वस्तु की ऊर्जा कहते हैं। ऊर्जा एक अदिश राशि है। इसका SI मात्रक जूल (Joule) है। वस्तु में जिस कारण से कार्य करने की क्षमता आ जाती है, उसे ऊर्जा कहते हैं। ऊर्जा दो प्रकार की होती है- **गतिज ऊर्जा** एवं **स्थितिज ऊर्जा**।
- **गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)**- किसी वस्तु में गति के कारण जो कार्य करने की क्षमता आ जाती है, उसे उस वस्तु की गतिज ऊर्जा कहते हैं। यदि m द्रव्यमान की वस्तु v वेग से चल रही हो, तो गतिज ऊर्जा (KE) होगी-

  $K.E = 1/2\ mv^2$

  अर्थात् किसी वस्तु का द्रव्यमान दोगुना करने पर उसकी गतिज ऊर्जा दोगुनी हो जाएगी और द्रव्यमान आधी करने पर उसकी गतिज ऊर्जा हो जाएगी। इसी प्रकार वस्तु का वेग दोगुना करने पर वस्तु की गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जाएगी और वेग आधा करने पर वस्तु की गतिज ऊर्जा 1/4 गुनी हो जाएगी।

  गतिज ऊर्जा एवं संवेग में सम्बन्ध $K.E. = p^3/2m$, जहाँ p = संवेग = mv

  अर्थात् संवेग दो गुणा करने पर गतिज ऊर्जा चार गुनी हो जाएगी।
- किसी वस्तु में उसकी अवस्था (slate) या स्थिति (Position) के कारण कार्य करने की क्षमता को स्थितिज ऊर्जा कहते हैं; जैसे- बाँध बना कर इकट्ठा किए गए पानी की ऊर्जा, घड़ी की चाभी में संचित ऊर्जा, तनी हुई स्प्रिंग या कमानी की ऊर्जा। गुरुत्व बल के विरुद्ध संचित स्थितिज ऊर्जा का व्यंजक है-

  $P.E = mgh$ जहा m = द्रव्यमान, g = गुरुत्वजनित त्वरण, h = ऊँचाई
- ऊर्जा संरक्षण का नियम (Law of conservation of Energy) ऊर्जा का न तो निर्माण होता है न विनाश अर्थात् विश्व की कुल ऊर्जा नियत रहती है। ऊर्जा का केवल एक रूप से दूसरे रूप में रूपान्तरण होता है। जब भी ऊर्जा किसी रूप में लुप्त होती है, ठीक उतनी ही ऊर्जा अन्य रूपों में प्रकट हो जाती है। यह ऊर्जा संरक्षण का नियम कहलाता है।

ऊर्जा का रूपान्तरण	
उपकरण	**ऊर्जा का रूपान्तरण**
सौर सेल	प्रकाश ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में
डायनेमो	यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में
विद्युत मोटर	विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में
माइक्रोफोन	ध्वनि ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में
लाउडस्पीकर	विद्युत ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में
सितार	यांत्रिक ऊर्जा को ध्वनि ऊर्जा में
बल्ब/ट्यूब-लाइट /हीटर का जलना	विद्युत ऊर्जा को प्रकाश एवं ऊष्मा ऊर्जा में
मोमबत्ती का जलना	रासायनिक ऊर्जा को प्रकाश एवं ऊष्मा ऊर्जा में

कोयले का जलना	रासायनिक ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में
विद्युत् सेल	रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में
इंजन	ऊष्मा ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में
प्रकाश विद्युत सेल	प्रकाश ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में

शक्ति (Power)-

- कार्य करने की दर की शक्ति कहते हैं। यदि किसी कर्ता द्वारा w कार्य t समय में किया जाता है, तो कर्ता की शक्ति w/t होगी। शक्ति का SI मात्रक वाट (watt) है, जिसे वैज्ञानिक जेम्स वाट के सम्मान में रखा गया है और संकेत w द्वारा व्यक्त किया जाता है।
  1 वाट = 1 जूल/सेकण्ड = 1 न्यूटन मीटर/सेकण्ड मशीनों की शक्ति को अश्व शक्ति (Horse Power-H.P) में भी व्यक्त किया जाता है। 1 H.P. = 746 वाट
- **वाट सेकण्ड (ws)**- यह ऊर्जा या कार्य का मात्रक है।
  1 ws = 1 वाट × सेकण्ड = 1 जूल
- **वाट घंटा (wh)**- यह भी ऊर्जा या कार्य का मात्रक है। (wh = 3600 जूल)
- **किलोवाट घंटा (kwh)**- यह भी ऊर्जा (कार्य) का मात्रक है।
  1 kwh = 1000 वाट घंटा = 1000 वाट × 1 घंटा = 1000 × 3600 सेकण्ड = 3.6×10^5 वाट सेकण्ड = 3.6×10^6 वाट सेकण्ड = 3.6×10^6 जूल
  w, kw, Mw तथा H,P शक्ति के मात्रक हैं।
  ws, wh, kwh कार्य अथवा ऊर्जा के मात्रक हैं।

पदार्थ के गुण

पदार्थ (Matter)

- प्रत्येक ऐसी वस्तु जो स्थान घेरती है तथा जिसमें भार होता है, पदार्थ कहलाती है; जैसे- जल, लोहा, लकड़ी, वायु, दूध, आदि क्योंकि इनमें से प्रत्येक वस्तु स्थान घेरती है (अर्थात् उसका कुछ आयतन होात है) तथा उसमें भार होता है। पदार्थ चार अवस्थाओं में पाया जाता है: ठोस, द्रव, गैस तथा प्लाज्मा।
- **घनत्व तथा आपेक्षिक घनत्व (Density and Relative Density)**
  पदार्थ का घनत्व = उसकी संहति (mass)/उसका आयतन
  पदार्थ का आपेक्षिक घनत्व = द्रव्य का घनत्व/4°C पर पानी का घनत्व
- घनत्व का SI मात्रक किलोग्राम मीटर$^{-3}$ होता है। तथा आपेक्षित घनत्व केवल एक मात्रकहीन संख्या है। यह बतलाती है कि वस्तु जल की तुलना में कितनी गुनी घनी है।
  दाब (Pressure)- एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले बल को दाब कहते हैं। दाब = बल/क्षेत्रफल
- दाब का SI मात्रक है- न्यूटन मीटर^2 जिसे अब 'पास्कल' (pascal, Pa) कहते हैं। दाब एक अदिश राशि है।
- द्रव के अन्दर किसी बिन्दु पर द्रव के कारण दाब, द्रव की सतह से उस बिन्दु की गहराई (h), द्रव के घनत्व, (d) तथा गुरुत्वीय त्वरण, (g) के गुणफल के बराबर होता है। अर्थात् दाब

$$P = h \times d \times g$$

- **द्रवों में दाब के नियम (Law of pressure in liquids)**- (i) स्थिर द्रव में एक ही क्षैतिज तल में स्थित सभी बिन्दुओं पर दाब समान होता है। (ii) स्थिर द्रव के भीतर किसी बिन्दु पर

दाब प्रत्येक दिशा में बराबर होता है। (iii) द्रव के भीतर किसी बिन्दु पर दाब स्वतंत्र तल में बिन्दु की गहराई के अनुक्रामानुपाती होता है। (iv) किसी बिन्दु पर द्रव का दाब द्रव के घनत्व पर निर्भर करता है।

- **आर्किमीडीज का सिद्धांत (Principle of Archimedes)**- जब कोई वस्तु किसी द्रव में पूरी अथवा आंशिक रूप से डुबोई जाती है तो उसके भार में कमी का आभास होता है। भार में यह आभासी कभी वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होती हैं इसे 'आर्किमीडीज का सिद्धान्त' कहते हैं।
- **प्लवन का नियम (Law of Floatation)**- जब कोई वस्तु आंशिक अथवा पूर्ण रूप से किसी द्रव में डुबोई जाती है तो उसके भार में कमी आ जाती है। यह कमी वस्तु पर द्रव के उत्प्लावन बल के कारण होती है। उत्क्षेप ऊपर की ओर कार्य करता हैं साथ ही वस्तु का भार नीचे की ओर कार्य करता है। अत: जब कोई वस्तु किसी द्रव में डुबोई जाती है तो उस पर 2 बल कार्य करते हैं: (i) वस्तु का भार W नीचे की ओर। (ii) द्रव का उछाल W_1 ऊपर की ओर।
- प्लवन की तीन अवस्थाएं हो सकती है: (i) **जब $W > W_1$** अर्थात् वस्तु का भार उसके द्वारा हटाए गए द्रव के भार से अधिक है। इस अवस्था वस्तु द्रव में डूब जाएगी। (ii) **जब $W = W_1$** अर्थात वस्तु का भार उसके द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होता है। अत: वस्तु पर परिणामी बल $W - W_1 = 0$ (शून्य) होता है। इस दशा में वस्तु ठीक द्रव की सतह के नीचे तैरती रहेगी। (iii) जब $W < W_1$, अर्थात् वस्तु का भार उस पर लगने वाले उत्क्षेपक बल से कम है। अब परिणामी बल ऊपर की ओर लगता है।
- किसी पात्र के जल से भरे होने पर यदि उसमें बर्फ तैर रही है तो बर्फ के पूर्णतया पिघलने पर भी पात्र में पानी का स्तर समान रहेगा।

पृष्ठ तनाव (Surface Tension)

- द्रव का स्वतन्त्र पृष्ठ (surface) सदैव तनाव की स्थिति में रहता है तथा उसमें कम-से-कम क्षेत्रफल प्राप्त करने की प्रवृत्ति होती है। द्रव के पृष्ठ का यह तनाव की **पृष्ठ तनाव** कहलाता है।
- किसी द्रव का पृष्ठ तनाव वह बल है जो द्रव के पृष्ठ पर खींची गई काल्पनिक रेखा की इकाई लम्बाई पर रेखा के लम्बवत् (परन्तु द्रव-पृष्ठ के तल में) कार्य करता हैं। यदि रेखा की लम्बाई पर F बल कार्य करता है तो पृष्ठ तनाव $T = F/l$ पृष्ठ तनाव का मात्रक न्यूटन/मीटर होता है तथा इसकी विमाएं (dimensions) MT^{-2} होती हैं।
- **पृष्ठ तनाव के उदाहरण**- (i) पतली सुई का पानी पर तैरना (ii) पानी पर मच्छरों के लावा का तैरना। जल में मिट्टी का तेल छिड़कने पर जल का पृष्ठ तनाव कम हो जाता है जिससे लावा डूबकर मर जाते हैं। (iii) साबुन, डिटर्जेण्ट आदि जल का पृष्ठ तनाव कम कर देते हैं, जिससे वह गहराई तक जाकर वस्त्रों को अधिक स्वच्छ धुलाई करते हैं (iv) पानी की बूंद का गोल होना, (v) केशनली प्रवाह (vi) दीपक की बत्ती में तेल चढ़ना।
- **पृष्ठ तनाव को प्रभावित करने वाले कारक**- (i) तापमान बढ़ने से पृष्ठ तनाव घटता है। (ii) जब द्रव में विद्युतधारा प्रवाहित की जाती है तब द्रव का पृष्ठ तनाव घटता है। (iii) तेल, ग्रीस आदि पृष्ठ तनाव घटाते हैं।

केशिकत्व (Capilarity)

- जब दोनों सिरों पर खुली एक केशलनी को पानी डुबोया जाता है तो पानी केशलनी में कुछ ऊँचाई तक चढ़ जाता है इसके विपरीत जब केशनली को पारे में डुबोया जाता है तो कुछ पार नली में नीचे दब जाता है। केशनली में द्रव के ऊपर चढ़ने या उतरने की घटना को केशिकत्व कहते है। किसी सीमा तक द्रव केरानली में चढ़ता या उतरता है, यह केशनली की त्रिज्या पर निर्भर करता है।

- **उदाहरण**- (i) केशिकत्व के कारण लालटेन में मिट्टी का तेल बत्ती में बनी छोटी-छोटी केशनलियों के सहारे ऊपर चढ़ता है। (ii) फाउन्टेन पेन के निब की नोक बीच में चिरी होती है, जिससे इसकी स्याही में डुबोने पर वह उसमें चढ़ जाती है। (iii) किसान खेतों की सिंचाई करते हैं जिससे जल पौधों के तनों में बनी केशनलियों में चढ़कर ऊपर टहनियों तक पहुंच जाता है।

श्यानता (Viscosity)

- किसी द्रव या गैस की दो क्रमागत पर्तों के बीच उनकी आपेक्षिक गति का विरोध करने वाले घर्षण बल को श्यान बल (viscous force) कहते हैं। तरल का वह गुण जिसके कारण तरल की विभिन्न पर्तों के मध्य आपेक्षिक गति का विरोध होता है, श्यानता कहलाता है।
- ताप बढ़ाने पर द्रव की श्यानता घट जाती है, परन्तु गैसों की बढ़ जाती है। किसी तरल की श्यानता को **श्यानता गुणांक** (coefficient of viscosity) द्वारा मापा जाता है जिसका SI मात्रक डैकाप्वॉइज या प्वॉयजली (P1) कहलाता है। इसे पास्कल सेकेण्ड (Pas) भी कहते हैं। इसे प्रायः η (ईटा) द्वारा व्यक्त किया जाता है।
- **श्यानता गुणांक (Coefficient of viscosity)**- किसी द्रव का श्यानता गुणांक उस द्रव के अन्तर एकांक क्षेत्रफल वाली दो पर्तों के बीच कार्य करने वाले श्यान बल के बराबर होता है, जबकि उन पर्तों के बीच एकांक वेग प्रवणता (velocity gradient) है।
- **सीमान्त वेग (Terminal velocity)**- जब कोई वस्तु श्यान द्रव में गिरती है तो प्रारम्भ में उसका वेग बढ़ता जाता है किन्तु कुछ समय के पश्चात् वह नियत वेग से गिरने लगती है। इस नियत वेग को ही वस्तु का सीमान्त वेग कहते हैं।

तरल प्रवाह (Flow Fluids)

- **अविरतता का सिद्धान्त (Principle of Continuity)**- यदि कोई असम्पीडय तथा अश्यान द्रव अर्थात् आदर्श द्रव असामन अनुप्रस्थ परिच्छेद वाली नली में बह रहा हो तथा उसका प्रवाह धारारेखीय हो तो नली के प्रत्येक स्थान पर उसके अनुप्रस्थ परिच्छेद के क्षेत्रफल और द्रव के प्रवाह के वेग का गुणनफल सदैव नियत रहता है। इसे अविरतता का सिद्धान्त कहते हैं।
- **क्रान्तिक वेग (Critical Velocity)**- यदि द्रव के प्रवाह का वेग एक निश्चित वेग से कम होता है तो द्रव का प्रवाह धारारेखीय प्रवाह (steam line flow) होता है, अर्थात् द्रव का प्रत्येक कण उसी बिन्दु से गुजरता है जिससे उसके पहले वाला कण गुजरा था। यह प्रवाह नियमित होता है जिसमें किसी नियत बिन्दु पर प्रवाह की चाल व उसकी दिशा निश्चित बनी रहती है। उस निश्चित वेग को क्रान्तिक वेग कहते हैं। यदि द्रव का वेग क्रान्तिक वेग से अधिक होता है तो द्रव का प्रवाह धारारेखीय न रहकर विक्षुब्ध प्रवाह (turbulent flow) हो जाता है।
- **बरनौली का प्रमेय (Bernoullis Theorem)**- जब कोई असम्पीडय और अश्यान द्रव (अर्थात् एक आदर्श द्रव) किसी नली में धारारेखीय प्रवाह में बहता है तो इसके मार्ग के प्रत्येक बिन्दु पर इसके एकांक आयतन या एकांक द्रव्यमान की कुल ऊर्जा (दाब ऊर्जा, गतिज ऊर्जा तथा स्थितिज ऊर्जा का योग) नियत रहती है। इसे बरनौली का प्रमेय कहते हैं।

बरनौली प्रमेय के उदाहरण

- यदि हम रेलवे प्लेटफार्म पर खड़े हों तो तेजी से रेलगाड़ी आने पर हमारे गाड़ी की ओर गिर जाने का खतरा रहता है, क्योंकि जब रेलगाड़ी अधिक वेग से आती है तो हमारे व रेलगाड़ी के बीच दाब कम हो जाता है, परन्तु हमारे पीछे की वायु जो अधिक दाब पर है, वह में गाड़ी की ओर धक्का देती है।
- बरनौली प्रमेय का उपयोग वायुयान के पंखों को बनाने में किया जाता है।

- **वेन्टुरीमीटर**- बरनौली के प्रमेय आधारित इस यन्त्र से हम किसी नल में पानी के प्रवाह की दर ज्ञात कर सकते हैं।
- **आदर्श द्रव (Ideal liquid)**- वह द्रव जो पूर्णत: असम्पीड्य (incompressible) तथा अश्यान (non-viscous) होता है, आदर्श द्रव कहलाता है। अत: ऐसे द्रव का श्यानता गुणांक (η) शून्य होता है और आयतन प्रत्यास्थता गुणांक अनन्त होता है।

प्रत्यास्थता (Elasticity)

- प्रत्यास्थता पदार्थ का वह गुण है जिसके कारण वस्तु, उस पर लगाए गए बाह्य बल से उत्पन्न किसी भी प्रकार के परिवर्तन का विरोध करती है तथा जैसे ही बल हटा लिया जाता है, वह अपनी पूर्व अवस्था में वापस आ जाती है।
- **पूर्ण प्रत्यास्थ**- कोई पिण्ड जो बाह्य बल हटा लेने पर अपने आरम्भिक रूप को प्राप्त कर लेता है, पूर्ण प्रत्यास्थ कहलाता है।
- **पूर्ण सुघट्य**- जो पिण्ड बल हटा लेने के बाद भी अपने विकृत रूप में हो र हते हैं, पूर्ण सुघट्य कहलाते हैं।

प्रत्यास्थता गुणधर्म के उदाहरण

- प्रत्यास्थता के आचरण के दृष्टिकोण से इस्पात की अपेक्षा रबड़ कम प्रत्यास्थ है।
- शुद्ध लोहा लचीला होता है पर प्रत्यास्थ नहीं होता।
- इस्पात लचीला और प्रत्यास्थ दोनों ही होता है।
- तांबा तन्य होता है।
- **विकृति तथा प्रतिबल (Strain and Stress)**- किसी तार पर विरूपक बल लगाने पर मान उसकी प्रारम्भिक लम्बाई L में वृद्धि *l* होती है तो *l*/L को विकृति कहते हैं। वस्तु पर विरूपक बल लगाने के अनुसार, विकृति भी तीन प्रकार की होती है- अनुदैर्घ्य विकृति, आयतन विकृति तथा अपरूपण विकृति।
- प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगाए गए बल को प्रतिबल कहते हैं। प्रतिबल और विकृति के अनुपात को तार के पदार्थ की प्रत्यास्थत का यंग मापांक (Young\s Modulus of Elasticity) कहते हैं।
- **हुक का नियम (Hookd's Law)**- "प्रत्यास्थता की सीमा में किसी वस्तु में उत्पन्न विकृति उस पर लगाए गए प्रतिबल के अनुक्रमानुपाती होती है।" किसी दी हुई वस्तु के पदार्थ के लिए प्रतिबल तथा विकृति का अनुपात एक नियतांक होता है। इसे प्रत्यास्थता गुणांक E कहते हैं।

  अर्थात् प्रतिबल $\propto$ विकृति

  अथवा $\frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}}$ = एक नियतांक E = प्रस्यास्थता का गुणांक

- प्रत्यास्थता गुणांक E का मान भिन्न-भिन्न पदार्थों के लिए भिन्न-भिन्न होता है। यदि विकृति लम्बाई में हुई है तो प्रत्यास्थता गुणांक को यंग मापांक कहते हैं। यदि विकृति आयतन में है तो इसे आयतनात्मक प्रत्यास्था गुणांक कहते हैं और यदि विकृति अपरूपण में हो तो इसे दृढ़ता गुणांक कहते हैं। प्रत्यास्थता गुणांक का SI मात्रक न्यूटन मीटर^2 होता है। जिसे पास्कल (Pa) कहते हैं।

ऊष्मा

- ऊष्मा (Heat) वह ऊर्जा है जो एक वस्तु से दूसरी वस्तु में केवल तापान्तर के कारण स्थानांतरित होती है। किसी वस्तु में निहित ऊष्मा उस वस्तु के द्रव्यमान पर निर्भर करती है।
- यदि 4.186 जूल का यांत्रिक कार्य किया जाए तो उत्पन्न ऊष्मा की मात्र 1 कैलोरी होगी।

ऊष्मा के मात्रक (SI मात्रक-जूल)

- **कैलोरी (Calorie)**- एक ग्राम जल का ताप 1°C बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को कैलोरी कहा जाता है।
- **अंतर्राष्ट्रीय कैलोरी (International Calorie)**- एक ग्राम शुद्ध जल का ताप 14.5°C से 15.5°C तक बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को 1 कैलोरी कहा जाता है।
- **ब्रिटिश थर्मल यूनिट (B.Th. W.)**- एक पौण्ड जल का ताप 1°F बढ़ाने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को 1 B.Th.U कहा जाता है।
- 1 B.Th.U. = 252 कैलोरी
- 1 कैलोरी = 4.186 जूल
- 1 किलो कैलोरी = 4186 जूल = 1000 कैलोरी
- **ताप (Temperature)**- ताप वह भौतिक कारक है, जो एक वस्तु से दूसरी वस्तु में ऊष्मीय ऊर्जा के प्रवाह कि दिशा निश्चित करता है अर्थात् जिस कारण से ऊर्जा का स्थानान्तरण होता है, उसे ताप कहा जाता है।
- ताप मापने के लिए, जो उपकरण प्रयुक्त होता है, उसे तापमापी कहा जाता है।

ताप के पैमाने

(Scales of Temperature Measurement)

- **सेल्यिस पैमाना**- इस पैमाने में हिमांक का 0°C तथा भाप बिन्दु को 100°C अंकित किया जाता है तथा इनके बीच की दूरी को 100 बराबर भागों में बांट दिया जाता है। प्रत्येक भाग का 1°C कहा जाता है। इस पैमाने का आविष्कार स्वीडन के वैज्ञानिक **ए. सेल्सियस** ने 1710 में किया था।
- **फॉरनेहाइट पैमाना**- इस पैमाने का हिमांक 32°F एवं भाप बिन्दु 212°F होता है। इसके बीच की दूरी 180 बराबर भागों में बांट दिया जाता है। इस पैमाने का आविष्कार जर्मनी के वैज्ञानिक **फॉरनेहाइट** ने 1717 में किया था।
- **रयूमर पैमाना**- इसका हिमांक 0°R तथा भाप बिन्दु 80°R होता है। इनके बीच का भाग 80 बराबर भागों में बांट दिया जाता है। इसका आविष्कार **रयूमर** ने 1930 में किया था।
- **केल्विन पैमाना**- इसका हिमांक 273 K तथा भाप बिन्दु 373 K रखा गया है। इनके बीच की दूरी को 100 बराबर भागों में बांटा जाता है।
- डॉक्टरी थार्मामीटर 96°F से 110°F तक के ताप को मापता है। मानव शरीर का ताप 37°C या 98.4°F होता है।
- **परम शून्य (Absolute zero)**- सिद्धान्त: अधिकतम तापमान की कोई सीमा नहीं है, किन्तु किसी वस्तु का निम्नतम तापमान -273.15°C से कम नहीं हो सकता। इसे परम शून्य ताप कहा जाता है। केल्विन पैमाने पर इसे 'OK' लिखा जाता है।
- केल्विन में दर्शाए गए ताप में डिग्री (°)नहीं लिखा जाता है।
- **पारा तापमापी (Mercury Thermometer)**- पारे का तापमापी लगभग –30°C से 350°C तक के ताप मापने के लिए प्रयुक्त होता है।
- **गैस तापमापी (Gas Thermometer)**- स्थिर आयतन हाइड्रोजन तापमापी से 500°C तक के ताप मापे जाते है। नाइट्रोजन गैस लेने पर 500 से 1500° से तक ताप मापा जा सकता है।
- **प्लैटिनस प्रतिरोधी तापमापी (Plantinum Resistance Thermometer)**- इसके द्वारा –200°C से 1200°C तक के ताप मापे जाते हैं।

- **तापयुग्म तापमापी**- इसका उपयोग –200°C से 1600°C तक के तापों के मापन के लिए किया जाता है।
- **पूर्ण विकिरण उत्तापमापी (Total Radiation Thermometer)**- इसके द्वारा दूर स्थित वस्तुओं का ताप व 800°C से उच्च ताप मापे जाते हैं, जैसे सूर्य का ताप।

विशिष्ट ऊष्मा (Specific Heat)

- किसी पदार्थ की विशिष्ट ऊष्मा, ऊष्मा की वह मात्रा है जो उस पदार्थ के एकाक द्रव्यमान में एकांक ताप-वृद्धि उत्पन्न करती है। इसे प्रायः c द्वारा व्यक्त किया जाता है।

  $$c = \frac{Q}{m \times 9}$$

  स्पष्ट है कि m द्रव्यमान में θ ताप-वृद्धि करने के लिए आवश्यक ऊष्मा $Q = mc\theta$ होगी, जहां c उस पदार्थ की विशिष्ट ऊष्माधारिता है।
- **विशिष्ट धारिता (Specific heat)**- किसी वस्तु का तापमान °C बढ़ाने के लिए जितनी ऊष्मा की आवश्यकता होती है, उसे उस वस्तु की विशिष्ट ऊष्मा धारिता कहते हैं। इसका मात्रक जूल प्रति केल्विन या कैलोरी प्रति C है।
- 1 ग्राम जल का ताप 1°C बढ़ाने के लिए 1 कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है। अतः जल की विशिष्ट ऊष्माधारिता 1 कैलोरी/ग्राम °C होती है जल की विशिष्ट ऊष्माधारिता अन्य ठोस तथा द्रव पदार्थों की तुलना में सबसे अधिक है। विशिष्ट ऊष्मा धारिता का SI मात्रक जूल किलोग्राम$^{-1}$ केल्विन$^{-1}$ होता है। ठोस और द्रवों में जल को विशिष्ट ऊष्मा सर्वाधिक है, परन्तु सभी पदार्थों में हाइड्रोजन की विशिष्ट ऊष्मा सर्वाधिक है।
- **ऊष्मीय प्रसार (Thermal Expansion)**- किसी वस्तु को गर्म करने पर वस्तु की लम्बाई क्षेत्रफल एवं आयतन में वृद्धि होती है। लम्बाई में वृद्धि की माप रेखीय प्रसार गुणांक (α), क्षेत्रफल में वृद्धि की माप क्षेत्रीय प्रसार गुणांक (β) तथा आयतन में वृद्धि को आयतन प्रसार गुणांक (γ) द्वारा व्यक्त किया जाता है। $\alpha, \beta,$ व (γ) में निम्न सम्बन्ध है:
  $\alpha : \beta : \gamma : 1 : 2 : 3$ अथवा $\alpha = 2\alpha$ व $\gamma = 3\alpha$
- **जल का प्रसार (Expnasion of Liquid)**- प्रायः सभी द्रव गर्म किए जाने पर आयतन में बढ़ते हैं, परन्तु जल 0°C से 4°C तक गर्म करने पर आयतन में घटता है तथा 4°C के पश्चात् बढ़ना प्रारम्भ करता है। इसका अर्थ यह है कि 4°C पर जल का घनत्व सबसे अधिक होता हैं। दैनिक जीवन में इसके कई प्रभाव दिखाई देते हैं।
- अत्यधिक ठण्ड में जल के पाईप कभी-कभी फुट जाते हैं, क्योंकि ठण्डे स्थानों पर जाड़े के दिनों में पाइपों में बहने वाले जल का ताप 4°C से नीचे गिर जाने पर जल के आयतन में वृद्धि होती है, परन्तु धातु का पाइप सिकुड़ता है। इन विपरीत दशाओं के कारण पाइपों की दीवारों पर इतना अधिक दाब है कि वे फट जाते हैं।

ऊष्मा संचरण (Transmission of Heat)

- ऊष्मा के एक स्थान से दूसरे स्थान को जाने को ऊष्मा का संचरण कहते हैं। इसकी तीन विधियां हैं- **चालन, संवहन** तथा **विकिरण**।

(i) **चालन (Conduction)**- इसमें ऊष्मा माध्यम के गरम भागों में ठण्डे भागों की ओर प्रत्येक कण में समीपवर्ती अन्य कणों में होती हुई संचरित होती है। ठोस पदार्थों में ऊष्मा का संचरण इसी विधि से होता है।

(ii) **संवहन (Convection)**- तरल पदार्थों (द्रव अथवा गैस) में ऊष्मा का संचरण मुख्यत: संवहन द्वारा होता है। इस विधि में तरल के कण गरम भाग से ऊष्मर लेकर स्वयं हल्के होकर ऊपर उठते हैं तथा ठण्डे भाग की ओर जाते हैं। इनका स्थान लेने के लिए पुन: ठण्डे भाग से कण नीचे आते हैं। ऊष्मा स्वहन के कारण वायुमण्डल में संवहन धाराएं, समुद्री समीर एवं स्थलीय समीर चलती हैं।

(iii)**विकिरण (Radiation)**- ऊष्मा संचरण की इस विधि में माध्यम कोई भाग नहीं लेता है। इस विधि में ऊष्मा, गरम वस्तु से ठण्डी की ओर बिना किसी माध्यम की सहायता के (अर्थात् निर्वात में भी) तथा बिना माध्यम को गरम किए प्रकाश की चाल से सीधी रेखा में संचरित होती है। पृथ्वी तक ऊष्मा का संचरण विकिरण विधि द्वारा होता है।

- **न्यूटन का शीतलन नियम (Newotn's Law Cooling)**-न्यूटन के शीतलन नियम के अनुसार, समान अवस्था रहने पर विकिरण द्वारा किसी वस्तु के ठण्डे होने की दर (अर्थात् वस्तु की ऊष्मर क्षय होने की दर), उस वस्तु और आस-पास के वातरारण के तापान्तर के अनुक्रमानुपाती होती है। (जबकि तापान्तर बहुत अधिक न हो)।

अवस्था परिवर्तन (Change in State)

- निश्चित ताप पर पदार्थ का एक अवस्था से दूसरी अवस्था में परिवर्तित होना अवस्था परिवर्तन कहलाता है।
- **गलनांक (Melting point)**- निश्चित ताप पर ठोस का द्रव में बदलना गलन कहलाता है तथा इस निश्चित ताप को ठोस का गलनांक कहते हैं।
- **हिमांक (Freezing point)**- निश्चित ताप पर द्रव का ठोस में बदलना हिमीकरण कहलाता है तथा इस निश्चित ताप को द्रव का हिमांक कहते हैं।
- **क्वथनांक (Boiling point)**- निश्चित ताप पर द्रव का वाष्प (या गैस) में बदलना वाष्पन कहलाता है तथा इस निश्चित ताप काके द्रव का क्वथनांक कहते हैं।
- नियत ताप पर पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन हेतु आवश्यकक ऊष्मा की मात्रा गुप्त ऊष्मा कहलाती है।
- नियत ताप पर ठोस के एकांक को द्रव में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को ठोस के गलन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं।
- नियत ताप पर द्रव के एकांक द्रव्यमान को वाष्प में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को द्रव के वाष्पन को गुप्त ऊष्मा कहते हैं।

गुप्त ऊष्मा (Latent Heat)

- अवस्था परिवर्तन के समय स्थिर ताप पर पदार्थ के एकांक द्रव्यमान को दी गई आवश्यक ऊष्मा की मात्रा को गुप्त ऊष्मा कहते हैं।
- **गलन की गुप्त ऊष्मा (Latent Heat of Fussion)**- ठोस पदार्थ के एकांक द्रव्यमान को उसके गलनांक पर द्रव में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा को ठोस के गलन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। इसका मात्रक जूल प्रति किग्रा (J/Kg) होता है।
- **क्वथन की गुप्त ऊष्मा (Latent Heat of Vaporisation)**- द्रव पदार्थ के एकांक द्रव्यमान को इसके क्वथनांक पर वाष्प में बदलने के लिए आवश्यक ऊष्मा को द्रव के क्वथन की गुप्त ऊष्मा कहते हैं। इसका भी SI मात्रक जूल प्रति किग्रा (J/Kg) होता है।
- **अवस्था परिवर्तन के ताप पर पदार्थ में उपस्थित अशुद्धि का प्रभाव:** शुद्ध पदार्थ में काई अन्य पदार्थ मिला देने पर उस पदार्थ के गलनांक एवं क्वथनांक दोनों बदल जाते हैं।

ऊष्मागतिकी (Thermodynamics)

- **भौतिकी** वह शाखा जिसके अन्तर्गत ऊष्मीय ऊर्जा का यान्त्रिक ऊर्जा, रासायनिक ऊर्जा, वैद्युत ऊर्जा आदि के साथ सम्बन्ध हो, ऊष्मागतिकी कहलाता है।
- **ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम**- ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के अनुसार किसी निकाय को दी जाने वाली ऊष्मा दो प्रकार के कार्यों में व्यय होती है- (i) निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि करने में जिससे निकाय का ताप बढ़ता है एवं (ii) बाह्य कार्य करने में यह नियम मुख्यत: ऊर्जा के संरक्षण को प्रदर्शित करता है।
- **ऊष्मागतिकी का दूसरा नियम**- ऊष्मागतिकी का दूसरा नियम ऊष्मा के प्रवाहित होने की दिशा को व्यक्त करता है। इस नियम के अनुसार (i) ऊष्मा का पूर्णतया कार्य में परिवर्तन असम्भव है एवं (ii) ऊष्मा कम ताप के वस्तु से अधिक ताप के वस्तु की ओर प्रवाहित नहीं हो सकती जब तक कि बाह्य ऊर्जा का उपयोग न किया जाए।
- **ऊष्मा इंजन**- ऊष्मा इंजन ऐसी युक्ति है जो ऊष्मा को यान्त्रिक ऊर्जा में बदलता है। ऊष्मा इंजन दो प्रकार के होते हैं- बहिर्दहन इंजन और आन्तरिक दहन इंजन।

(i) **बहिर्दहन इंजन (External Combustion Engine)**- वैसे ऊष्मा इंजन जो मशीनों और रेलगाड़ियों को वाष्प शक्ति की सहायता से चलाते हैं, बहिर्दहन इंजन कहलाते हैं। बहिर्दहन इंजन का कार्यकारी पदार्थ जल की भाप होती हैं। यही कारण है कि ऐसे इंजन को भाप इंजन भी कहते हैं।

(ii) **आन्तरिक दहन इंजन (Internal Comnustion Engine)**- वैस ऊष्मा इंजन जिसमें कार्यकारी पदार्थ हवा होती है एवं इंजन के भीतर ही ईंधन को जलाकर कार्यकारी पदार्थ के ताप को बढ़ाया जाता है, आन्तरिक दहन इंजन कहलाता है। ऐसे इंजन में हवा और पेट्रोल या डीजल के वाष्प का मिश्रण इंजन के भीतर ही जलाकर शक्ति उत्पन्न करते हैं।

कुछ पदार्थों की विशिष्ट ऊष्मा

पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा (कैलोरी/ ग्राम °C)	पदार्थ	विशिष्ट ऊष्मा (कैलोरी/ ग्राम °C)
सीसा	0.03	संगमरमर	0.21
पीतल	0.09	मैग्नीशियम	0.25
लोहा	0.11	तारपीन	0.42
कार्बन	0.17	बर्फ	0.50
बालू	0.20	ऐल्कोहॉल	0.60
ऐल्युमीनियम	0.21	पानी	1

विभिन्न पैमानों पर कुछ तापमान

तापमान	सेल्यिस (0°C)	फारेनहाइट (0°F)	केल्विन (K)
जल का जमना	0	32	273
कमरे का सामान्य ताप	27	80.6	300
मानव शरीर का सामान्य ताप	37	98.6	310
जल का उबलना	100	212	373

सरल आवर्त गति एवं तरंग

सरल आवर्त गति

- जब कोई एक निश्चित समयान्तराल में एक ही निश्चित पथ पर बार-बार अपनी गति को दोहराता है, तो उसकी गति को **आवर्त गति** कहते हैं तथा यह निश्चित समयान्तराल **आवर्त काल** (Time Period) कहलाता है। एक सेकण्ड में वह अपनी गति को जितनी बार दोहराती है, वह उसकी आवृति (Frequency) कहलाती है। इसका SI मात्रक हर्ट्ज (Hz) कहलाता है।
- यदि कोई वस्तु एक सरल रेखा पर मध्यमान स्थिति (mean position) के इधर-उधर इस प्रकार की गति करे, कि वस्तु का त्वरण मध्यमान स्थिति से वस्तु के विस्थापन के अनुक्रमानुपाती हो तथा त्वरण की दिशा मध्यमान स्थिति की ओर हो, तो उसकी गति सरल **आवर्त गति** कहलाती है।

सरल आवर्त गति की विशेषताएँ:

- सरल आवर्त गति करने वाला कण जब अपनी मध्यमान स्थिति (mean position) से गुजरता है, तो
- (i) उस पर कोई बल कार्य नहीं करता है। (ii) उसका त्वरण शून्य होता है। (iii) वेग अधिकतम होता है। (iv) गतिज ऊर्जा (K.E.)अधिकतम होती है। (v) स्थितिज ऊर्जा (P.E.)शून्य होती है।
- सरल आवर्त गति करने वाला कण जब अपनी गति के अन्य बिन्दुओं (extreme or end points) से गुजरता है, तो-
- (i) उसका त्वरण अधिकतम होता है। (ii) उस पर कार्य करने वाला प्रत्यानन बल (Restoring Force) अधिकतम होता है। (iii) गतिज ऊर्जा शून्य होती है। (iv) स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है। (v) वेग शून्य होता है।
- **प्रत्यानन बल (Restoring Force)**- जब कण अपनी साम्य स्थिति में रहता है तो उस पर लगने वाला बल शून्य होता है, किन्तु जब कण को साम्य स्थिति से विस्थापित कर दिया जाता है तो उस पर एक ऐसा बल कार्य करने लगता है जो सदैव साम्य स्थिति की ओर दिष्ट होती है। इस बल को प्रत्यानन बल कहते है।
- इस बल का प्रयास सदैव यही होता है कि कण साम्य स्थिति में आ जाए। इस बल के कारण ही कण में त्वरण उत्पन्न होता है और वह दोलन करती है।
- **सरल लोलक (Simple Pendulum)**- यदि एक भारहीन व लम्बाई में न बढ़ने वाली डोरी के निचले सिरे से पदार्थ के किसी गोल परन्तु भारी कण को लटकाकर डोरी को किसी दृढ़ आधार से लटका दें, तो इस समायोजन को सरल लोलक कहते हैं। यदि लोलक (Bob) को साम्य स्थिति से थोड़ा विस्थापित करके छोड दें, तो इसकी गति सरल आवर्त गति होती है।

सरल आवर्त के उदाहरण

- लम्बाई बढ़ने पर आवर्तकान भी बढ़ जाता है और यदि लंबाई घट जाए तो आवर्तकाल भी घट जाएगा। यही कारण है कि यदि कोई लड़की झूला झुलते-झुलते खड़ी हो जाए, तो उसका गुरुत्व केन्द्र ऊपर उठ जाएगा और प्रभावी लम्बाई घट जाएगी, जिससे झूले का आवर्त काल पर जाएगा अर्थात् झूला जल्दी-जल्दी दोलन करेगा।
- आवर्त काल लोलक के द्व्यमान पर निर्भर नहीं करता है, अत: झूलने वाली लड़की की बगल में कोई दूसरी लड़की आकर बैठ जाए, तो आवर्त काल पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।
- किसी लोलक घड़ी को पृथ्वी तल से ऊपर या नीचे ले जाया जाए तो घड़ी का आवर्तकाल (T) बढ़ जाता है, अर्थात् घड़ी सुस्त हो जाती है, क्योंकि पृथ्वी तल से ऊपर या नीचे जाने पर 5 का मान कम होता है।

- यदि लोलक घड़ी की उपग्रह पर ले जाएँ तो वहाँ भारहीनता के करण g = 0, अत: घड़ी का आवर्तकाल (T) अनन्त हो जाएगा, अत: उपग्रह में लोलक घड़ी काम नहीं करेगी।
- गर्मियों में लोलक की लम्बाई (I) बढ़ जाती है इसलिए उसका आवर्तकाल T भी बढ़ जाता है। फलत: घड़ी सुस्त हो जाती है। सर्दियों में लम्बाई (I) कम हो जाने से आवर्त काल T भी कम हो जाती है और लोलक घड़ी तेज चलने लगती है।
- चन्द्रमा पर लोलक घड़ी को ले जाने पर उसका आवर्त काल बढ़ जाएगा क्योंकि चन्द्रमा पर g का मान पृथ्वी के g के मान का 1/6 गुना है।

तरंग

- विक्षोभ के आगे बढ़ने की प्रक्रिया को तरंग गति कहा जाता है।
- तरंगें मुख्य रूप से दो प्रकार की होती हैं-**यांत्रिक** एवं **अयांत्रिक तरंगें**। यांत्रिक तरंगें दो प्रकार की होती हैं-
- (i) **अनुप्रस्थ तरंग**- जब तरंग गति की दिशा माध्यम के कणों के कम्पन करने की दिशा के लम्बवत् होती है तो इस प्रकार की तरंगों को अनुप्रस्थ तरंग कहा जाता है।
- (ii) **अनुदैर्ध्य तरंग**- जब तरंग गति की दिशा माध्यम के कणों के कम्पन करने की दिशा के अनुदिश या समांतर होती है तो ऐसी तरंग को अनुदैर्ध्य तरंग कहा जाता है। ध्वनि इसका प्रमुख उदाहरण है।
- **अयांत्रिक तरंगे**, विद्युत चुम्बकीय तरंगे होती हैं। ये वैसी तरंग हैं, जिनके संचरण के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती, अर्थात् ये निर्वात में भी संचरित हो सकती हैं।
- सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगें फोटॉन की बनी होती हैं। इनका तरंगदैर्ध्य परिसर 10^{-14} मीटर से 10^{4} मीटर तक होता है।

विद्युत चुम्बकीय तरंगे के गुण

- (i) यह अनुप्रस्थ होती है (ii) यह उदासीन होती है। (iii) इसके पास ऊर्जा एवं संवेग होती है। (iv) यह प्रकाश के वेग से गमन करती है।
- विद्युत चुम्बकीय तरंगों की अवधारणा का प्रतिपादन मैक्सवेल ने किया था।
- कैथोड किरणें, कैनाल किरणें, α किरणें, β किरणें, ध्वनि तरंगें, पराश्रव्य तरंगें, विद्युत चुम्बकीय तरंगें नहीं हैं।

प्रमुख विद्युत चुम्बकीय तरंगें

विद्युत, चुम्बकीय तरंगें	खोजकर्त्ता	तरंगदैर्ध्य परिसर	आवृत्ति परिसर H-z	उपयोग
गामा-किरणें	बैकुरल	10^{-14} m से 10^{-10} m तक	10^{20} से 10^{18} m तक	इसकी वेधन क्षमता अत्यधिक होती है, इसका उपयोग नाभिकीय अभिक्रिया तथा कृत्रिम रेडियो धर्मिता में की जाती है।
एक्स करणें	रॉन्जन	10^{-10} m से 10^{-8} m तक	10^{18} m से 10^{16} m तक	चिकित्सा एवं औद्योगिक क्षेत्र में इसका उपयोग किया जाता है।
पराबैंगनी किरणे	रिटर	10^{-8} m से 10^{-7} m तक	10^{-16} m से 10^{-14} m तक	सिकाई करने, प्रकाश-वैद्युत् प्रभाव के उत्पन्न करने बैक्टीरिया को नष्ट करने में किया जाता है।

दृश्य विकिरण	न्यूटन	3.9×10^{-7} m से 7.8×10^{7} m तक	10^{14} m से 10^{12} m	इससे हमें वस्तुएँ दिखलाई पड़ती हैं।
अवरक्त विकिरण	हरशैल	7.8×10^{-7} m से 10^{-3} m तक	10^{12} m से 10^{10} m तक	ये किरणें ऊष्मीय विकिरण हैं। ये जिस वस्तु पर पड़ती है, उसका ताप बढ़ जाता है। इसका उपयोग कुहरे में फोटोग्राफी करने एवं रोगियों की सेंकाई करने में किया जाता है
लघु रेडियो तरंगें या हर्ट्जयन तरंगें	हेनरिक हर्ट्ज	10^{-3} m से 1 m तक	10^{10} m से 10^{8} m तक	रेडिया, टेलीविजन एवं टेलीफोन में इसका उपयोग होता है।
दीर्घ रेडियो तरंगें	मारकोनी	1 m से	10^{6} से 10^{4} तक	रेडियो एवं टेलीविजन में उपयोग होता है।

ध्वनि

- ध्वनि एक ऐसी ऊर्जा है, जिसकी उत्पत्ति कम्पायमान वस्तुओं से होती है। ये अनुदैर्ध्य तरंगें होती हैं।
- ध्वनि शब्द का प्रयोग केवल उन्हीं तरंगों के लिए किया जाता है, जिनकी अनुभूति हमें अपने कानों द्वारा होती है।
- जिन तरंगों की कंपन 20 प्रति सेकेण्ड से 20,000 प्रति सेकेण्ड होती है, उसी की अनुभूति हमारे कानों द्वारा होती है और यही होती है। इस सीमा से कम या अधिक कंपन की हमें अनुभूति नहीं होती है।
- ध्वनि की चाल (Speed of Sound) - ध्वनि की चाल माध्यम की प्रकृति तथा घनत्व पर निर्भर करता है। विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल भिन्न-भिन्न होती है।
- ध्वनि की चाल सबसे अधिक ठोस में, उसके बाद द्रव में तथा उसके बाद गैस में होती है।
- जब ध्वनि एक माध्यम से दूसरे माध्यम में प्रवेश करती है तो उसकी चाल एवं तरंगदैर्ध्य बदल जाती है, किन्तु उसकी आवृत्ति नहीं बदलती।
- ध्वनि की चाल पर दाब का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है, किन्तु ताप का प्रभाव पड़ता है। माध्यम का ताप बढ़ाने पर ध्वनि की चाल बढ़ जाती है। वायु में प्रति 1°c ताप बढ़ाने पर ध्वनि की चाल 0.61 मीटर प्रति सेकेण्ड बढ़ जाती है।
- नमीयुक्त वायु का घनत्व, शुष्क वायु के घनत्व से कम होता है, अतः शुष्क वायु की अपेक्षा नमी-युक्त वायु में ध्वनि की चाल अधिक होती है।

ध्वनि तरंगों का आवृत्ति परिसर

- **श्रव्य तरंगें (Audible Waves)** - 20Hz - 20,000Hz के बीच की आवृत्ति वाली तरंगों को श्रव्य तरंगें कहते हैं। इन तरंगों को हमारा कान सुन सकता है।
- **अवश्रव्य तरंगें (Infrasonic Waves)** - 20Hz से नीचे की आवृत्ति वाली ध्वनि तरंगों को अवश्रव्य तरंगें कहते हैं। इन्हें हमारा कान सुन नहीं सकता है; जैसे - भूकम्पीय तरंगें।

- **पराश्रव्य तरंगें (Ultrasonic Waves)** – 20,000Hz से ऊपर की ध्वनि तरंगों को पराश्रव्य तरंगें कहा जाता है। इसे मनुष्य का कान नहीं सुन सकता, किन्तु जानवर; जैसे – कुत्ता, बिल्ली, चमगादड़ इत्यादि इसे सुन सकते हैं। इनकी आवृत्ति बहुत अधिक होने के कारण इनमें बहुत अधिक ऊर्जा होती है। इन तरंगों को गाल्टन की सीटी तथा दाब वैद्युत प्रभाव की विधि द्वारा क्वार्ट्ज के क्रिस्टल के कंपनों से उत्पन्न किया जाता है।
- **पराश्रव्य तरंगों का उपयोग** – (i) समुद्र की गहराई का पता लगाने में (ii) संकेत भेजने में (iii) दूध के हानिकारक जीवाणुओं को नष्ट करने में (iv) कल-कारखानों की चिमनियों से कालिख हटाने में (v) गठिया रोग के उपचार एवं मस्तिष्क ट्यूमर का पता लगाने में (vi) कीमती कपड़ों, घड़ियों, वायुयान को साफ करने में।

ध्वनि के लक्षण

- **तीव्रता, तारत्व** और **गुणत्ता** – ये ध्वनि के तीन प्रमुख लक्षण होते हैं।
- (i) **तीव्रता (Intensity)** – ध्वनि के इस गुण के कारण ध्वनि तीव्र या धीमी सुनाई पड़ती है। ध्वनि की तीव्रता व्यक्त करने का माध्यम **बेल (bel)** है। यह एक बड़ा मात्रक है, अत: व्यवहार में इससे छोटा मात्रक **डेसीबल** (dB) प्रयुक्त होता है। डेसीबल, बेल का दसवां भाग होता है।
- (ii) **तारत्व (Pitch)** – यह ध्वनि का वह लक्षण है, जिससे ध्वनि को मोटी या पतली कहा जाता है। तारत्व आवृत्ति पर निर्भर करता है। ध्वनि की आवृत्ति अधिक होने पर तारत्व अधिक होता है तथा ध्वनि पतली होती है। आवृत्ति कम होने पर तारत्व कम होता है एवं ध्वनि मोटी होती है।
- (iii) **गुणत्ता (Quality)** – यह ध्वनि का वह लक्षण है जिसके कारण हमें समान प्रबलता तथा समान तारत्व की ध्वनियों में अंतर प्रतीत होता है। यह संनादी स्वरों की संख्या, क्रम तथा आपेक्षिक तीव्रता पर निर्भर करती है।
- **प्रतिध्वनि (Echo)** – जब ध्वनि तरंगें दूर स्थित किसी बड़े टावर या पहाड़ से टकराकर परावर्तित होती हैं तो इस परावर्तित ध्वनि को प्रतिध्वनि कहा जाता है। प्रतिध्वनि सुनने के लिए स्रोता एवं परावर्तक सतह के बीच न्यूनतम 17 मीटर की दूरी होनी चाहिए। कान पर ध्वनि का प्रभाव 1/10 सेकेण्ड तक रहता है।
- ध्वनि के अपवर्तन के कारण ध्वनि दिन की अपेक्षा रात में अधिक दूरी तक सुनाई देती है।

विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल	
माध्यम	**ध्वनि की चाल (मीटर/से. -0°C (पर)**
वायु	332
कार्बन डाई-ऑक्साइड	260
भाप (100°C पर)	405
हाइड्रोजन	1269
अल्कोहल	1213
जल	1483
समुद्री जल	1533
पारा	1450
लोहा	5130
कांच	5640
एल्युमीनियम	6420

- **अनुनाद (Resonance)** – जब किसी वस्तु के कंपनों की स्वाभाविक आवृत्ति किसी चालक-बल के कंपनों की आवृत्ति के बराबर होती है तो वह वस्तु बहुत अधिक आयाम से कम्पन करने लगती है, इसे अनुनाद कहा जाता है।
- **अनुरणन (Reverberation)** – जब किसी बन्द हॉल में एक अल्प समय के लिए ध्वनि उत्पन्न की जाती है तो हौल की दीवारों और छत से क्रमिक परावर्तनों के परिणामस्वरूप स्रोत के कम्पन बन्द हो जाने पर भी हॉल में कुछ समय तक ध्वनि बनी रहती है, इसे अनुरणन कहा जाता है।
- विश्व स्वास्थ्य संगठन (WTO) के अनुसार **45 डेसीबल** ध्वनि मानव के लिए सर्वोत्तम होती है तथा 75 डेसीबल से ऊपर की ध्वनि मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक होती है।
- एक साधारण मानव अधिक से अधिक 130 डेसीबल तक तीव्रता वाली ध्वनि सुन सकता है, किन्तु 85 डेसीबल से अधिक ध्वनि में व्यक्ति बहरा हो सकता है। 150 डेसीबल की ध्वनि व्यक्ति को पागल बना सकती है।

प्रमुख स्रोतों में ध्वनि तीव्रता	
स्रोत	**तीव्रता** (dB) **में**
साधारण बातचीत	30-40
जोर से बातचीत	50-60
ट्रक, ट्रैक्टर	90-100
आरकेस्ट्रा	100
मोटरसाइकिल	110
विद्युत मोटर	110
साइरन	110-120
जेट विमान	140-150
मशीनगन	170
मिसाइल	180

DISHA Publication Inc

- **ध्वनि का विवर्तन (Diffracation of Sound)** – ध्वनि का तरंगदैर्ध्य 1 मीटर की कोटि का होता है, अत: जब इस प्रकार कोईं अवरोध ध्वनि के मार्ग में आता है तो ध्वनि अवरोध के किनारे से मुड़कर आगे बढ़ जाती है। इसे ध्वनि का विवर्तत कहा जाता है।
- **ध्वनि का व्यतिकरण (Interference of Sound)** – जब समान आवृत्ति या आयाम की दो ध्वनि तरंगें एक साथ किसी बिन्दु पर पहुँचती हैं तो उस बिन्दु पर ध्वनि ऊर्जा का पुन: विदरण हो जाता है। इसे ध्वनि का व्यतिकरण कहा जाता है।
- **डॉप्लर प्रभाव** – जब स्रोत या श्रोता की गति के कारण, किसी तरंग (ध्वनि या प्रकाश तरंग) की आवृत्ति बदली हुई प्रतीत होती है तो इस घटना को डॉप्लर प्रभाव कहा जाता है। ध्वनि में डॉप्लर प्रभाव का उपयोग करके किसी वायुयान या पनडुब्बी की गति की दिशा व उसका वेग ज्ञात किया जाता है।
- **मैक संख्या (Mac number)** – किसी माध्यम में किसी पिण्ड की चाल तथा उसी माध्यम में ताप व दाब की उन्हीं परिस्थितियों में ध्वनि की चाल के अनुपात को उस वस्तु की उस माध्याम में मैक संख्या कहा जाता है। अर्थात्

$$\text{मैक संख्या} = \frac{\text{किसी माध्यम में पिण्ड की चाल}}{\text{उसी माध्यम में ध्वनि की चाल}}$$

- वायुयान की चाल को मैक संख्या में मापा जाता है। यदि मैक संख्या का मान 1 है तो इसका अर्थ है कि पिण्ड की चाल ध्वनि की चाल के बराबर है। यदि मैक संख्या का मान 2 है तो इसका अर्थ है कि पिण्ड की चाल ध्वनि की चाल का दोगुना है।
- यदि मैक संख्या 1 से अधिक है तो पिण्ड की चाल **पराध्वनिक (Supersonic)** कहलाती है। यदि मैक संख्या 5 से अधिक है तो चाल **अतिपराध्वनिक (Hypersonic)** कहलाती है।
- **प्रघाती तरंग (Shock Waves)** - जब पिण्ड की चाल पराध्वनिक हो जाती है तो वह अपने पीछे माध्यम में एक शंक्वाकार विक्षोभ छोड़ जाती है। इस विक्षोभ के संचरण को ही प्रघाती तरंग कहा जाता है।
- जब कोई पराध्वनिक विमान किसी ऊँची इमारत के ऊपर से गुजरता है तो इसके द्वारा उत्पन्न प्रघाती तरंगों के भवन से टकरा जाने के कारण काफी क्षति पहुँचती है।

प्रकाश

- प्रकाश ऊर्जा का ही एक रूप है, जो विद्युत चुम्बकीय तरंगों के रूप में संचारित होता है। प्रकाश का तंरगदैर्ध्य 3900Å से 7800Å के मध्य होता है।
- प्रकाश द्वारा अपनाएं गए सरल पथ को किरण कहते हैं। अनेक किरणों से किरण पुंज बनता है जो अपसारी (Divering) व अभिसारी (Coverging) हो सकते हैं।
- वे वस्तुएं जो स्वयं प्रकाश उत्सर्जित नहीं करती हैं परन्तु उन पर प्रकाश डालते पर केवल परावर्तित करती हैं, अप्रदीप्त वस्तुएं (Non – Luminous Objects) कहलाती है।
- **प्रकाश प्रकृति के सिद्धान्त** - इसके बारे में मुख्यत: दो सिद्धान्त प्रचालित हैं।

  1. प्रकाश का तरंग सिद्धान्त - प्रकाश विद्युत चुम्बकीय तरंगों का बना होता है, जिसके संचरण के लिए किसी माध्यम (ठोस, द्रव व गैस) की आवश्यकता नहीं होती है।
- दृश्य प्रकाश तरंगों की तरंगदैर्ध्य बहुत ही छोटी (लगभग 4×10^7 m से 8×10^7 m) होती है।
- प्रकाश तरंगों की चाल निर्वात में काफी तेज (3×10^8 m/ मीटर/सें.) होती है।

  2. प्रकाश का कणिका सिद्धान्त - प्रकाश कणों का बना होता है जो अत्यन्त उच्च चाल से सीधी रेखा में गमन करता है। इन मूलकणों का **फोटॉन** कहते हैं।
- प्रकाश की चाल का मापन सर्वप्रथम **रोमर** ने किया था। भिन्न-भिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल भिन्न-भिन्न होती है। **प्रकाश की चाल सबसे अधिक निर्वात में होती है।** जिस माध्यम की अपवर्तनांक जितना अधिक होता है, उसमें प्रकाश की चाल उतनी ही कम होती हैं। $\boxed{u = \frac{c}{\mu}}$

  जहाँ μ = अपवर्तनांक

  u = माध्यम में प्रकाश की चाल

  C = निर्वात मे प्रकाश की चाल
- सूर्य से पृथ्वी तक प्रकाश आने में लगभग 8 मिनट 19 सेकेण्ड का समय लगता है।
- चन्द्रमा से परावर्तित प्रकाश, पृथ्वी तक आने में 1.28 सेकेण्ड का समय लगता है।

भिन्न-भिन्न माध्यमों में प्रकाश की चाल	
माध्यम	**प्रकाश की चाल (मीटर/से.)**
निर्वात	3×10^8
जल	2.25×10^8

तारपीन का तेल	2.04×10^8
काँच	2×10^8
रॉक साल्ट	1.96×10^8
नाइलॉन	1.96×10^8

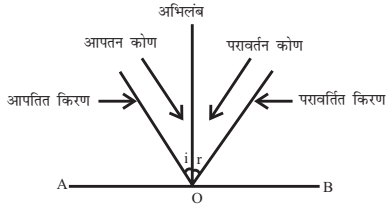
➢ **प्रकाश के प्रति व्यवहार के आधार पर वस्तुएँ** –

वस्तुएं	गुण	उदाहरण
प्रदीप्त	वे वस्तुएं जो स्वयं के प्रकाश से प्रकाशित होती है।	सुर्य, विद्युत बल्ब
अप्रदीप्त	वे वस्तुएं जिनका संचय का प्रकाश नहीं होता है, परन्तु प्रकाश डालने पर दिखाई देने लगती है।	कुर्सी, मेज, आलमारी
पारदर्शक	ऐसी वस्तुएं जिनमें से प्रकाश की किरणें निकल जाती हैं।	काँच, जल
अर्द्धपारदर्शक	ऐसी वस्तुएं जिन पर प्रकाश डालने पर कुछ भाग अवशोषित हो जाता है तथा कुछ भाग बाहर निकल जाता है।	तेल लगा हुआ कागज
अपारदर्शक	ऐसी वस्तुएं, जिनमें होकर प्रकाश की किरणें बाहर नहीं निकल पाती हैं।	लोहा या धातु

प्रकाश का परावर्तन

➢ प्रकाश जब किसी वस्तु की सतह पर पड़ता है, तब वह अवशेषित संचारित तथा परावर्तित हो सकता है। यदि वस्तु सम्पूर्ण प्रकाश को, जो उस पर पडता है, अवशोषित करता है, तो वह पूर्णरूप से काला दिखाई देगा, जैसे – श्यामपट्ट। यदि प्रकाश किरणें किसी वस्तु की सतह पर पड़ती हैं और वह वापस हो जाती है तो, यह प्रकाश का परावर्तन कहलाता है।

➢ **प्रकाश के परावर्तन के नियम** – समतल दर्पण से अथवा गोलीय सतह (अवतल दर्पण या उत्तल दर्पण) से प्रकाश का परावर्तन दो नियमों के अनुसार होता है, जिन्हें प्रकाश के परावर्तन के नियम कहा जाता है।



1. परावर्तन का प्रथम नियम – आपतित किरण परावर्तित किरण और अभिलम्ब (आपतन बिन्दु पर) सभी एक ही तल में स्थित होते हैं।

2. परावर्तन कर द्वितीय नियम – आपतन कोण सदैव परावर्तन कोण के बराबर होता है। यदि आपतन कोण i है और परावर्तन कोण r है, तो $\angle i = \angle r$

जब प्रकाश की किरणें दर्पण अथवा इसी तरह की किसी सतह पर पड़ती है, तो वे पुनः उसी समय माध्यम की तरफ एक निश्चित दिशा में लौट जाती हैं, जिस माध्यम से होकर आई रहती हैं, इसे प्रकाश का परावर्तन कहा जाता है। यह दो प्रकार का होता है–

(i) **नियमित परावर्तन** – यह चिकने पालिशदार पृष्ठ से होता है, जब समानान्तर किरणें ऐसे पृष्ठ पर पड़ती हैं, तब परावर्तन के बाद किरणें समानान्तर ही रहती हैं।

(ii) **अनियमित परावर्तन** – यह रूखड़े (खुरदरे) पृष्ठ से होता है, जब समानान्तर किरणें ऐसे पृष्ठ पर पड़ती हैं, तब परावर्तन के बाद किरणें सदा निश्चित नियमों के अनुसार होती हैं।

- **पूर्ण आन्तरिक परावर्तन** – यदि किसी पदार्थ में प्रकाश के आपतन कोण का मान क्रान्तिक कोण से कुछ अधिक हो जाय तो प्रकाश विरल माध्यम में न जाकर सम्पूर्ण प्रकाश परावर्तित होकर सघन माध्यम में चला आता है। प्रकाश की इस घटना को पूर्ण आंतरिक परावर्तन कहा जाता है। तराशे हुए हीरे में चमक तथा मरीचिका (रेगिस्तान में एक प्रकाशित भ्रम) की घटना पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के कारण ही होता है।
- जब प्रकाश की कोई किरण किसी सघन माध्यम में प्रवेश करती है तो अपवर्तन के कारण अपवर्तित किरण अभिलम्ब से दूर हटती जाती है। आपतन कोण का मान बढ़ाने पर विरल माध्यम में अपवर्तित किरण अभिलम्ब से दूर हटती जाती है। जब एक निश्चित आपतन कोण के लिए अपवर्तन कोण का मान 90° हो जाता है, तो इसे आपतन कोण का **क्रांतिक कोण** कहते हैं।

पूर्ण आन्तरिक परावर्तन के उपयोग

- हीरा पूर्ण आतंरिक परावर्तन के कारण ही चमकता है।
- गर्मियों के मौसम में रेगिस्तान में मरीचिका दिखती है।
- चिकित्सा, प्रकाशीय सिग्नल के संचरण एवं विद्युत सिग्नल भेजने में।
- ऑप्टीकल फाइबल भी चूर्ण आंतरिक परावर्तन के सिद्धान्त पर कार्य करता है।

प्रतिबिम्ब तथा वस्तुएं

- कोई चीज जो प्रकाश किरणें प्रदान करती हैं, ऑब्जेक्ट (वस्तु) कहलाती हैं।
- प्रतिबिंब एक प्रकाशीय छाया होती है। जब किसी वस्तु से आने वाली प्रकाश किरणें दर्पण से परावर्तित (अथवा तलों से अपवर्तित) होती हैं तो प्रतिबिंब बनता हैं।
- प्रतिबंब दो प्रकार के होते हैं – वास्तविक प्रतिबिंब और आभासी प्रतिबिंब।

  वास्तविक प्रतिबिंब – वह प्रतिबिंब जिसे पर्दे पर प्राप्त जा सकता है, उसे वास्तविक प्रतिबिंब कहते हैं। सिनेमा पर्दे बने प्रतिबिंब, वास्तविक प्रतिबिंब का एक उदाहरण है।

  आभासी प्रतिबिंब – वह प्रतिबिंब जिसे पर्दे पर प्राप्त नहीं किया जा सकता है, उसे आभासी प्रतिबिंब कहते हैं और आभासी प्रतिबिंब को केवल दर्पण के अवलोकन से देखा जा सकता है।
- **प्रकाश का अपवर्तन** – जब प्रकाश की किरण एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती हैं तो यह अपने मार्ग से विचलीत हो जाती है। प्रकाश के किरण को अपने मार्ग से विचलित हो जाना प्रकाश का अपवर्तन कहलाता है। प्रकाश का अपवर्तन सिर्फ पारदर्शी पदार्थों से ही होती है; जैसे शीशा, वायु, जल आदि।
- **प्रकाश के अपवर्तन का कारण** – अपवर्तन प्रकाश के एक पारदर्शी माध्यम से दूसरे में प्रवेश करने पर प्रकाश की चाल मे परिवर्तन के कारण होता हैं।
- **प्रकाश अपवर्तन के नियम** – प्रकाश अपवर्तन के नियम दो हैं।

  1. आपतित किरण, अपवर्तित किरण तथा आपतन बिन्दु पर अभिलंब तीनों एक ही तल होते हैं।

  2. जब प्रकाश की किरण किन्हीं दो माध्यमों के सीमा तल पर तिरछी आपतित होती है तो आपतन कोण (i) की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या (sine) का अनुपात एक नियतांक होता है।

- **स्नेल का अपवर्तन की नियम** - जब प्रकाश की किरण किन्हीं दो माध्यमों के सीमा तल पर तिरछी आपतित होती हैं तो आपतन कोण (i) की ज्या (sine) तथा अपवर्तन कोण की ज्या (sine) कर अनुपात एक नियतांक होता है। इस नियम को स्नेल का अपवर्तन नियम भी कहते हैं। $\frac{\sin i}{\sin r}$ = स्थिरांक
- **अपवर्तन के समय प्रकाश का मार्ग** - जब प्रकाश की किरण एक माध्यम (विरल) से दूसरे माध्यम (सघन)में जाती हैं तो यह अभिलंब की ओर मुड़ जाती हैं जब यही प्रकाश की किरण सघन से विरल की ओर जाती है तो अभिलंब से दूर भागती हैं।
- **सघन माध्यम** - वह माध्यम जिसका अपवर्तनांक अधिक होता है वह सघन माध्यम कहलाता है। इस माध्यम के कण अधिक घने (dense) होते हैं।
- **विरल माध्यम** - वह माध्यम जिसका अपवर्तनांक कम होता है वह विरल माध्यम कहलाता है। इस माध्यम के कणों का घनत्व कम होता है।

प्रकाश के अपवर्तन के कारण घटने वाली घटनाएँ-

(i) द्रव में अंशत, डूबी हुई सीधी छड़ टेढ़ी दिखाई पड़ती है। (ii) तारे टिमटिमाते हुए दिखाई पड़ते हैं। (iii) सूर्योदय के पहले एवं सूर्यास्त के बाद भी सूर्य दिखाई देता है। (iv) पानी से भरे किसी बर्तन की तली में पड़ा हुआ सिक्का ऊपर उठा हुआ दिखाई पड़ता है। (v) जल के अन्दर पड़ी हुई मछली वास्तविक गहराई से कुछ ऊपर उठी हुई दिखाई पड़ती है।

अपवर्तनांक

- जब प्रकाश की किरणें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती हैं तो यह अपने मार्ग से विचलीत हो जाती हैं। ये विचलन माध्यम और उस माध्यम में प्रकाश की चाल पर निर्भर करता है। अतः अपवर्तनांक माध्यमों में प्रकाश की चालों का अनुपात होता है। "जब प्रकाश की किरण किन्हीं दो माध्यमों के सीमा तल पर तिरछी आपतित होती हैं तो आपतन कोण (i) की ज्या (sine) तथा अवपर्तन कोण ज्या (sine) का अनुपात एक नियतांक (स्थिरांक) होता है। इसी स्थिरांक के मान को पहले माध्यम के सापेक्ष दूसरे माध्यम का अपवर्तनांक (refractive index) कहते हैं।

प्रकाश का प्रकीर्णन

- जब प्रकाश किसी ऐसे माध्यम में गुजरता है जिसमें धूल तथा अन्य पदार्थों को अत्यन्त सूक्ष्म कण होते हैं, तो इनके द्वारा प्रकाश अन्य सभी दिशाओं में प्रसारित हो जाता है, प्रकाश की इस घटना को प्रकीर्णन कहते हैं।
- जिस रंग के प्रकाश कर तरंगदैर्ध्य कम होता है, उस रंग के प्रकाश का प्रकीर्णन सर्वाधिक तथा जिस रंग के प्रकाश की तरंगदैर्ध्य अधिक होता है उसका प्रकीर्णन कम होता है।
- प्रकाश में नीले और बैंगनी रंग के प्रकश का प्रकीर्णन सबसे कम होता है। इसलिए सुबह और शाम को निम्न प्रकाश तरंगदैर्ध्य (नीले और बैंगनी) के प्रकाश का प्रकीर्णन हो जाने के कारण सूर्य लाल दिखाई देता है।
- सिग्नल देने के लिए लाल प्रकाश (प्रकीर्णन कम होने के कारण) का प्रयोग किया जाता है।
- वायुमण्डल के गैसों और धूल के कणों के द्वारा नीले प्रकाश का प्रकीर्णन हो जाने के कारण आकाश नीला दिखाई देता है, जबकि चन्द्रमा पर खड़े यात्री को (चन्द्रमा पर वायुमण्डल न होने के कारण) आकाश काला दिखाई देता है। समुद्र का जल भी प्रकाश के प्रकीर्णन के कारण ही नीला दिखाई देता है।

प्रकाश का विवर्तन

- प्रकाश को किसी अवरोधक के किनारे पर थोड़ा मुड़कर उसकी छाया में प्रवेश करने की घटना को विवर्तन कहते हैं। प्रकाश की अपेक्षा ध्वनि में विवर्तन अधिक होता है।

इन्द्रधनुष

- इंद्रधनुष परावर्तन, पूर्ण आंतरिक परावर्तन तथा अपवर्तन द्वारा वर्ण विक्षेपण के संयुक्त प्रभाव से बनता है। इंन्द्रधनुष मुख्यत: 2 प्रकाश के होते हैं –
  1. प्राथमिक (Primary)
  2. द्वितीयक (Secondary)

  1. **प्राथमिक इन्द्रधनुष (Primary)** – जब बूँदों पर आपतित होने वाली सूर्य किरणों का दो बार अपवर्तन व एक बार परावर्तन होता है तो प्राथमिक इन्द्रधनुष बनता है। प्राथमिक इन्द्रधनुष में लाल रंग बाहर की ओर तथा बैंगनी रंग अंदर की ओर होता है। इसमें बैंगनी किरण आंख पर 40°8' तथा लाल किरण आँख पर 42°8' का कोण बनाती है।

  2. **द्वितीयक इन्द्रधनुष** (Secondary) – जब बूँदों पर आपतित किरणों का दो अवपर्तन एवं दो बार परावर्तन हो तो द्वितीयक इन्द्रधनुष बनाता है। इसमें बैंगनी किरण आंखों पर 54°52' तथा लाल किरण आंखों पर 50°8' का कोण बनाती है।
- **पूर्ण आतंरिक परावर्तन** – पूर्ण आंतरिक परावर्तन एक प्रकाशीय परिघटना है जिसमें प्रकाश की किरण किसी माध्यम के तल से ऐसे कोण से आपतित होती है कि अपवर्तन के बाद उसका परावर्तन उसी माध्यम में हो जाता है जिस माध्यम से वह आई होती है। इसे ही पूर्ण आतंरिक परावर्तन कहते है। किसी माध्यम में पूर्ण आंतरिक परावर्तन होने कि शर्त :
  1. प्रकाश कि किरण अधिक अपवर्तनांक से कम अपवर्तनांक के माध्यम की और प्रवेश करे अर्थात् सघन माध्यम से विरल माध्यम की ओर प्रवेश करे।
  2. आपतन कोण का मान क्रांतिक कोण से अधिक हो।
- **प्रिज्म कोण** – इसके दो पार्श्व फलकों के बीच के कोण का प्रिज्म कोण कहते हैं।
- **प्रिज्म** – यह एक तिकोना काँच का स्लैब होता है जिसके दो त्रिभुजाकार आधार तथा तीन आयताकार पार्श्व पृष्ठ होते हैं। ये पृष्ट एक-दूसरे पर झुके होते हैं।
- **स्पेक्ट्रम** – जब सूर्य का श्वेत प्रकाश किसी प्रिज्म से होकर गुजरता है तो विभिन्न वर्णक्रमों में विभाजित हो जाता है। प्रकाश के अवयवी वर्णों के इस बैंड का स्पेक्ट्रम कहते हैं। इस वर्णक्रम को VIBGYOR से दर्शाया जाता है ताकि इनका क्रम याद रखने में सहायक हो। बैगनी (violet), जमुनी (Indigo), नीला (blue), हरा (green), पीला (yellow), नारंगी (orange) तथा लाल (red)।
- **विक्षेपण** – प्रकाश के अवयवी वर्णो में विभाजन को विक्षेपण कहते हैं। श्वेत प्रकाश: कोई भी प्रकाश जो सूर्य के प्रकाश के सदृश स्पेक्ट्रम बनाता हैं, प्राय: श्वेत प्रकाश कहलाता है।

प्रकाश तरंगों का व्यतिकरण

- जब सामान आवृत्ति व समान आयाम की दो प्रकाश तरंगें जो मूलत: एक ही प्रकाश स्रोत से एक ही दिशा में संचारित होती हैं तो माध्यम के कुछ बिंदुओं पर प्रकाश की तीव्रता अधिकतम व कुछ बिंदुओं पर तीव्रता न्यूनतम या शून्य पाई जाती है। इस घटना को ही प्रकाश तंरगों का व्यतिकरण कहते हैं। इसी कारण तेल की पर्ते व साबुन के बुलबुले रंगीन दिखाई देते है।

प्रकाश तरंगों का ध्रुवीकरण

- जब दो कारें दूसरे की ओर आती हैं तो उनके प्रकाश के चकाचौंध से दुर्घटना हो सकती है। इसे रोकने के लिए कारों में पोलेराइड़ों का उपयोग किया जाता है। सिनेमाघर में पोलेराइड के चश्मे पहनकर तीन विमाओं वाले चित्रों को देखा जाता है।
- **दर्पण** – एक चिकनी उच्च पॉलिशयुक्त परावर्तक सतह दर्पण कहलाती है। दर्पण दो प्रकार के होते हैं– (i) समतल दर्पण (ii) वक्रीय दर्पण वक्रीय दर्पण वर्गीकृत किये जाते हैं, जैसे गोलीय दर्पण या परवलयिक दर्पण जो दर्पण की वक्रता पर निर्भर करते हैं।
- **अवतल दर्पण** – एक गोलीय दर्पण जिसकी आन्तरिक खोखली परावर्तक सतह हैं, अवतल दर्पण कहलाता है। एक अवतल दर्पण एक वस्तु का वास्तविक एवं उल्टा प्रतिबिम्ब बनाता है, यदि वस्तु F के बाहर किसी स्थान पर रखी जाये। यही वस्तु जब F व P के मध्य रखी जाती है तो प्रतिबिम्ब सीधा तथा आभासी बनता है।
- **उत्तल दर्पण** – एक गोलीय दर्पण जिसकी सतह की बाहरी उभार (bluging) परावर्तक सतह हैं उत्तल दर्पण कहलाता है। उत्तल दर्पण द्वारा बना हुआ प्रतिबिंब सदैव सीधा आभासी एवं वस्तु से छोटा होता है, चाहे वस्तु की स्थिति कुछ भी हो। एक उत्तल दर्पण ऑटोमोबाइल में साइड दर्पण (चालक के दर्पण) के रूप में उपयोग में लिया जाता है। दर्पण का द्वारकः एक गोलीय दर्पण जिससे परावर्तन होता है की प्रभावी चोड़ाई इसका द्वारा कहलाती है।
- **ध्रुव** – वक्रीय दर्पण का केन्द्र इसका ध्रुव कहलाता है।
- **वक्रता केन्द्र** – खोखला गोला जिसका गोलीय दर्पण एक भाग है, का केन्द्र, वक्रता केन्द्र कहलाता है। अवतल दर्पण का वक्रता केन्द्र इसके सामने होता है, जबकि उत्तल दर्पण का पीछे।
- **वक्रता त्रिज्या** – खोखले गोले जिसका दर्पण एक भाग है, की त्रिज्या, वक्रता त्रिज्या कहलाती है।
- **मुख्य अक्ष** – गोलीय दर्पण के ध्रुव तथा वक्रता केन्द्र से गुजरने वाली सरल रेखा तथा इसका मुख्य अक्ष कहलाती है।
- **फोकस** – एक दर्पण के मुख्य अक्ष पर स्थित एक बिन्दु जिस पर अनन्त से आती हुई किरणें मिलती हैं या मिलती हुई प्रतीत होती हैं, इसका फोकस कहलाती है। इसे F द्वारा व्यक्त करते हैं।
- **फोकस दूरी** – एक गोलीय दर्पण के ध्रुव तथा फोकस के मध्य दूरी एक गोलीय दर्पण की फोकस दूरी कहलाती है।
- **वास्तविक प्रतिबिंब** – वह प्रतिबिंब जो पर्दे पर प्राप्त हो सकता है, एक वास्तविक प्रतिबिंब कहलाता है। वास्तविक प्रतिबिंब केवल तब बनता है जब परावर्तित या अपवर्तित किरणें वास्तव में एक बिन्दु पर मिलती हैं।
- **आभासी प्रतिबिंब** – वह प्रतिबिंब जो दर्पण में देखा जा सकता है, किन्तु पर्दे पर प्राप्त नहीं हो सकता है, आभासी प्रतिबिंब कहलाता है। एक आभासी प्रतिबिंब केवल तब ही बनता है जब परावर्तित या अपवर्तित किरणें एक बिन्दु से आती हुई प्रतीत होती है।

समतल दर्पण

- समतल दर्पण में बना प्रतिबिंब, दर्पण के पीछे उसी दूरी पर होता है, जिस दूरी पर वस्तु दर्पण के सामने होती है। घरों में प्रयोग होने वाला दर्पण समतल दर्पण होता है। समतल दर्पण से बना वस्तु का प्रतिबिंब, वस्तु के बराबर, उतनी ही दूरी पर तथा आभासी होता है।
- समतल दर्पण से किसी व्यक्ति को अपना पूरा प्रतिबिंब देखने के लिए व्यक्ति को अपनी लम्बाई का कम-से-कम आधी लम्बाई के दर्पण का उपयोग करना होता है।
- किसी कोण पर रखे दो समतल दर्पण के बीच रखी किसी वस्तु के प्रतिबिंबों की संख्या दोनों दर्पणों के बीच बनने वाले कोण पर निर्भर करता है।

समतल दर्पण द्वारा बने प्रतिबिंब की विशेषताएं

- समतल दर्पण में बना प्रतिबिंब आभासी होता है। उसे पर्दे पर नहीं प्राप्त किया जा सकता है।
- समतल दर्पण में बिना प्रतिबिंब सीधा होता है वस्तु के समान ही उसकी भी वही साइड ऊपर की ओर रहती है।
- समतल दर्पण में प्रतिबिंब भी वस्तु के ही आकार का होता है।
- समतल दर्पण द्वारा बना प्रतिबिंब दर्पण के पीछे उतनी ही दूरी पर होता है, जितनी दूरी पर वस्तु दर्पण के सामने होती है।
- समतल दर्पण में बना प्रतिबिंब पार्श्व रूप प्रतिलोमित (या पार्श्व रीति में प्रतिवर्तित) होता है।

समतल दर्पणों के उपयोग

(i) समतल दर्पणों को अपने आप को देखने के लिए प्रयोग किया जाता है।

(ii) समतल दर्पणों को कुछ व्यस्त मार्गों के अन्धे मोड़ों पर लगाया जाता है ताकि चालकों को दूसरी ओर से आ रही गाड़ियां दिखाई दे सके और दुर्घटनाएं होने से बच सके।

(iii) समतल दर्पणों को परिदर्शियों (Periscopes) के बनाने में प्रयोग किया जाता है।

- किसी व्यक्ति को समतल दर्पण में अपना पूर्ण प्रतिबिंब देखने के लिए अपनी लम्बाई के आधे भाग के बराबर दर्पण की आवश्यकता होगी।
- यदि कोई व्यक्ति समतल दर्पण के लम्बवत् किसी चाल से दर्पण के समीप आता है या दूर जाता है तो उसे अपना प्रतिबिंब दुगुनी चाल से पास आता या दूर जाता प्रतीत होगा।
- यदि आपतित किरण को नियम रखते हुए दर्पण को $\theta°$ कोण से घुमा दिया जाय तो, परावर्तित किरण $2\theta°$ कोण से घूम जाएगी।
- दो समतल दर्पण के बीच रखें वस्तुओं के प्रतिबिंबों की संख्या $= \dfrac{360}{\text{दर्पणों के बीच कोण}} = -1$

  या $n = \dfrac{360}{\theta} - 1$

  जहाँ n प्रतिबिंबों की संख्या है एवं θ दोनों के बीच का बना कोण है।
- यदि दो समतल कोण दूसरे के समानान्तर रखे जाएं तो प्रतिबिम्बों की संख्या अनंत होगी।

गोलीय दर्पण से परावर्तन (Reflection from Spherical mirror)

- गोलीय दर्पण दो प्रकार के होते हैं –

  (i) अवतल दर्पण (ii) उत्तल दर्पण

अवतल दर्पण में बने प्रतिबिंब की स्थिति एवं प्रकृति

क्र.	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिंब की स्थिति	वस्तु की तुलना में प्रतिबिम्ब का आकार	प्रतिबिम्ब की प्रकृति
1.	अनन्त पर	फोकस पर	बहुत छोटा (बिन्दु मात्र)	उल्टा व वास्तविक
2.	वक्रता केन्द्र एवं अनन्त के बीच	फोकस एवं वक्रता केन्द्र के बीच	छोटा	उल्टा व वास्तविक
3.	वक्रता केन्द्र पर	वक्रता केन्द्र पर	समान आकार का	उल्टा व वास्तविक

4.	फोकस तथा वक्रता केन्द्र के बीच	वक्रता केन्द्र एवं अनन्त के बीच	बड़ा	उल्टा व वास्तविक
5.	फोकस पर	अनन्त पर	बहुत बड़ा	उल्टा व वास्तविक
6.	फोकस तथा ध्रुव के बीच दर्पण के पीछे	दर्पण के पीछे	बड़ा	सीधा व आभासी

अवतल दर्पण का उपयोग

(i) बड़ी फोकस दूरी वाला अवतल दर्पण दाढ़ी बनाने में काम आता है।
(ii) आँख, कान एवं नाक के डॉक्टर के द्वारा उपयोग में लाया जाने वाला दर्पण
(iii) गाड़ी के हेड लाइट एवं सर्चलाइट में
(iv) सोलर कूकर में

उत्तल दर्पण का उपयोग

(i) इसका उपयोग गाड़ी में चालक की सीट के पास पीछे के दृश्य को देखने किया जाता है। (side mirror के रूप में)
(ii) सोडियम परावर्तक लैम्प में

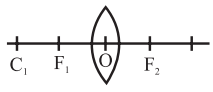
- **लेन्स** (Lense) – लेन्स दो प्रकार गोलाकार सतह अथवा पारदर्शक एवं अपवर्तक माध्यम है, जो सामान्यत: सीसे से निर्मित होता है। लेन्स मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं –
  (i) उत्तल लेन्स (Convex Lens)
  (ii) अवतल लेन्स (Concave Lens)
- **उत्तल लेन्स** (Convex Lens) – मध्य भाग में मोटा तथा किनारों पर पतला होता हैं जबकि अवतल लेन्स बीच में पतला एवं किनारों पर मोटा होता है। उत्तर लेन्स तीन प्रकार के होते हैं- **उभयोत्तल लेन्स, समतल अवतल लेन्स** एवं **उत्तलोत्तल लेन्स**।
- **अवतल लेन्स** (Concave Lens) – ऐसा लेन्स होता है जो अनन्त से आने वाली किरणों को सिकोड़ता है, इसीलिए इसे अभिसारी लेन्स भी कहते हैं जबकि अवतल लेन्स अनन्त में आने वाली किरणों को फैलाती है। इसीलिए इसे **अपसारी लेन्स** (Diverging Lens) भी कहते हैं।
- किसी भी लेन्स की क्षमता डायोप्टर (Diopter) से मापा जाता है।

$$\text{लेन्स की क्षमता} = \frac{1}{\text{फोकस की दूरी (मीटर में)}}$$

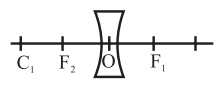
- यदि किसी लेन्स को ऐसे माध्यम में डुबा दिया जाये जिसका अपवर्तनांक लेन्स के पदार्थ के अपवर्तनांक से अधिक हो तो लेंस की फोकस दूरी तथा अपवर्तनांक बदल जाती है अर्थात् उत्तल लेन्स, अवतल लेन्स में तथा अवतल लेन्स उत्तल लेन्स में बदल जाता है। इसलिए जल में वायु का बुलबुला उत्तम लेन्स की तरह का होते हुए भी अवतल लेन्स की तरह कार्य करने लगता है।
- उत्तल लेंस की क्षमता धनात्मक तथा अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है।
- यदि दो लेसों को परस्पर सटाकर रख दे, तो उनकी क्षमताएँ जुड़ जाती है तथा संयुक्त लेंस की क्षमता दोनों लेंसों की क्षमताओं के जोड़ के बराबर होता है।
- धूप के चश्में की पावर 0 डायोप्टर होती है।

उत्तल लेंस द्वारा वस्तु की विभिन्न स्थितियों के बने प्रतिबिम्ब

उत्तल लेंस



अवतल लेंस

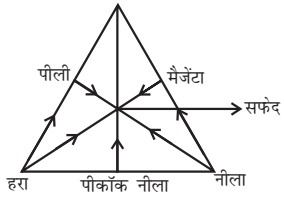


O → प्रकाशित केन्द F_1 → प्रथम फोकस

C_1C_2 → लेन्स का मुख्य अक्ष F_2 → द्वितीय फोकस (मुख्य फोकस)

क्र.म.	वस्तु की स्थिति	प्रतिबिम्ब की स्थिति	प्रतिबिंब की प्रकृति एवं वस्तु की तुलना में आकार
1.	अनन्त पर	F_2 पर	वास्तविक, बहुत छोटा एवं उल्टा
2.	C_1 में परे	F_2 एवं C_2 के बीच	वास्तविक, छोटा तथा उल्टा
3.	C_1 पर	C_2 पर	वास्तविक, बराबर, उल्टा
4.	C_1 एवं F_1 के बीच	C_2 से परे	वास्तविक, बड़ा, उल्टा
5.	F_1 पर	अनन्त पर	वास्तविक, बहुत बड़ा, उल्टा
6.	O एवं F_1 के बीच	लेन्स की उसी ओर जिस ओर वस्तु है।	आभासी, सीधा तथा आवर्धित

- गैलिलियों की दूरदर्शी में अवतल लेंस का प्रयोग किया जाता है।
- **वस्तुओं के रंग** (Color of Objects) – जब प्रकाश किरणें वस्तुओं पर आपतित होती हैं तो वे उनसे परावर्तित होकर हमारी आंखों पर पड़ती हैं और वस्तुएं हमें दिखायी देने लगती हैं। वस्तुएं प्रकाश का कुछ भाग परावर्तित करती हैं तथा कुछ भाग अवशोषित भी करती हैं। प्रकाश का परावर्तित भाग ही वस्तुओं का रंग निर्धारित करता है।



- **प्राथमिक रंग** – लाल, हरा एवं नीला।
- **द्वितीयक रंग** – यह दो प्राथमिक रंगों के मिलाने से बनता है। जैसे – लाल + नीला = मैजेन्टा, हरा + नीला = पीकॉक–ब्लू लाल + हरा = पीला।
- **पुरक रंग** – जो दो रंग परस्पर मिलने से सफेद प्रकाश उत्पन्न करते हैं, उन्हें पूरक रंग कहते हैं। जैसे –

  लाल + पीकॉक ब्लू = सफेद

  नीला + पीला = सफेद

  हरा + मजेंटा = सफेद

  लाल + हरा + नीला = सफेद

- रंगीन टेलीविजन में प्राथमिक रंगों – लाल, हरे एवं नीले रंगों का प्रयोग किया जाता है।
- वायुमंडल में प्रकाश के प्रति सर्वाधिक संवेदन शील होती है।
- नारंगी प्रकाश की तरंग दैर्ध्य प्रकाश संश्लेषण में सर्वाधिक प्रभावशाली होती है।
- धूप के चश्मे के लिए फिलंट काँच का प्रयोग किया जाता है।
- विभिन्न वस्तुओं पर विभिन्न रंगों की किरणे डालने पर वे किस तरह की दिखती हैं, इसे निम्नलिखित तालिका में देखा जा सकता है –

वस्तु के नाम	सफेद किरणों में	लाल किरणों में	हरी किरणों में	पीली किरणों में	नीली किरणों में
सफेद कागज	सफेद	लाल	हरा	पीला	नीला
लाल कागज	लाल	लाल	काला	काला	काला
हरा कागज	हरा	काला	हरा	काला	काला
पीला कागज	पीला	काला	काला	पीला	काला
नीला कागज	नीला	काला	काला	काला	नीला

मानव नेत्र

- आँख शरीर का एक महत्वपूर्ण अंग होता है जिसकी सहायता से किसी वस्तु को देखा जाता है।
- मावन नेत्र बाहर से एक कठोर व अपारदर्शी **श्वेत झिल्ली** से ढकी रहती है, जिसे **कॉर्निया** कहते है।
- नेत्रदान के समय मनुष्य **कॉर्निया** का दान करता हैं।
- कॉर्निया के पीछे एक रंगीन अपारदर्शी झिल्ली का पर्दा होता है जिसे **आइरिस** कहते है।
- आइरिस का काम प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित करना होता है जिसके कारण यह अधिक प्रकाश में सिकुड़कर छोटा हो जाता है तथा अंधेरा या कम प्रकाश में स्वत: फैल जाता है।
- कॉर्निया और आँख के लेंस के बीच में एक नमकीन पारदर्शी द्रव भरा रहता है, जिसे नेत्रोद या **जलीय द्रव** कहा जाता है। इसका अपवर्तनांक 1.336 होता है।
- रक्त पटल (Choraid) के नीचे आँख के सबसे भीतर एक पारदर्शी झिल्ली होती है जिसे **दृष्टि पटल** या **रेटिना** कहते हैं।
- रेटिना पर वस्तु का प्रतिबिंब उल्टा एवं वास्तविक बनता है।
- मानव नेत्र की स्पष्ट दृष्टि की न्यूनतम दूरी 25 सेमी. होती है।
- किसी वस्तु को स्पष्ट देखने के लिए प्रकाश किरणों को रेटिना पर केन्द्रित होना आवश्यक होता है। यदि वस्तु रेटिना के आगे या पीछे केन्द्रित होगी तो वह वस्तु हमें दिखाई नहीं देगी।

दृष्टिदोष के प्रकार

- **निकट दृष्टि दोष (Myopia)** – इस प्रकार के दृष्टि दोष वाले व्यक्ति को निकट की वस्तुएं तो स्पष्ट दिखाई देती हैं, परंतु दूर वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखती है।
- इस दृष्टि दोष का कारण वस्तु का प्रतिबिम्ब **रेटिना के पीछे** बनना है। इसके निवारण के लिए अवतल लेंस का उपयोग किया जाता है।
- **दूर दृष्टि दोष (Hypermetropia)** – इस दृष्टि दोष वाले व्यक्ति को दूर की वस्तुएँ तो स्पष्ट दिखाई देती हैं, परन्तु निकट की वस्तुएँ स्पष्ट नहीं दिखाई देतीं। इस दोष का कारण वस्तु का प्रतिबिम्ब रेटिना के पीछे बनना है। दूर दृष्टिकोष के निवारण के लिए **उत्तल लेंस** का उपयोग किया जाता है।

- **जरा दृष्टिकोण** (Presbopia) – वृद्धावस्था के कारण कुछ व्यक्तियों में निकट तथा दूर दोनों ही दृष्टिदोष एक साथ होते हैं। ऐसे व्यक्ति **द्विफोकसी लेन्स** (उभयातल लेन्स) का उपयोग करते हैं जिसका एक भाग अवतल लेंस की तरह कार्य करता है तथा दूसरा उत्तल लेंस की तरह कार्य करता है।
- **अबिन्दुकता** (Astigmatism) – यह दृष्टिकोष गोलीय विपथन दोष की तरह होता है इसमें नेत्र क्षैतिज दिशा में तो ठीक देख पाता है, परंतु ऊर्ध्व दिशा में नहीं देख पाता है। इस दोष का निवारण **बेलनाकार लेंस** की सहायता से किया जाता है।

सूक्ष्मदर्शी

- वह यंत्र जो सूक्ष्म वस्तुओं का बड़ा प्रतिबिम्ब बनाते हैं सूक्ष्मदर्शी कहलाते हैं। ये निम्न दो प्रकार के हैं-
- **सरल सूक्ष्मदर्शी** – यह एक कम फोकस दूरी का उत्तल लेंस होता है, जिसे बोलचाल की भाषा में बिल्लोरी कांच भी कहते हैं, उक्त कम फोकस दुरी के उत्तल लेंस के फोकस और प्रकाश केन्द्र के बीच यदि किसी वस्तु को रख दिया जाय तो लेंस द्वारा उसका सीधा, आभासी एवं बड़ा प्रतिबिम्ब वस्तु की ओर बनता हैं। इस सूक्ष्मदर्शी का उपयोग आवर्धित प्रतिबिम्ब प्राप्त करने में किया जाता है।
- **संयुक्त सूक्ष्मदर्शी** – यह दो लेंसों के संयोग से बना होता है। जो लेंस वस्तु की ओर होता है उसे अभिदृश्यक लेंस कहते हैं इसकी फोकस दुरी अपेक्षाकृत कम होती है। जो लेंस नेत्र की ओर होता है या लिय नेत्र से हम देखते हैं उस नेत्रिका लेंस कहते हैं। इसकी फोकस दूरी अपेक्षाकृत अधिक होती है।
- इसमें दो प्रतिबिम्ब बनते हैं - वस्तु का पहला प्रतिबिम्ब अभिदृश्यक लेंस के द्वारा सूक्ष्मदर्शी के अंदर ही बन जाता है, इस कारण यह हमें दिखाई नहीं देता है। परंतु यह प्रतिबिम्ब नेत्रिका लेंस के लिए वस्तु का कार्य करता है और नेत्रिका लेंस इसका आवर्धित प्रतिबिम्ब बनाती है जो हमें दिखाई देता है तथा जिसे अंतिम प्रतिबिंब कहते हैं।
- **दूरबीन** – इसका उपयोग आकाशीय पिंडों जैसे चन्द्रमा, तारे एवं पृथ्वी की सतह पर दूर स्थित वस्तुओं को देखने के लिए किया जाता है।
- दूरबीन में दो उत्तल लेंस होते हैं, इनमें एक को **अभिदृश्यक** (Objective) व दूसरे को **नेत्रिका (Eyepiece)** कहते है।
- अभिदृश्यक की फोकस दूरी नेत्रिका से अधिक होती है।
- खगोलीय दूरबीन में अंतिम प्रतिबिम्ब वस्तु की अपेक्षा उल्टा होता है।
- खगोलीय दूरबीन में की सहायता से पृथ्वी पर स्थित दूर वस्तुओं को आसानी से देखा जा सकता है।
- गैलीलियन दूरबीन का निर्माण 1609 ई. में **गैलीलियो** ने किया था।
- गैलीलियों दूरबीन का प्रतिबिम्ब हमेशा वस्तु की सापेक्ष सीधा बनता है।
- किसी कैमरे में प्रकाश का फिल्म पर फोकस करने के लिए **उत्तल लेंस** का उपयोग उपयोग किया जाता है।
- कैमरे में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा की नियंत्रण लेंस के पीछे लगे **डायाफ्राम** (द्वारक) द्वारा किया जाता है।

चुम्बकत्व

- चुम्बकत्व पदार्थ का वह गुण है, जिसके कारण लौह के छोटे-छोटे टुकड़े आकर्षित होते हैं तथा स्वतंत्र रूप से लटकाने पर उसके सिरे सदैव उत्तर-दक्षिण की ओर स्थिर हो जाते हैं। चुम्बक दो प्रकार के होते हैं-
- **प्राकृतिक चुम्बक** - प्रकृति में स्वतंत्र रूप से पाया जाने वाला मैग्नेटाइट नामक पदार्थ जो लोंहे के टुकड़ों को अपनी ओर आकर्षित करने का गुण रखता है, प्राकृतिक चुम्बक कहलाता है।
- प्राकृतिक चुम्बक प्राय: लोहे का ऑक्साइड (Fe_3O_4) होता है जो आग्नेय शैल (Igneous Rocks), मेटामॉर्फिक व सेड़ीमेंटरी शैलों में पाया जाता है।
- **कृत्रिम चुम्बक** – कृत्रिम विधियों से बनाये गये चुम्बक को कृत्रिम चुम्बक कहा जाता है जो इस्पात या नरम लोहे से बनाया जाता है।
- **चुम्बकीय ध्रुव** – चुम्बक के दोनों सिरों चुम्बकीय शक्ति अधिक होती है, इन्हें ध्रुव कहते हैं।
- चुम्बक को स्वतंत्रापूर्वक लटकाने पर जो सिरा उत्तर दिशा की ओर रुकता है, वह उत्तरी ध्रुव तथा जो सिरा दक्षिण दिशा की ओर रुकता है तो उसे दक्षिण ध्रुव कहते है।
- चुम्बक के सजातीय ध्रुव एक दूसरे को प्रतिकर्षित करते हैं तथा विभाजित ध्रुव एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं।
- **चुम्बकीय क्षेत्र** – किसी चुम्बक के चारों ओर का वह क्षेत्र जिसमें दूसरा चुम्बक आकर्षण न प्रतिकर्षण का अनुभव करता है, चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।
- **चुम्बकीय अक्ष** – चुम्बक के दो ध्रुवों को मिलाने वाली रेखा को चुम्बकीय अक्ष कहते हैं।
- **चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता** – किसी चुम्बकीय क्षेत्र में क्षेत्र के लम्बवंत एकांक लम्बाई का चालाक तार रखा जाए जिसमें एकांक प्रबलता की धारा प्रवाहित हो रही हो तो चालक पर उत्पन्न बल चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता की माप होगी। यह एक सदिश राशि है।
- चुम्बकीय क्षेत्र की तीव्रता का मात्रक न्यूटन। एम्पीवार-मीटर या वेबर। वर्गमीटर या टेसला होता है।

$$1 \text{ टेसला} = 1 \text{ बेवर/ मीटर}^2$$

- **चुम्बकीय बल रेखायें** – किसी चुम्बकीय क्षेत्र में बल-रेखाएं वे काल्पनिक रेखाएं होती हैं, जो उस स्थान में चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को निरन्तर प्रदर्शित करती है। चुम्बकीय बल रेखा के किसी भी बिन्दु पर खींची गई स्पर्श-रेखा उस बिन्दु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा बताती है।
- **चुम्बकीय बल रेखाओं की विशेषताएं** – (i) चुम्बकीय बल रेखाएं सदैव बन्द सर्किट में बनती हैं। (ii) चुम्बकीय बल रेखाएं चालाक के तल में सदैव लम्बवत निकलती व प्रवेश करती हैं। (iii) चुम्बकीय बल रेखाएं सदैव उत्तर से दक्षिण की ओर चलती हैं। (iv) एक समान चुम्बकीय क्षेत्र की बल-रेखाएँ परस्पर समानान्तर एवं बराबर दूरियों पर होती हैं। (v) चुम्बकीय बल रेखाएं कभी भी एक दूसरे को नहीं काटती हैं। (vi)चुम्बकीय क्षेत्र जहाँ प्रबल होता है, वहाँ बल-रेखाएं पास-पास होती है।
- **फ्लेमिंग के बाएं हाथ का नियम** – अगर बाएं हाथ की तर्जनी, मध्यमा और अंगूठे को इस प्रकार फैलाया जाए कि वे एक-दूसरे पर लंबवत् हो और यदि तर्जनी क्षेत्र की दिशा और मध्यमा धारा की दिशा प्रदर्शित करें, तो अगूंठा चालक की गति की दिशा की ओर संकेत करेगा। इस नियम को जे.ए. फ्लेंमिग ने प्रस्तुत किया था।
- **फ्लेमिंग के दाएं हाथ का नियम** – अपने दाहिने हाथ की तर्जनी, मध्यता और अंगूठे को एक-दुसरें के लम्बवत: इस प्रकार स्थित करें ताकि तर्जनी क्षेत्र की दिशा की ओर संकेत करे

तथा अंगूठा चालक की गति की दिशा की ओर संकेत करे। ऐसी स्थिति में मध्यमा, चालक में प्रेरित धारा की दिशा को प्रदर्शित करेगी।

चुम्बकीय पदार्थ के प्रकार

- **प्रति चुम्बकीय पदार्थ** (Diamagnetic Substance) – प्रति चुम्बकीय, वे पदार्थ होते हैं जो प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र से कम चुम्बकीय क्षेत्र की ओर चलने की प्रवृत्ति रखते हैं। ये बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की विपरीत दिशा में मामूली से चुम्बकीय हो जाते है; जैसे - बिस्मथ, नमक, जल आदि।
- **अनुचुम्बकीय पदार्थ** (Paramagnetic Substance) – ये पदार्थ बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में थोड़े से चुम्बकित हो जाते हैं और कमजोर चुम्बकीय क्षेत्र में प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र की ओर चलने की प्रवृत्ति रखते है; जैसे एल्युमिनियम, सोडियम, ऑक्सीजन आदि।
- **लौह चुम्बकीय पदार्थ** (Ferromagnetic Substance) – ये पदार्थ बाह्य चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा में प्रबल रूप से चुम्बकित हो जाते हैं और निर्बल से प्रबल चुम्बकीय क्षेत्र ओर तीव्रता से आकर्षित होते है; जैसे - लोहा, निकेल, कोबाल्ट आदि।
- **चुम्बकीय विभवान्तर** – चुम्बकीय क्षेत्र के दोनों बिन्दुओं के बीच का विभवान्तर कार्य का वह परिणाम होता है जिसका उपयोग इकाई उत्तरी ध्रुव को एक बिन्दु से दूसरे तक ले जाने मे किया जाता है।
- **चुम्बकीय विभव** – इकाई उत्तरी ध्रुव का अनन्त रो किसी बिन्दु तक लाने में किया गया कार्य उस बिन्दु का विभव कहलाता है।
- **दिक्पात कोण** – किसी स्थान पर भागौलिक याम्योत्तर और चुम्बकीय याम्योत्तर के बीच जो कोण बनता है, उसे दिक्पात कोण कहा जाता है।
- **डोमेन** – लौह चुम्बकीय पदार्थो के भीतर परमाणुओं के असंख्य व अतिसूक्षम संरचानाओं को डोमेन कहा जाता हैं। एक डोमेन में 10^{18} से लेकर 10^{21} तक परमाणु होते हैं। लौह-चुम्बकीय पदार्थों का चुम्बकीय गुण इन्हीं डोमेंनो के परस्पर प्रतिस्थापन व घूर्णन के फलस्वरूप होते है।
- **क्यूरी ताप** (Curie Temperature) – जिस ताप पर लौह चुम्बकीय पदार्थ अनुचुम्बकीय पदार्थों में बदल जाता है, उस ताप को क्यूरी ताप कहते हैं। लोहें के लिए क्यूरी-ताप का मान 770°C और निकिल के लिए 358°C होता है।
- इस्पात का प्रयोग स्थायी चुम्बक बनाने के लिए किया जाता है।
- अस्थायी चुम्बक बनाने के लिए नर्म लोहे का प्रयोग किया जाता है।