मात्रक एवं मापन
Unit & Measurement

भौतिक राशियाँ (Physical quantity) :- जिन्हे प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से मापा जा सकता है।

Ex:- द्रव्यमान, लम्बाई, समय, बल

भौतिक राशियों का वर्गीकरण
Classification of Physical quatities

- दिशा एवं परिमाण के आधार पर
  - सदिश राशियाँ
  - अदिश राशियाँ
- मापन/मात्रक के आधार पर
  - मूल राशियाँ
  - व्युत्पन्न राशियाँ

(i) **अदिश राशियाँ (Scalar quantities) :-** ऐसी भौतिक राशियाँ, जिनको व्यक्त करने के लिए केवल परिमाण की आवश्यकता होती है, दिशा की नहीं अदिश राशियाँ कहलाती है।

Ex:- दूरी, चाल, द्रव्यमान, आयतन, समय आदि।

(ii) **सदिश राशियाँ (Vector quantities) :-** ऐसी भौतिक राशियाँ, जिनको व्यक्त करने के लिए परिमाण के साथ-साथ दिशा की भी आवश्यकता होती है, सदिश राशियाँ कहलाती है।

Ex:- बल, विस्थापन, वेग, संवेग, कोणीय वेग, चुम्बकीय तीव्रता आदि।

(iii) **मूल राशियाँ (Fundamental quantities) :-** वे भौतिक राशियाँ जो अन्य भौतिक राशियों पर निर्भर नहीं करती मौलिक भौतिक राशियाँ कहलाती है।

Ex:- द्रव्यमान, लंबाई, समय, तापमान, विधुत धारा, ज्योति तीव्रता, पदार्थ की मात्रा

(iv) व्युत्पन्न राशियाँ (Derived quantities) :- वे भौतिक राशियाँ जो मूल राशियों पर निर्भर करती हैं व्युत्पन्न राशियाँ कहलाती हैं।

Ex:- बल, वेग, घनत्व, ऊष्मा, शक्ति आदि।

→ प्रत्येक मापी गई मात्रा (इसका परिमाण) में एक संख्या और एक ईकाई होती है।

Ex:- समय के माप में

विभिन्न प्रकार की ईकाई प्रणाली
Different types of system of units

(i) ईकाईयों की ब्रिटिश प्रणाली (British system of units) :- F.P.S भी कहते हैं, Foot-Pound-Second System। लंबाई का मात्रक - फुट

द्रव्यमान का मात्रक - पाउंड, समय का मात्रक - सेकण्ड।

(ii) ईकाईयों की गाऊसी प्रणाली Gaussian system of units :- C.G.S. प्रणाली भी कहते हैं, Centimeter-gram-second System

लंबाई का मात्रक - सेंटीमीटर, द्रव्यमान - ग्राम, समय - सेकण्ड

(iii) M.K.S. (miter-kilogram-second) :- यह प्रणाली केवल यांत्रिकी से संबंधित है।

लंबाई का मात्रक - मीटर, द्रव्यमान - किलोग्राम, समय - सेकण्ड

(iv) S.I. (International system) :- (1971 से प्रारम्भ) अंतर्राष्ट्रीय समझौते द्वारा सात भौतिक मात्राओं की मौलिक भौतिक राशि के रूप में और दो को पूरक राशि के रूप में चुना गया।

* S.I. Prefixes

- भौतिक राशि के परिमाण एक विस्तृत श्रृंखला में भिन्न-भिन्न होते है।
- उदाहरण के लिए परमाणु त्रिज्या - $10^{-10}m$ के बराबर है, पृथ्वी की त्रिज्या - $6.4\times10^{6}m$ है और इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान - $9.1\times10^{-31}kg$ है।

Prefix	Value	Symbol	Prefix	Value	Symbol
ऐक्सा	10^{18}	E	ऐटो	10^{-18}	a
पेटा	10^{15}	P	फेम्टो	10^{-15}	f
टेरा	10^{12}	T	पिको	10^{-12}	p
गीगा	10^{9}	G	नैनो	10^{-9}	n
मेगा	10^{6}	M	माइक्रो	10^{-6}	μ
किलो	10^{3}	k	मिली	10^{-3}	m
हेक्टो	10^{2}	h	सेन्टी	10^{-2}	c
डेका	10^{1}	da	डेसी	10^{-1}	d

Ex:- $10Em \rightarrow 10\times10^{18}m$, $8\mu m \rightarrow 8\times10^{-6}m$

$4PN \rightarrow 4\times10^{15}N$, $7mL \rightarrow 7\times10^{-3}L$

$3m \rightarrow 300\ cm$, $600m \rightarrow 600\times10^{-6}\mu m$

* कुछ महत्वपूर्ण प्रायोगिक ईकाईयां
Some Important Practical units

खगोलीय ईकाई (Astronomical unit) :- यह पृथ्वी के केन्द्र से सूर्य के केन्द्र की औसत दूरी है

$1\ A.U. = 1.496\times10^{11}m / 1.5\times10^{11}m$

प्रकाश वर्ष (Light year) :- यह प्रकाश द्वारा निर्वात् में एक वर्ष में तय की गई दूरी है।

$1\ \text{light year} \rightarrow 9.46\times10^{15}m$

S.No.	Base of Physical quantity	Fundamental Unit	Symbol
1.	द्रव्यमान	किलोग्राम	kg
2.	लम्बाई	मीटर	m
3.	समय	सेकण्ड	s
4.	तापमान	केल्विन	K
5.	विद्युत धारा	एम्पियर	A
6.	ज्योति तीव्रता	कैण्डेला	cd
7.	पदार्थ की मात्रा	मोल	mol

S.No.	Supplementary physical quantity	Fundamental Unit	Symbol
1.	समतल कोण	रेडियन	rad
2.	घन/ठोस कोण	स्टे-रेडियन	sr

* ईकाईयों और उनके प्रतीकों के लेखन की परंपराएँ
Conventions of writing of unit & their symbol

→ ईकाई को कभी भी बड़े प्रारम्भिक अक्षर से नहीं लिखा जाता है।
→ 60S ✗ → 60 s ✓

→ वैज्ञानिक के नाम वाली ईकाई के प्रतीक का बड़ा अक्षर है अन्यथा नहीं → N (newton, kg/m^2)

→ ईकाई या प्रतीक को कभी भी बहुवचन रूप में नहीं लिखा जाता है।
→ Ns ✗ → N ✓

→ प्रतीक चिन्ह के बाद विराम चिन्ह नहीं लिखे जाते हैं।
→ 6N. ✗ → 6N ✓

S.No.	Base of Physical quantity	Fundamental Unit	Symbol
1.	द्रव्यमान	किलोग्राम	kg
2.	लम्बाई	मीटर	m
3.	समय	सेकण्ड	s
4.	तापमान	केल्विन	K
5.	विद्युत धारा	एम्पियर	A
6.	ज्योति तीव्रता	कैण्डेला	cd
7.	पदार्थ की मात्रा	मोल	mol

S.No.	Supplementary physical quantity	Fundamental Unit	Symbol
1.	समतल कोण	रेडियन	rad
2.	घन/ठोस कोण	स्टे-रेडियन	sr

* ईकाईयों और उनके प्रतीकों के लेखन की परंपराएँ
Conventions of writing of unit & their symbol

→ ईकाई को कभी भी बड़े प्रारम्भिक अक्षर से नही लिखा जाता है।
→ 60S ✗ → 60s ✓

→ वैज्ञानिक के नाम वाली ईकाई के प्रतीक का बड़ा अक्षर है अन्यथा नही → N (newton, kg/m^2)

→ ईकाई या प्रतीक को कभी भी बहुवचन रूप में नही लिखा जाता है।
→ Ns ✗ → N ✓

→ प्रतीक चिन्ह के बाद विराम चिन्ह नही लिखे जाते है।
→ 6N. ✗ → 6N ✓

पारसेक (Parsec) :- एक पारसेक पृथ्वी से किसी खगोलीय पिण्ड की दूरी होती है, जब वह पिण्ड एक आर्कसैकिण्ड के विभेद कोण पर होता है। यह सबसे बड़ा मात्रक है

$1\ Parsec = 3.1 \times 10^{16} m \Rightarrow 206.265\ AU \Rightarrow 3.26\ Ly$

छोटी दूरी मापने के लिए-

$1\ micron = 10^{-6} m$

1 एंग्स्ट्राम $= 10^{-10} m$

1 फेम्टो/फर्मी $= 10^{-15} m$

लंबाई मापने के लिए

1 yard = 36 inch

1 foot = 12 inch

1 inch = 2.54 cm

भारी द्रव्यमान के लिए

1 टन = 1000 kg

1 क्विंटल = 100 kg

छोटे द्रव्यमान के लिए

$1\ amu = 1.67 \times 10^{-27} kg$

1 pound = 453.6 g = 0.4536 kg

* विमाएँ (Dimensions) :- भौतिक राशियों के व्युत्पन्न मात्रक निकालने के लिए मात्रकों पर जो घाते लगानी पड़ती है, उन्हें उस राशि की विमाएँ कहते है।

* विमीय सूत्र (Dimensional Formula) :- किसी भी मात्रक की विमा लिखने के लिए इसे वर्ग ब्रेकेट [ ] में लिखा जाता है जैसे द्रव्यमान की विमा लिखने के लिए [M] लिखा जाता है। लम्बाई की विमा लिखने के लिए [L] लिखा जाता है इसी प्रकार समय की विमा लिखने के लिए [T] लिखा जाता है।

Ex :- बल = द्रव्यमान × त्वरण = द्रव्यमान × $\frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समय}} \Rightarrow \frac{\text{द्रव्यमान} \times \text{विस्थापन}}{\text{समय} \times \text{समय}}$

$\frac{[M] \times [L]}{[T] \times [T]} \Rightarrow [M^1 L^1 T^{-2}]$

★ महत्वपूर्ण भौतिक राशियों के विमीय सूत्र
(Dimentional formula of Important Quantities)

राशि	निगमन सूत्र	ईकाई	विमीय सूत्र
क्षेत्रफल	ल० × चौ० ($l \times b$)	m^2	$[M^0L^2T^0]$
आयतन (V)	ल० × चौ० × ऊँ० ($l \times b \times h$)	m^3	$[M^0L^3T^0]$
चाल (s)	दूरी / समय (d/t)	ms^{-1}	$[M^0L^1T^{-1}]$
वेग	विस्थापन / समयान्तराल (s/t)	ms^{-1}	$[M^0L^1T^{-1}]$
संवेग	द्रव्यमान × वेग (mv)	$kg \times ms^{-1}$	$[M^1L^1T^{-1}]$
त्वरण (a)	वेग में परिवर्तन / समयान्तराल	ms^{-2}	$[M^0L^1T^{-2}]$
बल (F)	द्रव्यमान × त्वरण (ma)	$kg \times ms^{-2}$ or N	$[M^1L^1T^{-2}]$
कार्य (W)	बल × विस्थापन (Fs)	kgm^2s^2 or जुल	$[M^1L^2T^{-2}]$
शक्ति	कार्य / समय	Jule/second or watt	$[M^1L^2T^3]$
घनत्व	द्रव्यमान / आयतन	kgm^{-3}	$[M^1L^{-3}T^0]$
गतिज ऊर्जा	$\frac{1}{2}$ द्रव्यमान × $(वेग)^2$ [$\frac{1}{2}mv^2$]		$[M^1L^2T^2]$
स्थितिज ऊर्जा	द्रव्यमान × गुरुत्वीय त्वरण × ऊँ. (mgh)		$[M^1L^2T^{-2}]$
आवेग	बल × समय	$kg\ m\ s^{-1}$	$[M^1L^1T^{-1}]$
दाब	बल / क्षेत्रफल	$kg\ m^{-1}s^{-2}$	$[M^1L^{-1}T^{-2}]$
बल आघुर्ण	बल × दूरी	kgm^2s^{-2}	$[M^1L^2T^{-2}]$

☆ कुछ महत्वपुर्ण मापक यंत्र
(Some Important Measuring Instrument)

- अल्टीमीटर – उड़ते विमान की ऊँचाई
- अमीटर – विद्युत धारा की तीव्रता
- बेरोमीटर – वायुमण्डलीय दाब
- एनीमोमीटर – वायु की गति
- फैदोमीटर – सागर की गहराई
- गैल्वेनोमीटर – धारा की दिशा व विभवांतर
- हाइड्रोमीटर – तरल पदार्थो का आपेक्षित घनत्व
- हाइग्रोमीटर – आर्द्रता का स्तर
- मैनोमीटर – गैसो का दबाव
- माइक्रोस्कोप – छोटी वस्तुओं का आवर्धित दृश्य
- रक्तदाबमापी (Sphygmometer) – रक्तचाप को मापता है
- परिश्रावक (Stethoscope) - दिल व फेफड़ो की आवाज
- टैकोमीटर – वायुयान की गति/शाफ्ट की घुर्णन गति
- कैलोरीमीटर - निहित ऊष्मा
- लैक्टोमीटर – दुध की शुद्धता
- विस्कोमीटर – तरल की श्यानता
- पेरिस्कोप – पनडुब्बी में
- हेलीओस्कोप – सूरज देखने के लिए
- पालीग्राफ – लाई डिटेक्टर
- ओडोमीटर – गाड़ीयों में दूरी मापने के लिए
- रडार – वायुयान, युद्धक विमानों की दूरी व स्थिति
- क्रोनोमीटर – जहाजों में सटीक समय
- सीस्मोग्राफ – भूकम्प की तीव्रता
- स्पीडोमीटर – गतिमान वाहन की गति मापने

गति
(Motion)

* **दो अवस्थाएँ (The Two States) :-** (i) विश्राम की अवस्था
(ii) गति की अवस्था

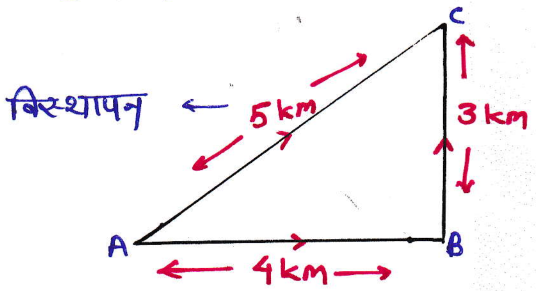
* **गति (Motion) :-** भौतिकी में, गति वह परिघटना है जिसमें कोई वस्तु समय के साथ अपनी स्थिति बदलती है।

Ex:- • चन्द्रमा पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाता है।
• रक्त में RBC का गति करना।

दुरी और विस्थापन
(Distance & Displacement)

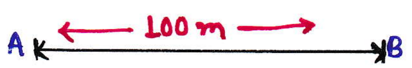
• दुरी दो बिन्दुओं के बीच पथ की लंबाई है, और विस्थापन दो बिन्दुओं के बीच की न्युनतम दुरी है।

Ex:-



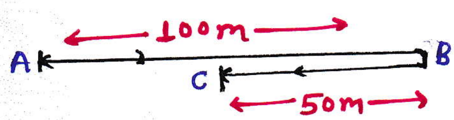
दुरी = 7 km , A से C तक कुल दुरी → A → B → C

विस्थापन = 5 km , A से C की न्युनतम दुरी → A → C

(i)


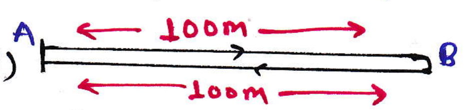
दुरी = 100m = A से B तक

विस्थापन = 100 m = A से B तक

(ii)


दुरी = 150m = A → B → C

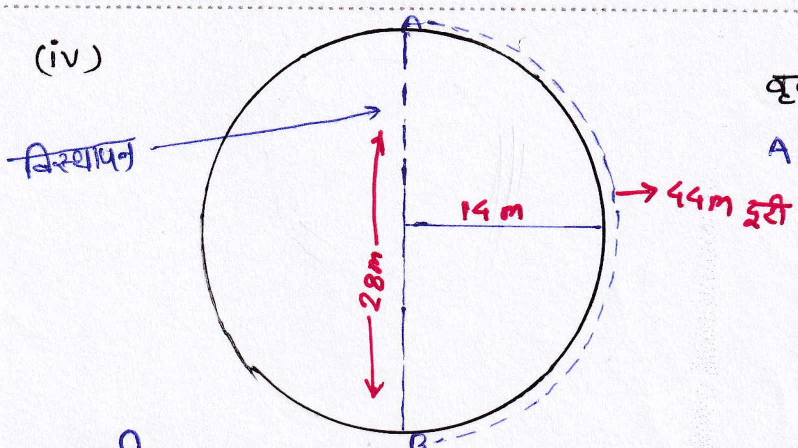
विस्थापन = 50m = A → C

(iii)


दुरी = 200 m ⇒ A → B → C

विस्थापन = 0m

(iv)



वृत्त की परिधि $= 2\pi r$

A से B तक की दूरी $= \frac{2\pi r}{2}$

$= \frac{22}{7} \times 14$

दूरी $= 44m$

विस्थापन $= 28m$

- दूरी का मान हमेशा विस्थापन से बड़ा या बराबर होगा।

दूरी $\geq$ विस्थापन

- दूरी और विस्थापन का मान एक सीधी रेखा में चलने पर समान होगा।

दूरी = विस्थापन

Q. एक पिंड वृत्तीय पथ पर गति करता है 2 चक्कर के बाद दूरी एवं विस्थापन का अनुपात होगा –

Ⓐ $\pi/2$ Ⓑ $2/\pi$ Ⓒ $3\pi/2$ Ⓓ ∞

हल :- 1 चक्कर में दूरी $= 2\pi r$

2 चक्कर में दूरी $= 2\pi r + 2\pi r$

दूरी $= 4\pi r$

विस्थापन $= 0$

$\Rightarrow$ दूरी/विस्थापन

$\Rightarrow 4\pi r/0$

$\Rightarrow \infty$ **Ans**

★ **दूरी (Distance) :-** • कुल तय पथ की लंबाई को दूरी कहा जाता है

- यह एक अदिश राशि है।
- इसका S.I. मात्रक मीटर है।

विस्थापन (Displacement) :- एक निश्चित दिशा में दो बिन्दुओं के बीच की न्युनतम दूरी विस्थापन कहलाती है।

- यह एक सदिश राशि है।
- इसका S.I. मात्रक मीटर है।

चाल (Speed) :- चाल को दूरी और उस समय के अनुपात के रूप में मापा जाता है जिसमें दूरी तय की गई थी।

- यह एक अदिश राशि है।
- इसमें किसी पिण्ड की गति का पता लगया जा सकता है।
- इसका S.I. मात्रक मीटर/सेकण्ड (m/s) है।
- $\text{चाल} = \dfrac{\text{दूरी}}{\text{समय}} = \dfrac{L^1}{T^1} \Rightarrow [M^0 L^1 T^{-1}]$

वेग (Velocity) :- वेग किसी वस्तु की गति और दिशा का वर्णन करता है।

- यह एक सदिश राशि है।
- इसका S.I. मात्रक m/s है
- $\text{वेग} = \dfrac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}} \Rightarrow [M^0 L^1 T^{-1}]$

Note :-
- सरल रेखीय गति के लिए दूरी तथा विस्थापन समान होते है।
- सरल रेखीय गति के लिए चाल तथा वेग समान होते है।

$m/s \xrightarrow{\times 18/5} km/h$, $km/h \xrightarrow{\times 5/18} m/s$

Q. एक रोता हुआ बच्चा 2 घंटे में 10 km की सीधी दूरी तय करता है, बच्चे की चाल और वेग की गणना कीजिए।

हल:- चाल = $\frac{\text{दूरी}}{\text{समय}}$ = $\frac{10}{2}$ = 5

चाल = 5 km/h

वेग = $\frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}}$ = $\frac{10}{2}$ = 5

वेग = 5 km/h

Q. अमन के घर से स्कूल की 10 km की दूरी को तय करने में पुनः वापस घर पहुँचने में 4 घंटे लगते है तो चाल और वेग की गणना कीजिए।

हल:- चाल = $\frac{\text{दूरी}}{\text{समय}} \Rightarrow \frac{10+10}{4} = \frac{20}{4} =$ **5 km/h**

वेग = $\frac{\text{विस्थापन}}{\text{समय}} \Rightarrow \frac{10-10}{4} = \frac{0}{4} =$ **0 km/h**

★ **त्वरण (Acceleration)**:- वेग में होने वाले परिवर्तन की दर को **त्वरण** कहते है।

- यह एक **सदिश राशि** है।
- इसका S.I. मात्रक m/s^2 है।
- त्वरण = $\frac{\text{वेग में परिवर्तन}}{\text{समय}} = L^1/T^2 \Rightarrow [M^0 L^1 T^{-2}]$
- **Constant Velocity** में त्वरण का मान **शुन्य** होता है।

Q. 160 kg द्रव्यमान की एक वस्तु 5s में 6 m/s से 16 m/s के वेग से त्वरित होती है, त्वरण ज्ञात कीजिए।

हल:- प्रारम्भिक वेग (u) = 6 m/s , अंतिम वेग (v) = 16 m/s

समय (t) = 5s , त्वरण (a) = ?

प्रयुक्त सूत्र $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{16-6}{5}$

$= \frac{10}{5} = 2$

$a = 2\ m/s^2$

* गति के समीकरण
(Equation of motion)

→ गति के तीन समीकरण है।—

(1) $v = u + at$

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

(3) $v^2 = u^2 + 2aS$

जहाँ v = अंतिम वेग
u = प्रारम्भिक वेग
a = त्वरण
S = विस्थापन
t = समय

Note:- ① एक वस्तु विराम से शुरू हुई है तो प्रारम्भिक वेग $(u) = 0$ होगा।

② जब एक वस्तु कुछ समय बाद रुकती है तो अंतिम वेग $(v) = 0$ होगा।

③ ऋणात्मक मान ही मंदन कहलाता है।

Q. किसी वस्तु को इसके विराम स्थिति से $5\ m/s^2$ पर त्वरित किया जा रहा है, 5s के बाद इस वस्तु का वेग क्या होगा?

हल ⇒ $u = 0$, $a = 5\ m/s^2$, $t = 5s$, $v = ?$

$v = u + at$

$v = 0 + 5 \times 5$

$v = 25\ m/s$

Q. कोई कार विराम से नियत त्वरण $3 m/s^2$ के साथ चलना शुरू करती है, 10 Sec. में इस कार द्वारा तय की गई दूरी ज्ञात कीजिए?

हल:- $u = 0$, $a = 3 m/s^2$, $t = 10 s$, $S = ?$

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

$S = 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 3 \times (10)^2$

$S = \frac{300}{2} = 150$

$\boxed{S = 150 m}$

Q. एक मोटरसाइकिल 5s में 10 m/s से 35 m/s तक की चाल पकड़ लेती है इस दौरान कुल कितनी दूरी तय की गई?

हल:- $t = 5s$, $u = 10 m/s$, $v = 35 m/s$, $S = ?$

$v = u + at$

$35 = 10 + a \times 5$

$25 = 5a$

$\boxed{a = 5}$

$v^2 = u^2 + 2aS$

$(35)^2 = (10)^2 + 2 \times 5 \times S$

$1225 = 100 + 10S$

$1125 = 10S$

$\boxed{S = 112.5 m}$ Ans

Q. किसी वस्तु का अंतिम वेग क्या है, जो विराम से शुरू होती है और नियत त्वरण के साथ 6s में 90m की यात्रा करता है?

हल:- $S = 90 m$, $v = ?$, $t = 6s$, $u = 0$

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

$90 = 0 \times 6 + \frac{1}{2} \times a \times (6)^2$

$90 = \frac{36}{2} \times a$

$a = \frac{180}{36} = 5$

$\boxed{a = 5 m/s^2}$

$v = u + at$

$v = 0 + 5 \times 6$

$\boxed{v = 30 m/s}$ Ans

Q. एक वस्तु $4 m/s^2$ के नियत त्वरण से गति करती है, यदि इसका प्रारम्भिक वेग $3 m/s$ है तो $90 m$ यात्रा के बाद इसका वेग क्या है?

हल:- $a = 4 m/s^2$, $u = 3 m/s$, $S = 90 m$, $v = ?$

$$v^2 = u^2 + 2aS$$

$$v^2 = (3)^2 + 2 \times 4 \times 90$$

$$v^2 = 9 + 720$$

$$v^2 = 729$$

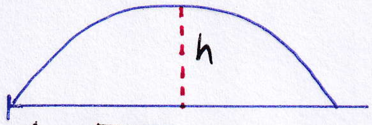
$$v = \sqrt{729}$$

$$\boxed{v = 27 m/s}$$ Ans

✭ प्रक्षेप्य गति
(Projectile motion)

- अधिकतम ऊँचाई (Maximum height) $\Rightarrow \dfrac{u^2 \sin^2\theta}{2g}$

- उड्डयन काल (Time of flight) $\Rightarrow \dfrac{2u\sin\theta}{g}$



- क्षैतिज परास (Horizontal range) $\Rightarrow \dfrac{u^2 \sin 2\theta}{g}$

[∴ जब θ का मान 45° होगा तो सबसे अधिक दूरी मिलेगी।]

Q. एक पत्थर को क्षैतिज से 60° के कोण पर $100 m/s$ के वेग से प्रक्षेपित किया जाता है, इसकी अधिकतम ऊँचाई है।

हल:- $\theta = 60^\circ$, $u = 100 m/s$, $g = 10 m/s^2$, $H = ?$

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

$$H = \frac{(100)^2 \times \sin^2(60^\circ)}{2 \times 10}$$

$$H = \frac{1000\cancel{0} \times \sqrt{3} \times \sqrt{3}}{2\cancel{0} \times 2 \times 2} \qquad (\because \sin 60^\circ = \sqrt{3}/2)$$

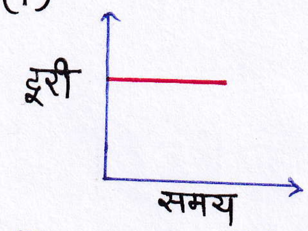
$$H = \frac{\overset{125}{\cancel{1000}} \times 3}{\cancel{8}}$$

$$\boxed{H = 375\,m}$$ Ans

★ **ग्राफ (Graph) :-**

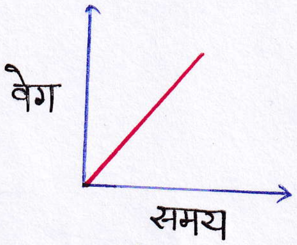
1) दूरी - समय का ग्राफ का ढाल → चाल
2) विस्थापन-समय ग्राफ का ढाल → वेग
3) वेग - समय ग्राफ का ढाल → त्वरण

(i)



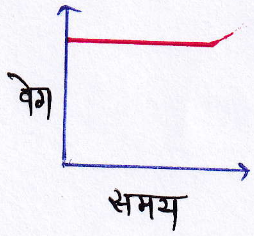
• समय बढ़ रहा है लेकिन दूरी नियत है - विरामावस्था

(ii)



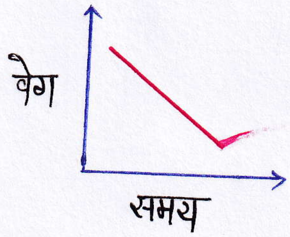
• समय के साथ गति बढ़ रही है → त्वरण बढ़ रहा है

(iii)



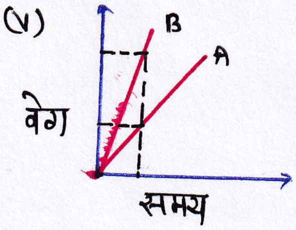
• नियत वेग से चल रहे है
त्वरण = 0

(iv)

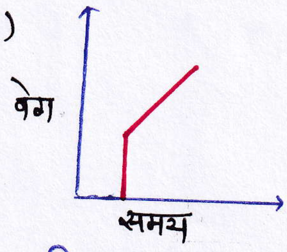


• समय के साथ गति कम हो रही है → मंदन

(v)



(vi)



• विस्थापन बताता है।

* बल और दाब
Force and Pressure

* न्युटन के गति के नियम
(Newton's laws of motion)

- न्युटन ने गति के तीन नियम दिये है

*** न्युटन के गति का प्रथम नियम (Newton's 1st law of motion) :-** कोई वस्तु तब तक स्थिर रहेगी या नियत गति से चलती रहेगी जब तक उस पर कोई बाहरी बल कार्य नही करता ।

→ इस नियम को जड़त्व का नियम भी कहते है ।

→ जड़त्व के बारे में गैलिलियों ने बताया था ।

→ किसी वस्तु का वह गुण जो उसकी गति की अवस्था में किसी भी प्रकार के परिवर्तन का विरोध करता है जड़त्व कहलाता है ।

*** विराम का जड़त्व (Inertia of Rest) :-** किसी वस्तु का अपनी विरामावस्था में परिवर्तन करने में असमर्थ होना ।

Ex :-
- पेड़ के हलने पर फलों का गिरना ।
- रोलर कोस्टर की शरट स्टार्ट पर अचानक पीछे गिरना ।
- घोड़े के दौड़ने पर । सवार का पीछे गिरना ।

*** गति का जड़त्व (Inertia of motion) :-** किसी वस्तु का अपनी गत्यावस्था में परिवर्तन करने में असमर्थ होना ।

Ex :-
- किसी बस के अचानक रूकने पर आगे की ओर गिरना ।
- दौड़ते घोड़े के अचानक रूकने से सवार का आगे की ओर गिरना ।
- बिना सीट-बेल्ट ड्राइविंग के टक्कर पर चालक का उछालना ।

• **दिशा का जड़त्व (Inertia of Direction)** :- किसी वस्तु का अपनी दिशा में परिवर्तन करने में असमर्थ होना।

Ex:- वाहन तीक्ष्ण मोड़ पर मुड़ता है तो चालक एक ओर झुकता है।

★ **संवेग (Momentum)** :- किसी गतिमान पिण्ड का एक गुण जो उस पिण्ड में उसके द्रव्यमान और गति के आधार पर होता है और जो पिण्ड के द्रव्यमान और वेग के गुणनफल के बराबर होता है।

जहाँ p = संवेग , m = द्रव्यमान , v = वेग

→ $P = mv$

→ संवेग सदिश राशि है।

→ इसका S.I. मात्रक kg m/s

→ विमा $[M^1 L^1 S^{-1}]$

★ **न्युटन की गति का द्वितीय नियम (Newton's 2nd law of motion)** :- किसी भी वस्तु के संवेग परिवर्तन की दर उस पर लगाये गए बल के समानुपाती होती है।

→ समय के साथ रैखिक गति के परिवर्तन की दर पिंड के द्रव्यमान और उसके त्वरण के गुणनफल के बराबर होती है जो लागू बल के परिमाण को मापता है।

→ $F = ma$

Ex:- • एथलीट प्रभाव को कम करने के लिए दौड़ खत्म करने के बाद धीरे-धीरे रुकते है।

• गेंद को पकड़ते समय एक खिलाड़ी अपने हाथ नीचे करता है।

★ **बल (Force) :-** • यह एक सदिश राशि है।

• इसका S.I. मात्रक न्युटन (N) है।

• C.G.S. पद्धति में मात्रक डाइन है।

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

• $F = ma$

• S.I. – $N = kg\,m/s^2$

• विमा - $[M^1L^1T^{-2}]$

• C.G.S → डाइन = $gram\ cm/s^2$

Note - $1N = 10^5$ Dyne

★ बल संबंधित अवधारणाएं
Concepts Related To Force

Thrust
• किसी वस्तु के वेग को बढ़ाता है।

Torque
• किसी वस्तु की घुर्णी गति में परिवर्तन उत्पन्न करता है।

Drag
• किसी वस्तु के वेग को कम करता है।

★ संवेग का संरक्षण
(Conservation of Momentum)

• न्युटन के द्वितीय गति नियम से स्पष्ठ है कि यदि वस्तु पर कोई बल अरोपित न हो तो उसके संवेग में कोई परिवर्तन नही होगा, अर्थात संवेग नियत रहेगा।

Before firing | After firing

कुल संवेग = $M(0) + m(0)$ = $m(v) + M(V)$

$= 0$

Q. 2 kg की एक पिस्तौल से 150 m/s वेग के साथ एक 30 ग्राम की एक गोली क्षैतिज रूप से चलाई गई है, पिस्तौल का प्रतिक्षेप वेग कितना है।

हल :- कुल संवेग = 0 , M = 2 kg , m = 30 gm = .03 kg

$v = 150\ m/s$, $V = ?$

कुल संवेग = $mv + MV$

$$0 = .03 \times 150 + 2 \times V$$

$$2V = -\frac{3 \times 150}{100}$$

$$V = -\frac{9}{4}$$

$$\boxed{V = -2.25\ m/s}$$ Ans

Q. 10 m/s से गतिमान एक 2000 kg का ट्रक ट्रैफिक लाइट पर खड़ी एक कार से टकराता है। टकराव के बाद, दोनों एक साथ 8 m/s की गति से चलते हैं कार का द्रव्यमान ____ है।

हल :-

टक्कर से पहले = टक्कर के बाद

$$MV + mv = (M+m)V$$

$$2000 \times 10 + m(0) = (2000+m)8$$

$$\frac{20000}{8} = 2000 + m$$

$$2500 = 2000 + m$$

$$\boxed{m = 500\ kg}$$ Ans कार का द्रव्यमान

Q. किसी पिण्ड का संवेग 50 kg m/s है और वेग 5 m/s है उस पिण्ड का द्रव्यमान क्या है।

हल :- $P = mv$ जहाँ $m = ?$, $P = 50\ kg\ m/s$, $v = 5\ m/s$

$$50 = m \times 5$$

$$\boxed{m = 10\ kg}$$ Ans

Q. वस्तु के जड़त्व को निम्न में से किससे मापा जाता है ?

① वेग ② रंग ③ भार ④ ✓ द्रव्यमान

Q. यदि 10N और 5N के दो बल एक वस्तु पर एक ही दिशा में लगाये जाते है। तो वस्तु पर कार्यरत कुल बल कितना होगा।

हल:- एक ही दिशा में - 10N + 5N ⇒ **15N** Ans

विपरीत दिशा में - 10N − 5N ⇒ **5N**

Q. एक स्थिर बल 2s की अवधि के लिए 5kg द्रव्यमान की वस्तु पर कार्य करता है यह वस्तु के वेग को 4m/s से 7m/s तक बढ़ा देता है प्रयुक्त बल की मात्रा ज्ञात करे।

हल:- जहाँ $F = ?$, $m = 5kg$, $t = 2s$, $u = 4m/s$, $v = 7m/s$

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

$$a = \frac{7-4}{2}$$

$$\boxed{a = \frac{3}{2} m/s^2}$$

प्रयुक्त सूत्र → $F = ma$

$$F = 5 \times \frac{3}{2}$$

$$F = \frac{15}{2}$$

$$\boxed{F = 7.5N}$$ Ans

Q. नि॰ लि॰ में से किसके मध्य जड़त्व का मान अधिकतम होगा।

(A) एक ही आकार के रबर बॉल और पत्थर के बीच

(B) स्कूटर और बस के बीच

(C) दस रूपये के सिक्के और पाँच रूपये के सिक्के के बीच

(D) ✓ रेलगाड़ी और हवाई जहाज के बीच

★ न्युटन की गति का तृतीय नियम (Newton's 3rd low of motion) :- प्रत्येक क्रिया की सदैव बराबर एवं विपरीत दिशा में प्रतिक्रिया होती है।

Ex:- • एक तैराक पानी की ओर बढ़ता है और पानी उसे पीछे धकेल देता है।
• बंदूक से गोली चलना।
• रॉकेट सिद्धान्त।

Q. 70 kg का आदमी 50 N के बल से 50 kg के आदमी को धक्का देता है 50 kg वाले आदमी ने दूसरे व्यक्ति को कितने बल से धकेला है?

हल:- 50 N के बल से ही धकेला क्योंकि प्रत्येक क्रिया बल के समान प्रतिक्रिया बल लगेगा।

★ एक समान वृत्तीय गति और अभिकेन्द्रीय बल (Uniform circular motion & Centripetal Force) :-

• जब कोई पिंड एक वृत्तीय पथ पर एकसमान वृत्तीय गति करता है तो पिंड पर एक आंतरिक त्वरण कार्य करता है।

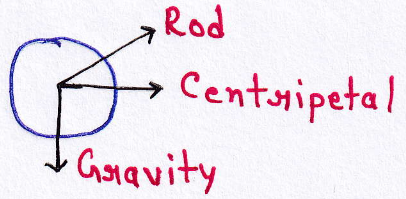
• यह त्वरण एक वृत्ताकार पथ या वक्र के केन्द्र की ओर कार्य करता है और इसे **रेडियल या सेंट्रिपेटल** त्वरण के रूप में जाना जाता है जो अभिकेन्द्रीय बल को जन्म देता है।

• अभिकेन्द्रीय बल, वृत्ताकार गति की एक आवश्यक स्थिति है।

अभिकेन्द्रीय बल = पिंड का द्रव्यमान × केन्द्रित त्वरण

$$F_c = ma_c$$

• एक घुमावदार पथ में चलती वस्तु द्वारा महसूस किया जाने वाला बल जो घुर्णन के केन्द्र से बाहर की ओर कार्य करता है।



* **दाब (Pressure) :-** • दाब यह मापने का एक तरीका है कि किसी क्षेत्र पर कितना बल कार्य कर रहा है।

- इसका S.I. मात्रक **पास्कल** (Pa) है।
- **दाब = $\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$** ⇒ N/m^2 ⇒ $kg\,m/m^2s^2$ ⇒ kg/ms^2 ⇒ $[M^1L^{-1}T^{-2}]$
- 1 किलो पास्कल, 1000 पास्कल के बराबर होता है।
  $1\,kPa = 10^3\,Pa$
- लकड़ी के तख्त में नुकीले सिरे से कील ठोकना आसान होता है, क्योंकि क्षेत्रफल जितना छोटा होता है, उसी बल के लिए सतह का दबाव उतना ही अधिक होता है।
- इसलिए दाब को किसी दिये गए ईकाई क्षेत्र पर बल के रूप में परिभाषित किया जाता है।

* **वायु और जल दाब (Air & Water Pressure) :-** • वायुदाब वायुमंडल में हमारे ऊपर वायु के भार का माप है।

- **वायुदाब** को **बैरोमीटर** से मापते हैं जो हमें मौसम का पूर्वानुमान लगाने में मदद करता है।
- बैरोमीटर का अविष्कार 1643 में **इवेंजेलिस्टा टोरिसेली** नामक एक इतावली वैज्ञानिक ने किया था।
  ∴ 1 बैरोमीटर = $10^5\,Pa$

→ मौसम के साथ वायुदाब बदलता है।

- **उच्च दाब :-** ठंडी हवा नीचे की ओर आती है (साफ मौसम)
- **निम्न दाब :-** गर्म हवा ऊपर की उठती है (मेघ और वर्षण)

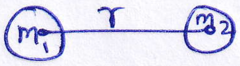
गुरूत्वाकर्षण एवं द्रव यांत्रिकी
Gravitation & fluid Mechanics

★ **गुरूत्वाकर्षण (Gravitation) :-** चंद्रमा और सुर्य पृथ्वी पर अपने गुरूत्वाकर्षण बल से समुद्री जल में लहरे पैदा करते है, जिन्हे ज्वार कहते है।

- गुरूत्वाकर्षण की खोज 1666 में सर आइजैक न्युटन ने पहली बार गणितीय स्वरूप से गुरूत्वाकर्षण बल का वर्णन किया, जिससे न्युटन के सार्वभौमिक गुरूत्वाकर्षण के नियम बने।
- गुरूत्वाकर्षण के बारे में उन्हे विचार तब आया जब उन्होने एक सेब को पेड़ से गिरते हुए देखा।

★ **गुरूत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियम :- Universal law of Gravitation** प्रत्येक कण ब्रह्मांड में हर दूसरे कण को एक ऐसे बल से आकर्षित करता है जो उनके द्रव्यमान के उत्पाद के समानुपाती होता है। और उनके केन्द्रो के बीच की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$F \propto m_1 m_2$$



$$F \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- जहां G एक नियतांक है जिसे जो गुरूत्वाकर्षण स्थिरांक है।
- F - दो वस्तुओं के बीच लगने वाला बल
- $m_1 \cdot m_2$ - वस्तुओं का द्रव्यमान
- r - उनके द्रव्यमान के केन्द्रो के बीच की दूरी
- Value of $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2 kg^{-2}$
- G का मान हेनरी कैवेन्डिश द्वारा ज्ञात किया गया।

Q. निर्वात् में 10m की दूरी पर रखे हुये दो पत्थर जिनका द्रव्यमान 1 kg व 4 kg है के बीच गुरूत्वाकर्षण बल होगा -

हल:- जहाँ $r = 10m$, $m_1 = 1kg$, $m_2 = 4kg$, $F = ?$
$G = 6.673 \times 10^{-11}$

प्रयुक्त सूत्र $F = G\dfrac{m_1 \times m_2}{r^2}$

$$F = \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 1 \times 4}{10 \times 10}$$

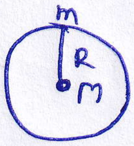
$$\boxed{F = 26.6 \times 10^{-13} N}$$ Ans

✫ किसी पिण्ड का भार (Weight of a body):-

- Mass of Earth → 5.97219×10^{24} kg
- Redius of Earth → 6371 km

✫ भार (Weight):- पृथ्वी के द्वारा लगाया गया आकर्षण बल

$$\text{weight} = mg$$
$$F = ma$$
$$F = \frac{G \times m \times M}{R^2}$$



$$\Rightarrow \frac{G \times \cancel{m} \times M}{R^2} = \cancel{m}g$$

g = गुरूत्वीय त्वरण
$G = 6.673 \times 10^{-11}$
$M = 5.97219 \times 10^{24}$
$R = 6371 km$

$$\Rightarrow g = \frac{G \times M}{R^2}$$

$$\Rightarrow g = \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.97 \times 10^{24}}{(6371 \times 1000)^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{g = 9.8 m/s^2}$$

★ चंद्रमा का गुरूत्वाकर्षण पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण का 1/6 है इसलिए चंद्रमा पर वस्तुओं का वजन पृथ्वी पर उनके वजन का केवल 1/6 होगा।

	द्रव्यमान	भार
• MOON	100 kg	163.3 N
• EARTH	100 kg	980 N

Q. चंद्रमा पर g का मान पृथ्वी पर g के मान का $1/6^{th}$ है यदि कोई व्यक्ति पृथ्वी पर 1.5 m ऊँचा उछलता है तो चन्द्रमा पर वह कितनी ऊँचाई तक उछल सकता है।

हल:-

चन्द्रमा पर ऊँचाई $= 1.5 \times 6$

$= \frac{3}{2} \times 6$ (3)

$h = 9m$ Ans

Q. मान ले एक काल्पनिक ग्रह, जिसका द्रव्यमान और त्रिज्या दोनों पृथ्वी के आधे के बराबर है। यदि पृथ्वी की सतह पर गुरूत्वाकर्षण के कारण त्वरण g है, तो उस ग्रह पर गुरूत्वाकर्षण के कारण त्वरण कितना होगा —

हल:-

$g = \frac{GM}{R^2}$

$g = \frac{G \times M/2}{(R/2)^2}$

$g = \frac{GM}{R^2} \times \frac{4}{2}$ (2)

पृथ्वी — $g = 2g$ → काल्पनिक ग्रह

* g के मान में परिवर्तन :- Change in the Value of g

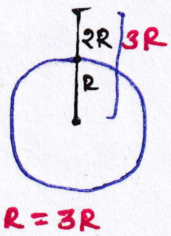
• g का मान पृथ्वी की सतह से ऊपर एवं गहराई दोनों जगह जाने पर घटता है।

• g का मान ध्रुव पर अधिकतम होता है।

• g का मान पृथ्वी के केन्द्र पर शून्य होता है।

Q. पृथ्वी की सतह से 2R ऊँचाई पर गुरुत्वीय. कितना है।

हल:-



$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$g = \frac{GM}{(3R)^2} \Rightarrow \frac{GM}{9R^2}$$

$$\boxed{g = g/9}$$ - Ans

Q. वह गहराई जिस पर गुरुत्वाकर्षण के कारण त्वरण का मान $g/4$ है।

हल:- प्रयुक्त सूत्र = $g' = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$

गहराई पर $= g'$

सतह पर $= g$

जहाँ $g' = g/4$

$$\frac{g}{4} = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$$

$$\frac{1}{4} = 1 - d/R$$

$$\frac{d}{R} = \frac{4-1}{4}$$

$$\frac{d}{R} = \frac{3}{4}$$

$$\boxed{d = \frac{3R}{4}}$$

Ans

★ गुरुत्व के अधीन गति :- Motion under Gravity

• जब किसी वस्तु को ऊपर फेंका जाता है तो - $a = -g$, $S = +S$, $v = +v$, $u = +u$

• जब किसी वस्तु को नीचे की ओर फेंका जाता है तो - $a = -g$, $S = -S$, $v = -v$, $u = -u$

Q. एक वस्तु को 10m/s के वेग से लम्बवत् ऊपर की ओर फेंका जाता है वापस गिरना शुरू करने से पहले यह कितनी ऊँचाई तक जायेगा।

हल:- जहाँ - $u = 10 m/s$, $v = 0$, $g = 10 m/s^2$, $S = ?$, $a = (-g)$

$$v^2 = u^2 + 2aS$$

$$v^2 = u^2 + 2(-g)S$$

$$0 = (10)^2 - 2(10)S$$

$$20S = 100$$

$$\boxed{S = 5m}$$ Ans

Q. 100 m की ऊँचाई से विराम से गिराई गई वस्तु का अंतिम वेग क्या होगा ?

हल:- जहाँ - $u = 0$, $v = ?$, $S = -100m$, $a = -g$

$$v^2 = u^2 - 2gS$$

$$v^2 = 0 - 2 \times 10 \times (-100)$$

$$v^2 = 2000$$

$$\boxed{v = \sqrt{2000}}$$ Ans

Q. एक वस्तु को 20 m/s के प्रारंभिक वेग से ऊपर की ओर फेंका जाता है। इसे अपनी अधिकतम ऊँचाई तक पहुंचने में कितना समय लगेगा ?

हल:- जहाँ - $u = 20 m/s$, $v = 0$, $a = -g$, $t = ?$, $g = 10 m/s^2$

$$v = u - gt$$

$$0 = 20 - (10) \times t$$

$$10t = 20$$

$$\boxed{t = 2s}$$ Ans

☆ **Lift Concept** :- • जब लिफ्ट ऊपर की ओर कुछ त्वरण से जा रही है तो- Weight ⇒ Mg + ma

• जब लिफ्ट नीचे की ओर कुछ त्वरण से जा रही है तो –

Weight = Mg – ma

• जब लिफ्ट नीचे की ओर आते हुए तार टूट जाये तो –

Weight = Mg – Mg = 0

★ **पलायन वेग** (Escape Velocity) :- पलायन वेग वह न्यूनतम वेग है जिससे किसी पिण्ड की पृथ्वी की सतह से ऊपर की ओर फेंके जाने पर वह गुरुत्वीय क्षेत्र को पार कर जाता है, पृथ्वी पर वापस नही आता -

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

• पृथ्वी की सतह पर पलायन वेग – 11186 m/s
– 40270 km/h

• चन्द्रमा की सतह पर पलायन वेग – 2375.18 m/s
– 2.38 km/h

• विभिन्न ग्रहों के लिए पलायन वेग –

Sun	618033.60 m/s	618.03 km/s
Mercury	4247.56 m/s	4.25 km/s
Venus	10360.79 m/s	10.36 km/s
Marss	5021.09 m/s	5.02 km/s
Jupiter	59542.35 m/s	59.54 km/s
Saturn	35457.55 m/s	35.46 km/s
Uranus	21284.62 m/s	21.28 km/s
Neptune	23439.59 m/s	23.44 km/s

★ **कक्षीय वेग (Orbital Velocity) :-** कक्षीय वेग वह वेग है जिस पर एक पिण्ड दुसरे पिंड के चारों ओर घूमता है ।

$$V_o = \frac{\sqrt{GM}}{R}$$

→ पलायन वेग = √2 कक्षीय वेग

$$V_e = \sqrt{2}\, V_o$$

Q. यदि किसी व्यक्ति का द्रव्यमान पृथ्वी की सतह पर 60 kg है, तो चन्द्रमा की सतह पर उस व्यक्ति का द्रव्यमान कितना होगा -

हल :- द्रव्यमान में कोई परिवर्तन नही होता है, चन्द्रमा की सतह पर भी **60 kg** ही रहेगा ।

Q. पृथ्वी की सतह पर पलायन वेग लगभग ...... है ?

हल :- 11.2 km/s

Q. एक मीनार के ऊपरी हिस्से से एक वस्तु को ऊपरी दिशा में फेंका जाता है और यह 5s के बाद जमीन पर पहुँची । वस्तु का आरम्भिक वेग 12 m/s है मीनार की ऊँचाई क्या है।

हल :- यहाँ, $u = 12\, m/s$

$s = ?$ $\quad s = -H$

$t = 5s$

$a = -g$, $g = 10\, m/s^2$

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

$$-H = ut - \frac{1}{2} \times g \times t^2$$

$$-H = 12 \times 5 - \frac{1}{2} \times 10 \times (5)^2$$

$$-H = 60 - 5 \times 25$$

$$-H = 60 - 125$$

$$-H = -65$$

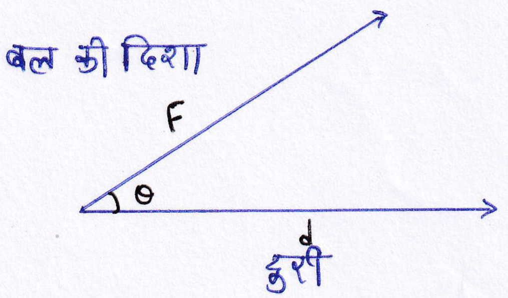
$$\boxed{H = 65m}$$ Ans

कार्य , ऊर्जा एवं शक्ति
(Work , Energy & Power)

★ कार्य (Work) :- कार्य को किसी वस्तु को कुछ दुरी पर ले जाने के लिए आवश्यक बल या ऊर्जा की मात्रा के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

- इस प्रकार , यदि कोई बल किसी वस्तु को विस्थापित करने में सक्षम हो तो उसे 'कार्य' का होना कहा जाता है।
- कार्य = बल × दुरी
- $W = F \cdot d$
- कार्य की ईकाई जूल (J) है। या न्युटन-मीटर (Nm)
- यह एक अदिश राशि है।
- $W = F \cdot d \Rightarrow m \times a \times d \Rightarrow kg \times ms^{-2} \times m \Rightarrow kg\,m^2 s^{-2} \Rightarrow [M^1 L^2 T^{-2}]$
- यदि आप जमीन से कोई भार उठाते हैं और फिर उसे वापस जमीन पर रख देते हैं तो दुरी (या विस्थापन) शून्य होती है। यदि सुत्र में दुरी 0 है तो कार्य 0 होगा।
- $1\,J = 10^7\,erg$

→ जब बल और विस्थापन की दिशा समान न हो - $W = F \cdot d\cos\theta$



→ धनात्मक, ऋणात्मक और शून्य कार्य के उदाहरण -

धनात्मक कार्य (Positive work)	ऋणात्मक कार्य (Negative work)	शून्य कार्य (Zero work)
• जब बल और विस्थापन एक ही दिशा में हो	• यदि विस्थापन प्रभावी बल की दिशा के विपरीत है।	• जब बल और विस्थापन एक दूसरे के लंबवत हो या दोनों शून्य हो।

★ **ऊर्जा (Energy) :-** भौतिक विज्ञान में, कार्य करने की क्षमता को ऊर्जा कहते हैं।

- ऊर्जा पदार्थ का गुण है।
- इसे वस्तुओं के बीच स्थानांतरित किया जा सकता है, और इसके रूप में परिवर्तन किया जा सकता है परंतु इसे न तो बनाया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है। इस नियम को ऊर्जा संरक्षण का नियम कहते हैं।

→ **ऊर्जा के रूप (Forms of Energy) :-** Electric energy, Magnetic energy, Nuclear energy, kinetic energy, Potential energy, Thermal energy

★ **गतिज ऊर्जा (kinetic energy) :-** किसी वस्तु में उसकी गति के कारण निहित ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं। किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उसकी चाल के साथ बढ़ती है।

$$k.E \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2$$

m = द्रव्यमान

v = वेग

Q. 1 kg द्रव्यमान वाली कोई वस्तु 10 m/s वेग के साथ चल रही है। वस्तु की गतिज ऊर्जा ज्ञात करें। (ALP)

हल:- $m = 1$, $v = 10 m/s$, $K.E. = ?$

$$K.E. = \frac{1}{2} m v^2$$

$$K.E. = \frac{1}{2} \times 1 \times (10)^2$$

$$K.E. = \frac{1}{2} \times 100 \quad 50$$

$$\boxed{K.E. = 50 J}$$

★ **स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)**:- अन्य वस्तुओं के साथ अपने सापेक्ष स्थिति के कारण, या स्वयं के भीतर तनाव के कारण, विद्युत् आवेश या अन्य कारकों के कारण किसी वस्तु में जो ऊर्जा होती है उसे **स्थितिज ऊर्जा** कहते है।

- $P.E = mgh$ m = द्रव्यमान , g = गुरूत्वीय त्वरण , h = ऊँचाई

Q. h ऊँचाई पर एक 20 kg वस्तु की स्थितिज ऊर्जा 600 J है, h का मान है ($g = 10 m/s^2$ लीजिए।) (ALP)

हल:- $m = 20 kg$, $P.E. = 600 J$, $g = 10 m/s^2$, $h = ?$

$$P.E. = mgh$$

$$\overset{3}{600} = 20 \times 10 \times h$$

$$\boxed{h = 3m}$$

Q. 1 kg वस्तु को 9.8 m ऊँचाई तक उठाने में लगभग कितना कार्य किया जाएगा।

हल:- $m = 1 kg$, $h = 9.8 m$, $g = 9.8 m/s^2$, $P.E. = ?$

$$P.E. = mgh$$

$$P.E. = 1 \times 9.8 \times 9.8$$

$$\boxed{P.E. = 96.04 J}$$

(∴ h ऊँचाई से किसी वस्तु को छोड़ा जाए तो वह किस (v) वेग से जमीन पर टकराईगी- $v = \sqrt{2gh}$]

* **शक्ति (Power) :-** शक्ति किसी इंजेर की क्षमता को मापती है कि वह कितनी तेजी से काम कर सकता है

- 1 किलोवाट = 1000 वाट
- 1 (H.P) अश्व शक्ति = 746 W
- शक्ति = $\frac{\text{कार्य}}{\text{समय}} = \frac{W}{t} = kg m^2 s^{-3} = [M^1 L^2 T^{-3}]$
- इसकी ईकाई J/s या W (वाट) है

Q. 2 kW का एक पंप कितना पानी एक मिनट में 10 m की ऊँचाई तक उठा सकता है, $g = 10\ m/s^2$

हल :- $P = 2\,kW$, $g = 10\,m/s^2$, $h = 10\,m$, $t = 60\,s$

यहाँ $W = mgh$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t} \qquad [\because 2\,kW = 2000\,W]$$

$$2000 = \frac{m \times 10 \times 10}{60}$$

$$\boxed{m = 1200\ kg}$$ Ans

Q. 600 kg द्रव्यमान की एक कार के इंजन की औसत शक्ति क्या होगी जो विराम अवस्था से 10 s में समान रूप से 108 km/h के वेग से त्वरित हो जाती है।

हल :- $v = 108 \times \frac{5}{18} \Rightarrow 30\,m/s$, $t = 10\,s$, $m = 600\,kg$, $W = \frac{1}{2}mv^2$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{\frac{1}{2} \times m \times v^2}{t} \Rightarrow \frac{600 \times (30)^2}{2 \times 10} \Rightarrow \frac{600 \times 900}{2 \times 10} \Rightarrow 27000$$

$$\boxed{P = 27\,kW}$$ Ans

Q. 4 kg का पिण्ड विराम में है, एक स्थिर बल की क्रिया के तहत, यह 5 m/s की गति प्राप्त करता है। बल द्वारा किया गया कार्य होगा - (ALP)

हल:- $m = 4\,kg$, $v = 5\,m/s$

$$K.E. = \frac{1}{2} m v^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times (5)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4 \times 25$$

$$\boxed{K.E/\text{कार्य} = 50\,J}$$ Ans

Q. 0.1 kg की एक गेंद को विरामावस्था से गिराया जाता है जब यह 2m गिरता है, तो गुरुत्वाकर्षण बल द्वारा किया गया कार्य होता है। ($g = 9.8\,m/s^2$) (ALP)

हल:- $m = 0.1\,kg$, $d = 2m$

$$W = Fd\cos\theta$$

$$W = 0.1 \times 9.8 \times 2 \cos 0^\circ \qquad F = mg = 0.1 \times 9.8$$

$$W = .98 \times 2 \times 1$$

$$\boxed{W = 1.96\,J}$$ Ans

★ **यांत्रिक ऊर्जा (Mechanical energy) :-** यांत्रिक ऊर्जा को किसी वस्तु द्वारा उसकी स्थिति और गति के आधार पर कार्य करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

- यांत्रिक ऊर्जा में दो प्रकार की ऊर्जा होती है-

① गतिज ऊर्जा

② स्थितिज ऊर्जा

$$\boxed{M.E. = K.E. + P.E}$$

प्रकाश का परावर्तन
(Reflection of Light)

★ **प्रकाश (Light)** :- प्रकाश ऊर्जा का एक रूप है, जो हमें वस्तुओं को देखने में मदद करता है।

- जब प्रकाश वस्तुओं पर पड़ता है, तो यह प्रकाश को परावर्तित करता है और जब परावर्तित प्रकाश हमारी आँखों तक पहुँचता है, तब हम वस्तुओं को देखते हैं।
- प्रकाश की सामान्य घटनाएँ - परछाई का निर्माण, दर्पण और लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब का निर्माण, एक माध्यम से प्रकाश का झुकना, तारों का टिमटिमाना, इंद्रधनुष का निर्माण, इत्यादि।

★ **प्रकाश के गुण (Properties of Light)** :- प्रकाश तरंग के रूप में संचरित होता है।

(1) Based on the Medium in which They Travl —

★ **विद्युत चुम्बकीय तरंग** :- इन्हे किसी माध्यम की आवश्यकता नही होती और ये निर्वात में भी यात्रा कर सकते हैं।
Electromagnetic wave

Ex :- X-ray

★ **यांत्रिक तरंग (Mechanical wave)** :- इन्हे यात्रा करने के लिए एक माध्यम (जैसे हवा, पानी या ठोस) की आवश्यकता होती है।

Ex :- ध्वनि तरंग

(2) Based on the Direction of motion of the particles of the Medium—

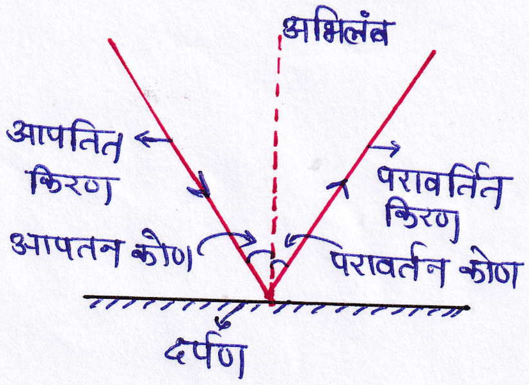
★ **अनुप्रस्थ तरंग (Transverse waves)** :- • माध्यम के कण, तरंग प्रसार की दिशा के लंबवत् चलते हैं।
- प्रकाश अनुप्रस्थ तरंग है।

★ **अनुदैर्ध्य तरंग (Longitudinal waves)** :- कण तरंग प्रसार की ही दिशा में चलते हैं।

• प्रकाश का रंग उसकी तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करता है। लाल रंग के प्रकाश की तरंगदैर्ध्य सबसे अधिक होती है। बैंगनी रंग के प्रकाश की तरंगदैर्ध्य सबसे कम होती है।

• जब सभी रंगों की प्रकाश तरंगे एक साथ चलती है, तो प्रकाश सफेद दिखाई देता है।

★ **प्रकाश का परावर्तन (Reflection of Light) :-** जब प्रकाश एक सतह पर गिरता है तो अधिकांश प्रकाश उसी माध्यम में लौट जाता है इस प्रक्रिया को प्रकाश का परावर्तन कहा जाता है।



• परावर्तन दो अलग-अलग तरीकों से हो सकता है।

1) **नियमित परावर्तन (Specular reflection) :-** चिकनी और अत्याधिक पॉलिस की गई सतह पर (उदाहरण के लिए, एक टॉर्च या लेजर का दर्पण से परावर्तन)

2) **बिसरित परावर्तन (Diffuse reflection) :-** खुरदरी सतह - प्रकाश चारों ओर अनियमित रूप से बिखरता है - इस तरह हम अपने आस-पास की अधिकांश वस्तुओं को देखते है।

★ **प्रकाश के परावर्तन के नियम (Laws of Reflection of Light) :-**

① आपतित किरण, परावर्तित किरण, तथा आपतन बिंदु पर अभिलंब सभी एक ही तल में होते है।

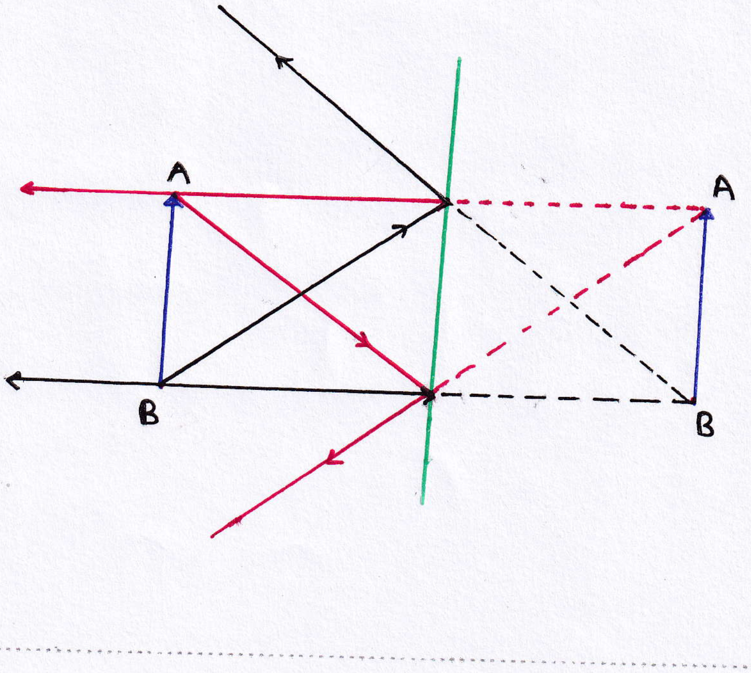
② परावर्तन कोण आपतन कोण के बराबर होता है $\angle i = \angle r$

दर्पण (Mirrors)

- समतल दर्पण (Plane mirror)
- गोलीय दर्पण (Spherical mirrors)
  - अवतल (Concave)
  - उत्तल (Convex)

*** समतल दर्पण से प्रतिबिम्ब निर्माण (Image formation By Plane mirror) :-** जब परावर्तित किरणे मिलती है या मिलती हुई प्रतीत होती है, तो प्रतिबिंब बनता है।

- यदि परावर्तित किरणों वास्तविकता में मिलती है, तो एक वास्तविक प्रतिबिंब बनता है।
- यदि परावर्तित किरणे वास्तविकता में नही मिलती है, लेकिन परावर्तित किरणों को पीछे बढ़ाने पर मिलती हुई प्रतीत होती है तो एक आभासी प्रतिबिंब बनता है।



- प्रतिबिंब का स्वभाव → आभासी व सीधा
- प्रतिबिंब का आकार → वस्तु के समान
- दूरी → वस्तु तक की दुरी के समान
- पलटा हुआ → बाएँ, दाएँ प्रतीत होता है।

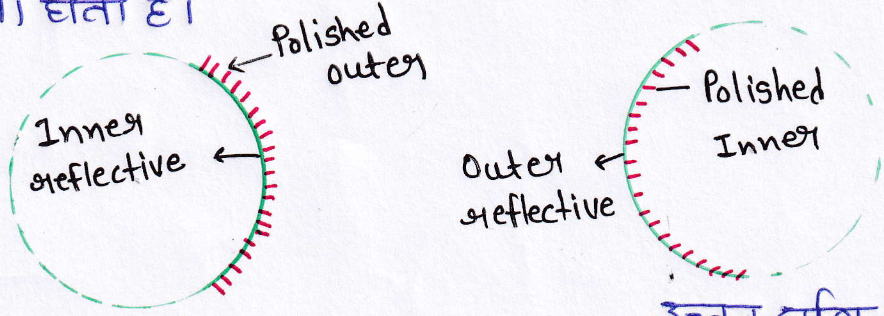
★ **कुछ महत्वपूर्ण बिंदु :-** एक प्लेन मिरर की लंबाई जिसमें कोई व्यक्ति अपनी पूरी प्रतिबिम्ब देख सकता है। व्यक्ति की ऊँचाई आधी होनी चाहिए। एक 6 फुट लम्बे आदमी को अपनी पुरी प्रतिबिम्ब देखने के लिए 3 फीट दर्पण की आवश्यकता होगी।

→ **परावर्तन : जब दो दर्पण एक कोण पर हो** - यदि दो समतल दर्पण एक दूसरे के साथ 'θ' पर झुके होते है तो उनके बीच पड़ी हुई किसी वस्तु की प्रतिबिंबयों की संख्या इस प्रकार ज्ञात की जाती है।

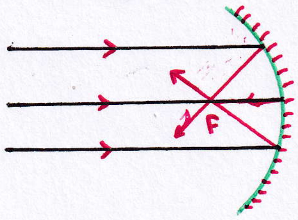
$n = \frac{360^\circ}{\theta}$ → जब विषम संख्या हो।

$n = \frac{360^\circ}{\theta} - 1$ → जब सम संख्या हो।

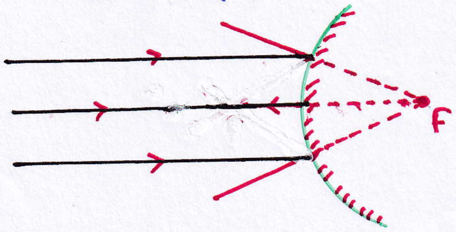
✱ **गोलीय दर्पण (Spherical mirror) :-** गोलाकार दर्पण एक घुमावदार दर्पण होता है जो एक खोखले गोले का हिस्सा होता है।



अवतल दर्पण

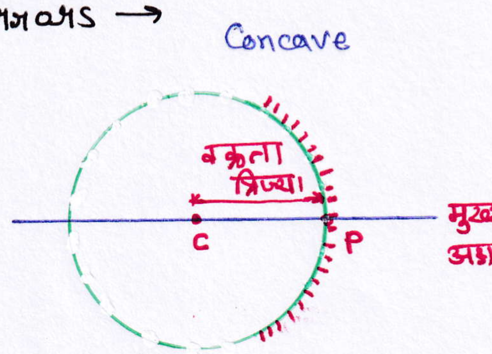


उत्तल दर्पण / अपसारी



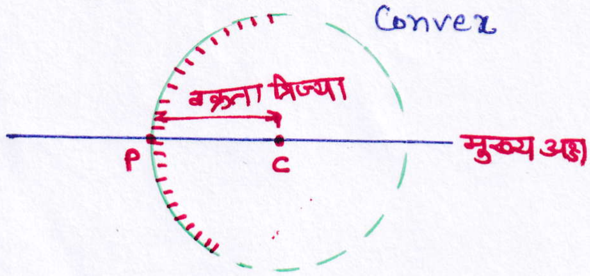
* Terms used in the study of spherical Mirrors →

*** वक्रता केन्द्र :-** यह उस गोले का केन्द्र है, दर्पण जिसका एक हिस्सा है, इसे C से प्रदर्शित करते है।



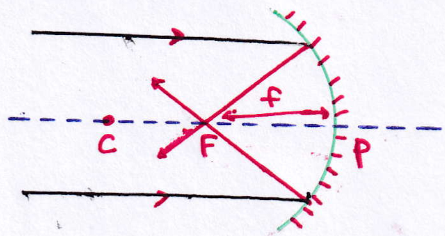
*** वक्रता त्रिज्या :-** यह उस गोले का त्रिज्या है, दर्पण जिसका एक हिस्सा है।

*** ध्रुव :-** यह गोलाकार दर्पण का केन्द्र है, जिसे P से प्रदर्शित करते है।

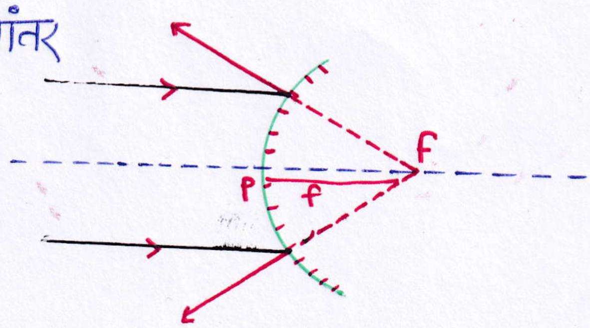


*** मुख्य अक्ष :-** यह वक्रता केन्द्र और ध्रुव से होकर गुजरने वाली सीधी रेखा है।

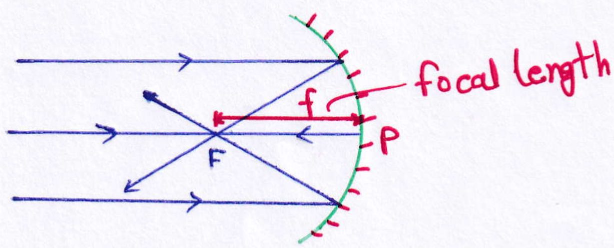
*** मुख्य फोकस :-** **अवतल दर्पण** में, मुख्य अक्ष के समानांतर प्रकाश की किरणे परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष के F बिन्दु पर मिलती है वह मुख्य फोकस कहलाती है।



- **उत्तल दर्पण** में मुख्य अक्ष के समानांतर प्रकाश की किरणे परावर्तन के बाद विस्तारित हो जाती है और मुख्य अक्ष के इस बिन्दु पर मिलती हुई प्रतीत होती है वह बिन्दु मुख्य फोकस कहलाती है।

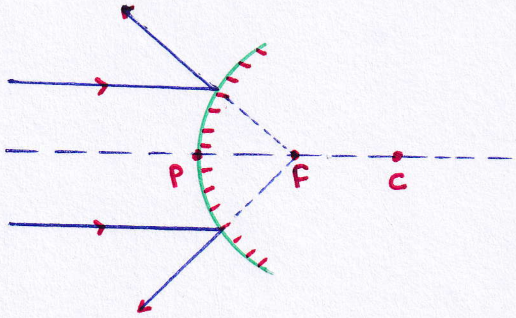


*** फोकल दूरी :-** ध्रुव और मुख्य फोकस के बीच की दूरी है, एक गोलाकार दर्पण में वक्रता की त्रिज्या फोकल लंबाई से दोगुनी है।

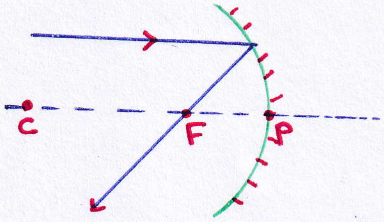


$R = 2f$ या $f = \frac{R}{2}$

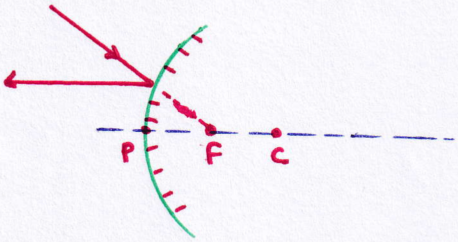
★ गोलीय दर्पण द्वारा परावर्तन :-
Reflection By Sphrical mirrors



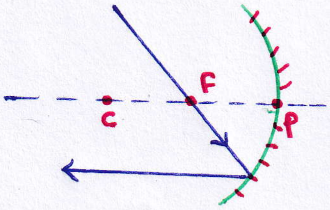
• उत्तल दर्पण में मुख्य अक्ष के समानांतर आपतित प्रकाश का एक किरण परावर्तन के बाद फोकस बिंदु से आती हुई प्रतीत होती है।



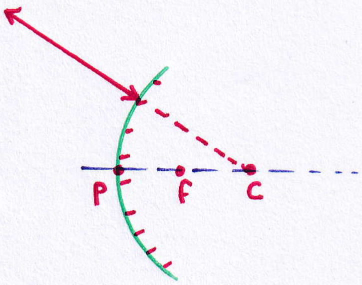
• अवतल दर्पण के लिए मुख्य अक्ष के समानांतर प्रकाश की किरण परावर्तन के बाद फोकस से होकर गुजरती है।



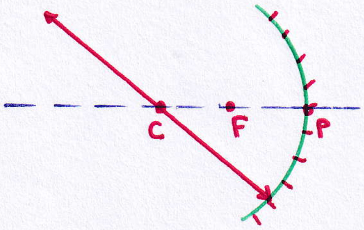
• उत्तल दर्पण में फोकस बिंदु की ओर आती हुई एक किरण परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समानांतर हो जाती है।



• अवतल दर्पण में फोकस बिंदु से गुजरती हुई एक प्रकाश कि किरण परावर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समानांतर हो जाती है।



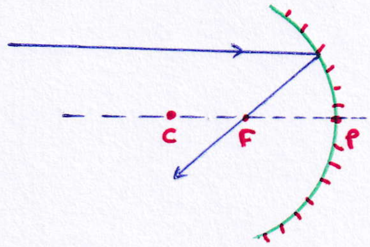
• उत्तल दर्पण में वक्रता केन्द्र की ओर आती हुई एक प्रकाश की किरण परावर्तन के बाद वापस उसी दिशा में लौट जाती है।



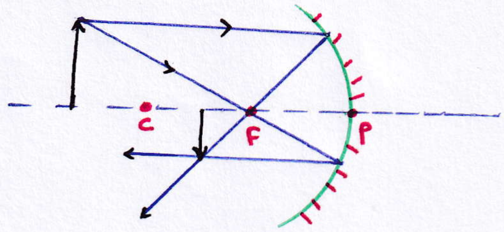
• अवतल दर्पण में वक्रता केन्द्र से गुजरने वाली प्रकाश की एक किरण परावर्तन के बाद वापस उसी दिशा में लौट जाती है।

* अवतल दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब बनना :-
(Images Formed By Concave mirror

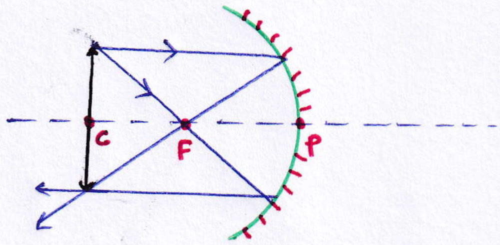
• जब वस्तु अनंत पर होती है तो प्रतिबिम्ब फोकस पर बनती है, यह अत्यधिक छोटा, वास्तविक और उल्टा होता है।



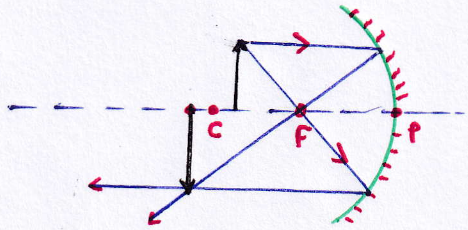
• जब वस्तु C और अनंत के बीच होती है तो प्रतिबिंब C और F के बीच बनती है, यह छोटा वास्तविक और उल्टा होता है।



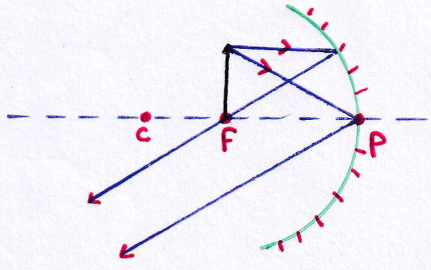
• जब वस्तु C पर होती है तो प्रतिबिंब C पर बनती है, यह वस्तु के समान आकार की होती है, वास्तविक और उल्टा होता है।



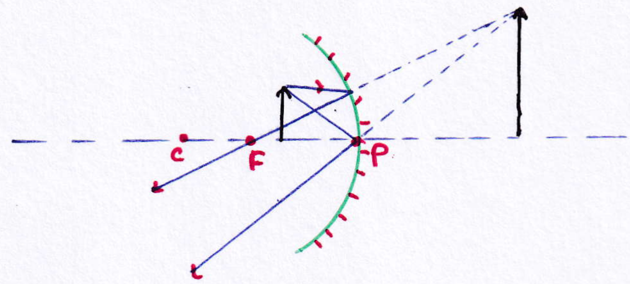
• जब वस्तु C और F के बीच होती है तो प्रतिबिम्ब C और अनंत के बीच बनती है यह बड़ा हुआ, वास्तविक और उल्टा होता है।



• जब वस्तु F पर होती है, तो प्रतिबिंब का निर्माण अनंत पर होता है यह अत्यधिक बड़ा वास्तविक और उल्टा होता है।

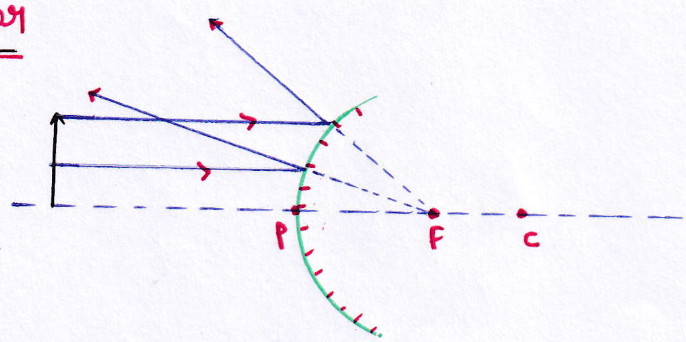


- जब वस्तु F और P के बीच होती है, तो प्रतिबिंब का निर्माण दर्पण के पीछे होता है। यह बड़ा आभासी और सीधा होता है।

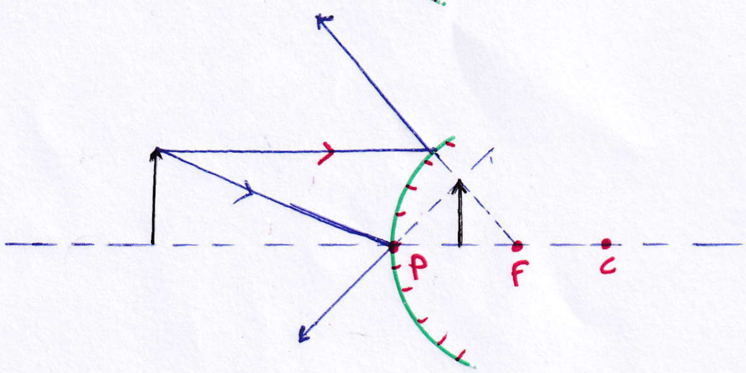


* उत्तल दर्पण द्वारा प्रतिबिम्ब बनना :- (Images Formed By Convex mirror

- जब वस्तु अनंत में होती है, तो प्रतिबिंब दर्पण के पीछे F पर बनती है यह अत्यधिक छोटा, आभासी और सीधा होता है।



- जब वस्तु अनंत और ध्रुव के बीच होती है तो प्रतिबिंब दर्पण के पीछे बनती है, यह छोटा, आभासी और सीधा होता है।



*** अवतल दर्पणों के उपयोग :-** टॉर्च, सर्चलाइट, वाहनों के हेडलाईट शेविंग करने के लिए, दंत विशेषज्ञ मरीजों के दांतो का बड़ा प्रतिबिंब देखने के लिए।, सौर भट्टीयों में सूर्य के प्रकाश को केन्द्रित करने के लिए।

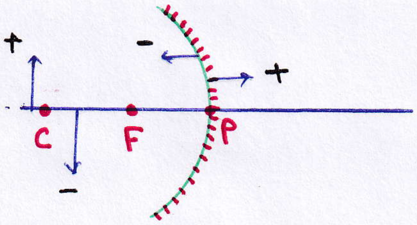
*** उत्तल दर्पण का उपयोग :-** वाहनों में पीछे का दृश्य देखने के लिए उत्तल दर्पण का उपयोग करते है।

* गोलीय दर्पण के लिए दर्पण सूत्र (Mirror Formula for Spherical Mirror) :-

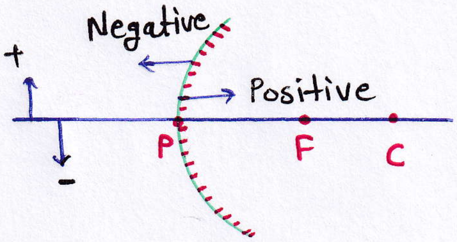
गोलाकार दर्पणों का दर्पण सूत्र वस्तु दूरी (u), प्रतिबिम्ब दूरी (v) और फोकल दूरी (f) के बीच संबंध है।

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

- मुख्य अक्ष के समानांतर सभी दूरी को ध्रुव से मापा जाता है
- ध्रुव के दायी ओर मापी गई सभी दूरी +ve रूप में लिया जाता है।
- ध्रुव के बायी ओर मापी गई सभी दूरी −ve रूप में लिया जाता है।
- मुख्य अक्ष के लंबवत ऊपर की ओर मापी गई ऊंचाई को +ve के रूप में लिया जाता है।
- मुख्य अक्ष के लंबवत नीचे की ओर मापी गई ऊंचाई को −ve के रूप में लिया जाता है।



अवतल दर्पण में फोकल दूरी हमेशा ऋणात्मक होगी



उत्तल दर्पण में फोकल दूरी हमेशा धनात्मक होगी

* आवर्धन क्षमता (Magnification Power) :-

यदि H_0 बिंब की ऊंचाई, तथा H_I प्रतिबिम्ब की ऊंचाई हो तो गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन (m) प्राप्त होगा - $m = \frac{H_I}{H_0} = \left(-\frac{v}{u}\right)$

$m < 1$, $m = 1$, $m > 1$

छोटा, समान, बड़ा

- यदि आवर्धन का ऋणात्मक चिन्ह है तो अवतल दर्पण द्वारा बनने प्रतिबिंब वास्तविक और उल्टा
- प्रतिबिम्ब आभासी और सीधा है यदि m धनात्मक है या v धनात्मक है।

Q: किसी वस्तु को एक अवतल दर्पण के सामने 12 cm की दूरी पर रखा गया है। इसका प्रतिबिम्ब उसी ओर 18 cm की दूरी पर बनता है दर्पण की फोकस दूरी होगी ---

हल:- $u = -12\,cm$, $v = -18\,cm$, $f = ?$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{12} + \frac{1}{(-18)}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{1}{12} - \frac{1}{18}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{-3-2}{36}$$

$$\frac{1}{f} = -\frac{5}{36}$$

$$f = -\frac{36}{5}$$

$$\boxed{f = -7.2\,cm}$$ **Ans**

Q. यदि किसी वस्तु को 30 cm फोकस दूरी वाले उत्तल दर्पण से 20 cm की दूरी पर रखा जाता है, तो प्रतिबिम्ब ---पर बनेगा।

हल:- $f = 30\,cm$, $u = -20\,cm$, $v = ?$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

$$\frac{1}{30} = -\frac{1}{20} + \frac{1}{v}$$

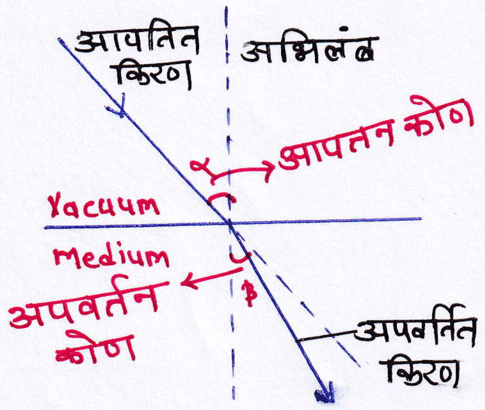
$$\frac{1}{v} = \frac{2+3}{60}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{\cancel{5}}{\cancel{60}\,12}$$

$$\boxed{v = 12\,cm}$$ **Ans**

प्रकाश का अपवर्तन
Refraction of Light

* **प्रकाश का अपवर्तन (Refraction of light) :-** जब प्रकाश एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाता है तो वह अपने पथ से विचलित हो जाता है प्रकाश के इस विचलन को **प्रकाश का अपवर्तन** कहा जाता है।



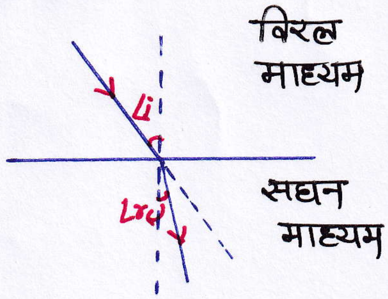
- दिशा का यह परिवर्तन गति में परिवर्तन के कारण है।
- उदा० के लिए, जब प्रकाश वायु से जल में जाता है, तो यह धीमा हो जाता है। जिससे यह एक अलग कोण या दिशा में यात्रा करने लगता है।
- माध्यम दो प्रकार के होते हैं।

  (i) सघन माध्यम (ii) विरल माध्यम

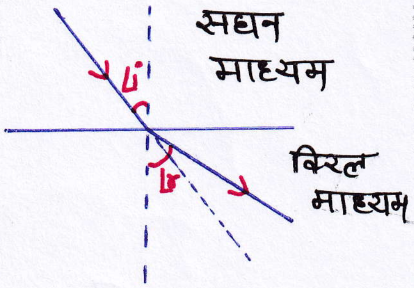
(i) सघन माध्यम (Denser Medium) :- यदि प्रकाशीय घनत्व अधिक है, तो माध्यम में प्रकाश की गति कम होगी

(ii) विरल माध्यम (Rarer Medium) :- यदि प्रकाशीय घनत्व कम है तो माध्यम में प्रकाश की गति अधिक होगी।

* **माध्यम (Medium) :-** जब प्रकाश एक विरल माध्यम से एक सघन माध्यम तक जाता है तो यह **अभिलंब की ओर झुक** जाता है। और प्रकाश की गति कम हो जाती है। $\angle i > \angle r$



- जब प्रकाश एक सघन माध्यम से एक विरल माध्यम तक जाता है तो यह **अभिलंब से दूर** हट जाता है। और प्रकाश की गति बढ़ जाती है। $\angle i < \angle r$



* **अपवर्तनांक (Refractive Index)** :- किसी माध्यम का अपवर्तनांक बताता है कि माध्यम में प्रकाश कितनी तेज गतिमान होता है

- यह प्रकाशीय घनत्व के लिए समानुपातिक होता है और माध्यम में प्रकाश की गति के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$\mu = \frac{c}{v}$$

- किसी माध्यम का निरपेक्ष अपवर्तनांक, वायु में प्रकाश की गति या निर्वात में प्रकाश की गति और माध्यम में प्रकाश की गति का अनुपात होता है

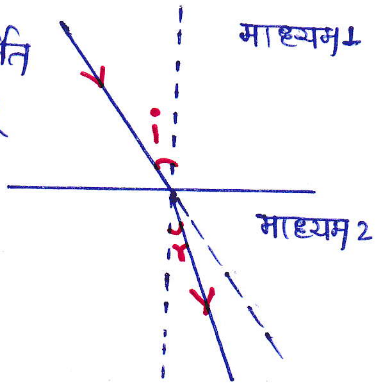
$$\mu_m = \frac{c}{v}$$

Substance	Speed of Light (ms^{-1})	Refractive Index (μ)
Air	3×10^8	1.00
Glass	2×10^8	1.5
Water	2.25×10^8	1.33
Diamond	1.25×10^8	2.41

Material medium	Refractive Index
Alcohol	1.36
Kerosene	1.44
Fused quartz	1.46
Turpentine oil	1.47
Benzene	1.50
Crown glass	1.52

Material medium	Refractive Index
Canada Balsam	1.53
Rock salt	1.54
Carbon disulphide	1.63
Dense flint glass	1.65
Ruby	1.71
Sapphire	1.77

* **प्रकाश के अपवर्तन के नियम (Law of Refraction of Light)** :- आपतित किरण, अपवर्तित किरण और सतह पर अभिलंब सभी एक ही समतल में स्थित होते है।



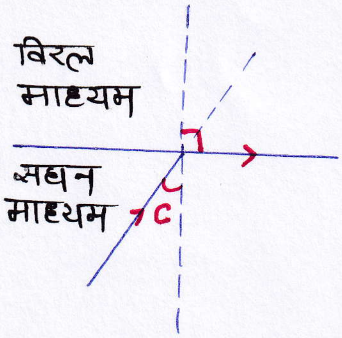
• स्नेल का नियम (या अपवर्तन का नियम) एक सूत्र है जिसका उपयोग आपतन कोणों और अपवर्तन के बीच संबंध का वर्णन करने के लिए किया जाता है।

$$\mu_1 \sin i = \mu_2 \sin r$$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\mu_2}{\mu_1}$$

*** क्रांतिक कोण (Critical Angle) :-** जब प्रकाश किरण सघन माध्यम से विरल माध्यम तक जाती है तो वह आपतन कोण जिस पर अपवर्तन कोण 90° हो जाता है। **क्रांतिक कोण** कहलाता है।

• स्नेल के नियम से –



$$\mu \times \sin c = 1 \times \sin 90^\circ$$

$$\mu \times \sin c = 1$$

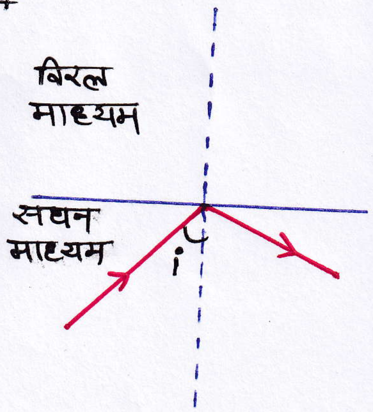
$$\sin c = \frac{1}{\mu}$$

$$\boxed{c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{\mu}\right)}$$

Material	Refractive Index	Critical angle
Diamond	2.4	24°
Water	1.33	49°
glass	1.5	42°

*** पूर्ण आंतरिक परावर्तन (Total Internal Reflection) :-** जब आपतन कोण क्रांतिक कोण से अधिक होता है तो प्रकाश अपवर्तन के बजाय पुनः सघन माध्यम में परावर्तित हो जाता है इस घटना को **पूर्ण आंतरिक परावर्तन** के रूप में जाना जाता है।

$$\boxed{\angle i > \angle c}$$

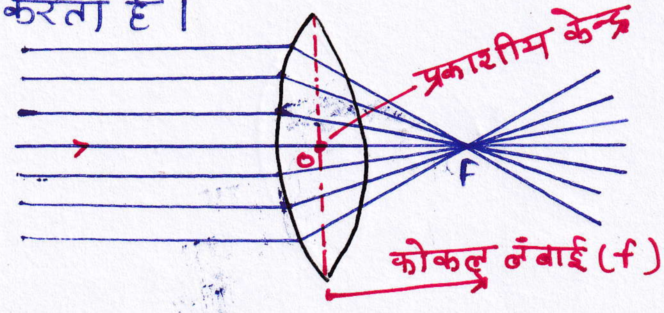


Ex :- हीरे का चमकना, मृगतृष्णा (मृगमरीचिका)
तारो का टिमटिमाना

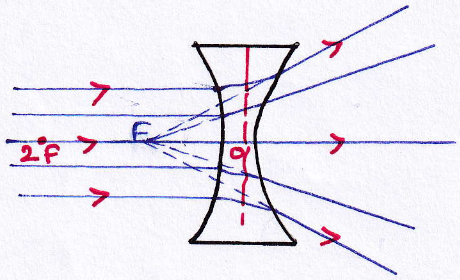
* लेंस से अपवर्तन (Refraction By Lens) :- लेंस दो प्रकार के होते है।

① उत्तल लेंस ② अवतल लेंस

(i) उत्तल लेंस (Convex) :- उत्तल लेंस बीच में मोटा तथा किनारों पर पतला होता है। यह प्रकाश किरण को एकत्रित करता है।

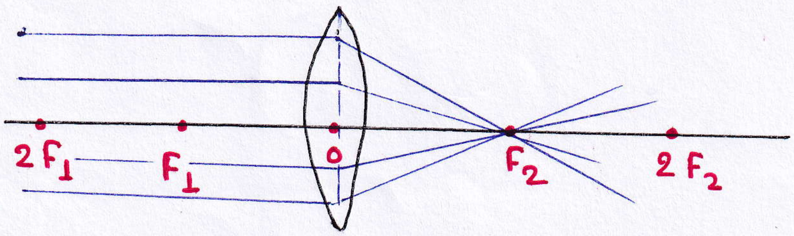


(ii) अवतल लेंस (Concave lens) :- अवतल लेंस बीच में पतला तथा किनारों पर मोटा होता है। और यह प्रकाश किरण को फैलाता है।

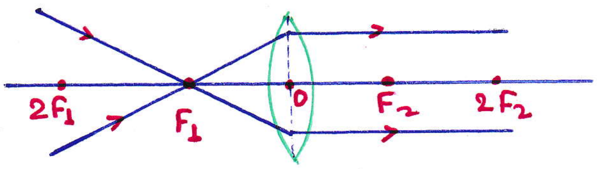


* उत्तल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब निर्माण (Rules of Image Formation By Convex lens :-

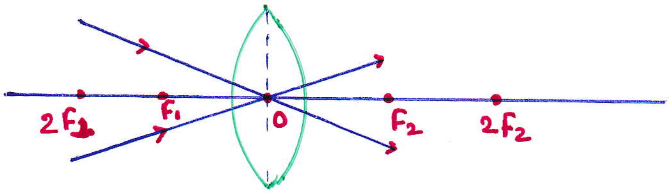
प्रकाश किरण मुख्य अक्ष के समान्तर यदि आपतित होती है तो अपवर्तन के बाद फोकस से होकर गुजरती है।



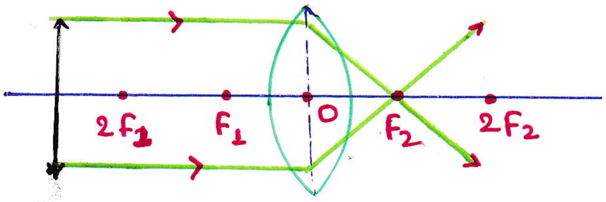
- मुख्य फोकस से गुजरने वाली आपतित किरण अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के बाद समान्तर हो जाती है।



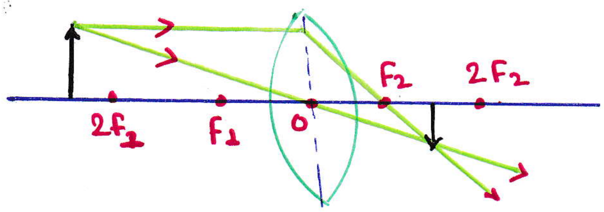
- प्रकाशीय केन्द्र से गुजरनेवाली आपतित किरण बिना विचलित हुऐ सीधे चल जाता है।



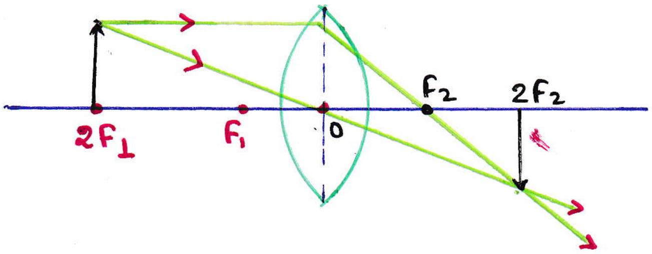
- जब वस्तु अनंत पर होती है तो प्रतिबिम्ब F_2 पर बनता है, यह अत्यधिक छोटा, वास्तविक और उल्टा होता है।



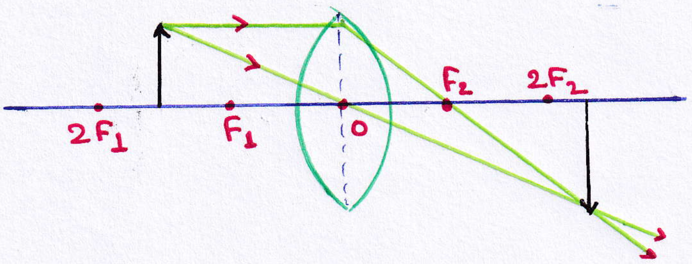
- जब वस्तु $2F_1$ और अनंत के बीच होती है तो प्रतिबिम्ब F_2 और $2F_2$ के बीच बनता है यह छोटा, वास्तविक और उल्टा है।



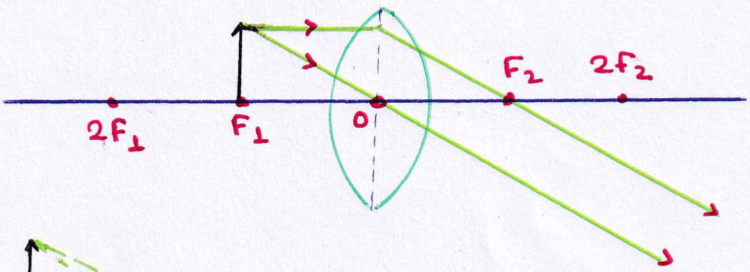
- जब वस्तु $2F_1$ पर होती है तो प्रतिबिम्ब $2F_2$ पर बनता है यह वस्तु के समान आकार का होता है, वास्तविक और उल्टा होता है।



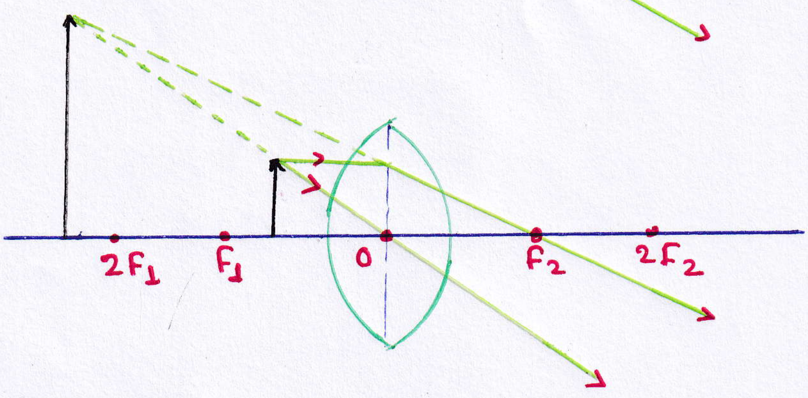
• जब वस्तु $2F_1$ और F_1 के बीच होती है तो प्रतिबिंब $2F_2$ और अनंत के बीच बनता है यह बड़ा वास्तविक और उल्टा होता है।



• जब वस्तु F_1 पर होती है, तो प्रतिबिम्ब का निर्माण अनंत पर होता है, यह अत्यधिक बड़ा, वास्तविक और उल्टा होता है।

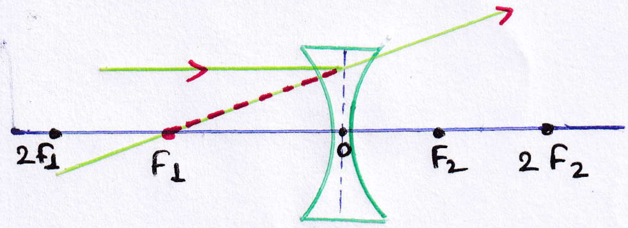


• जब वस्तु F_1 और O के बीच होती है, तो प्रतिबिम्ब का निर्माण लेंस के एक ही तरफ होता है यह बड़ा, आभासी और सीधा होता है।

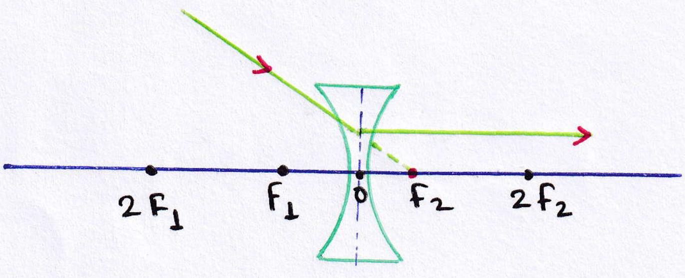


* अवतल लेंस द्वारा प्रतिबिम्ब का निर्माण :-
(Rules of Image Formation By Concave lens)

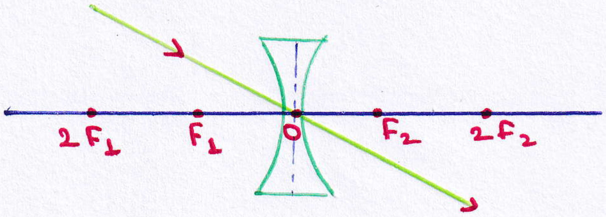
• प्रकाश की किरण जो मुख्य अक्ष के समान्तर आपतित हो रही है अपवर्तन के बाद फोकस से गुजरती हुई प्रतीत होती है।



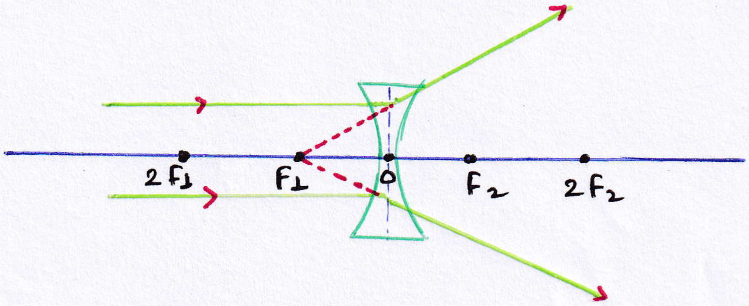
• फोकस के तरफ आती हुई प्रकाश किरण अपवर्तन के बाद मुख्य अक्ष के समान्तर हो जाती है।



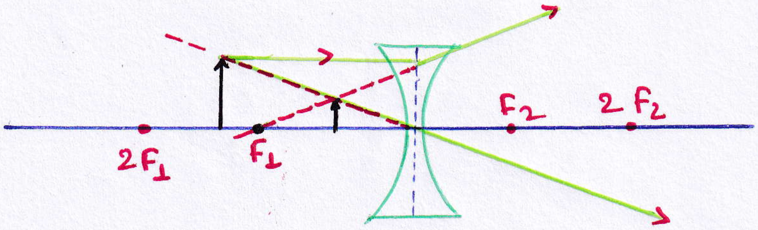
- प्रकाशीय केन्द्र से गुजरती हुई प्रकाश किरणों का विचलन नहीं होता है।



- जब वस्तु अनंत पर होती है तो प्रतिबिंब F_1 पर बनता है, यह अत्यधिक छोटा, आभासी एवं सीधा होता है।



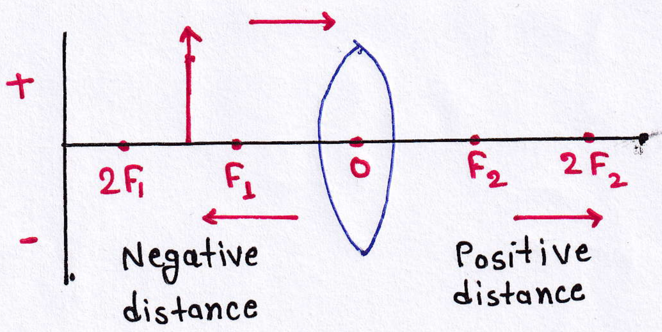
- जब वस्तु अनंत और O के बीच होती है, तो प्रतिबिम्ब F_1 और O के बीच बनता है लेंस के एक ही तरफ। यह छोटा, आभासी और सीधा होता है।

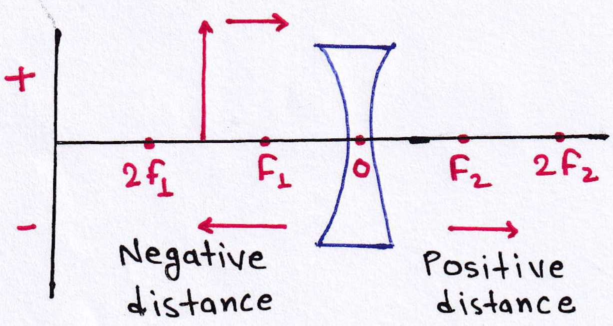


* Sign Convention for Spherical Lenses

- Sign conventions are like the one used for spherical mirrors, except that measurements are taken from optical center of the lence

  * Focal length of convex lens (उत्तल लेंस) = Positive (+)
  * Focal length of concave lens (अवतल लेंस) = Negative (−)





* गोलीय लेंस के लिए लेंस सूत्र (Lens Formula for Spherical lenses) :-

गोलाकार लेंस के लिए लेंस सूत्र वस्तु दूरी (u), प्रतिबिम्ब दूरी (v) और फोकस दूरी (f) के बीच का संबंध है।

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

Note- u का मान हमेशा ऋणात्मक होगा।

* लेंस की शक्ति (Power of a lens) :-

यह फोकस दूरी (मीटर में) का व्युत्क्रम होता है।

$$P = \frac{1}{f}$$

- लेंस की शक्ति का S.I. मात्रक डायोप्टर है।
- प्रकाश किरणों के अभिसरण या विचलन की क्षमता, शक्ति के संदर्भ में व्यक्त की जाती है।

* आवर्धन (Magnification) :-

किसी लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, किसी गोलीय दर्पण द्वारा उत्पन्न आवर्धन की ही भाँति प्रतिबिम्ब की ऊँचाई (H_I) तथा बिंब की ऊँचाई (H_o) के अनुपात में परिभाषित किया जाता है।

$$\text{आवर्धन} = \frac{\text{प्रतिबिम्ब की ऊँचाई}}{\text{बिंब की ऊँचाई}} \Rightarrow m = \frac{H_I}{H_o}$$

- लेंस द्वारा उत्पन्न आवर्धन, बिंब दूरी u तथा प्रतिबिम्ब दूरी v से संबंधित है। इस संबंध को व्यक्त करते है।

$$m = \frac{H_I}{H_o} = \frac{v}{u}$$

Q. 20 cm फोकल लंबाई का एक अवतल लेंस, लेंस से 15 cm दूरी पर प्रतिबिंब बनाता है। वस्तु की दूरी क्या है।

हल :- f = -20 cm, v = -15 cm, u = ?

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u} \Rightarrow -\frac{1}{20} = -\frac{1}{15} - \frac{1}{u} \Rightarrow \frac{1}{u} = \frac{1}{20} - \frac{1}{15}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{3-4}{60} \Rightarrow -\frac{1}{60}$$

u = -60 cm इस प्रकार बिंब की दूरी 60 cm है

u = 60 cm Ans

Q. 20 cm फोकल लंबाई के अवतल लेंस की शक्ति क्या है।

हल :- $f(m) = -20\,cm \Rightarrow \frac{20}{100}m \Rightarrow \frac{1}{5}m$

$$P = \frac{1}{f}$$

$$P = \frac{1}{1/5}$$

$$\boxed{P = -5D}$$ Ans

Note :- उत्तल लेंस की क्षमता धनात्मक तथा अवतल लेंस की क्षमता ऋणात्मक होती है।

Q. आवर्धक लेंस से AB वस्तु 9 cm की दूरी पर है और इसका प्रतिबिंब लेंस से 36 cm पर बनता है। लेंस का आवर्धन है।

हल :- $v = -36$, $u = -9$

$$m = \frac{v}{u}$$

$$m = \frac{-36}{-9}$$

$$\boxed{m = 4}$$

Q. फोकल लंबाई 12 cm का उत्तल लेंस -1 का आवर्धन उत्पन्न करता है वस्तु को कहाँ रखा जाना चाहिए।

हल :- $f = 12\,cm$, $m = -1$, $u = ?$

$$m = \frac{v}{u}$$

$$\boxed{-1 = \frac{v}{u}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{v} - \frac{1}{u}$$

u का दोनो तरफ गुणा करने पर

$$\frac{u}{f} = \frac{u}{v} - \frac{u}{u}$$

$$\frac{u}{12} = -1 - 1$$

$$u = -2 \times 12$$

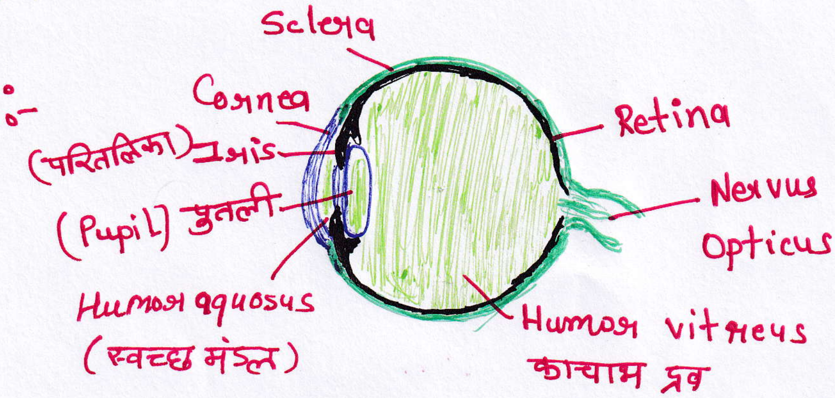
$$\boxed{u = -24\,cm}$$

मानव नेत्र
Human Eye

- आँखे : दृष्टि की भावना प्रदान करता है।
- नाक : गंध की अनुभुति प्रदान करता है।
- कान : सुनने की क्षमता प्रदान करता है।
- त्वचा : स्पर्श की अनुभुति प्रदान करता है।
- जीभ : स्वाद की अनुभुति प्रदान करता है।

* **Stereopsis** :- शब्द "स्टीरियोप्सिस" का तात्पर्य दो आंखो प्राप्त दृश्य जानकारी के आधार पर प्राप्त गहराई और त्रि-आयामी संरचना की धारणा से है।

* **मानव नेत्र** (Human Eye) :-



* मानव नेत्र के भाग (Parts of Human Eye)

* **कॉर्नियाँ** (Cornea) :- कॉर्निया आंख का पारदर्शी अग्र भाग है जो परितलिका पुतली और एंटिरीयर चेम्बर को कवर करता है। इसका मुख्य कार्य आंखो में प्रवेश करने वाले प्रकाश को अपवर्तित करना है। यह अधिकांश फोकसिंग फंक्शन और आखों की ऑप्टिकल शक्ति हेतु उत्तरदायी है।

- मनुष्यों में, कॉर्निया की अपवर्तक शक्ति लगभग 43 डायोप्टर होती है।
- जब किसी का "नेत्र प्रत्यारोपण" होता है तो उन्हे डोनर कॉर्निया प्रदान करता है।

*** लेंस (Lens) :-** नेत्र लेंस एक "द्विउत्तल लेंस" है। जो प्रोटीन से बने पारदर्शी, मुलायम और लचीले पदार्थ से बना होता है।

- मानव नेत्र लेंस वास्तविक तथा उल्टे प्रतिबिंब बनाते है।
- आकार बदलकर, यह आंख की लंबाई को बदलने का कार्य करता है ताकि यह विभिन्न दूरी पर वस्तुओं पर ध्यान केन्द्रित कर सके।

*** परितारिका और पुतली (Iris & Pupil) :-** आइरिस आंख में पतली, कुंडलाकार संरचना है। यह पुतली के व्यास और आकार को नियन्त्रित करने के लिए जिम्मेदार है।, इस प्रकार रेटिना तक पहुँचने वाले प्रकाश की मात्रा को नियन्त्रित करता है।

- आंखो का रंग परितारिका से तय होता है।
- पुतली एक तरह का ब्लैक होल है जो आंख के परितारिका के केन्द्र में स्थित होता है। जो प्रकाश को रेटिना तक पहुँचने देता है।
- सिलिअरी पेशी लेंस के आकार को बदल देती है जब आपकी आँखे किसी निकट की वस्तु पर ध्यान केन्द्रित करती है।

*** रेटिना (Retina) :-** यह आँख की प्रकाश संवेदनशील सतह है जिस पर छवि बनती है इसमें प्रकाश संवेदनशील छड़/रॉड और शंकु/कोन कोशिकाएँ पाई जाती है।

- शंकु कोशिका उजाले में देखने में मदद करती है।
- Rod/शलाका कोशिका अंधेरे में देखने में मदद करती है।

*** एक्वस और विट्रेस ह्यूमर :-** "एक्विअस ह्यूमर" एक तरल पदार्थ है जो कॉर्निया और लेंस के बीच होता है जो आंख को ठीक से काम करने में मदद करता है।

- "विट्रेस ह्यूमर" एक तरल पदार्थ है जो लेंस और रेटिना के बीच में होता है जो आंख को गीला रखता है।

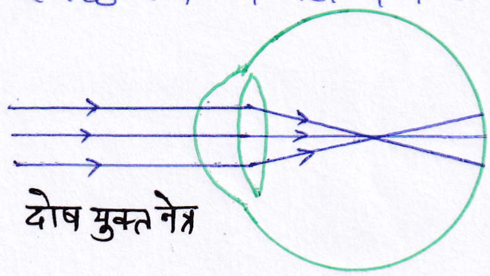
*** दृष्टि दोष और उनका सुधार (Defects of Vision And Their Correction) :-** दृष्टि के मुख्य रूप से तीन सामान्य अपवर्तक दोष है।

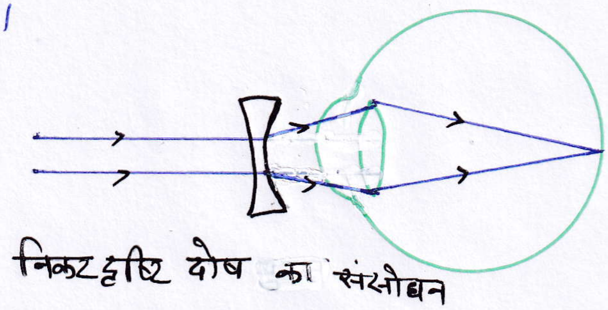
(i) मायोपिया / निकट दृष्टि दोष

(ii) हाइपरमेट्रोपिया / दूर दृष्टि दोष

(iii) प्रेसबायोपिया / जरा-दृष्टि दोष

*** निकट दृष्टिदोष (Myopia) :-** निकट दृष्टिदोष वाला व्यक्ति पास की वस्तुओं को स्पष्ठ देख सकता है लेकिन दूर की वस्तुओं को स्पष्ठ रूप से नहीं देख सकता।

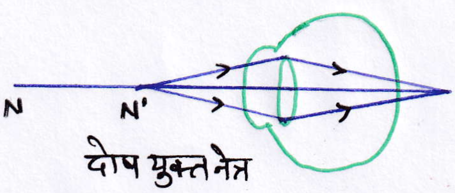


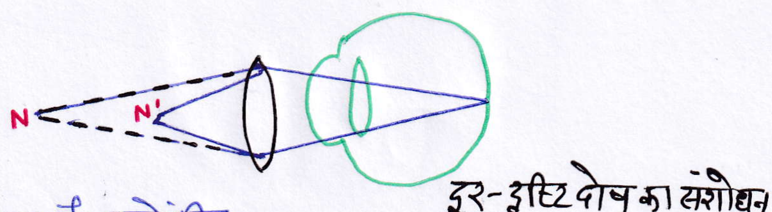


*** कारण :-** यह दोष निम्न कारणों से उत्पन्न हो सकता है।
(i) नेत्र लेंस की अत्याधिक वक्रता।
(ii) नेत्रगोलक के आकार में वृद्धि।

*** सुधार :-** इस दोष को किसी उपयुक्त क्षमता के **अवतल लेंस** के उपयोग द्वारा संशोधित किया जा सकता है।

*** दूर-दृष्टिदोष (Hypermetropia) :-** दूर-दृष्टि दोष वाला व्यक्ति दूर की वस्तुओं को स्पष्ठ रूप से देख सकता है लेकिन पास की वस्तुएँ को स्पष्ठ रूप से नहीं देख सकता है।





*** कारण :-** यह दोष उत्पन्न हो सकता है क्योंकि
(i) या तो नेत्र लेंस की फोकस दूरी बहुत बढ़ जाती है।
(ii) या नेत्रगोलक बहुत छोटा हो जाता है।

*** सुधार :-** उपयुक्त शक्ति के **उत्तल लेंस** का उपयोग करके इस दोष को ठीक किया जा सकता है।

*** जरा दृष्टिदोष (Presbyopia) :-** उन्हें सुधारात्मक चश्में के बिना आस-पास की वस्तुओं को आराम से और स्पष्ठ रूप से देखना मुश्किल लगता है इसे ही जरा-दृष्टि दोष कहते हैं।

*** कारण :-** यह सिलिअरी मांसपेशियों के धीरे-धीरे कमजोर होने और आंखो के लेंस के लचीलेपन में कमी के कारण उत्पन्न होता है।

★ **सुधार** :- कभी-कभी, एक व्यक्ति मायोपिया और हाइपरमेट्रोपिया दोनों से पीड़ित हो सकता है। ऐसे लोगों को अक्सर **बाइफोकल लेंस** की आवश्यकता होती है। सामान्य प्रकार के द्विफोकसी लेंसों में **अवतल तथा उत्तल** दोनों लेंस होते हैं। ऊपरी भाग अवतल लेंस होता है। निचला भाग उत्तल लेंस होता है।

* **ग्लूकोमा (Glaucoma)** :- ग्लूकोमा चक्षु-रोगों का एक समूह है जो आँख के पीछे की तंत्रिका को, जिसे ऑप्टिक तंत्रिका कहा जाता है, नुकसान पहुंचाकर दृष्टि क्षीणता और अंधेपन का कारण बन सकता है।

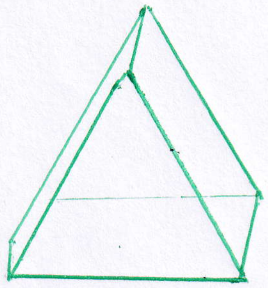
* **मोतियाबिंद (Cataract)** :- मोतियाबिंद आँख के लेंस में बनने वाला घना और धुंधला भाग है। यह तब शुरू होता है। जब आँख में प्रोटीन का निर्माण होता है। यह लेंस को रेटिना को स्पष्ट चित्र भेजने से रोकता है।

☆ **Eye Donation** :- मृत्यु के चार से छः घंटे के अन्दर आँखें निकाल लेनी चाहिए। तुरन्त नजदीकी नेत्र बैंक को सूचित करें।

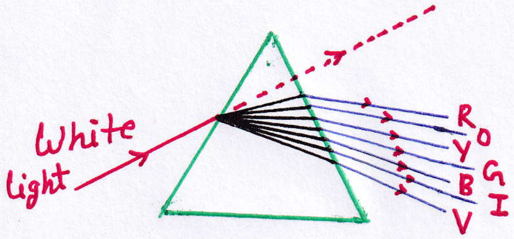
- नेत्रदान करने वाले किसी भी आयु वर्ग या लिंग के हो सकते हैं। जो लोग चश्मा पहनते हैं, या मोतियाबिंद का ऑपरेशन करवाते हैं, वे भी आंखें दान कर सकते हैं। जो लोग मधुमेह के रोगी हैं उच्च रक्तचाप से ग्रस्त हैं अस्थमा रोगी हैं और जिन्हें संचारी रोग नहीं हैं वे भी नेत्र दान कर सकते हैं।

प्रिज्म
Prism

- प्रिज्म प्रकाश के विश्लेषण और अपवर्तन के लिए उपयोगी सटीक कोणों के साथ कांच का एक टुकड़ा है।
- इसमें त्रिभुजाकार दो फलक होते है जिनमें अपवर्तक पृष्ठ होते है जो एक दूसरे के समानांतर होते है और तीन आयताकार पृष्ठ होते है

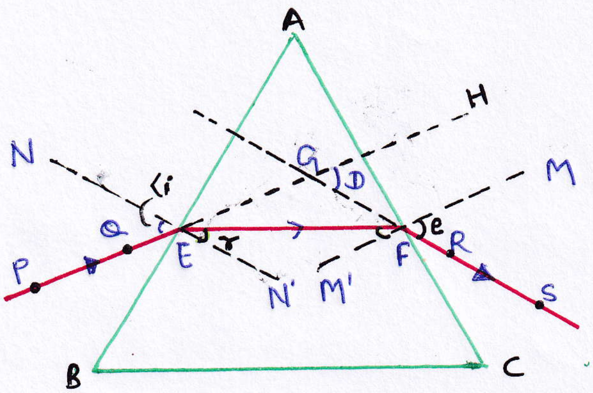


- एक प्रिज्म श्वेत प्रकाश को अपने घटक रंगों में अलग कर सकता है, जिसे **स्पेक्ट्रम** कहते है।
- जब सफेद प्रकाश को कांच के प्रिज्म से गुजारा जाता है तो वह अपने रंगो के स्पेक्ट्रम में विभाजित हो जाता है और सफेद प्रकाश के अपने घटक रंगो में विभाजित होने की प्रक्रिया को **वर्ण विक्षेपण** कहा जाता है।



- विचलन तंरगदैर्ध्य के व्युत्क्रमानुपाती होता है।
- **लाल रंग** की तंरगदैर्ध्य सबसे ज्यादा होती है इसलिए विचलन सबसे कम होता है **बैंगनी रंग** की तंरगदैर्ध्य सबसे कम तो विचलन अधिक होता है।

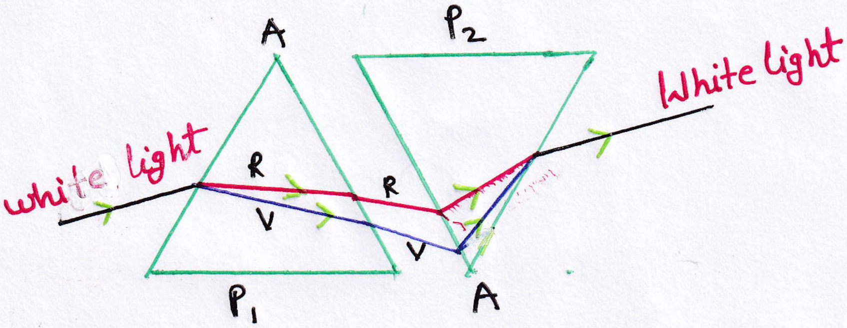
रंग	तंरगदैर्ध्य (nm)
Red (लाल)	620-750
Orange (नारंगी)	590-620
Yellow (पीला	570-590
Green (हरा)	495-570
Blue (नीला)	450-495
Indigo (जामुनी)	425-450
Violet (बैंगनी)	380-425



PE - आपतित किरण
EF - अपवर्तित किरण
FS - निर्गत किरण
∠A - प्रिज्म कोण

∠i - आपतन कोण
∠r - अपवर्तण कोण
∠e - निर्गत कोण
∠D - विचलन कोण

* श्वेत प्रकाश के स्पेक्ट्रम का पुनर्योजन :-



* प्रकाश का प्रकीर्णन :-

किसी संचरण माध्यम, जिसमें अन्य पदार्थ के कण भी उपस्थिति हो तो इन कणों से टकराकर प्रकाश सभी दिशाओं में फैल जाता है। यह घटना **प्रकाश का प्रकीर्णन** कहलाती है।

- प्रकाश का प्रकीर्णन तरंगदैर्ध्य पर निर्भर करता है

Ex:- आकाश का रंग नीला दिखाई देना।

- समुद्र के जल का नीला रंग दिखाई देना।
- सुर्योदय और सुर्यास्त के समय सुर्य का लाल दिखाई पड़ना।
- खतरे के संकेतो का लाल रंग। क्योंकि इसका विचलन कम होता है।

*** प्रकाश का विवर्तन (Diffraction of light) :-** प्रकाश तंरगो के संचरण मार्ग में प्रकाश के तंरगदैर्घ्य की कोटि का अवरोध आने पर प्रकाश तंरगे अवरोध के किनारों से मुड़कर आगे संचरण करती है। इसे **प्रकाश का विवर्तन** कहते है।

Ex:- किसी अपारदर्शी वस्तु द्वारा बनने वाली छाया अपने किनारों पर बहुत स्पष्ट नही होती।

- दरवाजे के छिद्र से आने वाले प्रकाश का फैलना।

*** प्रकाश का व्यतिकरण (Interference of light) :-** कुछ स्थानों पर प्रकाश की तीव्रता अधिकतम, कुछ स्थानों पर न्यूनतम अथवा शून्य होती है। अतः जब समान आवृत्ति की दो प्रकाश तंरगे किसी माध्यम में एक ही दिशा में गमन करती है तो उनके अध्यारोपण के फलस्वरूप प्रकाश की तीव्रता में परिवर्तन हो जाता है इस घटना को **प्रकाश का व्यतिकरण** कहते है।

Ex:- साबुन के बुलबुलो का रंगीन दिखाई पड़ना।

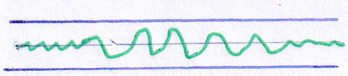
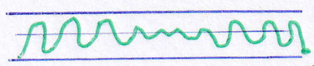
- जल की सतह पर फैले तेल की परत का रंगीन दिखाई पड़ना।
- सीडी का रंगीन दिखाई देना।

*** वायुमण्डलीय अपवर्तन :-** वायुमण्डलीय अपवर्तन के कारण सूर्य हमें वास्तविक सूर्योदय से लगभग 2 मिनट पूर्व दिखाई देने लगता है। तथा वास्तविक सूर्यास्त के लगभग 2 मिनट पश्चात तक दिखाई देता है।

ध्वनि
Sound

- ध्वनि ऊर्जा का ही एक रूप है, ध्वनि हमेशा कंपन्न से उत्पन्न होती है।
- बिना कंपन्न के ध्वनि उत्पन्न नही हो सकती।

*** ध्वनि की उत्पत्ति (Production of sound) :-** कंपन (Vibration) :- वस्तु के आगे और पीछे होने की गति को कंपन कहते है।

*** ध्वनि का संचरण (Propagation of sound) :-** ध्वनि का एक स्थान से दुसरे स्थान तक पहुंचना ध्वनि का संचरण कहलाता है।

- जैसे ही कण कंपन्न करते है, वे आस-पास के कणों को स्थानांतरित करते है और ध्वनि को माध्यम में आगे प्रसारित करते है।

→ ध्वनि का प्रसार माध्यम के कणों के कारण होता है।

- ध्वनि एक **तंरग** के रूप में प्रसारित होती है।

तंरगे (waves)

विधुत चुम्बकीय तंरग (Electromegnetic wave)

- इन्हें प्रसार के लिए माध्यम की आवश्यकता नही होती है।

Ex:- light

यांत्रिक तंरग (Mechanical wave)

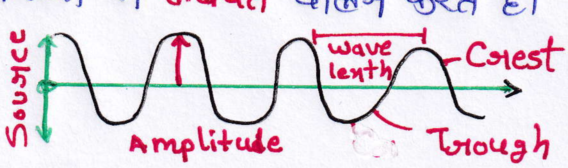
- प्रसार के लिए माध्यम की आवश्यकता होती है।

Ex:- Sonud

यांत्रिक तंरगे (Mechanical wave)

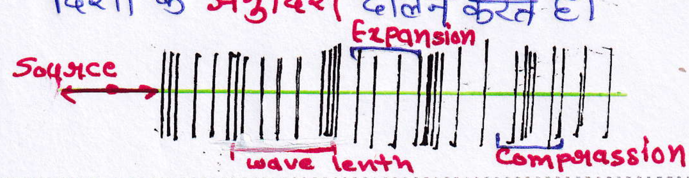
अनुप्रस्थ तंरग (Transverse wave)

- माध्यम के कण तंरग संचरण की दिशा में **लंबवत** दोलन करते है।



अनुदैर्ध्य तंरग (Longitudinal wave)

- माध्यम के कण तंरग संचरण की दिशा के **अनुदिश** दोलन करते है।



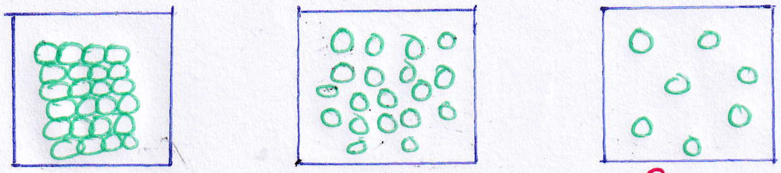
* **ध्वनि तंरगों का संचरण (Propagation of Sound waves) :-** ध्वनि के संचरण के दौरान माध्यम के कणों के बीच दो क्षेत्र बनते है।

संपीडन (Compression) :- उच्च घनत्व, उच्च दाब

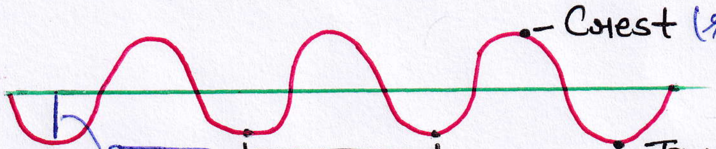
विरलन (Rarefaction) :- कम घनत्व, कम दाब

→ ठोस > तरल > गैस

• माध्यम के कण जितने सघन होगे, उतनी ही तेजी से ऊर्जा का स्थानानंतरण होगा।



* **ध्वनि की विशेषताएँ (Characteristics of Sound) :-** ध्वनि, सभी तंरगों की तरह, एक निश्चित गति से यात्रा करती है और इसमें आवृत्ति और तंरगदैर्घ्य के गुण होते है।



• इस प्रकार, ध्वनि तंरगे आयाम/प्रबलता और तंरगदैर्घ्य को दिखाती है।

* **वेग और तंरगदैर्घ्य (Velocity & Wavelength) :-** दो क्रमागत शिखाओं या दो क्रमागत कुंडो के बीच की दूरी × SI = m

• तंरग वेग = प्रति ईकाई समय में तंरग द्वारा तय की गई दूरी

• चाल = दूरी/समय $v_\omega = f\lambda$

• f और λ के बीच संबंध व्युत्क्रमानुपाती या प्रतिलोम होता है: आवृत्ति जितनी अधिक होगी, ध्वनि तंरग दैर्घ्य उतना ही कम होगा।

• **तंरगदैर्घ्य :-** दो क्रमिक शिखरो के बीच की दूरी या दो क्रमिक गर्तो के बीच की दूरी को तंरगदैर्घ्य कहते है।

* **आवृत्ति (Frequency) :-** प्रति सेकण्ड गिने जाने वाले कंपनो की संख्या आवृत्ति कहलाती है।

- आवृत्ति की ईकाईयों को हर्ट्ज़ (Hz) कहा जाता है।
- सामान्य सुनने वाले मनुष्य 20 Hz – 20000 Hz के बीच की ध्वनियाँ सुन सकते हैं।
- आवृति ∝ 1/समय अवधि
- यदि एक कण 20 सैकण्ड के लिए दोलन कर रहा है तो आवृत्ति = 1/20 होगी

* **विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल :-**
(Speed of sound in verious media

Medium	V_ω (m/s)
Air at 0°c	331
Air at 22°c	344
Air at 25°c	346

* **विभिन्न माध्यमों में ध्वनि की चाल 25°C पर →**

State	Substance	Speed in m/s
Solids (ठोस)	Aluminium	6420
	Nickel	6040
	Steel	5960
	Iron	5950
	Brass	4700
	Glass (Flint)	3980
Liquids (तरल)	Water (Sea)	1531
	Water (distilled)	1498
	Ethanol	1207
	Methanol	1103
Gases (गैस)	Hydrogen	1284
	Helium	965
	Air	346
	Oxygen	316
	Sulpher dioxide	213

*** तारात्व (Pitch) :-** पिच वह गुण है जो संगीत की धुनों के संदर्भ में ध्वनियों को "उच्च" और "निम्न" रूप से आंकना संभव बनाता है।

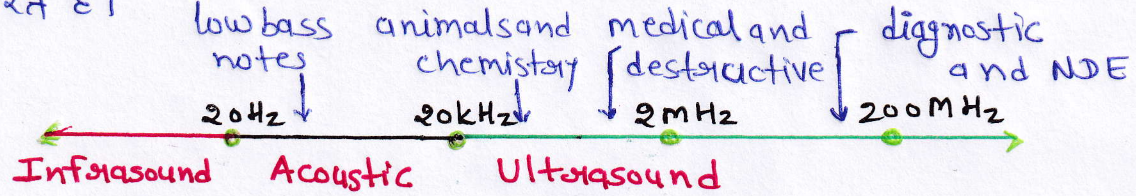
- मस्तिष्क किसी उत्सर्जित ध्वनि की आवृत्ति कैसे समझता है इसे उसकी पिच कहा जाता है। पिच वह गुण है जो संगीत की धुनो के संदर्भ में ध्वनियों को "उच्च" और "निम्न" रूप में आंकना संभव बनाता है।

*** आवृत्ति (Frequency) :-** • जब एक तरंग की आवृत्ति अधिक होती है = तो उच्च तारात्व वाली ध्वनि

- जब एक तरंग की आवृत्ति कम होती है = कम तारात्व वाली ध्वनि

*** अल्ट्रासाउंड (Ultrasound) :-** अल्ट्रासाउंड ध्वनि तरंग है जिनकी आवृत्ति मानव श्रवण की उपरी श्रव्य सीमा से अधिक होती है।

- अल्ट्रासाउंड डिवाइस 20 kHz → कई गीगाहर्ट्स तक की आवृत्तियों के साथ काम करते है।



Species	Approximate Range (Hz)	Species	Approximate Range (Hz)
मानव	20 - 20000	बैलीन व्हेल	10 - 31000
कुत्ता	25000	हाथी	15 - 12000
गैंडा	5	उल्लू	200 - 12000
चुहा	200 - 76000	पतंग (moth)	1 kHz - 240 kHz
चमगादड़	2000 - 110000	5 year children	25000

- इसकी बहुत अधिक आवृत्ति के कारण अल्ट्रासाउंड में सामान्य ध्वनि की तुलना में बहुत अधिक भेदक शक्ति होती है।
- इसका उपयोग समुद्र के नीचे की वस्तुओं और मानव शरीर के अंदर के अंगो का पता लगाने के लिए किया जाता है।

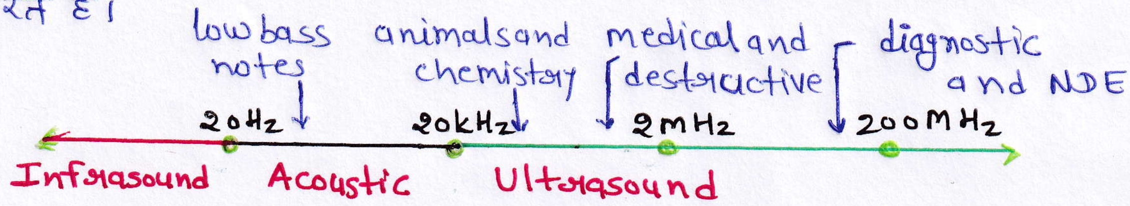
*** तारात्व (Pitch) :-** पिच वह गुण है जो संगीत की धुनों के संदर्भ में ध्वनियों को "उच्च" और "निम्न" रूप से आंकना संभव बनाता है।

- मस्तिष्क किसी उत्सर्जित ध्वनि की आवृत्ति कैसे समझता है इसे उसकी पिच कहा जाता है। पिच वह गुण है जो संगीत की धुनो के संदर्भ में ध्वनियों को "उच्च" और "निम्न" रूप में आंकना संभव बनाता है।

*** आवृत्ति (Frequency) :-**
- जब एक तरंग की आवृत्ति अधिक होती है = तो उच्च तारात्व वाली ध्वनि
- जब एक तरंग की आवृत्ति कम होती है = कम तारात्व वाली ध्वनि

*** अल्ट्रासाउंड (Ultrasound) :-** अल्ट्रासाउंड ध्वनि तरंग है जिनकी आवृत्ति मानव श्रवण की उपरी श्रव्य सीमा से अधिक होती है।

- अल्ट्रासाउंड डिवाइस 20 kHz → कई गीगाहर्ट्स तक की आवृत्तियों के साथ काम करते है।



Species	Approximate Range (Hz)	Species	Approximate Range (Hz)
मानव	20 – 20000	बैलीन व्हेल	10 – 31000
कुत्ता	25000	हाथी	15 – 12000
गैंडा	5	उल्लू	200 – 12000
चूहा	200 – 76000	पतंग (moth)	1 kHz – 240 kHz
चमगादड़	2000 – 110000	5 year children	25000

- इसकी बहुत अधिक आवृत्ति के कारण अल्ट्रासाउंड में सामान्य ध्वनि की तुलना में बहुत अधिक भेदक शक्ति होती है।
- इसका उपयोग समुद्र के नीचे की वस्तुओं और मानव शरीर के अंदर के अंगो का पता लगाने के लिए किया जाता है।

* **अनुप्रयोग (Applications) :-** आंतरिक दरारें (या छिद्र, आदि) अल्ट्रासाउंड को आर-पार गुजरने नहीं देती बल्कि तरंगों को वापस परावर्तित करती है।

- डायग्नोस्टिक अल्ट्रासाउंड, जिसे **सोनोग्राफी** भी कहा जाता है, एक इमेजिंग विधि है जो शरीर के भीतर संरचनाओं की छवियों का उत्पादन करने के लिए ध्वनि तरंगों का उपयोग करती है।

* **जानवर और इन्फ्रासाउंड (Animals & Infrasound) :-** जानवर भूकम्प से होने वाली इन्फ्रासोनिक भूकंपीय ध्वनि तरंगों का पता लगाने में सक्षम होते हैं और इसलिए कुछ जानवर भूकंप से पहले परेशान हो जाते हैं और एक अलग तरीके से व्यवहार करना शुरू कर देते हैं।

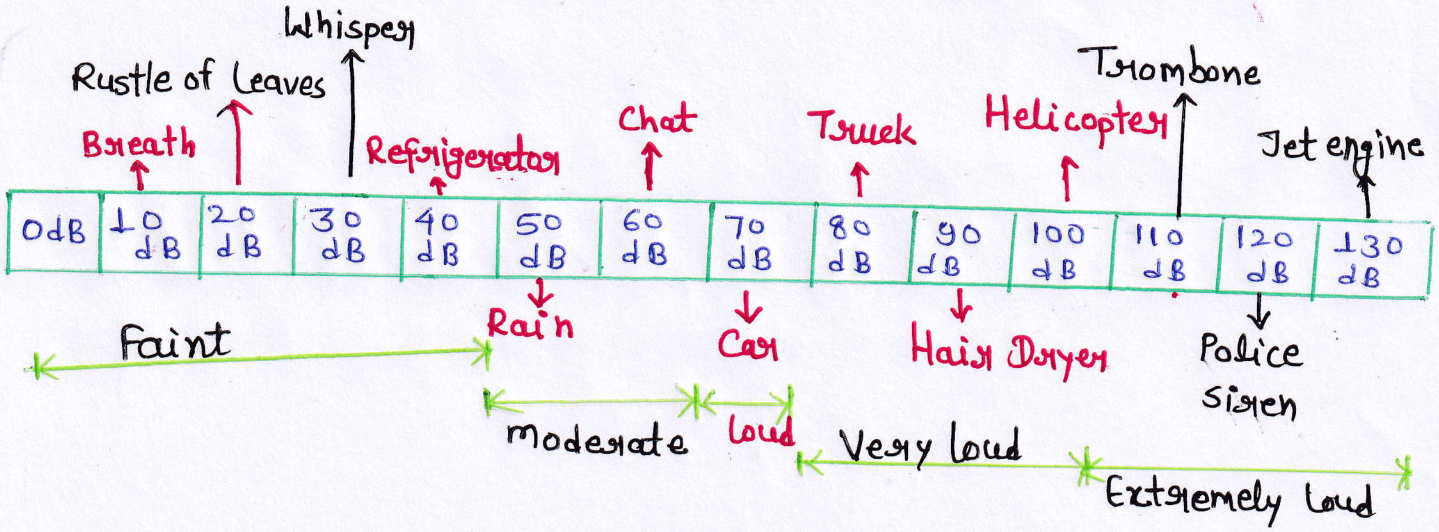
* **आयाम (Amplitude) :-** तरंग का आयाम माध्य स्थिति से शृंग या गर्त की दूरी है। इसे मीटर (m) में मापा जाता है।

* **प्रबलता (Loudness) :-** प्रति सेकण्ड कान तक पहुँचने वाली ध्वनि ऊर्जा के माप को प्रबलता कहते हैं।

- प्रबलता $\propto$ (आयाम)^2
- इसे डेसीबल (dB) में मापा जाता है 80dB से ऊपर की आवाजें शारीरिक रूप से दर्दनाक (शोर) हो जाती है।

* **ध्वनि तीव्रता स्तर और तीव्रता (Sound Intensity levels and Intensities) :-**

140 dB → Rocket Launch



Area/Zone	Category of area /Zone	Limits in dB(A) Leq. Day time (from 6 am to 10 pm)	Limits in dB(A) Leq Night Time (from 10 pm to 6 am)
(A)	Industrial Area	75	70
(B)	Commercial Area	65	55
(C)	Residential Area	55	45
(D)	Silence Zone	50	40

*** विभिन्न कारको पर ध्वनि की चाल पर प्रभाव (Effect of Verious Factors on Speed of sound :-**

1) तापमान
2) घनत्व
3) आर्द्रता

- किसी माध्यम का **तापमान** बढ़ेगा तो ध्वनि की चाल भी बढ़ेगी।
- किसी माध्यम में **घनत्व** ज्यादा होगा तो **ध्वनि की चाल** कम होगी।
- किसी माध्यम में **आर्द्रता** ज्यादा होगी तो **ध्वनि की चाल** बढ़ेगी।

*** ध्वनि का परावर्तन (Reflection of sound) :-** जब ध्वनि किसी कठोर सतह से टकराती है तो उसका वापस लौटना ध्वनि का परावर्तन कहलाता है।

- ध्वनि के परावर्तन का नियम प्रकाश के परावर्तन के नियम के समान है।

*** प्रतिध्वनि (Echo) :-** हम जो कुछ भी बोलते है वह हमारे दिमाग में 0.1 सेकण्ड तक बना रहता है।

- Note:- लेकिन हम ध्वनि की गुंज तब तक नही सुन सकते जब तक कि वह परावर्तित न हो।
- ध्वनि तरंगो के परावर्तन के कारण होने वाली ध्वनि की पुनरावृत्ति प्रतिध्वनि कहलाती है।
- एक प्रतिध्वनि सुनने के लिए न्यूनतम समय अंतराल 0.1 सेकंड होना चाहिए।
- प्रतिध्वनि के लिए सूत्र $s = 2D/t$

✓ स्त्रोत और परावर्तक सतह के बीच दूरी = D
✓ समय अंतराल = t
✓ चाल = S

• एक प्रतिध्वनि के लिए लिया गया समय स्त्रोत और परावर्तक सतह के बीच की दूरी पर निर्भर करता है।

Q. एक प्रतिध्वनि उत्पन्न करने के लिए आवश्यक न्यूनतम दूरी की गणना करें?

हल:- $t = 0.1s$, $s = 344 m/s$

$$s = 2D/t$$

$$D = s \times t/2$$

$$D = \frac{344 \times 0.1}{2}$$

$$\boxed{D = 17.2m}$$

• किसी प्रतिध्वनि को सुनने के लिए आवश्यक न्यूनतम दूरी 17.2 m है।

★ **अनुप्रयोग (Application) :-** • Loudspeaker
• Stethoscope → amplify small sounds.

• **Ceiling of Cocert Hall** → कॉन्सर्ट हॉल में छत को घुमावदार बनाया जाता है ताकि घुमावदार सतह से परावर्तन के बाद ध्वनि हॉल के सभी कोनो तक समान रूप से पहुँचे।

• **Measuring Depth of Ocean By Echo** :→ विशिष्ट उपकरण ध्वनि तंरगो को समुद्र के तल तक भेजता है और मापता है कि एक प्रतिध्वनि को वापस आने में कितना समय लगता है।

★ **गुंज/अनुरणन (Reverberation) :-** गूंज बार-बार परावर्तन के कारण ध्वनि की दृढ़ता है।

• Echo - Hello! - - - Hello! - - - - Hello!
• Reverberation - Hellooooooooooo o...

★ **डॉपलर प्रभाव (Doppler Effect) :-** डॉप्लर प्रभाव या डॉप्लर शिफ्ट एक पर्यवेक्षक के संबंध में एक तंरग की आवृत्ति मे परिवर्तन है जो तंरग स्त्रोत के सापेक्ष गतिमान है।

Ex:- सायरन बजाते हुए आपके पास से गुजरने वाली एम्बुलेंस डॉपलर प्रभाव का एक सामान्य प्रदर्शन है।

Speed of Sound (a) = Wavelength (I) × Frequency (f)

Long Wavelength ~ Low Frequency | Short wavelength ~ High Frequency

Leaving - $F_I = f \frac{a}{a+v}$	Approaching - $F_a = f \frac{a}{a-v}$
Lower pitch - $F_I < f$	Higher Pitch - $F_a > f$

* **ध्वनि तरंगो का संचरण** :- कंपन के माध्यम से ध्वनि का प्रसार होता है।
  - कणों के बीच ऊर्जा स्थानांतरण के दौरान कुछ मात्रा में ऊर्जा का ह्रास होता है।

* **ध्वनि का रज्जु आकार** :-
(Size of Vocal Cords)

छोटा (Small) 14-15 mm
- ध्वनि की पिच ज्यादा
↓
आवाज पतली
↓
महिलाओं में

बड़ा (Large) 20 mm
- ध्वनि की पिच कम
↓
आवाज भारी
↓
पुरुषों में

* **अपश्रव्य ध्वनि**
  - 20 Hz से कम

  Ex:- Cod, भूकंप, Volcanoes, Whales, elephants, Octopuses, pigeons

* **श्रव्य ध्वनि**
  - 20 Hz - 20000 Hz

  Ex:- Human, Animals

* **पराश्रव्य ध्वनि**
  - 20000 Hz से अधिक

  Ex:- SONAR, Bats, डॉल्फिन, frogs, dogs

विद्युत और चुम्बकत्व
Electricity & Magnetism

* विद्युत आवेश और धारा (Electric Charge and Current) :-

आवेश पदार्थ का मौलिक गुण है।

- आवेश दो तरह के होते हैं- धनावेश, ऋणावेश
- किसी पिण्ड को ऋणात्मक आवेशित कहा जाता है, यदि वह इलेक्ट्रॉन प्राप्त करता है।
- किसी पिण्ड को धनावेशित कहा जाता है, यदि वह इलेक्ट्रॉनों को खो देता है।
- विद्युत आवेश को निरूपित किया जाता है e या q_e प्रतीक द्वारा।
- विद्युत आवेश की S.I. इकाई **कूलम्ब** (C) है।
- यह एक **अदिश** राशि है।
- धातु परमाणुओं के बाहरी कोश से मुक्त e^- = **धातु आयन**

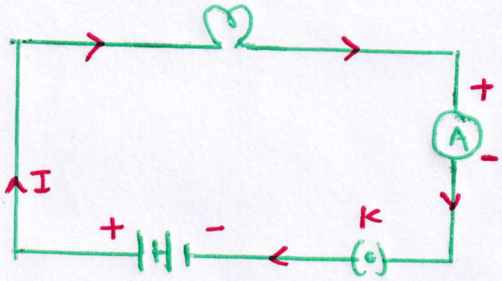
* विद्युत धारा (Electric current) :-

विद्युत आवेश के प्रवाह की दर को **विद्युत धारा** कहते हैं।

- विद्युत धारा का S.I. मात्रक = **एम्पीयर (A)** है।
- $I = \frac{Q}{t}$ एक कूलाम प्रति सेकेण्ड की दर से प्रवाहित विद्युत आवेश को एक एम्पीयर धारा कहेंगे

* विद्युत धारा की दिशा (Direction of electric current) :-

विद्युत परिपथ में विद्युत धारा सेल के धनात्मक टर्मिनल से ऋणात्मक टर्मिनल की ओर प्रवाहित होती है।



- विद्युत धारा की दिशा को इलेक्ट्रॉनों के प्रवाह की दिशा (ऋणात्मक आवेश) के विपरीत लिया जाता है।

* विद्युत विभव (वोल्टेज) (Electric Potential (Voltage)) :-

किसी इकाई धनावेश को अनन्त से किसी बिन्दु तक लाने में जितना कार्य करना पड़ता है उसे उस बिन्दु का **विद्युत विभव** कहते हैं।

- आवेश 'q' के चारो ओर किसी भी बिंदु पर विद्युत विभव इस सूत्र द्वारा दिया जाता है।

$$V = K \times \frac{q}{r}$$

- V = विद्युत स्थितिज ऊर्जा
- q = बिन्दु आवेश
- r = आवेश के चारों ओर किसी बिन्दु से बिंदु आवेश के बीच की दूरी।
- K = कूलम्ब स्थिरांक, K = 9.0 × 10 9 N
- विभव का S.I. मात्रक **वोल्ट या जूल प्रति कूलम्ब (V)** है।
- विद्युत विभव को प्रति ईकाई आवेश पर किए गए कार्य के रूप में भी परिभाषित किया जाता है।
- विद्युत विभव = $\frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{आवेश}}$, $V = \frac{W}{q}$ or $\frac{E}{q}$

*** विद्युत विभवांतर (Electric difference) :-** विद्युत विभवांतर दो भिन्न बिन्दुओं पर विभवों का अंतर है।

- बिन्दु A पर विभव, बिंदु B पर विद्युत विभव
- किसी आवेश को B से A तक लाने के लिए आवश्यक विभव होगा।

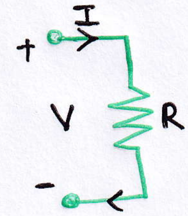
$$V = V_A - V_B$$

*** अमीटर (Ammeter) :-** प्रत्यक्ष या प्रत्यावर्ती विद्युत धारा को एम्पीयर में मापता है।

*** वोल्टमीटर (Voltameter) :-** विद्युत परिपथ में दो बिन्दुओं के बीच विद्युत विभवांतर को मापता है। इसे समनान्तर में जोड़ा जाता है।

*** ओम का नियम (Ohm's low) :-** ओम के नियम के अनुसार यदि ताप आदि भौतिक अवस्थायें नियत रखी जाए तो किसी प्रतिरोधक (या, अन्य ओमीय युक्ति) के सिरों के बीच उत्पन्न विभवान्तर उससे प्रवाहित धारा के समानुपाती होता है।

$$V \propto I \text{ या } I = \frac{V}{R} \text{ या } V = IR \text{ या } R = \frac{V}{I}$$



V = Voltage (V)

I = Current (A)

R = Risistance (प्रतिरोध) (Ω)

* विद्युतीय प्रतिरोध (Electrical Resistance) :- यदि किसी चालक का वह गुण है जिसके कारण वह उसमें से विद्युत धारा (आवेश) के प्रवाह का विरोध / प्रतिरोध करता है।

- इसका S.I. मात्रक **ओम (Ω)** है
- किसी चालक का प्रतिरोध $R = V/I$ द्वारा प्रदर्शित किया जाता है

→ वह कारक जिन पर प्रतिरोध निर्भर करता है -

- किसी चालक का प्रतिरोध, चालक की लंबाई, उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल तथा उसके पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर करता है। किसी धातु के एकसमान चालक का प्रतिरोध उसकी लंबाई (l) के अनुक्रमानुपाती तथा उसकी अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल (A) के व्युत्क्रमानुपाती होता है

$$R \propto l$$
$$R \propto \frac{1}{A}$$
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

, ρ = आनुपातिकता स्थिरांक (रो) = ρ

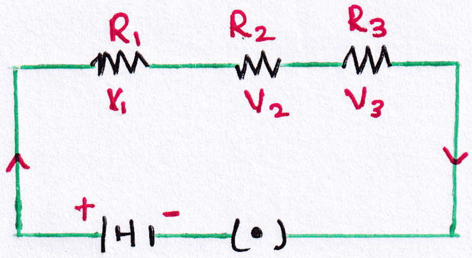
* प्रतिरोधकता (Resistivity) :- किसी पदार्थ का वैद्युत प्रतिरोधकता से उस पदार्थ द्वारा विद्युत धारा के प्रवाह का विरोध करने की क्षमता का पता चलता है।

- इसका S.I. मात्रक **ओम मीटर** है। $kg \cdot m^3 \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$ $[ML^3T^{-3}I^{-2}]$
- किसी पदार्थ की प्रतिरोधकता उसकी लंबाई या मोटाई पर निर्भर नहीं करती बल्कि पदार्थ की प्रकृति और तापमान पर निर्भर करती है।
- $\rho = R \frac{A}{l}$
- कांच, रबर, एबोनाइट आदि जैसे इन्सुलेटर में बहुत अधिक प्रतिरोधकता होती है, जबकि कंडक्टरो की प्रतिरोधकता बहुत कम होती है।

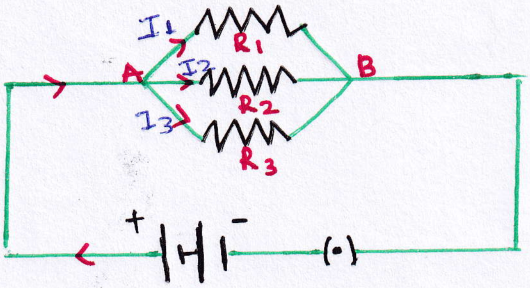
→ सीरीज कॉम्बिनेशन का नुकसान - (Disadvantages of Series Combination) :- इस संयोजन में, यदि कोई घटक काम करने में विफल रहता है, तो सर्किट टूट जाएगा और कोई भी घटक काम नहीं करेगा।

* प्रतिरोध का संयोजन :- तारों को जोड़ने की प्रक्रिया को संयोजन कहते है ये दो प्रकार के होते है।

(1) श्रेणी क्रम संयोजन



(2) समान्तर क्रम संयोजन



- श्रेणीक्रम संयोजन में प्रत्येक प्रतिरोध पर धारा का मान समान व विभवान्तर का मान अलग-अलग होता है

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \cdots R_n$$

- समान्तर क्रम संयोजन में प्रत्येक प्रतिरोध पर धारा का मान अलग अलग व विभवांतर का मान समान होता है।

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \cdots \frac{1}{R_n}$$

- श्रेणीक्रम में तुल्य प्रतिरोध का मान हमेशा परिपथ में लगे उच्चतम प्रतिरोध से अधिक प्राप्त होता है।

* एक चालक में उत्पन्न ऊष्मा की गणना (Calculation of Heat Generated in a Conductor :- यह मानते हुए कि किये गये सभी विद्युत कार्य या खपत की गई विद्युत ऊर्जा को ऊष्मा ऊर्जा में परिवर्तित कर दिया जाता है।

- उत्पादित ऊष्मा की गणना इस सूत्र द्वारा की जाती है। $H = I^2 \times R \times t$
- इस प्रकार इसे जूल के तापन नियम के रूप में जाना जाता है।

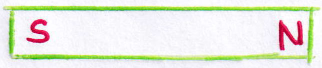
* विद्युत शक्ति (Electric Power) :- किसी विद्युत परिपथ में जिस दर से विद्युत ऊर्जा स्थान्तरित होती है उसे विद्युत शक्ति कहते है।

- इसका S.I. मात्रक वाट (W), या जूल/सेकण्ड है।
- $P = \frac{W}{t}$

* **बिजली की खपत :-**

1 kw × 1 hr = 1 unit
1 kw × 2 hr = 2 unit
2 kw × 1 hr = 2 unit
2 kw × 2 hr = 4 unit
5 kw × 8 hr = 40 unit

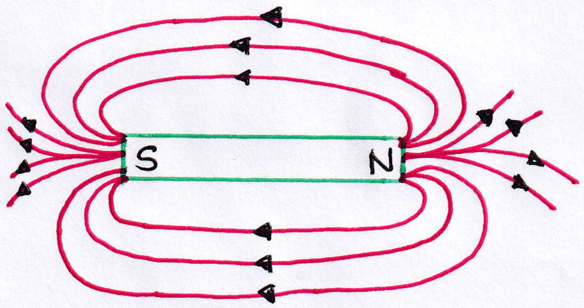
* **चुम्बकीय क्षेत्र (Magnetic Field) :-** चुम्बक के चारो ओर का वह स्थान जिसमें चुम्बक द्वारा उत्पन्न आकर्षण और प्रतिकर्षण बल का अनुभव हो, चुम्बकीय क्षेत्र कहलाता है।



- इसका S.I. मात्रक 'टेस्ला' = 1 N/Am या वेबर/वर्ग मीटर है गॉस चुम्बकीय क्षेत्र की सबसे छोटी (1 टेस्ला = 10^{-4} गॉस) माप है।
- यह एक **सदिश** राशि है क्योंकि इसमें परिमाप व दिशा दोनो है।

* **ओर्स्टेड का प्रयोग (Oersted experiment) :-** 1820 में एक डेनिश भौतिक विज्ञानी, हैंस क्रिश्चियन ओर्स्टेड ने पाया कि बिजली और चुंबकत्व के बीच एक संबंध था।
- ओर्स्टेड ने बताया कि जिस प्रकार चुंबक के चारो ओर चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है, ठीक उसी प्रकार से किसी चालक में विद्युत धारा प्रवाहित हो रही हो तो उसके चारो ओर भी चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है।

→ **Magnetic field lines** → चुंबकीय क्षेत्र रेखाएं चुंबक के चारों ओर काल्पनिक रेखाएं होती है। ये सिर्फ चुंबकीय क्षेत्र के अस्तित्व को दर्शा रही है।



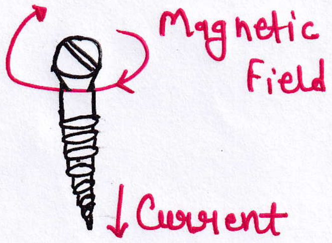
- वे बंद और निरंतर वक्र है।
- वे उत्तरी ध्रुव से चुंबक के बाहर दक्षिणी ध्रुव की ओर निर्देशित होते है।
- क्षेत्र रेखा के किसी बिंदु पर स्पर्श रेखा उस बिंदु पर चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा देती है।
- दो चुंबकीय रेखाएं एक दुसरे को कभी नही काटती है।

* विद्युत धारा का प्रवाह और चुंबकीय क्षेत्र :- (Flow of Current & Magnetic Field) — ताँबे की तार की बेलन की भांति पास-पास लिपटी अनेक फेरो वाली कुंडली को परिनालिका कहते है जिसका एक सीरा उत्तरी ध्रुव जबकि दुसरा दक्षिणी ध्रुव की भांति कार्य करता है।

• इसके भीतर समान चुंबकीय क्षेत्र होता है जिस कारण चुंबकीय रेखाएं समानांतर होती है।

* चुंबकीय क्षेत्र की दिशा से संबंधित नियम (Rules Related to Direction of Magnetic Field) :- चुंबकीय क्षेत्र की दिशा ज्ञात करने के लिए मैक्सवेल के कॉकस्क्रू नियम तथा फ्लेमिंग के दांये और बाये हाथ के नियम का प्रयोग किया जाता है।

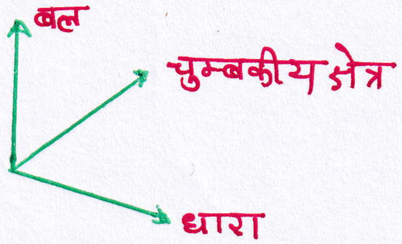
* मैक्सवेल का कॉकस्क्रू नियम :-



* फ्लेमिंग के दाएं हाथ का नियम :- Fleming Right hand Thumb Rule — अपने दाहिने हाथ की तर्जनी, मध्यमा और अंगूठे को फैलाएं ताकि वे एक-दुसरे के 90° हों। यदि तर्जनी - चुम्बकीय क्षेत्र की दिशा को इंगित करती है एवं अंगूठा - चालक की गति (या लगाए गए बल) को इंगित करता है तो मध्यमा - प्रेरित धारा की दिशा को इंगित करेगी।

* फ्लेमिंग के बाएं हाथ का नियम :- Fleming Left hand Rule — फ्लेमिंग के बाएं हाथ के अंगूठे के नियम में कहा गया है कि यदि अंगूठे, तर्जनी और मध्यमा को एक दुसरे के लंबवत होने के लिए इस तरह फैलाया जाता है कि तर्जनी चुंबकीय क्षेत्र की दिशा मे खिंची हुई है, मध्यमा धारा की दिशा में खिंची हुई है। तो अंगूठा बल की दिशा का प्रतिनिधित्व करता है।

- फ्लेमिंग के बाएं हाथ का नियम का उपयोग चुंबकीय क्षेत्र में रखे विद्युत धारावाही चालक पर लगने वाले बल की दिशा ज्ञात करने के लिए किया जाता है।



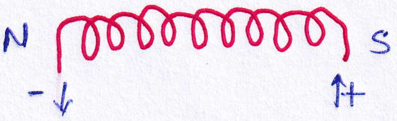
- जब एक धारावाही चालक को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो तार में गतिमान आवेशों द्वारा उत्पन्न क्षेत्र और चुंबकीय क्षेत्र के बीच परस्पर क्रिया के कारण तार एक बल का अनुभव करता है।

* फैराडे का विद्युत चुंबकीय प्रेरण नियम (Faraday's law of electromagnetic induction) :- इस नियम के अनुसार जब कोई चालक चुंबकीय क्षेत्र से होकर गुजरता है तो उसमें विद्युत धारा प्रेरित होती है।

* AC-DC :- प्रत्यक्ष (दिष्ट) धारा (DC) विद्युत आवेश का केवल एक दिशा में प्रवाह है।

- प्रत्यावर्ती धारा (AC) विद्युत आवेश का वह प्रवाह है जो समय-समय पर दिशा को उलट देता है।
- इन्वर्टर DC को AC में बदलता है।
- अधिकांश बड़े बिजली वितरण सिस्टम AC है। बिजली बहुत अधिक वोल्टेज पर संचारित होती है।
- DC बैटरी को स्टोर किया जा सकता है लेकिन AC को स्टोर नहीं किया जा सकता है

* सोलनोइड (Solenoid) :- तार की एक बेलाकार कुण्डली जिसमें विद्युत प्रवाह करने पर चुंबक के रूप में कार्य करती है।



- एक धारावाही परिनालिका छड़ चुंबक की तरह व्यवहार करती है।
- इसके सिरे की ध्रुवता घड़ी के नियम से निर्धारित होती है।

• यदि धारा वामावर्त बह रही है तो इसे उत्तरी ध्रुव माना जाता है।
• यदि धारा दक्षिणावर्त बहती है तो इसे दक्षिणी ध्रुव माना जाता है।

*** परिनालिका के गुण (Properties of solenoid) :-** परिनालिका के भीतर सभी बिन्दुओं पर चुंबकीय क्षेत्र समान होता है।

• एक परिनालिका के अंदर उत्पन्न एक मजबूत चुंबकीय क्षेत्र का उपयोग नरम लोहे जैसे चुंबकीय सामग्री के एक टुकड़े को चुम्बकित करने के लिये किया जा सकता है।

• धारावाही परिनालिका के कारण चुंबकीय क्षेत्र का परिमाण सीधे आनुपातिक होता है।

→ Current flowing through it = $B \propto I$

Number of turns per unit length = $B \propto n$ या $B \propto \frac{N}{l}$

$$B_{solenoid} = \frac{\mu_0 N I}{l} = \mu_0 n I$$

L = length of wire

*** Function :-** विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदलने के लिए विद्युत मोटर का उपयोग किया जाता है।

Q. यदि एक इलेक्ट्रॉन पर आवेश 1.6×10^{-19} C और धारा 300 mA हो, तो एक मिनट में एक लैंप से कितने इलेक्ट्रॉन गुजरते हैं।

हल :- $I = 300 \times 10^{-3}$ $\quad t = 1m = 60s$

प्रयुक्त सूत्र $I = \frac{Q}{t}$

$$Q = 300 \times 10^{-3} \times 60$$

$$n \times 1.6 \times 10^{-19} = 300 \times 10^{-3} \times 60$$

$$n = \frac{300 \times 60}{10^3 \times 1.6} \times 10^{19}$$

$$n = \frac{18 \times 10^{19}}{16} \times 10^1$$

$$n = \frac{9 \times 10^{20}}{8}$$

$$\boxed{n = 1.125 \times 10^{20}}$$ Ans

Q. एक चालक तार पर दो बिंदुओं के बीच 2C आवेश को स्थानांतरित करने के लिए 14 J का कार्य किया जाता है। दो बिन्दुओं के बीच विभवांतर क्या है?

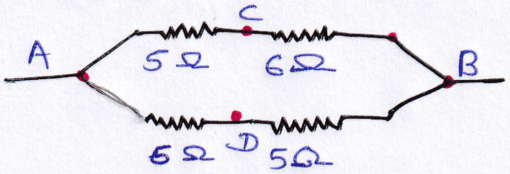
हल :- $W = 14\,J$, $Q = 2C$, $V = ?$

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$V = \frac{14}{2} = 7$$

$$\boxed{V = 7V}$$ Ans

Q. नि० लि० सर्किट के A और B के बीच समतुल्य प्रतिरोध होगा।



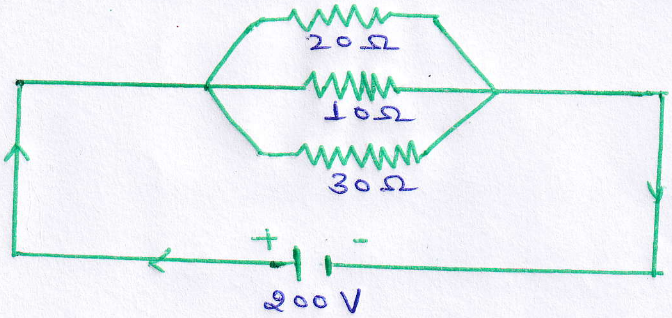
हल :- $R_1 = 5\Omega + 6\Omega$, $R_2 = 6\Omega + 5\Omega$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{11} + \frac{1}{11}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{2}{11} \Rightarrow \boxed{R = \frac{11}{2}\,\Omega}$$ Ans

Q. 20 ओम प्रतिरोध में धारा की गणना कीजिए?



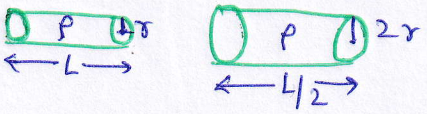
हल :- $V = IR$ $\qquad$ $V = 200V$, $R = 20\Omega$

$$200 = I \times 20$$

$$\boxed{I = 10}$$ Ans

Q. कॉपर के एक तार की त्रिज्या r तथा लंबाई L है इसका प्रतिरोध R है यदि कॉपर किसी अन्य तार की त्रिज्या 2r तथा लंबाई L/2 हो तो इस तार का प्रतिरोध होगा -

हल:-



$R = \rho \frac{L}{A}$ प्रयुक्त सूत्र

$R = \frac{\rho \times L}{\pi r^2}$, $\Rightarrow \frac{\rho \times L}{2 \times \pi \times 4r^2}$

$\Rightarrow \frac{\rho \times L}{8 \pi r^2}$

$\boxed{R \Rightarrow \frac{R}{8}}$ **Ans**

Q. समान वोल्टेज के लिए दो विद्युत बल्ब का पॉवर 200 वॉट तथा 100 वॉट है यदि उनका प्रतिरोध क्रमशः R_1 और R_2 है तो -

हल:- $P_1 = 200\ w$ $\quad$ $P_2 = 100\ w$

R_1 $\quad$ R_2

V $\quad$ V

$P = VI$ प्रयुक्त सूत्र

$P = V \times \frac{V}{R}$ $\quad [\because I = V/R]$

$P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow V^2 = PR$

$P_1 R_1 = P_2 R_2$

$\frac{R_1}{R_2} = \frac{100}{200}$

$\boxed{R_2 = 2R_1}$ **Ans**

Q. एक विद्युत परिपथ में 2 और 4 ओम के दो प्रतिरोध श्रेणी में 6-volt बैटरी से जुड़े होते हैं। 4 ओम प्रतिरोध द्वारा 5 सेकण्ड में व्यय ऊष्मा होगी -

हल:- $R_1 = 2\Omega$, $R_2 = 4\Omega$, $V = 6$

$R = R_1 + R_2$

$R = 2 + 4$

$R = 6\Omega$

$V = RI$

$6 = 6 \times I$

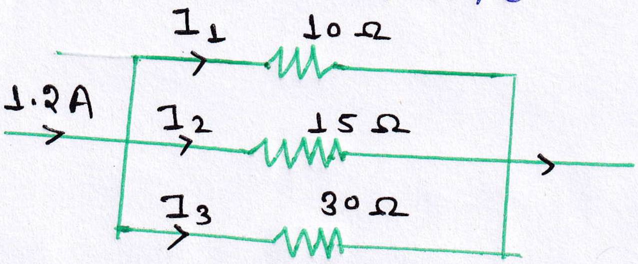
$\boxed{I = 1}$

$H = I^2 R t$

$H = (1)^2 \times 4 \times 5$

$\boxed{H = 20 J}$ Ans

Q. इस परिपथ में I_2 का मान है -



हल:- $V = IR$

$I_1 \times 10 = I_2 \times 15 = I_3 \times 30 = V$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

$\frac{1}{R} = \frac{1}{10} + \frac{1}{15} + \frac{1}{30}$

$\frac{1}{R} = \frac{3+2+1}{30} \Rightarrow \frac{6}{30} \Rightarrow \frac{1}{5}$

$R = 5$

$V = IR$

$V = 1.2 \times 5$

$\boxed{V = 6}$

$V = I_2 \times 15$

$6 = I_2 \times 15$

$I_2 = \frac{6}{15}$

$\boxed{I_2 = 0.4 A}$ Ans

ऊर्जा के स्त्रोत
Sources of Energy

*ऊर्जा (Energy) :- ऊर्जा को कार्य करने की क्षमता के रूप में परिभाषित किया जाता है।

• जब हम कहते हैं कि पिण्ड में ऊर्जा है तो इसका अर्थ है कि वह कार्य करने में सक्षम है।

* ऊर्जा के स्त्रोत (Sources of Energy) :- कोई भी वस्तु जिसमें से प्रयोग करने योग्य ऊर्जा प्राप्त की जा सके, ऊर्जा का स्त्रोत है।, विभिन्न प्रकार के स्त्रोत है जो हमें विभिन्न प्रयोजनो के लिए ऊर्जा प्रदान करते है।

* एक अच्छे ऊर्जा स्त्रोत की विशेषताएँ :- आसान उपलब्धता, सस्ता कम धुआं, उच्च कैलोरी मान, जलने के बाद अवशेष कम, स्टोर करने और परिवहन करने में आसान।

• ऊर्जा के स्त्रोत दो प्रकार के है। 1) परम्परागत स्त्रोत (Conventional Sources)
2) गैर परंपरागत स्त्रोत (Non-Conventional Sources)

• जीवाश्म ईंधन, कोयला, तेल, प्राकृतिक गैस ऊर्जा के पारंपारिक स्त्रोतों के उदाहरण है।

• सौर ऊर्जा, ज्वारीय ऊर्जा, तरंग ऊर्जा, भूतापीय ऊर्जा, पवन ऊर्जा, आदि ऊर्जा के महत्वपूर्ण गैर-परंपरागत स्त्रोत है।

Aspect	Renewable Resources (नवीकरणीय)	Non-renewable Resources (अनवीकरणीय)
Availability	प्रचुर मात्रा में उपलब्ध होते है और कम समय में प्राकृतिक रूप से फिर से भर सकते है।	सीमित मात्रा में उपलब्ध होते है और मानव जीवनकाल में पुनः भरे नही जा सकते
Environmental Impect	सामान्यतः कम प्रदुषण उत्पन्न करते है और पर्यावरण के अनुकूल होते है।	अक्सर काफी प्रदूषण और पर्यावरणीय क्षति उत्पन्न करते है।
Sustainability	दीर्घकालीन उपयोग के लिए स्थायी होते है और बार-बार उपयोग किए जा सकते है।	दीर्घकालीन में स्थायी नही होते है क्योंकि उपयोग के बाद समाप्त हो सकते है।

Renewable Energy Examples

* Solar energy
* Wind energy
* Water energy (hydro-energy)
* Geothermal energy
* Ocean energy
* Biomass energy

Non-Renewable Energy Example

* Coal
* Oil
* Natural gas
* All these fuels are called fossil fuels

* **जीवाश्म ईंधन (Fossil fuel) :-** पादपों और जीवों के प्रागैतिहासिक अवशेषों से पृथ्वी के नीचे गहरे तलों में बनने वाले प्राकृतिक ईंधन को जीवाश्म ईंधन कहा जाता है।

* **कोयला (Coal) :-** कोयला एक ज्वलनशील काला या भूरा-काला अवसादी चट्टान है, कोयले का मुख्य घटक कार्बन होता है। इसमें अन्य तत्वों की चर मात्रा होती है, मुख्यतः हाइड्रोजन, सल्फर, ऑक्सीजन और नाइट्रोजन।

• कोयले का निर्माण तब होता है जब मृत पादप पदार्थ पीट में बदल जाते हैं और लाखों वर्षों में गहरे दाब अत्याधिक ताप से कोयले में परिवर्तित हो जाते हैं।

Coal	Dry Carbon Content (%)	Moisture content before drying (%)	Dry, Volatile Content (%)	Heat Content (MJ/kg)
Anthracite	86-92%	7-10	3-14	32-33
Bituminous Coal	76-86	8-18	14-46	23-33
Sub-Bituminous Coal	70-76	18-38	42-53	18-23
Lignite	65-70	35-55	53-63	17-18
Peat	<60	75	63-69	15

* **पेट्रोलियम (Petroleum) :-** जिसे कच्चे तेल के रूप में भी जाना जाता है, मुख्य रूप से हाइड्रोकार्बन का एक प्राकृतिक रूप में पाया जाने वाला पीला-काला तरल मिश्रण है।

* **प्राकृतिक गैस (Natural Gas) :-** प्राकृतिक गैस या जिसे जीवाश्म गैस कहा जाता है, गैसीय हाइड्रोकार्बन का प्राकृतिक रूप में पाया जाने वाला मिश्रण है जिसमें मुख्य रूप से मीथेन और अन्य उच्च अल्केनों की विभिन्न लघु मात्राएं पायी जाती है।

* **ताप विद्युत संयंत्र (Thermal Power Plant) :-** यह कोयले और पेट्रोलियम के दहन से उत्पन्न ऊष्मा से विद्युत उत्पन्न करता है। उदा० के लिए - जीवाश्म ईंधन। कोयला, पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस का उपयोग करके तापीय विद्युत पैदा की जाती है।

* **जल विद्युत संयंत्र (Hydro power plant) :-** ऊर्जा का एक अन्य पारंपरिक स्त्रोत बहते पानी की गतिज ऊर्जा या ऊँचाई पर पानी की स्थितिज ऊर्जा थी। जल विद्युत संयंत्र गिरते पानी की स्थितिज ऊर्जा को विद्युत में परिवर्तित करते है।
  - चूंकि बहुत कम झरने है जिनका उपयोग संभावित ऊर्जा के स्त्रोत के रूप में किया जा सकता है, जल विद्युत संयंत्र बांधो से जुड़े हुए है। पिछली सदी में दुनिया भर में बड़ी संख्या में बांध बनाये गये।

* **बायोमास (Biomass) :-** बायोमास को जीवित पदार्थ या उसके अवशेषों के रूप में परिभाषित किया गया है और यह ऊर्जा का नवीकरणीय स्त्रोत है।

* **बायोगैस (Biogas) :-** यह संयंत्र ईंटो से बने गुंबदनुमा संरचना वाला होता है।
  - मिक्सिंग टैंक में गोबर और पानी का मिश्रण तैयार किया जाता है।
  - मिक्सिंग टैंक से मिश्रण को डाइजेस्टर में डाला जाता है।
  - डाइजेस्टर एक बंद कक्ष होता है जिसमें ऑक्सीजन नही होती है।
  - अवायवीय सूक्ष्मजीव ऑक्सीजन के बिना गोबर के मिश्रण को विघटित करते है
  - मिश्रण के विघटन से मीथेन, कार्बन डाइ ऑक्साइड, हाइड्रोजन और हाइड्रोजन सल्फाइड जैसी गैसे उत्पन्न होती है।
  - बायोगैस को डाइजेस्टर के रूप में ऊपर गैस टैंक में संग्रहित किया जाता है।
  - बायोगैस को उपयोग के लिए पाइप के माध्यम से खींचा जाता है।

• बायोगैस एक प्रकार का जैव ईंधन है जो प्राकृतिक रूप से जैविक कचरे के अपघटन से उत्पन्न होता है। जब कार्बनिक पदार्थ, जैसे खाद्य अवशेष और पशु अपशिष्ट, अवायवीय वातावरण (ऑक्सीजन की अनुपस्थिति वाला वातावरण) में टूटते हैं तो यह गैसों का मिश्रण, मुख्य रूप से मीथेन और कार्बन डाइऑक्साइड छोड़ता है जिसका उपयोग ऊर्जा के स्रोत के रूप में किया जा सकता है।

$CH_4 \rightarrow 40-70\%$, $CO_2 \rightarrow 25-55\%$, $N_2 \rightarrow 0-5\%$, $H_2 \rightarrow 0-1\%$, $H_2S \rightarrow 0-3\%$

*** पवन ऊर्जा (Wind energy) :-** पवन ऊर्जा ज्यादातर विद्युत पैदा करने के लिए पवन टर्बाइनों का उपयोग करती है।

• पवन चक्की वह मशीन है जो पवन की **गतिज ऊर्जा** को **यांत्रिक या विद्युत ऊर्जा** में परिवर्तित करती है।

• **डेनमार्क** को हवाओं का देश कहा जाता है उनकी 25% से अधिक बिजली की जरूरत पवन चक्कियों के विशाल नेटवर्क के माध्यम से उत्पन्न होती है। कुल उत्पादन के मामले में, जर्मनी अग्रणी है, जबकि बिजली उत्पादन के लिए पवन ऊर्जा का उपयोग करने में भारत पांचवे स्थान पर है।

• यह अनुमान लगाया गया है कि यदि भारत की पवन क्षमता का पूरी तरह से दोहन किया जाए तो लगभग 45000 मेगावाट विद्युत ऊर्जा उत्पन्न की जा सकती है। सबसे बड़ा पवन ऊर्जा फार्म तामिलनाडु में कन्याकुमारी के पास स्थापित किया गया है और यह 380 मेगावाट बिजली पैदा करता है।

• टरबाइन की आवश्यक गति बनाए रखने के लिए हवा की गति भी 15km/h से अधिक होनी चाहिए। इसके अलावा, उस अवधि के दौरान जब हवा न हो। ऊर्जा की जरूरतों का ख्याल रखने के लिए कुछ बैकअप सुविधाएं (जैसे भंडारण कोशिकाएं) होनी चाहिए।

• पवन ऊर्जा फार्म की स्थापना के लिए बड़े क्षेत्र भूमि की आवश्यकता होती है 1 मेगावाट जनरेटर के लिए, फार्म को लगभग 2 हेक्टेयर भूमि की आवश्यकता होती है।

*** सौर ऊर्जा (Solar energy) :-** सूर्य से विकिरण के रूप में प्राप्त होने वाली ऊर्जा को **सौर ऊर्जा** कहते हैं।

• भारत को 5000 ट्रिलियन kwh/वर्ष से अधिक सौर ऊर्जा प्राप्त होती है।

• आने वाली सौर ऊर्जा का लगभग आधा हिस्सा पृथ्वी की सतह पर पहुंच जाता है

- एक सामान्य सेल 0.5-1V का वोल्टेज विकसित करता है और सूर्य के संपर्क में आने पर लगभग 0.7W बिजली का उत्पादन कर सकता है। बड़ी संख्या में सौर सेल को एक व्यवस्था में संयोजित किया जाता है जिसे सौर सेल पैनल कहा जाता है।
- सिलिकॉन जिसका उपयोग सौर सेल बनाने के लिए किया जाता है, प्रकृति में प्रचुर मात्रा में है लेकिन सौर सेल बनाने के लिए विशेष ग्रेड सिलिकॉन की उपलब्धता सीमित है। निर्माण की पूरी प्रक्रिया अभी भी बहुत महंगी है, पैनल में कोशिकाओं के इंटरकनेक्शन के लिए उपयोग की जाने वाली चाँदी लागत को और बढ़ा देती है।

* Energy from the sea → ज्वारीय ऊर्जा, तरंग ऊर्जा

* **ज्वारीय ऊर्जा (Tidal energy)** :- चन्द्रमा के गुरुत्वाकर्षण बल के कारण पृथ्वी के घूर्णन पर समुद्र का जल स्तर बढ़ता और घटता है। इस कारण उच्च और निम्न ज्वार की घटना होती है।
- यदि आप समुद्र के पास रहते हैं या समुद्र के पास कहीं यात्रा करते हैं तो दिन के दौरान समुद्र के स्तर में होने वाले परिवर्तनों का निरीक्षण करें।
- समुद्र स्तर में अंतर ज्वारीय ऊर्जा उत्पन्न करता है।
- ज्वारीय ऊर्जा को समुद्र के संकरे मुहाने पर बांध बनाकर harness किया जाता है।
- बांध के मुहाने पर लगाई गई एक टरबाइन ज्वारीय ऊर्जा को बिजली में परिवर्तित करती है।
- ऐसे बांधो का निर्माण सिमित स्थानों पर ही संभव है।

* **तरंग ऊर्जा (Wave energy)** :- समुद्र पर तेज हवाएं चलने से तरंगे उत्पन्न होती हैं
- तरंग ऊर्जा केवल तभी व्यावहारिक होती है जब तरंगे बहुत शक्तिशाली हो।
- टरबाइन के घूर्णन और बिजली उत्पादन के लिए तरंग ऊर्जा को पकड़ने के लिए कई उपकरण डिजाइन किए गए।

* **महासागरीय ऊष्मीय ऊर्जा (Ocean Thermal energy)** :- सूर्य समुद्र या महासागर के सतही पानी को गर्म करता है, जबकि गहरे पानी का तापमान अपेक्षाकृत ठंडा रहता है।

• इस तापमान के अंतर का उपयोग महासागर-तापीय ऊर्जा परिवर्तन संयंत्रों में ऊर्जा उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

• ये संयंत्र तब काम कर सकते हैं जब सतही पानी और 2 km की गहराई पर पानी के बीच का तापमान अंतर 20 केल्विन (20°c) या उससे अधिक हो।

• गर्म सतही पानी का उपयोग अमोनिया जैसे अस्थिर तरल को उबालने के लिए किया जाता है।

• इस तरल के वाष्प का उपयोग जनरेटर की टरबाइन को चलाने के लिए किया जाता है।

• महासागर की गहराई से ठंडे पानी को पंप करके वाष्प को फिर से तरल में संघनित किया जाता है।

Note- The energy potential from the sea (tidal energy,) wave energy and ocean thermal energy) is quite large, but effcient Commerical exploitation is difficult.

* भू-तापीय ऊर्जा (Geothermal Energy) :- उत्पादन की लागत बहुत अधिक नहीं होगी, लेकिन ऐसे बहुत कम व्यावसायिक रूप से व्यवहार्य स्थल हैं जहाँ ऐसी ऊर्जा का दोहन किया जा सकता है।

• न्यूजीलैण्ड और संयुक्त राज्य अमेरिका में भू-तापीय ऊर्जा पर आधारित कई बिजली संयंत्र संचालित हैं।

* नाभिकीय ऊर्जा (Nuclear energy) :- भारी परमाणु के नाभिकों को हल्के नाभिकों में तोड़कर अत्यधिक मात्रा में ऊर्जा मुक्त की जाती है। विखण्डन से उत्पन्न इस ऊर्जा को नाभिकीय ऊर्जा कहते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं। (i) नाभिकीय संलयन (ii) नाभिकीय विखंडन

Note- सापेक्षता का सिद्धान्त - अल्बर्ट आइन्सटिन ने दिया था

$$E = mc^2$$

जहाँ $E = 9 \times 10^{16} J$

• जब भी कोई नाभिकीय अभिक्रिया होती है तो कुछ द्रव्यमान की हानि होती है।

* नाभिकीय विखंडन (Nuclear fission) :- नाभिकीय विखंडन एक ऐसी क्रिया या एक रेडियोधर्मी क्षय प्रक्रिया है जिसमें परमाणु का एक नाभिक दो या दो से अधिक छोटे नाभिकों में विभाजित हो जाता है।

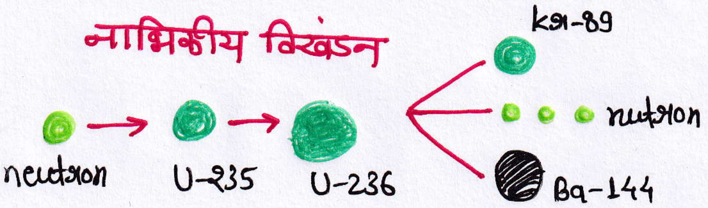
- इस विखंडन प्रक्रिया में गमा फोटॉन का उत्पादन होता है और रेडियोधर्मी क्षय के परिणाम स्वरूप बड़ी मात्रा में ऊर्जा उत्पादित होती है। $^{235}U_{92}$

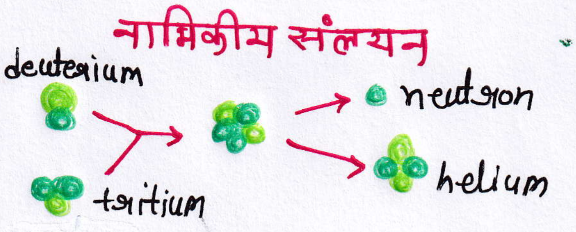
$$^{1}n_{0} + {}^{235}U_{92} \longrightarrow {}^{236}U_{92} \text{ (Unstable nucleus)} \left< \begin{array}{l} ^{92}Kr_{36} \\ ^{141}Ba_{56} \end{array} \right. + \text{Energy} + 3n$$

Ex:- परमाणु बम, नाभिकीय ऊर्जा संयंत्र से बिजली बनाई जाती है।

* नाभिकीय संलयन (Nuclear Fusion) :- नाभिकीय संलयन एक प्रतिक्रिया है जिसके माध्यम से दो या दो से अधिक प्रकाश नाभिक आपस में टकराकर एक भारी नाभिक का निर्माण करते हैं।

- यह प्रतिक्रिया उन तत्वों के साथ होती है जिनके परमाणु संख्या कम होती है जैसे- हाइड्रोजन
- सूर्य हाइड्रोजन नाभिक के नाभिकीय संलयन द्वारा हीलियम में अपनी ऊर्जा उत्पन्न करता है।
- अपने कोर में, सूर्य प्रति सेकण्ड 500 मिलियन मीट्रिक टन हाइड्रोजन को फ्यूज करता है।





Energy Release

	Chemical	Fission	Fusion
Reaction	$C + O = CO_2$	$N + U^{235} = Ba^{143} + Kr^{91} + 3N$	$^{2}H + {}^{3}H = {}^{4}He + n$
Fuel	Coal	UO_2 (3% U-235 + 97% U-238)	Deuterium + tritium
Temperature	700°K	1000°K	100,000,000°K
Energy J/kg	3.3×10^{7}	2.1×10^{12}	3.4×10^{14}

ऊष्मा एवं तापमान
Heat & Temperature

*** ऊष्मा (Heat) :-** (1) ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है जो तापमान के अंतर के कारण प्रवाहित होती है।

(2) ऊष्मा एक पदार्थ के परमाणुओं या अणुओं की कुल गतिज ऊर्जा का एक माप है।

(3) ऊष्मा को जूल (J) या कैलोरी मे मापा जाता है।

- S.I. ईकाई जूल है, C.G.S ईकाई कैलोरी है।
- 1 Calorie = 4.18 Joule

*** तापमान (Temperature) :-** तापमान एक पदार्थ के गर्म होने की डिग्री को मापता है

- जैसे-जैसे तापमान घटता है जाएगा, कणों की गतिज ऊर्जा कम होती जाएगी। एक बिंदु पर कणों की गतिज ऊर्जा शून्य तक पहुंच जाएगी। जिस तापमान पर यह होता है उसे परम शून्य ताप के रूप में जाना जाता है।

*** ताप का मापन (Temperature of Measurements) :-** किसी वस्तु के ताप को मापने में उपभोग होने वाले उपकरण को तापमापी कहते है। गैलिलियों ने इस तापमापी को विकसित किया।

*** तापमान पैमानों में संबंध (Relationship Between Temperature scales) :-**

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} = \frac{R}{4}$$

*** ऊष्मा संचरण (Heat Transfer) :-** ऊष्मा संचरण तापमान के अंतर के कारण (तापीय ऊर्जा) ऊष्मा के प्रवाह का वर्णन करता है।

(i) **चालन (Conduction) :-** चालन तब होता है जब विभिन्न तापमान पर दो वस्तु एक दूसरे के संपर्क में होती है।

- गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु तक तब तक ऊष्मा प्रवाह होती है जब तक उन दोनों वस्तुओं का तापमान समान हो जाये।

• चालन अणुओं में टकराव के कारण पदार्थ से ऊष्मा का संचरण होता है।

(2) **संवहन (Convection)** :- संवहन एक तरल पदार्थ के भीतर धाराओं (द्रव्यमान स्थानांतरण) के द्वारा ऊष्मा का संचरण है।

• संवहन के दौरान ; द्रव के गर्म कण बहने लगते है।
• संवहन केवल तरल पदार्थों में हो सकता है ठोस पदार्थो में नही।

उदा॰ → वातावरण का गर्म होना , Room के अंदर

(3) **विकिरण (Radiation)** :- विकिरण ऊष्मा संचरण की एक विधि है जो ऊष्मा स्त्रोत और वस्तु के बीच किसी भी संपर्क पर निर्भर नही करती है।

• ऊष्मीय विकिरण द्वारा निर्वात में ऊष्मा का संचार किया जा सकता है।
• विकिरण ऊर्जा परिवहन का एक रूप है जिसमें प्रकाश की गति से यात्रा करने वाली विद्युत चुम्बकीय तंरगे होती है।

Ex:- रेगिस्तान में दिन बहुत गर्म व रातें बहुत ठंडी रहती है।

* **पदार्थ की अवस्थाएं (States of matter)** :- (i) ठोस (ii) तरल (द्रव) (iii) गैस

* **आदर्श गैस (Ideal gas)** :- एक काल्पनिक गैस जिसके अणु नगण्य स्थान घेरते है और उनमें कोई आकर्षण नही होती है और जो परिणामस्वरूप गैस के नियमों का पालन करती है।

→ High temperature and low pressure

* **वास्तविक गैस (Raal gas)** :- एक वास्तविक गैस एक गैस है जो गैस के अणुओं के बीच परस्पर आकर्षण के कारण एक आदर्श गैस के रूप में व्यवहार नही करती है। एक वास्तविक गैस को एक गैर-आदर्श गैस के रूप में भी जाना जाता है।

→ low temperature and high pressure

* **आदर्श गैस नियम (Ideal Gas Equation)** :- इसे सामान्य गैस समीकरण भी कहा जाता है एक काल्पनिक आदर्श गैस की अवस्था का समीकरण है। यह कई परिस्थितियों में कई गैसो के व्यवहार का एक अच्छा अनुमान है हालांकि इसकी कई सीमाएं है।

$$PV = nRT$$

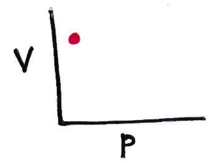
जहाँ R = Universal gas constant / $8.314\ JK^{-1}mol^{-1}$
n = Number of moles

$$\boxed{PV = mRT}$$

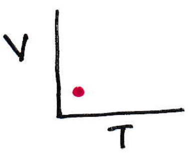
जहाँ R = Characteristic Gas Constant
m = Mass of gas

*** बॉयल का नियम (Boyle's Law) :-** यह नियम बताता है कि एक आदर्श गैस के दिये गए द्रव्यमान का दाब, स्थिर तापमान पर इसके आयतन के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$\boxed{V \propto \frac{1}{P}}$$

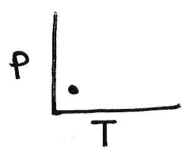


*** चार्ल्स का नियम (Charles Law) :-** एक आदर्श गैस के दिए गए द्रव्यमान का आयतन एक नियत दाब पर उसके तापमान के समानुपाती होता है।



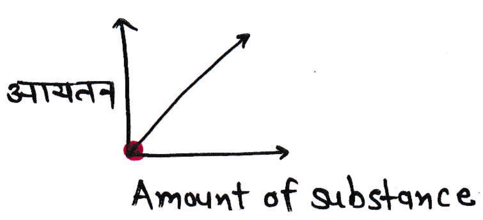
$$\boxed{V \propto T}$$

*** गैलुसाक का नियम (Gay-Lussac Law) :-** गैस के दिए गए द्रव्यमान का दाब गैस के तापमान के समानुपाती होता है जब आयतन स्थिर रहता है।



$$\boxed{P \propto T}$$

*** आवोगाद्रो का नियम (Avogadro Law) :-** सभी गैसो के समान आयतन, समान तापमान और दबाव पर, अणुओं या मोलो की संख्या समान होती है।



$$\boxed{V \propto n}$$