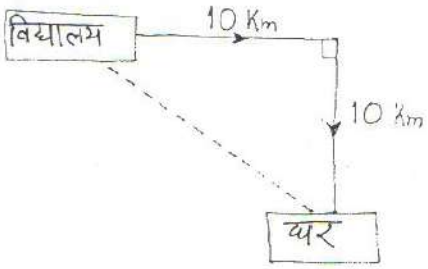
भौतिक विज्ञान

गति

(i) दूरी (x) (ii) विस्थापन ( )

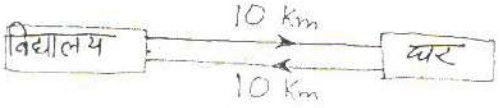
उदाहरण I



$x = 20\ Km$

$s = 10\sqrt{2}\ Km$

उदाहरण II

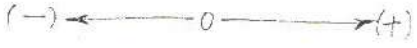


$x = 10 + 10 = 20\ Km$

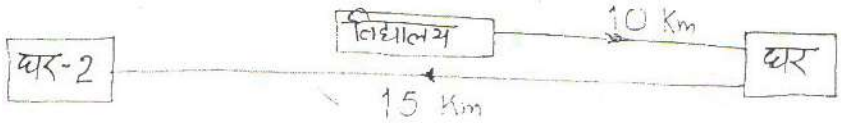
$s = (+10) + (-10) = 0\ Km$

दाँयी दिशा को 'धनात्मक' मानते हुए (+)

बाँयी दिशा को 'ऋणात्मक' मानते हुए (−)



उदाहरण III



$x = 10 + 15 = 25\ Km$

$s = (+10) + (-15) = -5\ Km$

सदिश : जो (+) को (−) बनाने पर विपरीत दिशा की ओर इंगित करने लगें।

अदिश : अक्सर, जो सदिश नहीं है, वो अदिश ही होता है।

(iii) चाल = ('स्पीडोमीटर' पर दर्शाया गया मान (magnitude))

(iv) वेग = + दिशा

चाल Speed अदिश Scalar

वेग Velocity सदिश Vector

वेग की दिशा, गति की स्पर्श-रेखा के साथ ली जाती है।

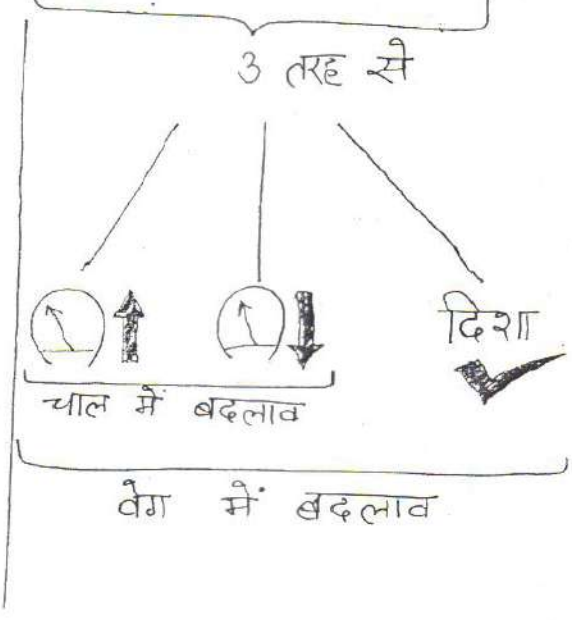
(v) त्वरण = दर है गति में बदलाव की

जीप 0 Kmph से 60 Kmph, समय = 15 s

फरारी 0 Kmph से 60 Kmph, समय = 3 s

वेग में बदलाव बराबर है परन्तु दर अलग-अलग हैं।

• साधारण शब्दों में, त्वरण का अर्थ किसी गाड़ी का 'पिकअप' होता है।

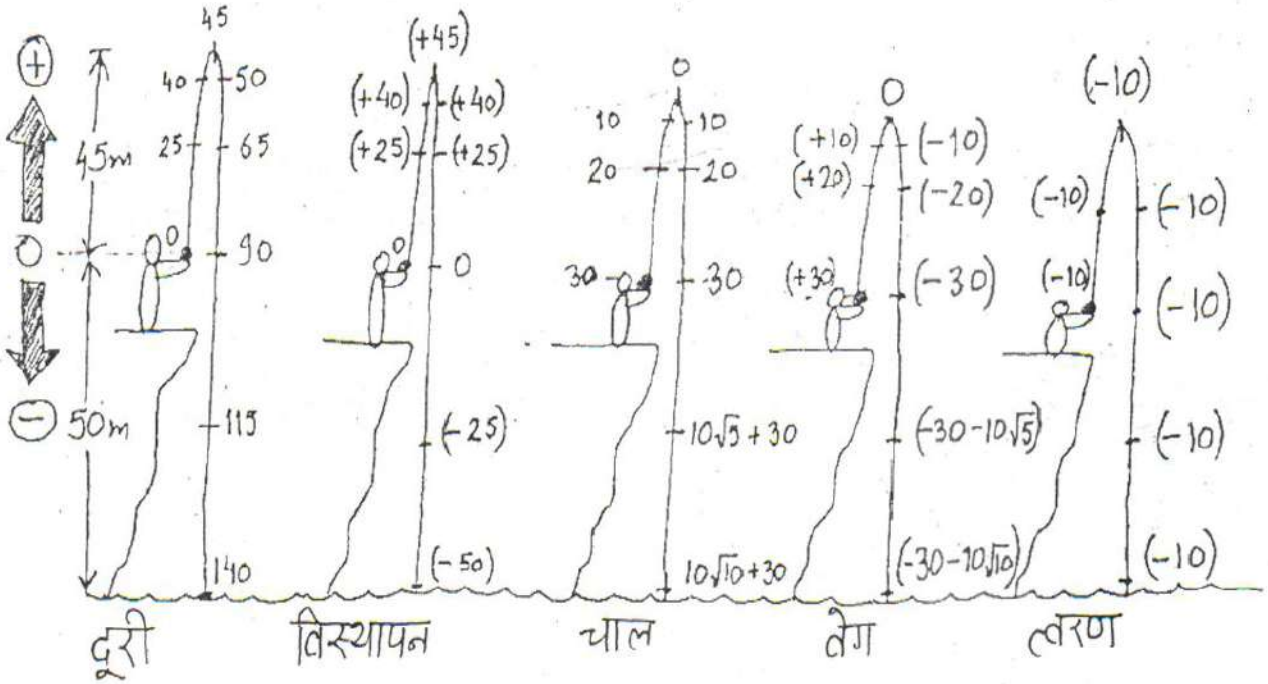


★ विस्थापन की दिशा बताती है कि वस्तु किस ओर है।

★ वेग की दिशा बताती है कि वस्तु किस ओर जा रही है।

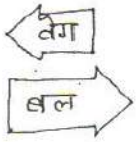
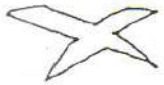
★ त्वरण की दिशा बताती है कि वस्तु किस ओर बल महसूस कर रही है।

त्वरण की दिशा सदा ही लगाए गए बल की दिशा में होती है।



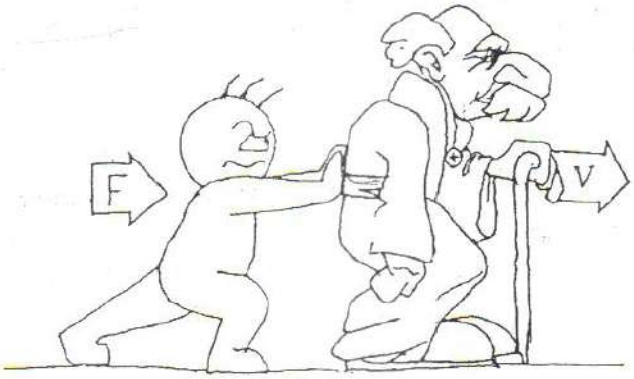
दूरी 'ओडोमीटर' का मान होता है, जबकि वेग/चाल का मान 'स्पीडोमीटर' से लिया जाता है।

महान सारणी

प्रकरण	कोण		दिशा
	0°		
	180°		
	90°		

प्रकरण 1 :

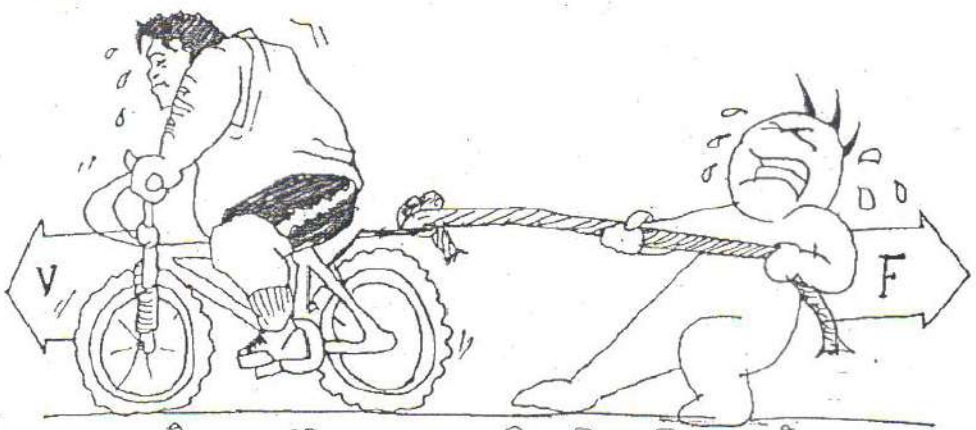
जब 'वेग' तथा 'बल' एक ही दिशा में हों



आवश्यक नोट : यदि $+x$ की ओर जाने वाली कोई वस्तु बाद में $-x$ की ओर जाने लगे, तो भी गणित की नज़र में दिशा नहीं बदली है ~~क्योंकि~~ वस्तु अब भी उसी धुरी पर है।

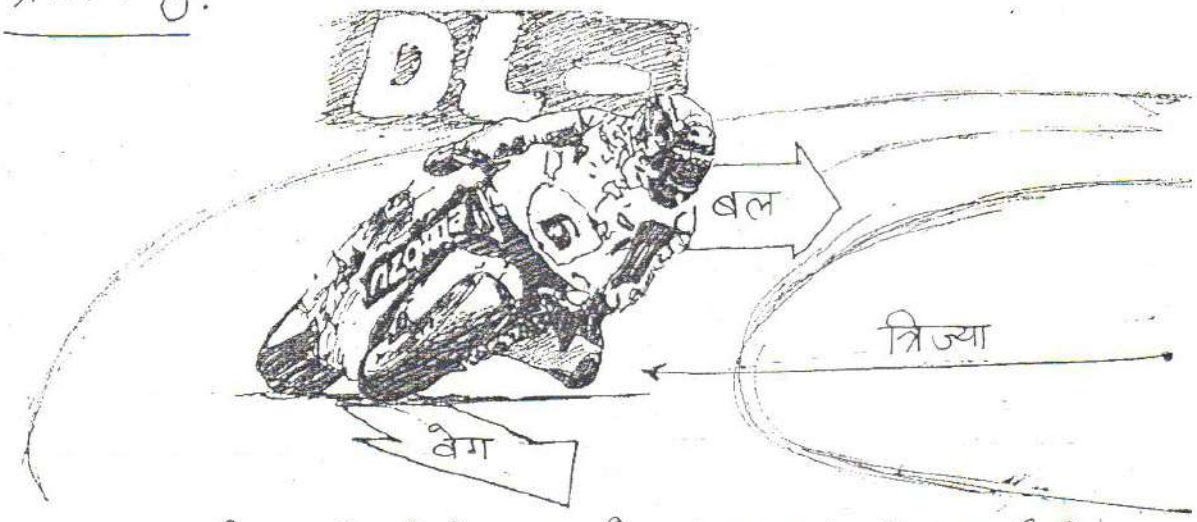
दिशा केवल धुरी बदलने पर बदलती है, जैसे x से y या z।

प्रकरण 2 :



जब 'वेग' और 'बल' विपरीत दिशा में हों

प्रकरण 3 :

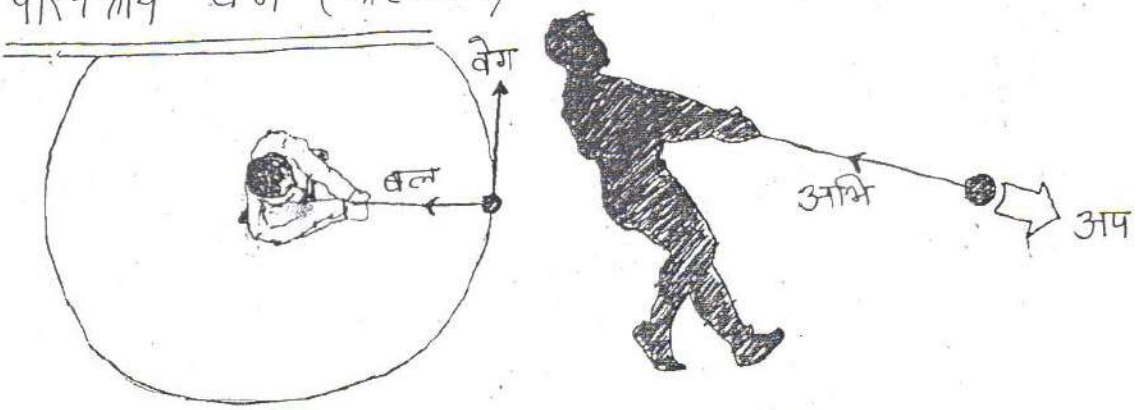


बल (केंद्र की ओर) तथा वेग (घुमाव) की स्पर्श रेखा के साथ) एक दूसरे के साथ 90° के कोण पर।

बल कई प्रकार के होते हैं। इन उदाहरणों में बलों के रूप निम्नलिखित हैं :

प्रकरण 1 : प्रतिक्रिया बल
प्रकरण 2 : तनाव बल
प्रकरण 3 : घर्षण बल

परिपत्रीय वेग (गोलाकार)



अभिकेंद्रीय बल (c_p) : केंद्र की ओर
(अब से 'अभि') : परिपत्रीय गति के लिए ज़िम्मेदार
: वेग के

अब चूँकी बल है, तो त्वरण भी होगा। इस 'अभि' की वजह से ही हर गोलाकार गति, त्वरित गति होती है।

अपकेंद्रीय बल (c_f) : केंद्र से दूर
(अब से 'अप') : परिपत्रीय गति की वजह से
: वेग के

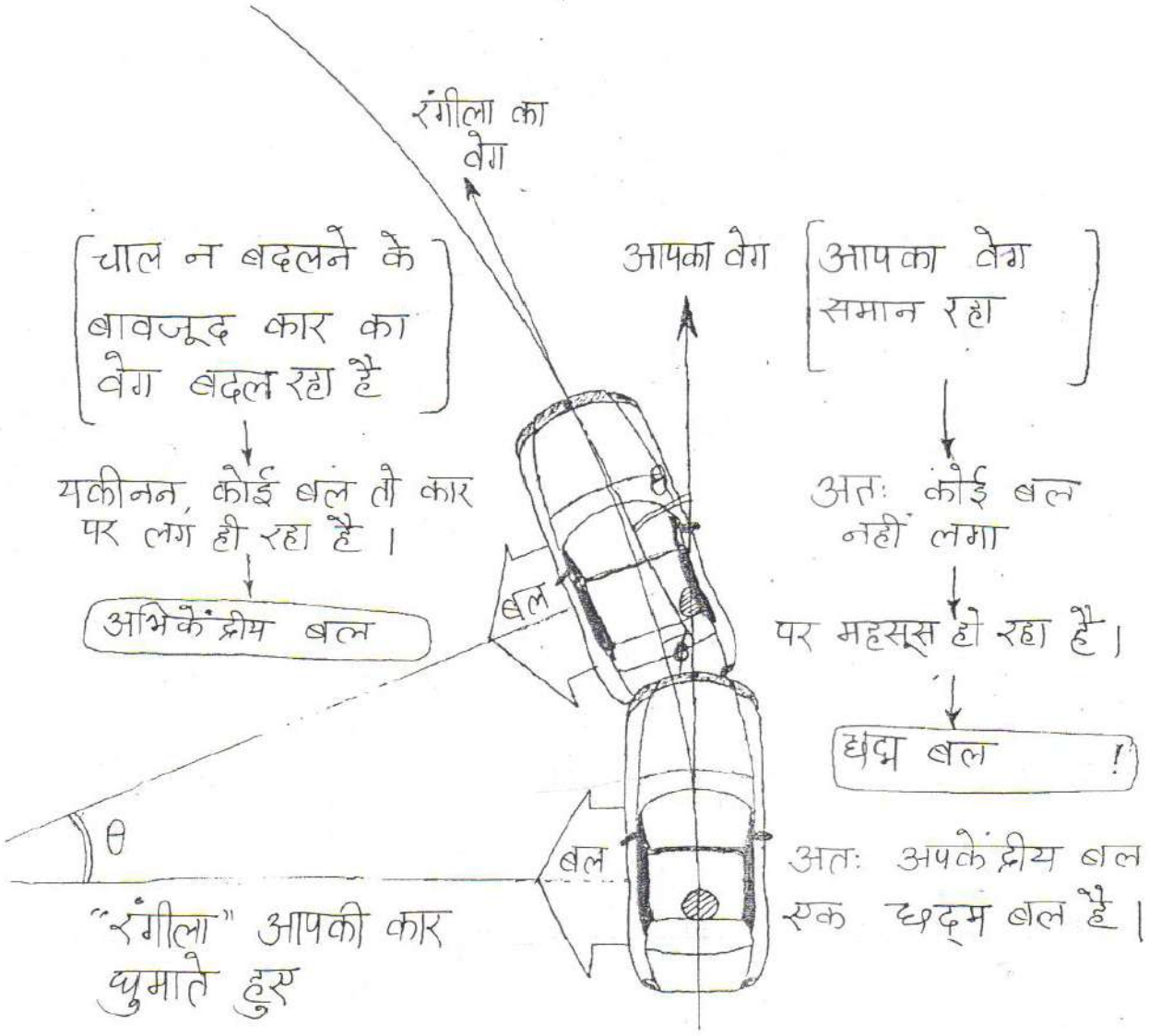
अभि = − अप

वे 'मान' में बराबर हैं।

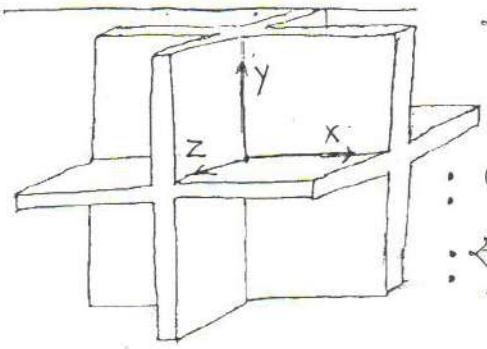
परन्तु वे विपरीत दिशा में हैं।

फिर भी!!
ये "क्रिया-प्रतिक्रिया" का उदाहरण नहीं हैं।

अपकेंद्रीय बल की उत्पत्ति



संदर्भ - फ्रेम



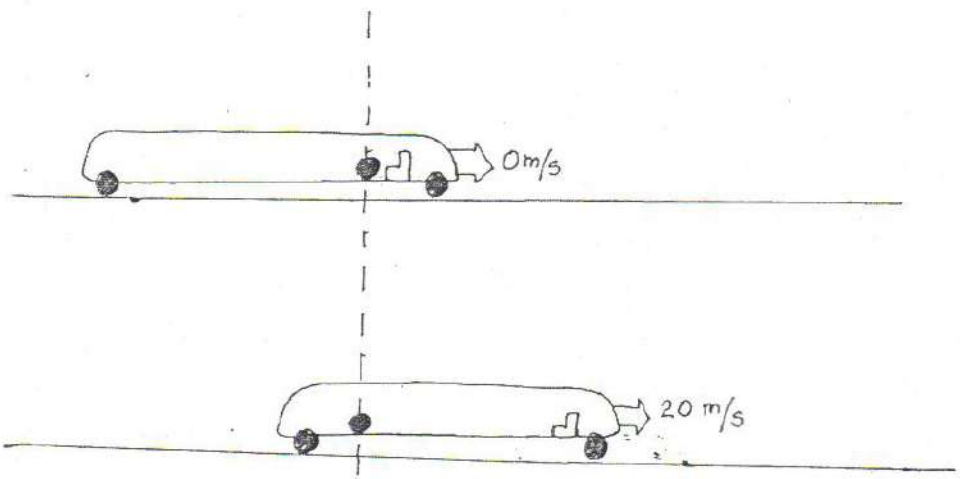
: मर्ज़ी से चुना गया एक केंद्र, तथा उस से गुज़रने वाली तीन लंबवत धुरी जो माप में सहायक हैं।

: केवल 'सदिश' में उपयोगी

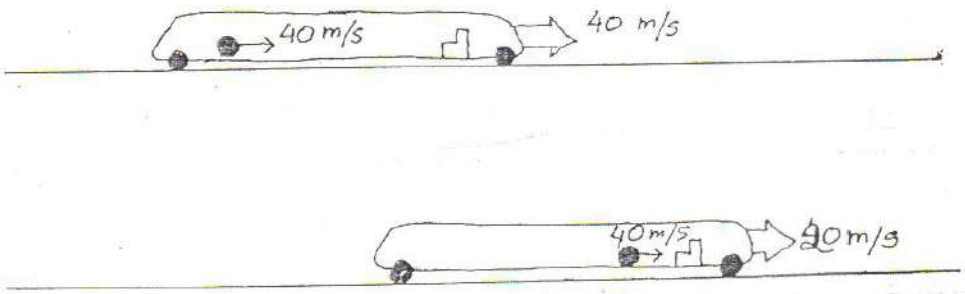
: सरल शब्दों में यह एक दर्शक है जिसके पास ये हैं → (i) एक मीटर छड़
(ii) एक घड़ी

छद्म बल तीन प्रकार के होते हैं —

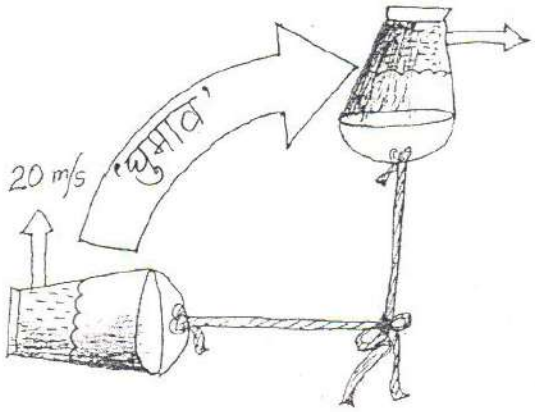
(i) जब वातावरण की चाल बढ़ रही हो



(ii) जब वातावरण की चाल घट रही हो



(iii) जब वातावरण की गति की दिशा बदल रही हो



छद्म बल ही 'जड़त्व' का आधार हैं।

न्यूटन के गति के नियम :

(i) **जड़त्व**

- स्थिरता का (त्वरित मेट्रो में गेंद पर जड़त्व)

- गति का (घटती चाल में गेंद)

- दिशा का (कार घुमाते हुए 'रंगीला')

जड़त्व (या संवेग का संरक्षण) के 3 उदाहरणों में बाह्य बल हमेशा ही 'शून्य' होगा।

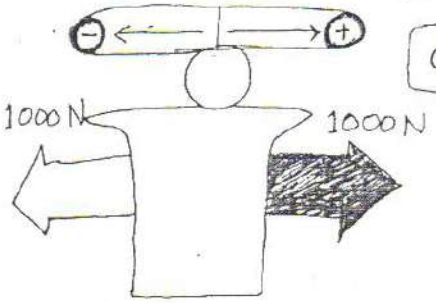
(ii) $\boxed{F = ma}$

F = बल
m = द्रव्यमान
a = त्वरण

यदि

F = बल → $F = c_1$, $\boxed{m \propto 1/a}$
m = द्रव्यमान → $m = c_2$, $\boxed{F \propto a}$
a = त्वरण → $a = c_3$, $\boxed{F \propto m}$

$\boxed{C = \text{स्थिर}}$



$F \neq 2000N$

$F = (+1000N) + (-1000N)$

$= 0N$

अतः बल एक सदिश है।

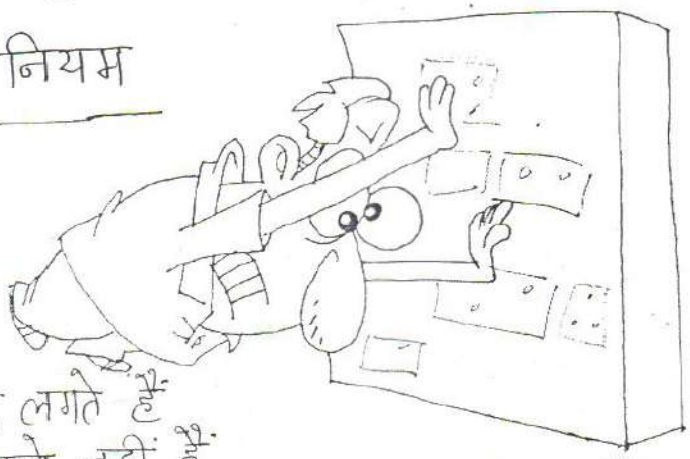
$F = ma$

$-90 + 40 = 10$

$-50 = 10$

$a = -5$ अतः, त्वरण की दिशा बल की ही दिशा में होता है।

(iii) क्रिया - प्रतिक्रिया नियम



(i) समान

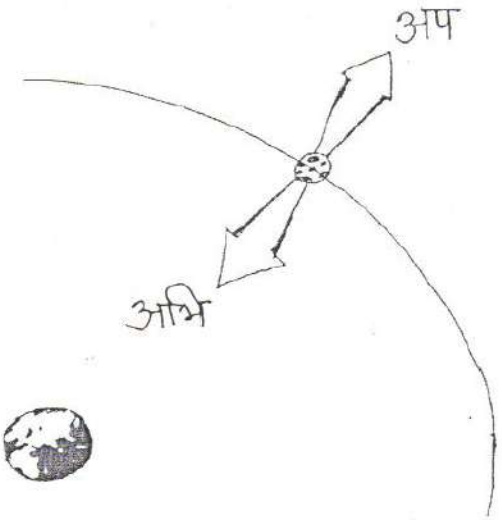
(ii) विपरीत

(iii) समकालिक

(iv) भिन्न वस्तुओं पर लगते हैं

(v) आपस में काटते नहीं हैं

(vi) एक ही सतह पर लगते हैं (यदि संपर्क बल हैं)

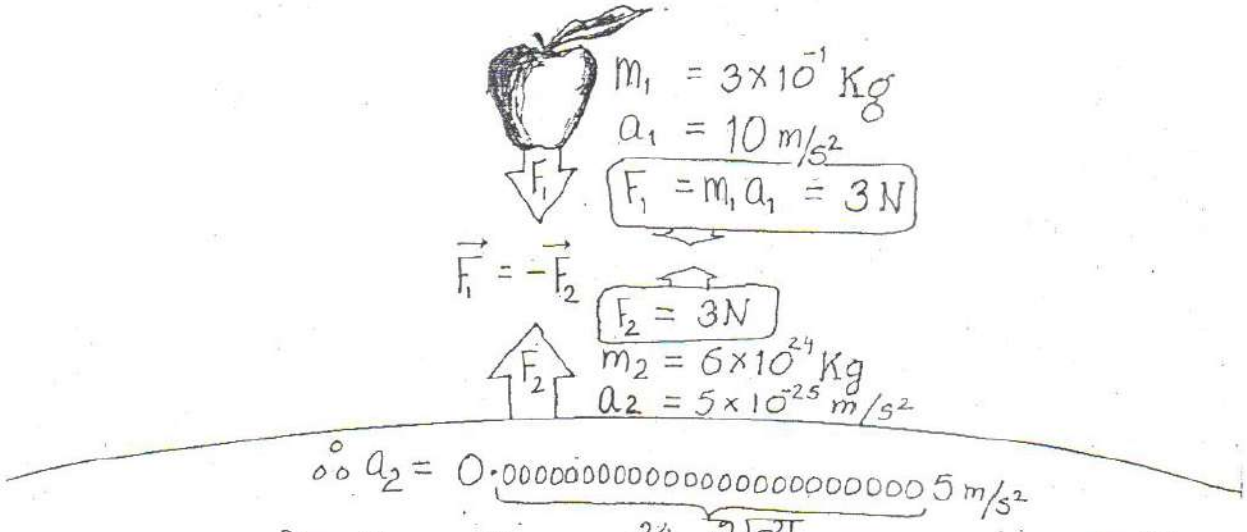


पृथ्वी की परिक्रमा करते हुए चंद्रमा

(i) अप = अभि (मान में)

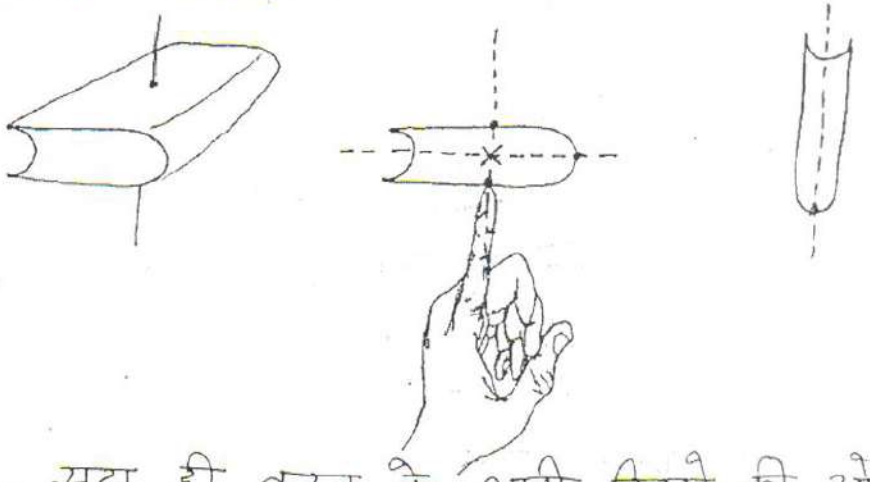
(ii) विपरीत हैं

फिर भी, 'अप' तथा 'अभि' क्रिया प्रतिक्रिया का उदाहरण नहीं हैं। वे एक ही वस्तु पर (यानि चंद्रमा) लगते हैं।

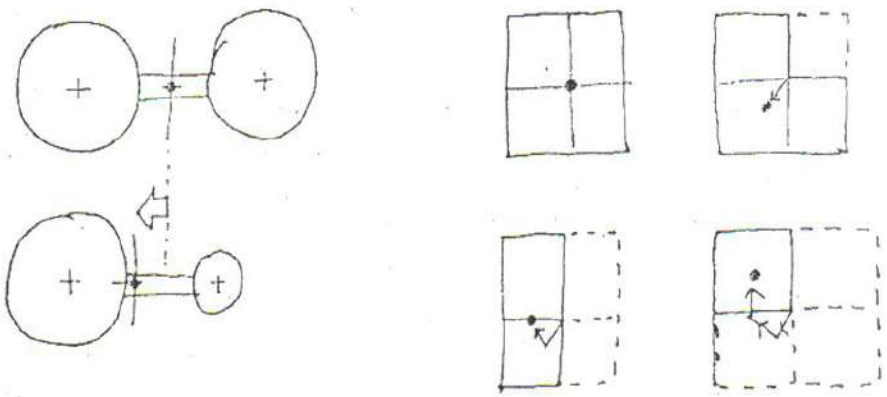


अतः जब सेब गिरता है, पृथ्वी भी ऊपर उछलती है। पर त्वरण इतना कम है कि दिखाई नहीं देता।

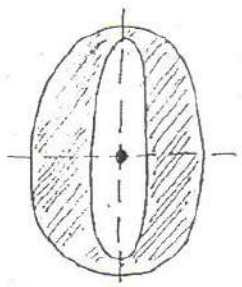
द्रव्यमान का केंद्र (C.M.)



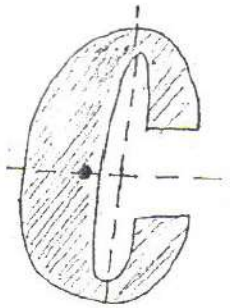
C.M. सदा ही वस्तु के भारी हिस्से की ओर जाता है।



'द्रव्यमान के केंद्र' पर पदार्थ भी मौजूद हो, यह आवश्यक नहीं है।



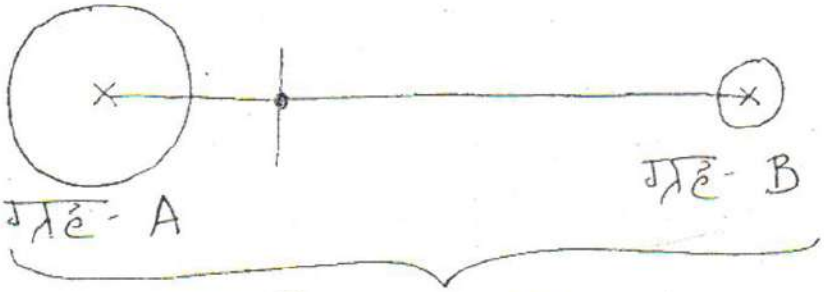
'ऑपरा - मिनी' का लौंगो



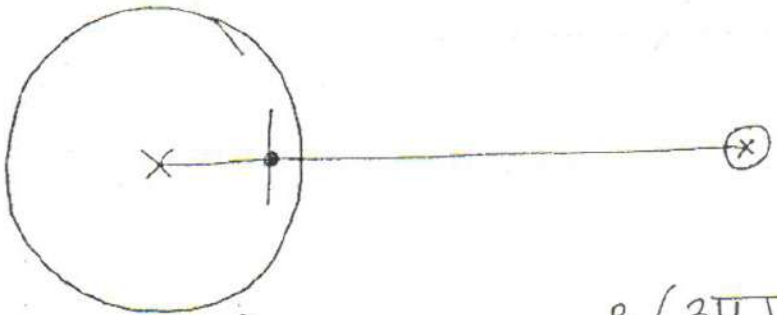
'C' - आकार

एक table-tennis की गेंद (c.m पर प्लास्टिक नहीं है)

ग्रह तथा उपग्रह

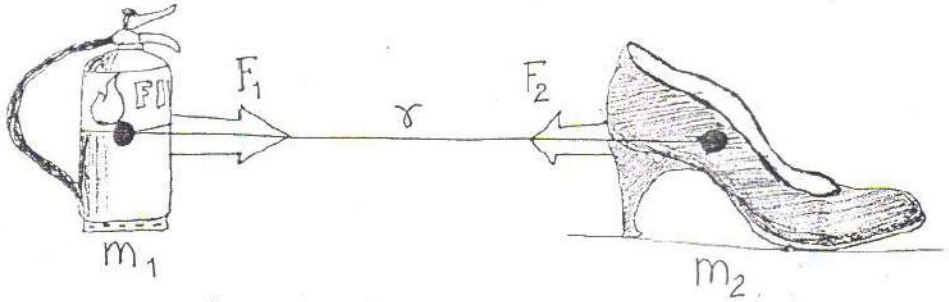


द्विचर ग्रह



ग्रह-उपग्रह तंत्र

गुरुत्वाकर्षण



कोई भी दो वस्तुएँ अपने द्रव्यमान की वजह से एक दूसरे को बल F_1 एवं F_2 से आकर्षित करती हैं। $\boxed{F_1 = F_2}$ हमेशा।

★ 'r' उनके मध्य केंद्र से केंद्र की दूरी है।

★ 'm_1' तथा 'm_2' इन वस्तुओं के द्रव्यमान हैं।

अतः $F_1 = F_2 = \boxed{F = \frac{G m_1 m_2}{r^2}}$

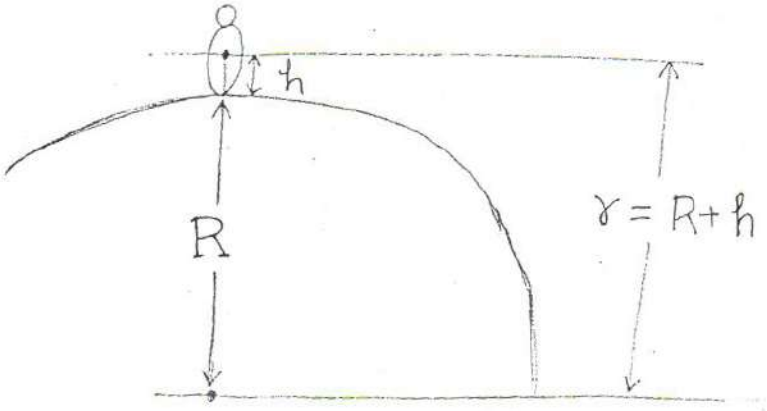
$F_1 = m_1 a_1$

$F_2 = m_2 a_2$

★ 'G' को गुरुत्वीय स्थिरांक कहा जाता है

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2/kg^2$$

गुरुत्व की वजह से त्वरण



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

$$m_1 a_1 = \frac{G m_1 m_2}{r^2}$$

$$\boxed{a_1 = \frac{G m_2}{r^2}}$$

अतः a_1 वस्तु के द्रव्यमान m_1 पर निर्भर नही करता।
इसलिए यदि दो वस्तुओं को छोड़ा जाए :-

- एक ही ऊँचाई से
- निर्वात में
- एक साथ

एक साथ गिरती हैं

- चाहे द्रव्यमान अलग-अलग हों

इसलिए चाहे आप हाथी गिराओ या चूहा, फर्क नहीं पड़ता। अब a_1, a_2 या a_3 आदि की आवश्यकता नहीं है। अतः हम एक वर्ण प्रयोग करेंगे, 'g'.

अब, $g = \frac{G m_2}{r^2} = \frac{G m_\oplus}{(R+h)^2}$

$m_\oplus$ = पृथ्वी का द्रव्यमान
R = पृथ्वी की त्रिज्या
h = वस्तु की ऊँचाई

$= \frac{(6{\cdot}67\times10^{-11})\times(6\times10^{24})}{((6{\cdot}4\times10^{6})+(0{\cdot}5))^2}$ } सभी मानक इकाई में

$\approx 9{\cdot}8\ m/s^2$ (मामूली से $h=0{\cdot}5m$ को नज़रअंदाज किया)

$\therefore g = 9{\cdot}8\ m/s^2$ केवल तब जब वस्तु पृथ्वी की सतह के बहुत नज़दीक हो। परन्तु 'g' के मान में फ़र्क पड़ेगा यदि

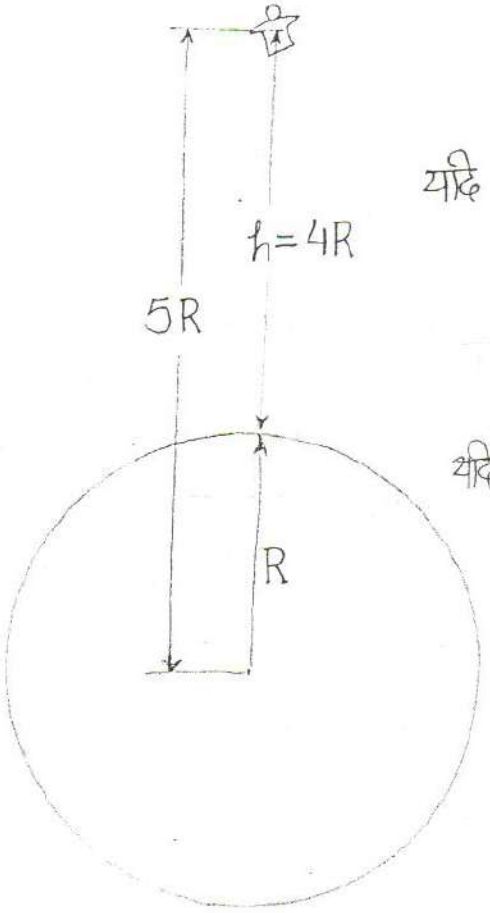
- पृथ्वी के भीतर बहुत गहराई में जाएँ या
- आसमान में बहुत ऊपर उड़ जाएँ

$\therefore$ अगर गहराई (d) या ऊँचाई (h) पृथ्वी की त्रिज्या की तुलना में बहुत छोटे हैं, तभी तक नज़रअंदाज़ किए जाएंगे। अन्यथा वो 'g' पर काफ़ी असर डालेंगे।

गुरुत्व पर प्रभाव

1) ऊँचाई का असर
2) गहराई का असर
3) पृथ्वी के घूर्णन का असर
4) पृथ्वी के आकार का असर

ऊँचाई का असर



$$F = \frac{G m_1 m_2}{r^2} = \frac{G m_1 m_2}{(R+h)^2}$$

यदि $h = 4R$ $\quad F' = \frac{F}{25}$

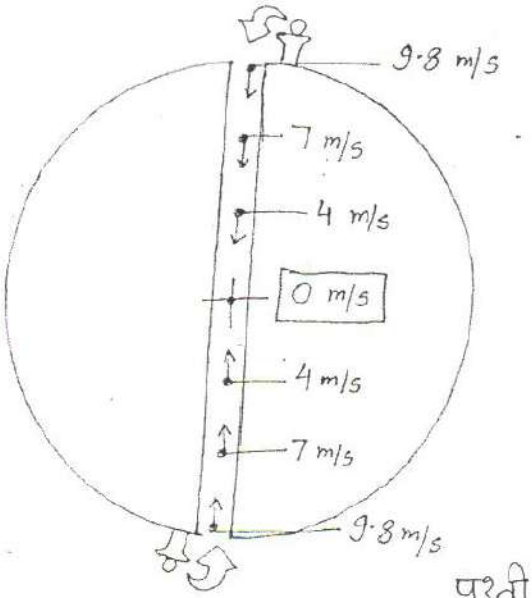
$$g' = \frac{g}{25}$$

यदि $h = \infty$, $\quad F' = \frac{F}{\infty^2} = 0\ N$

$$g' = \frac{g}{\infty^2} = 0\ m/s$$

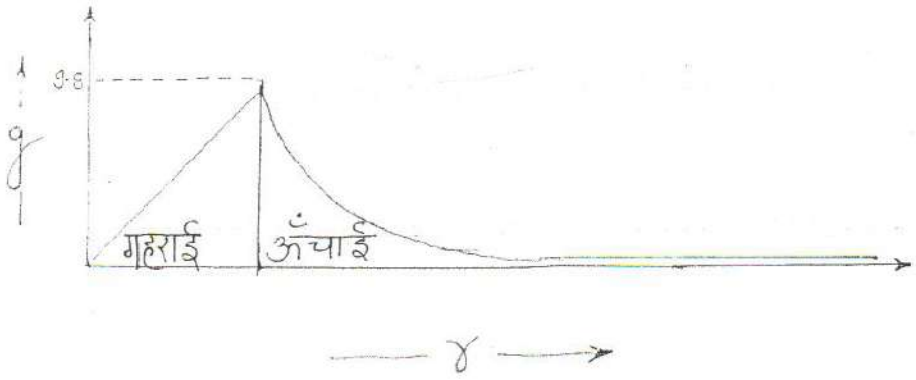
अतः ऊँचाई के बढ़ने से 'g' घटता है तथा अनंत दूरी पर शून्य हो जाता है।

गहराई का असर



गहराई में जाने पर भी 'g' घटता है तथा शून्य हो जाता है यदि पृथ्वी के केंद्र पर पहुँच जाएँ।

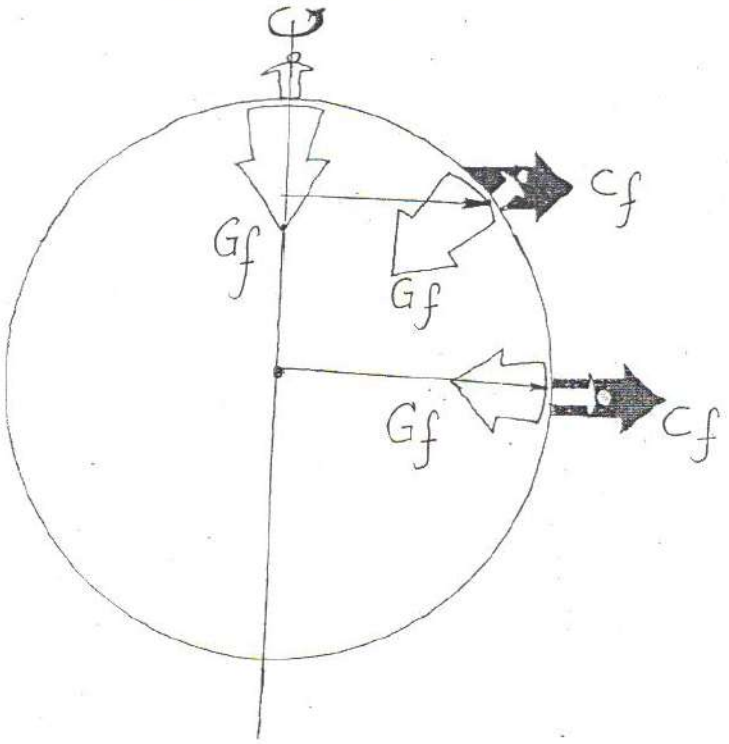
तत्पश्चात, 'g' फिर से बढ़ने लगता है तथा पृथ्वी के दूसरे छोर पर फिर से अधिकतम हो जाता है।



ऊँचाई के लिए : $F = \frac{G m_1 m_2}{r^2} \Rightarrow \therefore F \propto \frac{1}{r^2}$

गहराई के लिए : $F = \frac{G m_1 m_2}{r^2} \cdot \frac{r^3}{R^3} = \left(\frac{G m_1 m_2}{R^3}\right) r \Rightarrow \therefore F \propto r$

पृथ्वी के घूर्णन का असर



लगने वाला बल :-

(i) भूमध्य रेखा = $(Gf - Cf)$ कम है

(ii) ध्रुव = (Gf) अधिक है

∴ 'भूमध्य-रेखा' पर 'g' कम होता है तथा ध्रुव पर 'g' अधिक होता है

सोना-चाँदी तोलेंगे तो ध्रुव पर सबसे भारी होंगे

परन्तु जगह बदल देने से 'भार' बदल सकता है, 'द्रव्यमान' नहीं बदलता।

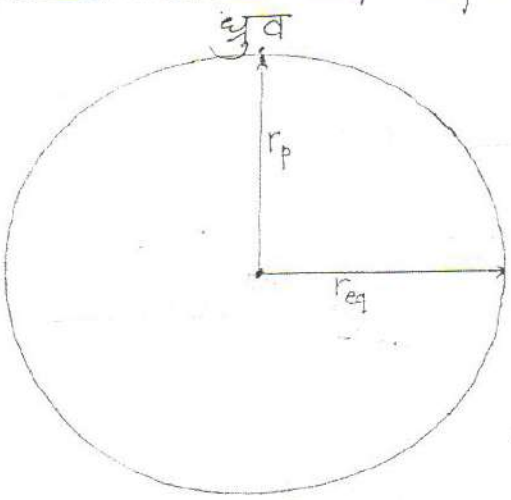
द्रव्यमान	भार
60 Kg	F = ma W = mg = 60·10 = 600 N
चंद्रमा पर, 60 Kg	= 100 N
g = 0, 60 Kg	= शून्य N
अदिश	सदिश
+ve	+ve, शून्य, -ve

जब भार ही शून्य हो जाता है तो उसे भारहीनता कहते हैं।

भारहीनता
• अनंत दूरी
• पृथ्वी का केंद्र
• मुक्त पतन
• उपग्रह

इस निशान का अर्थ है कि उपग्रह भी मुक्त-पतन का उदाहरण है

Effect due to shape of earth :



पृथ्वी पूर्णतया गोलाकार नहीं है। यह थोड़ी सी चपटी है। अतः ध्रुव की त्रिज्या तुलनात्मक रूप से कम है

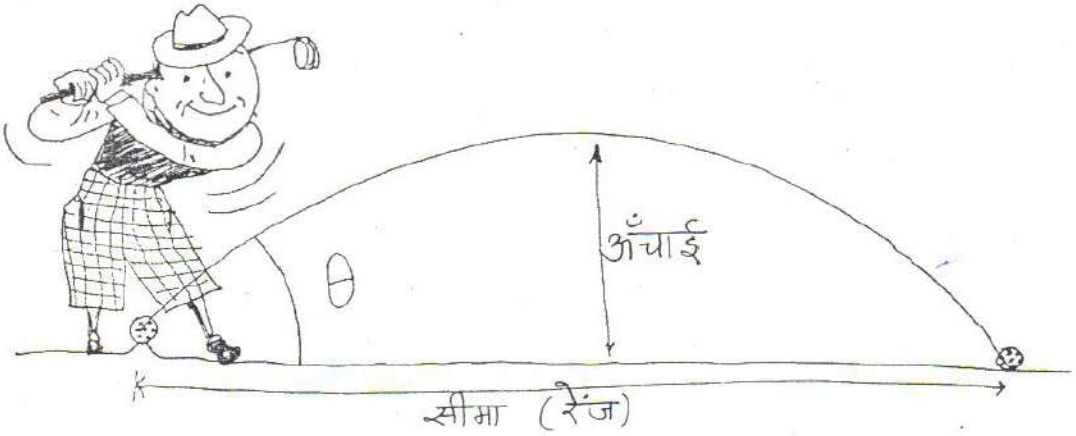
$\therefore r_p < r_{eq}$ जहाँ

r_p = ध्रुवीय त्रिज्या

r_{eq} = भूमध्यीय त्रिज्या

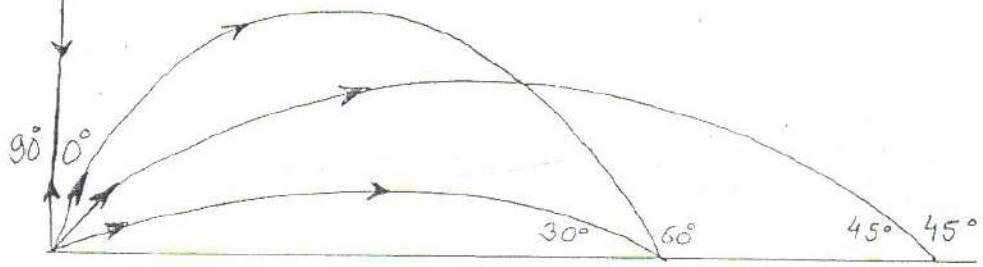
अतः, $Gf_{ध्रुव} > Gf_{भू.रेखा}$. अब आपका सोना पहले से भी अधिक भारी हो गया है, यदि आप ध्रुव पर हैं तो।

प्रक्षेप्य :-



अधिकतम ऊँचाई के लिए , $\theta = 90^\circ$

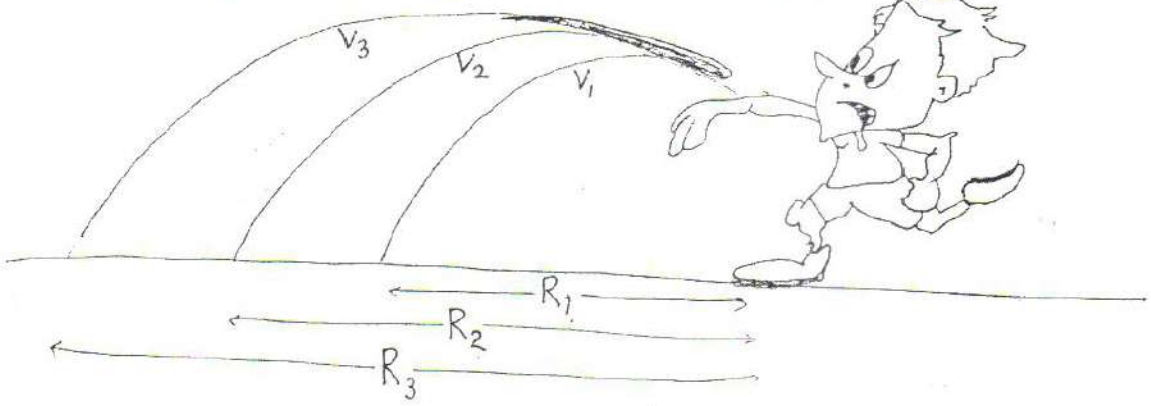
सर्वाधिक सीमा के लिए , $\theta = 45^\circ$



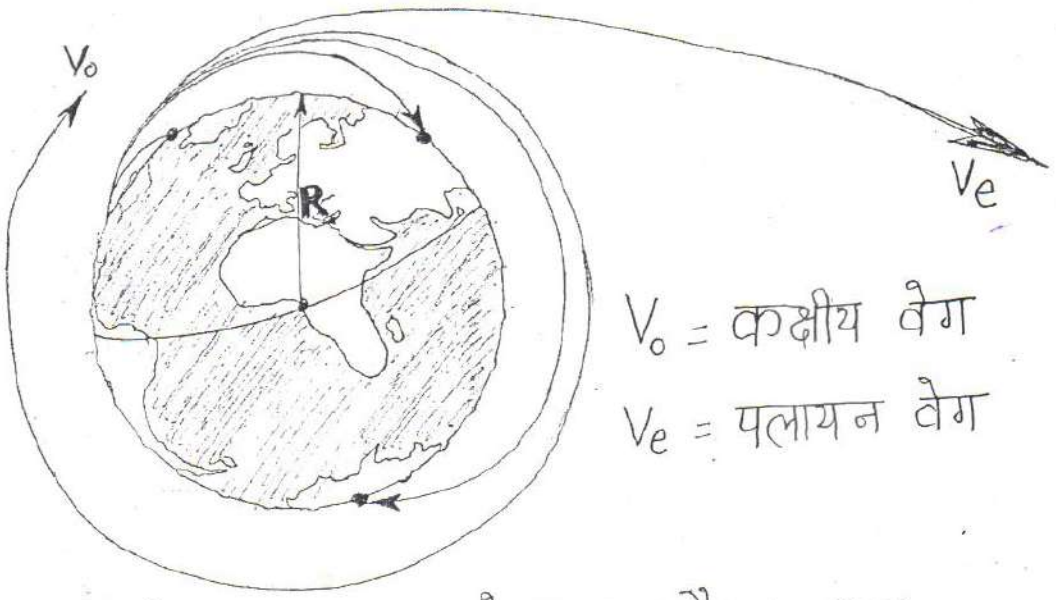
0° की रेंज तथा 90° की रेंज, दोनों बराबर हैं, जो हैं = शून्य

रेंज आपके आरंभिक वेग पर भी निर्भर करती है।

यदि $V_1 < V_2 < V_3$ ∴ $R_1 < R_2 < R_3$



परंतु यदि वेग बहुत अधिक कर दिया जाए तो पृथ्वी का आकार अपना असर दिखाता है।



V_o = कक्षीय वेग

V_e = पलायन वेग

माना कि वस्तु का वेग 'V' है। अब,

(i) $V < V_o$: यह प्रक्षेप्य है
: परवलाकार
: पृथ्वी पर ही गिरता है

(ii) $V \geq V_o$ तथा $V < V_e$: यह उपग्रह है
: दीर्घवृत्ताकार
: घूमता रहता है

(iii) $V \geq V_e$: वस्तु ब्रह्माण्ड-भ्रमण पर चली गई
: अतिपरवलाकार
: अनंत पर पहुँच जाता है

जब उपग्रह का वेग बढ़ता है,

(i) उसकी ऊँचाई बढ़ती है, अतः वह बड़ी त्रिज्या रखता है।

(ii) वह पृथ्वी की परिक्रमा करने में समय भी अधिक लेता है।

जब $V = V_o$,

(i) त्रिज्या = 'R' = पृथ्वी की त्रिज्या
ऊँचाई = शून्य = पृथ्वी की सतह से

(ii) समय = 84.6 मिनट

V_o और V_e उपग्रह के द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करते।

$V_o = 7.9$ Km/s
$V_e = 11.2$ Km/s

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

ये मान केवल पृथ्वी के लिए हैं। दूसरे ग्रह, उपग्रह अथवा तारों के लिए यह भिन्न होगा। गुरुत्व के बढ़ने से यह मान भी बढ़ेगा।

पृथ्वी की निचली कक्षा के लिए

(i) $V_o \approx 8$ Km/s

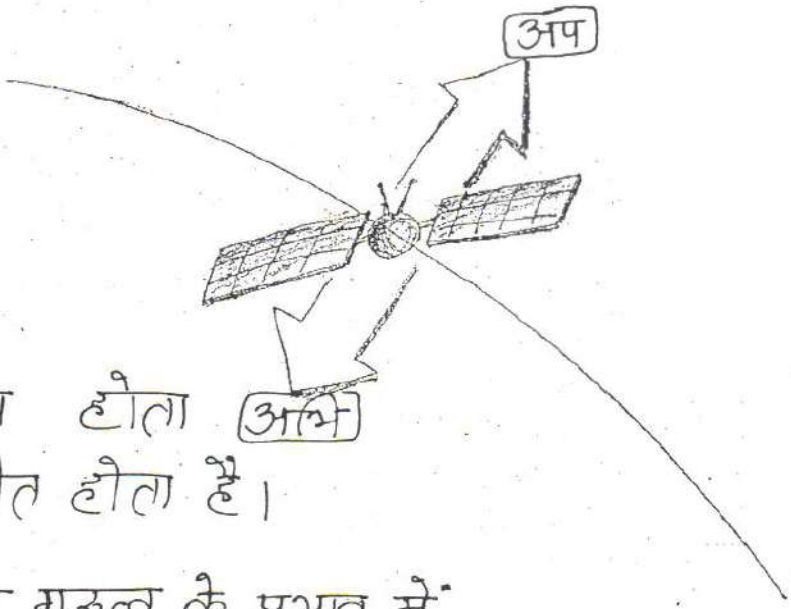
(ii) $h \approx 400$ Km

(iii) $r = R + h \approx 6800$ Km

(iv) $t \approx 90$ min

मुक्त-पतन में भारहीनता

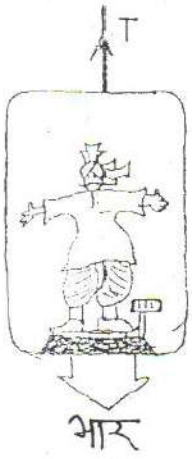
(i) उपग्रह

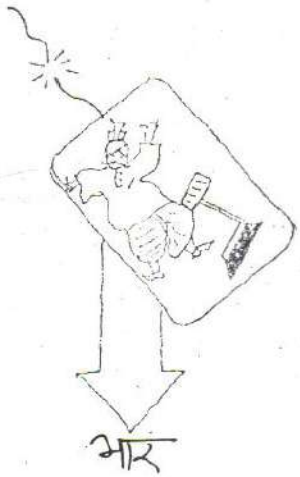


अभि = अप

बल, शून्य होता हुआ प्रतीत होता है।

(ii) लिफ़्ट केवल गुरुत्व के प्रभाव में

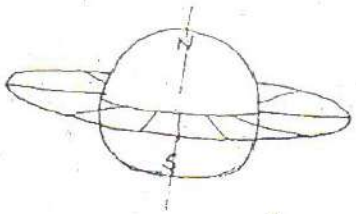




कोई भी वस्तु जो मात्र गुरुत्वाकर्षण बल ही महसूस करता है, मुक्त-पतन में कहलाता है।

उपग्रह

भूस्थिर



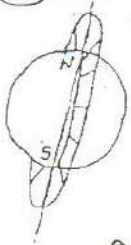
सदा भूमध्य रेखा पर

$T = 24$ घंटे

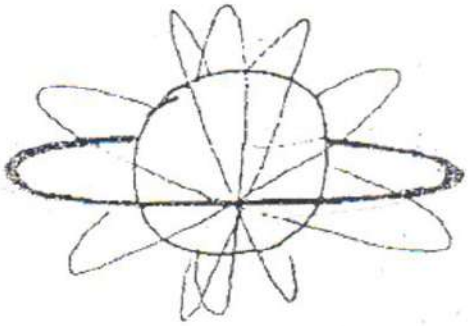
$h = 36,000$ Km

पूरी पृथ्वी को नहीं तय कर सकती

ध्रुवीय

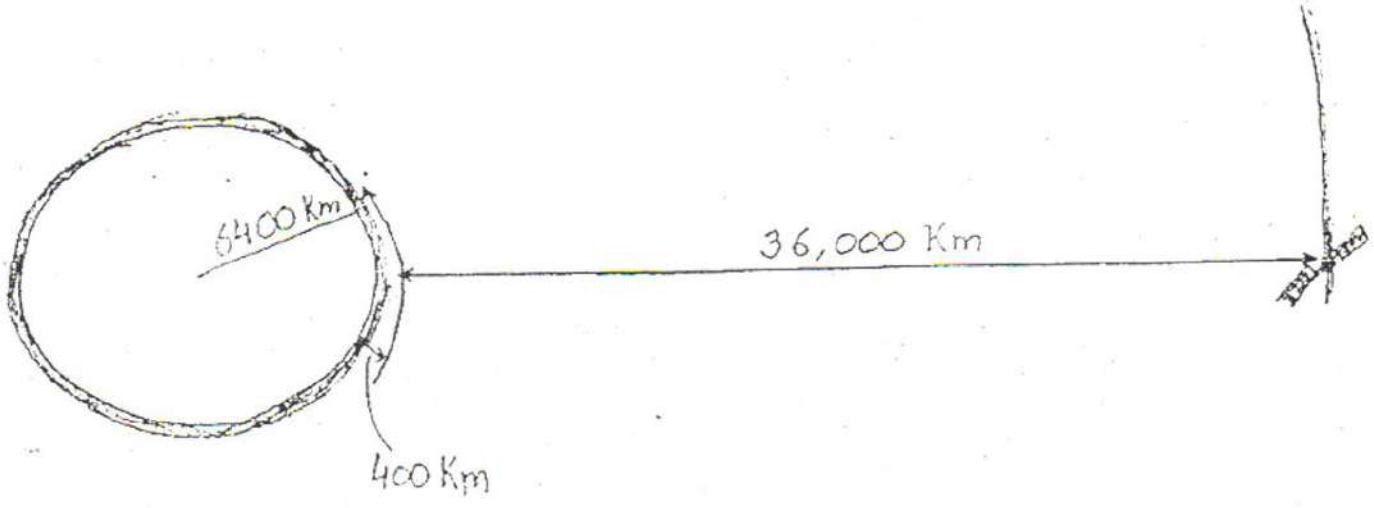


ध्रुवों पर से गुज़रती है।

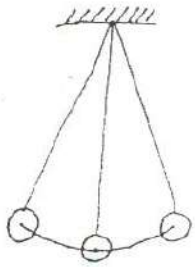


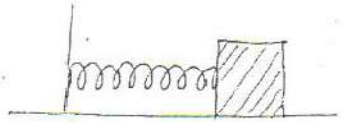
$T = 24$ hrs

$h = 36,000.$

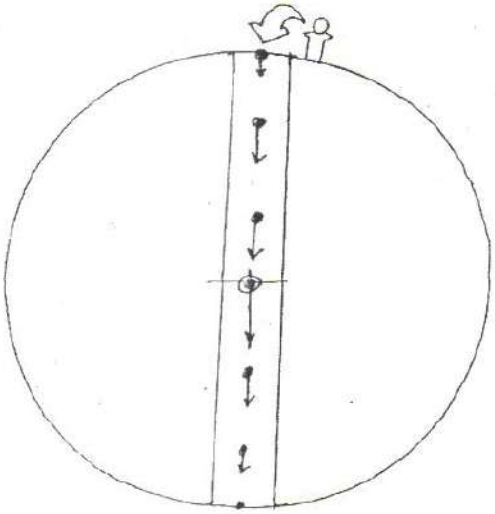


सरल आवर्त गति (SHM)

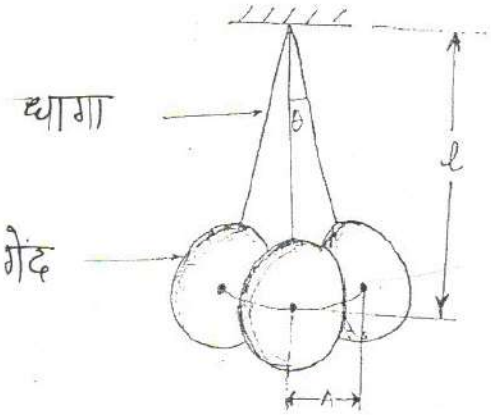




$$F = -kx$$



एक साधारण दोलक



(i) आयाम (A)

(ii) लंबाई (ℓ)

(iii) द्रव्यमान (m)

(iv) आवर्त काल (T)

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

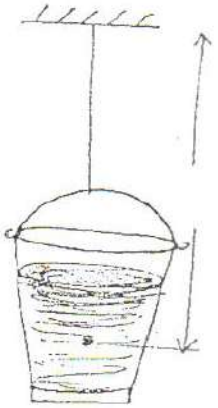
T कभी भी (m) और (A) पर निर्भर नहीं करता

- अतः गेंद के द्रव्यमान को बदलने से भी आवर्त काल नहीं बदलता
- आयाम से भी 'T' पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता (यदि θ को बहुत ज़्यादा न बढ़ाया जाए)

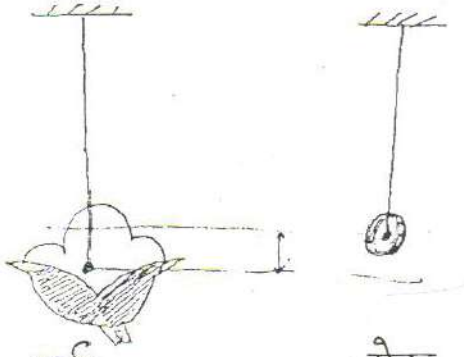
आवर्त काल से संबंधित कुछ उदाहरण:

1) टपकती हुई बाल्टी

'T' पहले बढ़ता है,
फिर घट जाता है।



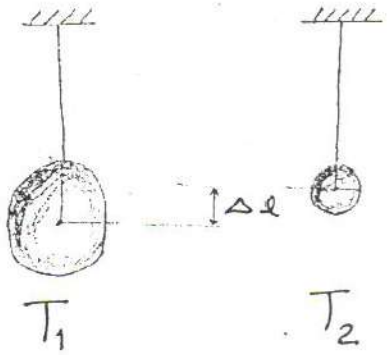
2) समान द्रव्यमान की रूई और लोह की गेंद



रूई — 'T' अधिक है

लोह — 'T' कम है।

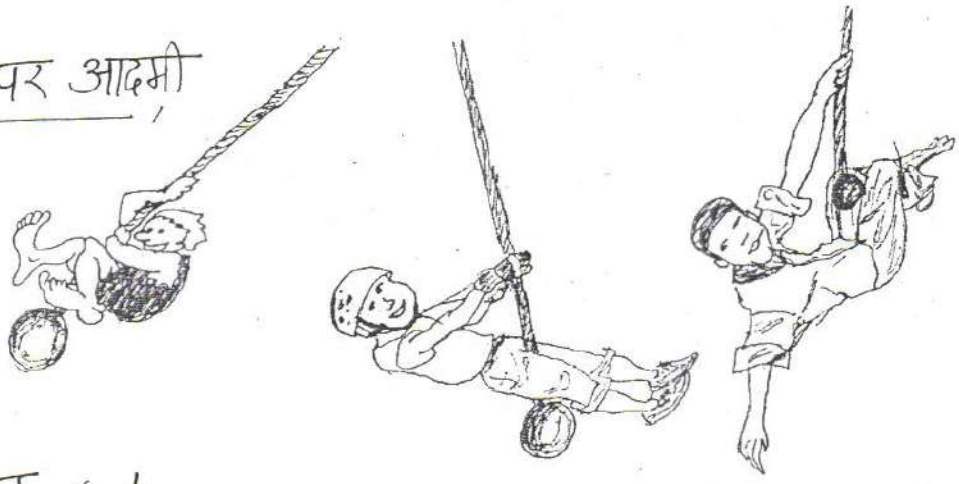
3) असमान द्रव्यमान की स्टील की गेंद



T_1 T_2

$T_1 > T_2$

4) दोलक पर आदमी,



$T < t$ $T = t$ $T > t$

5) चंद्रमा पर, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ g चंद्रमा पर 6 गुणा कम है। अतः वहाँ समय $\sqrt{6}$ गुणा अधिक है।

6) $g = 0$, $T = \infty$ (यानि रुका हुआ दोलक)

जहाँ भी भारहीनता हो, $g = 0$ माना जाएगा

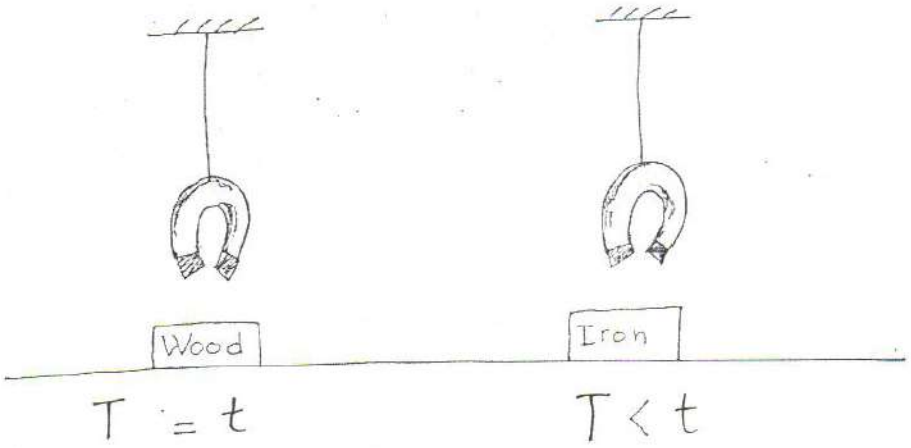
(i) मुक्त पतन में लिफ्ट में दोलक नहीं चलता

(ii) उपग्रह या अनंत या पृथ्वी के केंद्र में तो दोलक शुरु ही नहीं होता

7) यदि $l = R$, $T = 84.6$ min (पृथ्वी के लिए)

ये उतना ही है जो $V_0 = V$ वाले उपग्रह के लिए था

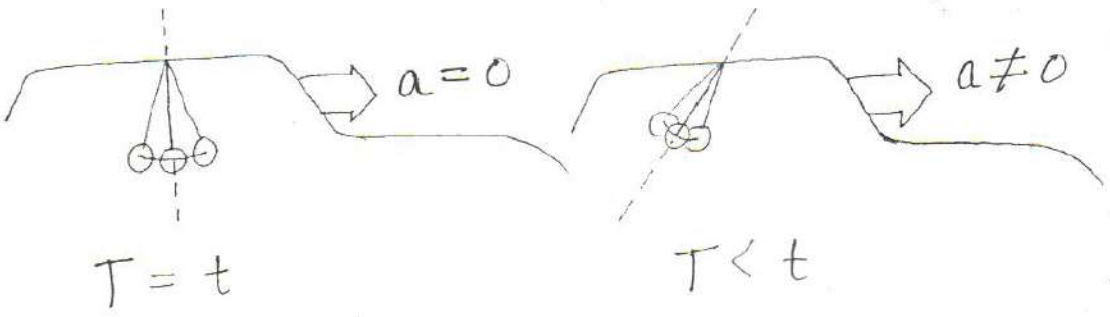
8) चुंबकीय दोलक



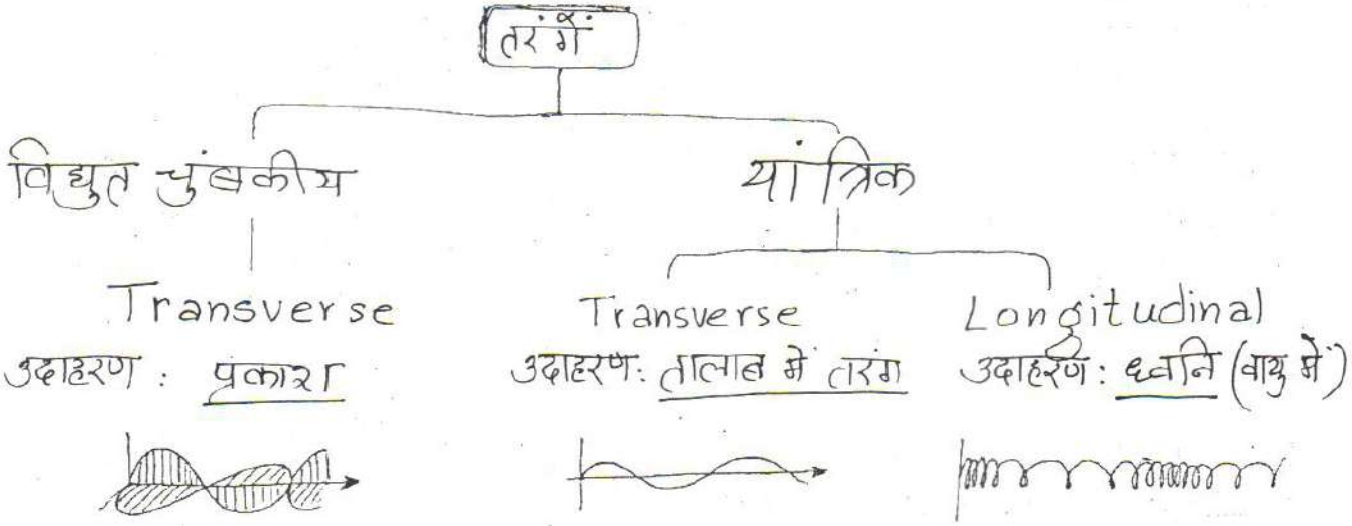
जहाँ T = जो हुआ

t = जो अपेक्षित था (यदि चुंबकीय न होता)

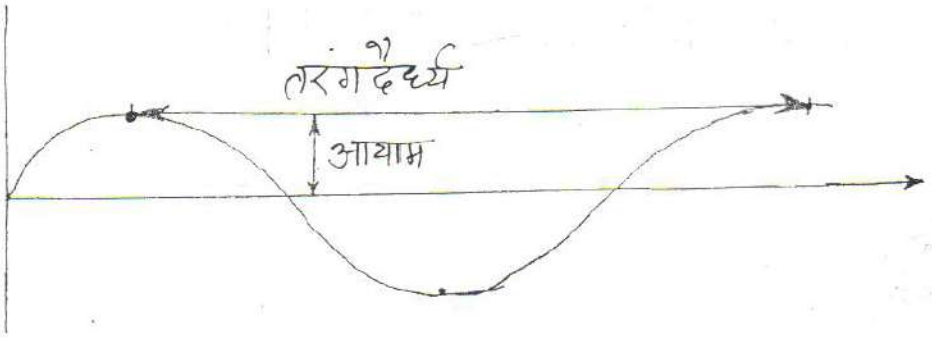
9) त्वरण में गाड़ी



तरंगें : जब ऊर्जा स्वयं गति में हो



तरंगों के कुछ लक्षण



(i) तरंगदैर्ध्य : (λ)

(ii) आयाम : (A)

(iii) आवर्त-काल : (t)

(iv) आवृत्ति : (ν, f)

ध्वनि : यह एक Longitudinal यांत्रिक तरंग है
(ठोस में यह transverse भी हो सकती है)

मनुष्य की सुनने की क्षमता

आवृत्ति में	तरंगदैर्ध्य में	डेसीबल में	दाब में
20 Hz — 20,000 Hz	17m — 17 mm	0 dB	$20\mu Pa$ से

ध्वनि का वेग :

20°C के तापमान और समुद्रतल की ऊँचाई पर

$V = 332$ m/s (सैद्धांतिक)
$V = 343$ m/s (प्रायोगिक)

(i) तापमान का प्रभाव

$$V \propto \sqrt{T}$$

(ii) दाब का प्रभाव
कोई प्रभाव नहीं

(iii) घनत्व का प्रभाव

$$V \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$ (केवल गैसों के लिए)

(iv) आर्द्रता का प्रभाव
आर्द्रता वायु के घनत्व को घटाती है
अतः ध्वनि के वेग को बढ़ाती है

(v) कठोरता का प्रभाव

$$V \propto \sqrt{k}$$

जब वस्तुएँ ध्वनि की गति से भी तेज़ या तुलनात्मक वेग से चलती हैं तो उसके वेग को माक संख्या से दिखाते हैं।

Mach 1 = 340.29 m/s

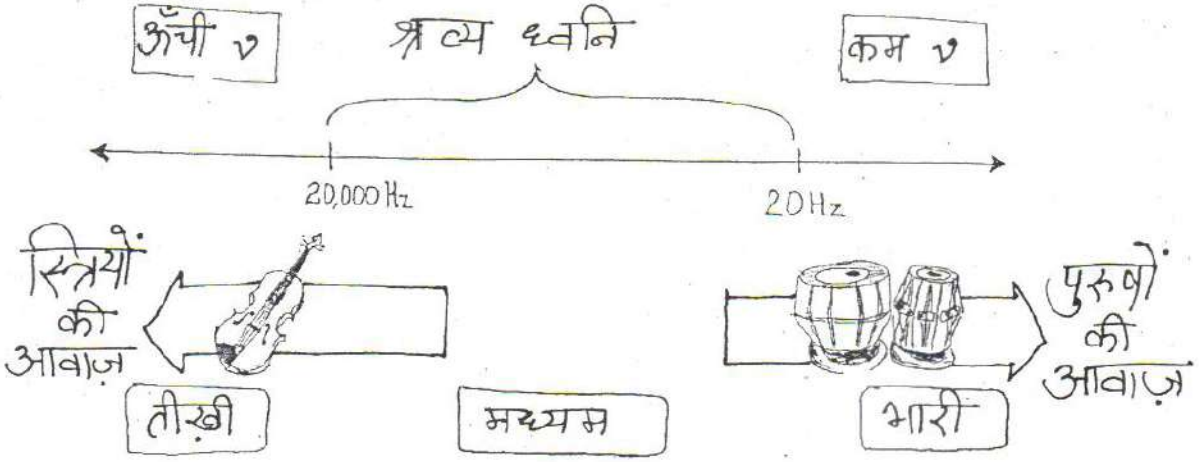
सूपरसोनिक > Mach 1·2
हाइपरसोनिक > Mach 5

नाम	माक संख्या
सबसोनिक	< 0·8
ट्रांससोनिक	0·8 to 1·2
सूपरसोनिक	1·2 to 5·0
हाइपरसोनिक	5·0 to 10·0
हाई-हाइपरसोनिक	10 to 25
पुनर्प्रवेश का वेग	> 25

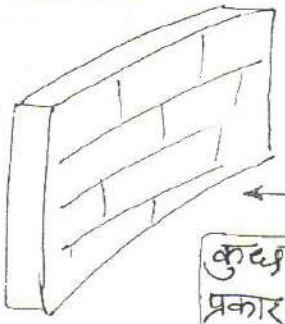
आवाज़ की ऊँचाई : डेसीबल (dB) में नापी जाती है

0 dB	न्यूनतम श्रव्य ऊँचाई
10 db	साँस लेना
20 - 30 db	शाँत कमरा
40 - 60 db	साधारण वार्तालाप
42 - 53 db	कपड़े धोने की मशीन
65 db	TV की आम आवाज़
70 db	सोने/पढ़ने के लिए अधिकतम स्वीकार्य
80 db	कार- जीप
85 db	कान की खराबी (यदि लंबे समय तक सुनी जाए)
110 db	चेनसॉव
110 - 140 db	जेट इंजन
120 db	कान का फ़ट जाना (तुरंत)
168 db	M1- गैरेंड राइफ़ल
194 db	शॉक - वेव

ध्वनि की आवृत्ति : इसको f या ν (न्यू) से दर्शाते हैं



प्रतिध्वनि :



ध्वनि कान में ही रहती है $\frac{1}{15}$ s तक

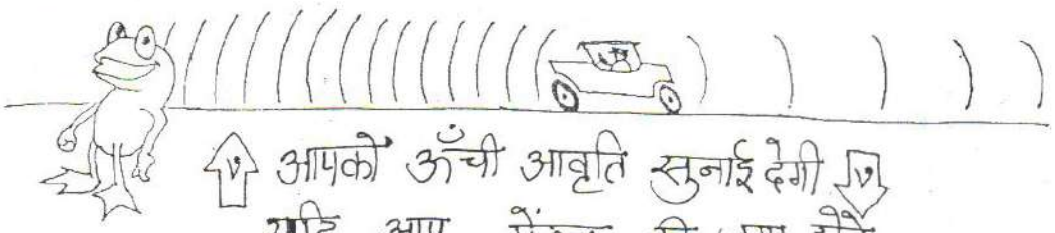
ध्वनि का वेग = 343 m/s

∴ दूरी = 11.3 m

कुछ पुस्तकों में ये मान इस प्रकार है: $t = \frac{1}{10}$ s, v = 343 m/s, s = 17.15 m

गूँज : छिद्रपूर्ण ठोस पदार्थ, ध्वनि को अवशोषित कर लेते हैं। इसी वजह से थियेटर में लकड़ी लगाते हैं।

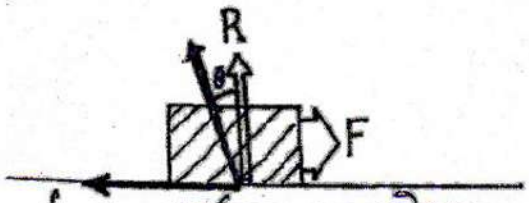
डोपलर का प्रभाव :

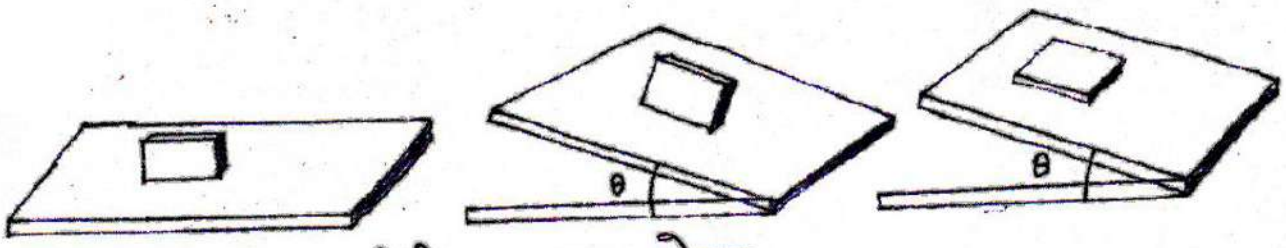


आपको ऊँची आवृति सुनाई देगी यदि आप मेंढ़क की जगह होते

Friction (घर्षण): यह एक संपर्क बल है

(i) द्रव्यमान (m) पर निर्भर करता है (kg)
(ii) गुरुत्व (g) पर निर्भर करता है (m/s^2)
(iii) पदार्थों (μ) पर निर्भर करता है ($-$)
(iv) क्षेत्रफल पर निर्भर नहीं करता
(v) हमेशा गति को प्रतिरोध नहीं देता

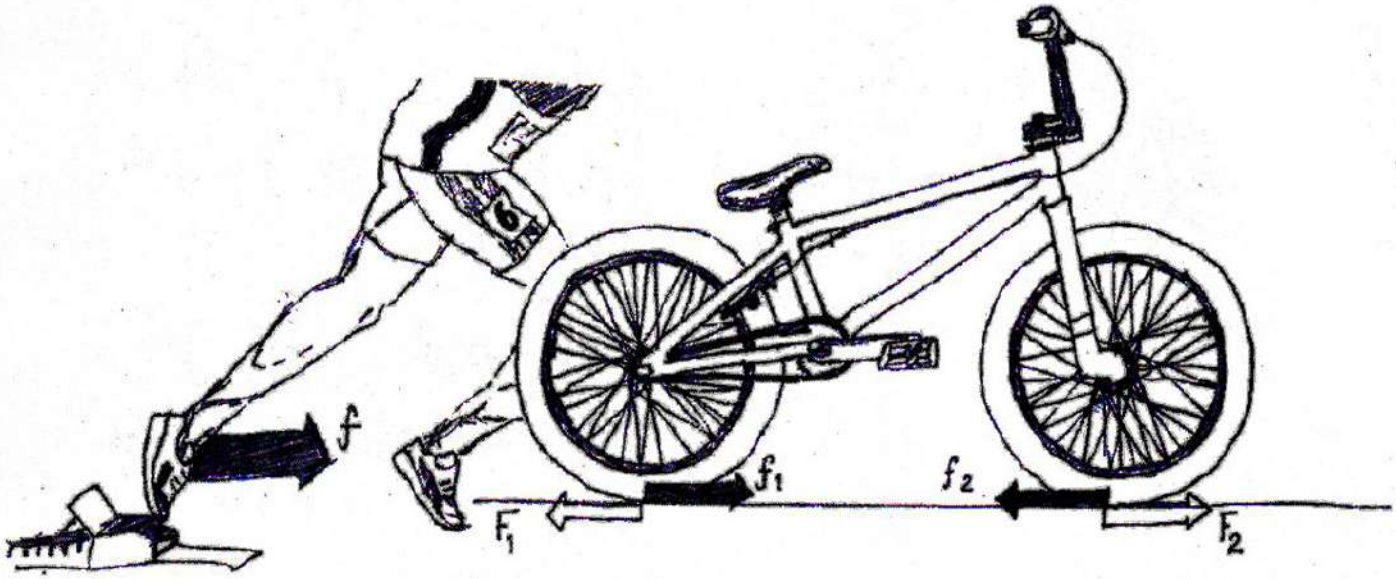




θ = प्रतिरोध का कोण

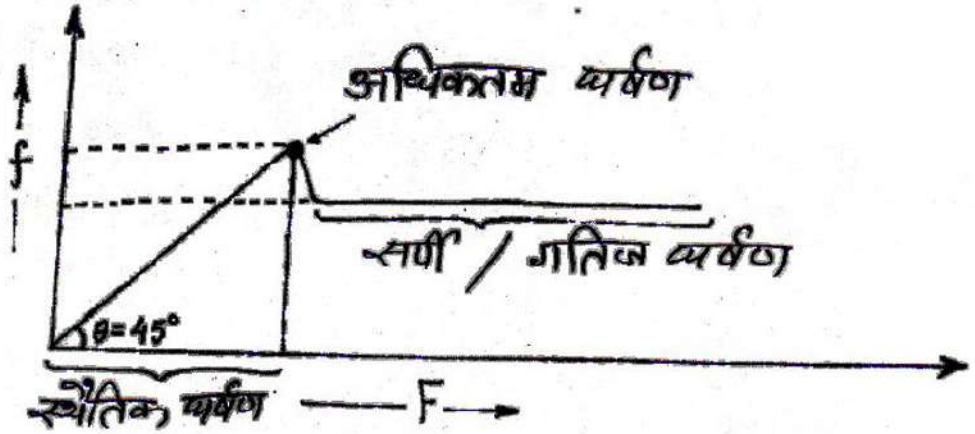
$\tan\theta = \mu$ (घर्षण का गुणांक)

प्रतिरोध का कोण = घर्षण का कोण



घर्षण स्वयं को समायोजित कर लेता है, परन्तु

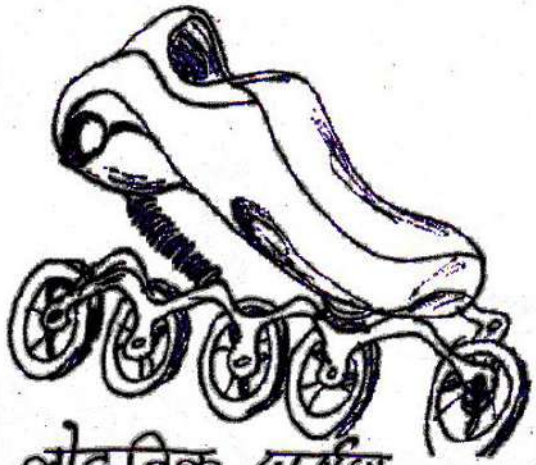
एक सीमा तक ही



$$f = \mu m g$$

$$\mu_s > \mu_k > \mu_r > \mu_f$$

स्थैतिक > गतिज > लोटनिक > तरल



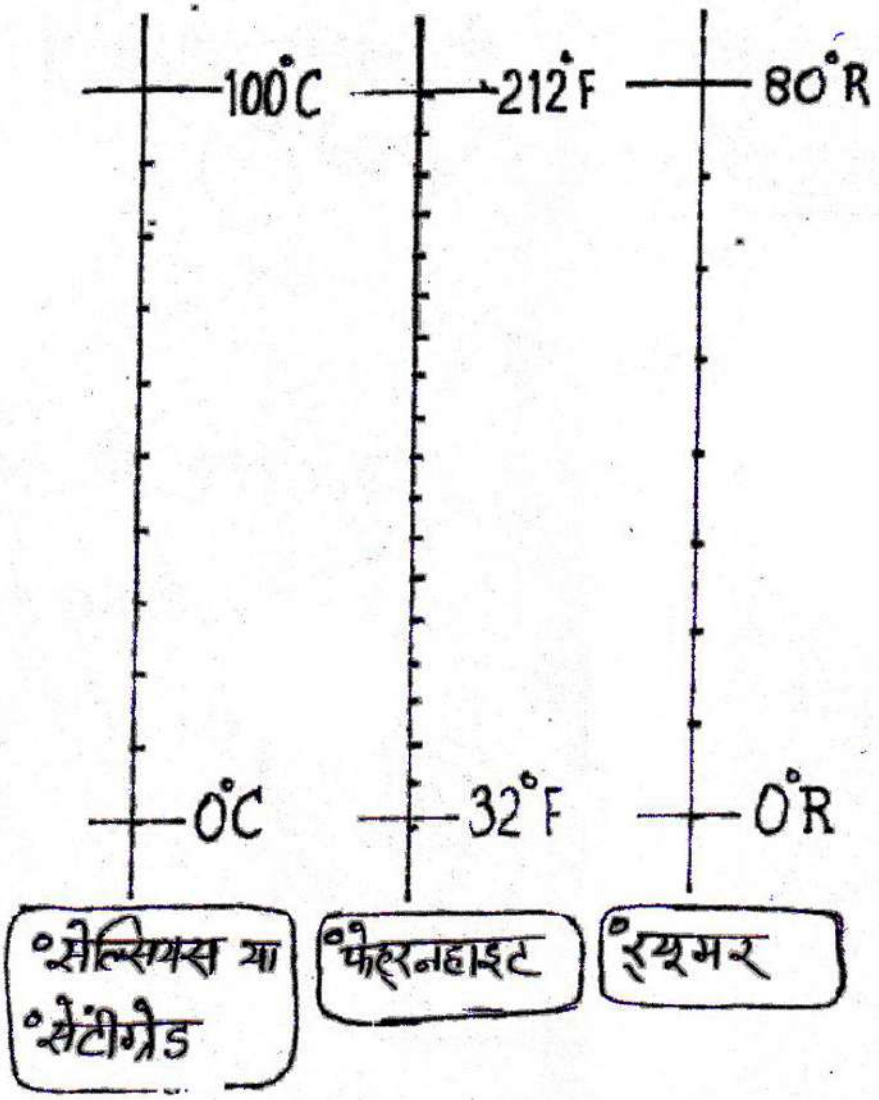
लोटनिक घर्षण

गाड़ी को घुमाते समय घर्षण न तो गति का विरोध करता है, न सहायता।

"चाल वही रहती है पर वेग बदल जाता है"

Thermodynamics (ऊष्मा गतिकी)

Temperature (तापमान)



$$\frac{°C-0}{100} = \frac{°F-32}{180} = \frac{°R-0}{80}$$

ये सभी माप, तुलनात्मक हैं। अधिक तापमान का अर्थ है कि अणु अधिक आयाम से काँप रहे हैं।

ऊष्मा : एक प्रकार की ऊर्जा है

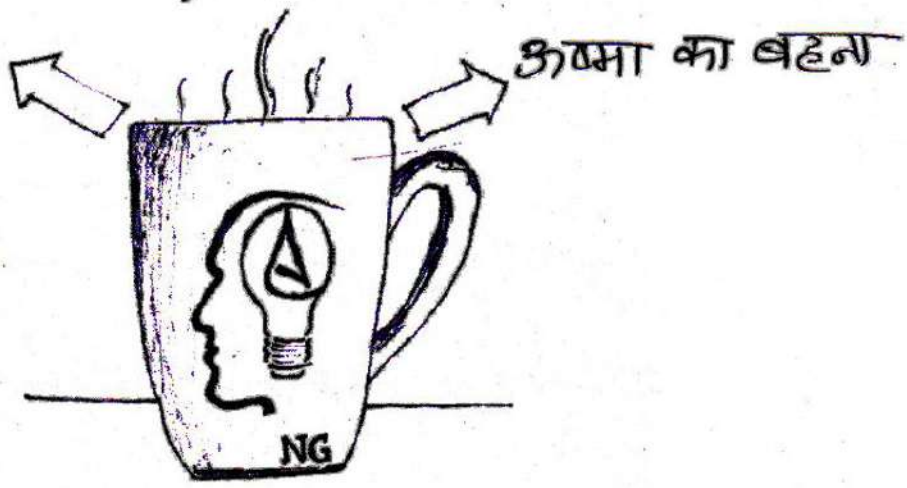
: तापमान को बदल भी सकती है (विशिष्ट) अथवा नहीं (गुप्त) भी बदल पाए

: ज्यूल (J) में नापी जाती है

ऊष्मा का परिवहन (परिस्थितियाँ)

उच्च ताप से

↳ निम्न ताप की ओर



ऊष्मा का परिवहन (तरीके)

(i) संचालन

(ii) संवहन

(iii) विकीरण

(iv) ऐउतेक्शन

विशिष्ट ऊष्मा

$$H = m\,c\,\Delta T$$

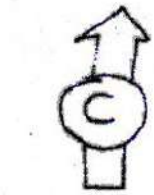
- H → ऊष्मा
- m → द्रव्यमान
- c → विशिष्ट ऊष्मा
- ΔT → तापमान में बदलाव

$$H = 1 \cdot c \cdot 1$$

$$H = c$$

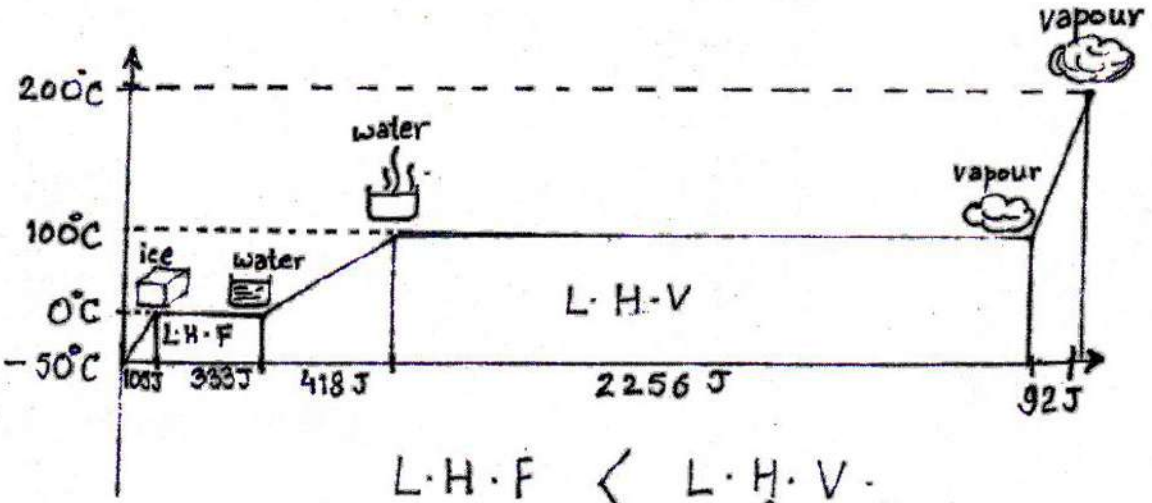
if $m = 1\,Kg$ & $\Delta T = 1^{\circ}C$

अतः, C = उतनी ऊष्मा जो 1kg पदार्थ को $1^{\circ}C$ गर्म करने के लिए चाहिए



जल: C ↑ — पानी रेत की तुलना में जल्दी गर्म होता है और जल्दी ठण्डा। — रेत: C ↓

गुप्त ऊष्मा



L·H·F < L·H·V
(गलन) (वाष्पीकरण)

विशिष्ट ऊष्मा तापमान बदलती है
गुप्त ऊष्मा अवस्था बदलती है

आदर्श गैस समीकरण

$$PV = nRT$$

P = दाब
V = आयतन
n = अणुओं की संख्या (मोल में)
R = सार्वत्रिक गैस स्थिरांक
T = तापमान

नियम	संबंध	प्रक्रम	स्थिर
बोयल	$P \propto 1/V$	समतापीय	T
चार्ल्स	$V \propto T$	समदाबीय	P
गे लूसक	$P \propto T$	समआयतनिक	V

रुद्धोष्म प्रक्रम: निकाय तथा वातावरण में ऊष्मा प्रवाह न हो

ठोस एवं प्रत्यास्थता

दाब :

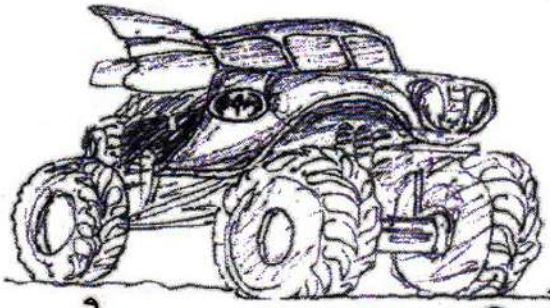
$$P = \frac{F}{A}$$

F = बल

A = क्षेत्रफल

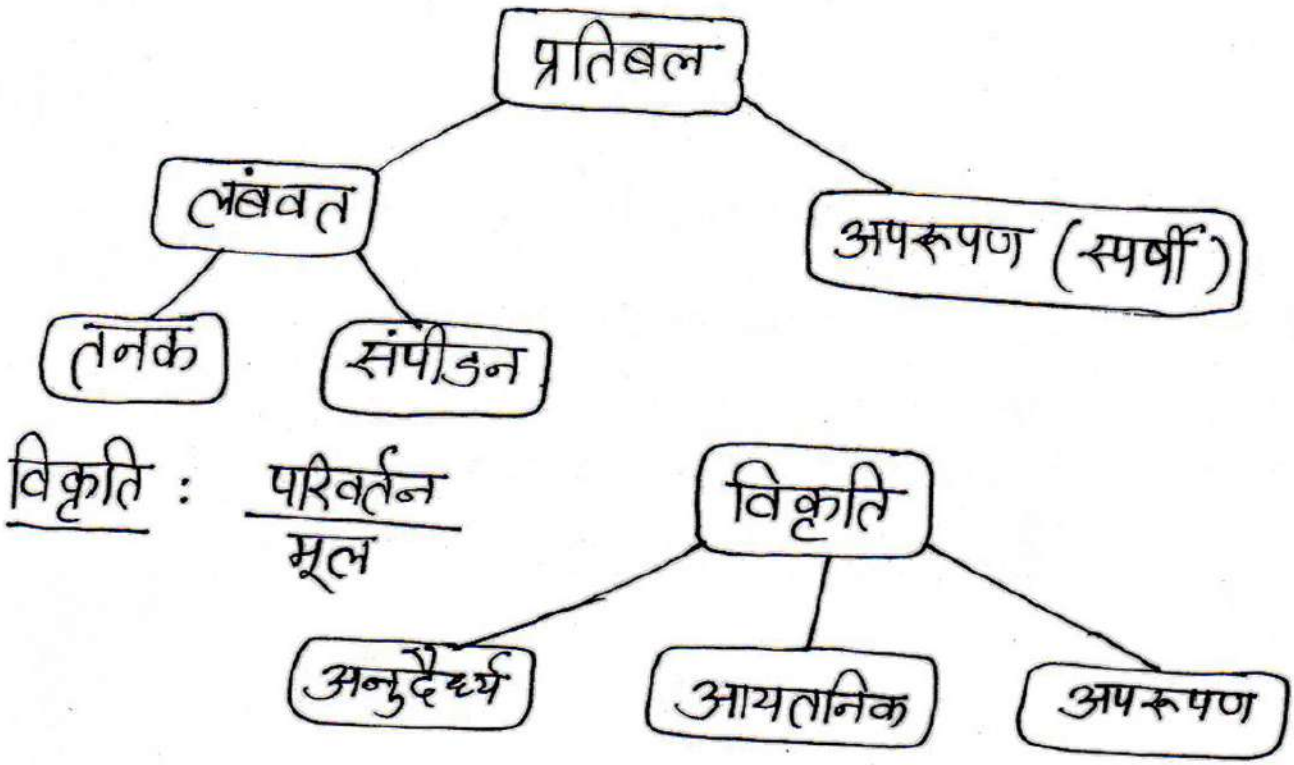
ब्लेड के किनारे पैने हैं। अतः $P \propto \frac{1}{A}$

∴ उच्च दाब



मोन्स्टर ट्रक अधिक क्षेत्रफल रखता है, अतः कम दाब

प्रतिबल : आंतरिक दाब जो बाह्य बल की प्रतिक्रिया के रूप में लगता है।



विकृति : $\frac{\text{परिवर्तन}}{\text{मूल}}$

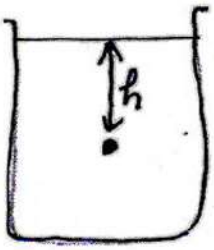
द्रवस्थैतिकी : स्थिर द्रव

Thrust (उत्प्लावन बल) (Buoyant force): द्रव द्वारा किसी सतह पर लगाया गया बल

द्रव द्वारा दाब : किसी ऊँचाई h तक ρ घनत्व के द्रव द्वारा लगाया गया दाब P होगा

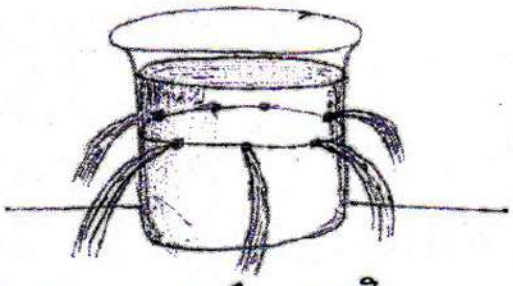
$$\boxed{P = h\rho g}$$

ρ = द्रव का घनत्व

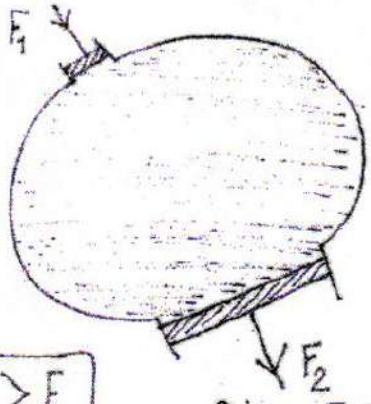


h = द्रव की सतह से गहराई

पास्कल का नियम : यदि गुरुत्वाकर्षण को नकार दिया जाए, तो द्रव में हर बिंदु पर दाब एक समान होगा।



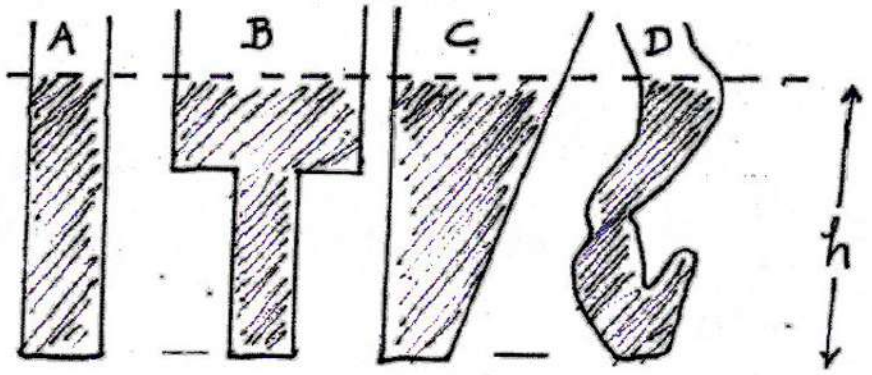
समान गहराई वाले हर बिंदु पर समान दाब



$\boxed{F_2 > F_1}$

हाइड्रोलिक ब्रेक

द्रवस्थैतिक विरोधोक्ति



दाब केवल द्रव की ऊँचाई पर निर्भर करता है, न कि बर्तन के आकार पर

वायुमण्डल की ऊँचाई

$$P = h\rho g$$

We get $h = 7951\,m$

$\approx 8\,km$

और मान होंगे

$P = 1.01 \times 10^5\ N/m^2$

$\rho = 1.3\ kg/m^3$

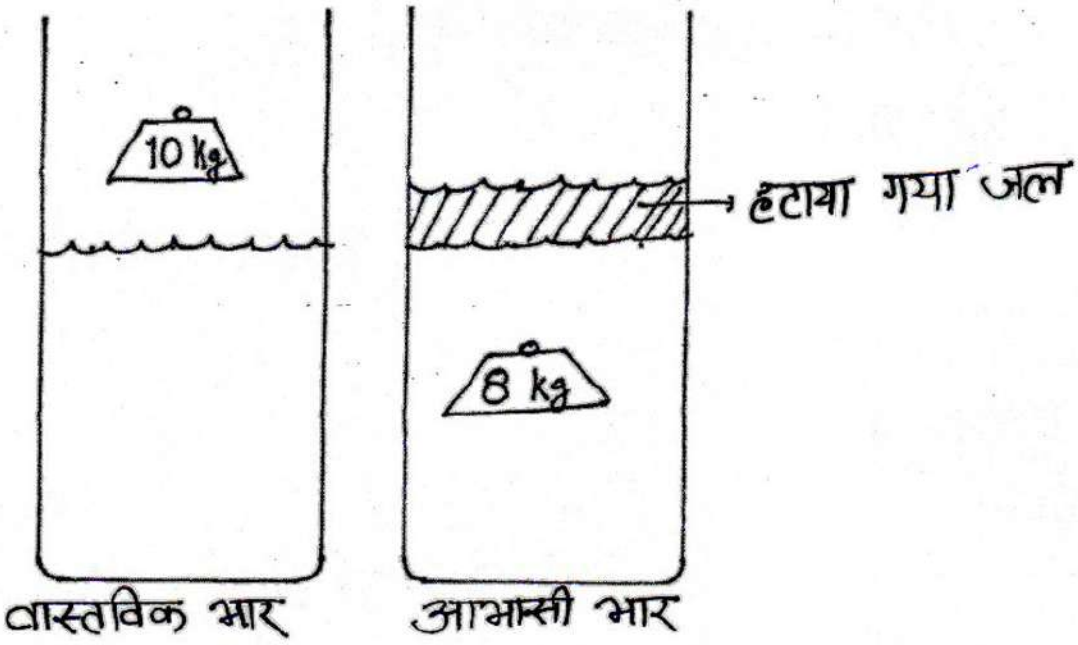
$g = 9.8\ m/s^2$

परन्तु अधिक ऊँचाई पर वायु का घनत्व कम हो जाता है। वास्तविक ऊँचाई है

$h = 400\,km$ (लगभग)

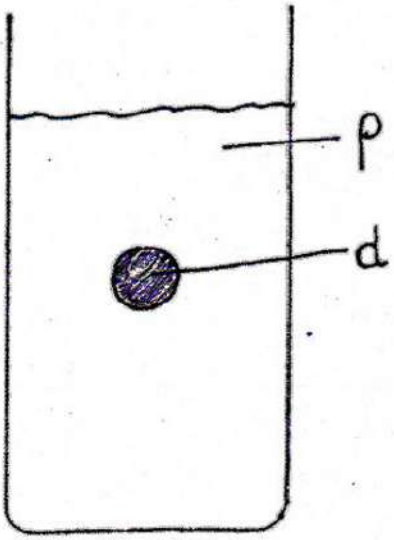
हालांकि, केवल 1% वायु ही 50 km से अपर रह जाती है

आर्किमिडी का सिद्धांत



वास्तविक भार = आभासी भार + हटाए गए द्रव का भार

उत्प्लावन का बल एवं नियम



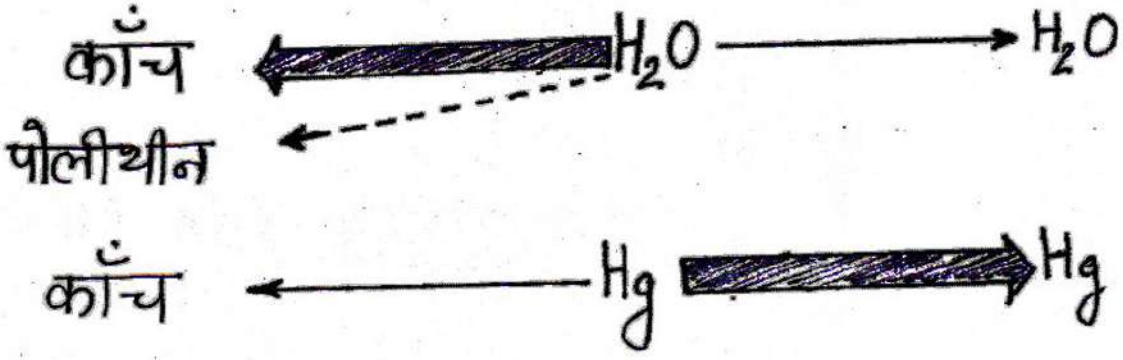
(i) $d < \rho$ (प्रवर्तन)

(ii) $d = \rho$ (स्थगन)

(iii) $d > \rho$ (डूबना)

आसंजक बल

संसंजक बल



पृष्ठ तनाव

संसंजक > आसंजक

उदाहरण : पोलीथीन पर जल

अथवा

काँच पर पारा

कोशिकीय उन्नयन

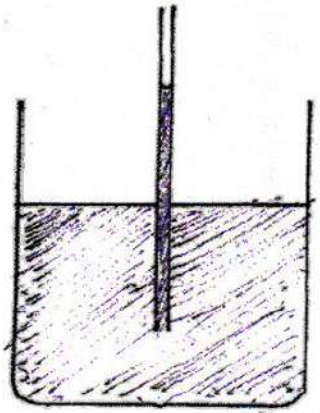
आसंजक < संसंजक

उदाहरण: काँच पर जल

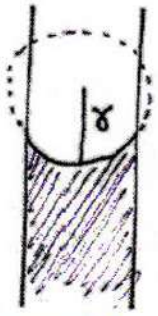
कोशिकत्व

द्रव फैलता है

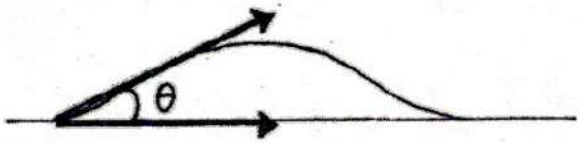
गर्म करने पर बढ़ता है



+ve capillarity



अवतल



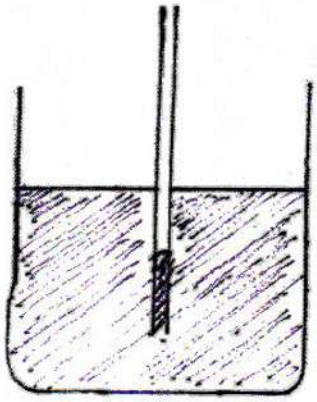
$\theta < 90^\circ$

- स्याही का पेन
- तौलिया
- पादपों के xylem-phloem
- सूती कपड़े
- डेटोल फैलता है

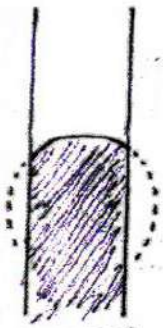
पृष्ठ तनाव

द्रव सिकुड़ता है

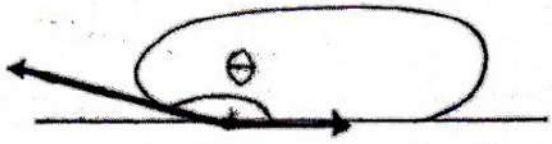
गर्म करने पर घटता है



-ve capillarity



उत्तल



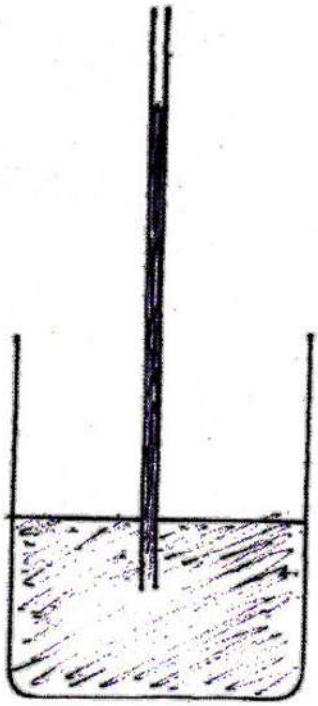
$\theta > 90^\circ$

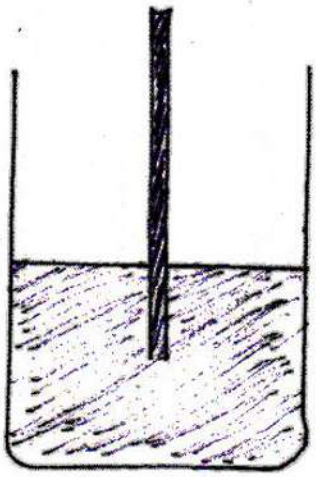
- बूँद का आकार
- साबुन बुलबुले
- शेव की ब्रश
- गर्म खाना
- तैरते मच्छर

θ = संपर्क का कोण

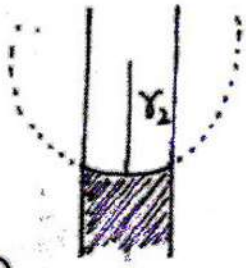
अपर्याप्त ऊँचाई की ट्यूब

जल-प्लावन नहीं होता
चाहे त्रिज्या बढ़ जाए





$r_1 < r_2$



अधिक अवतल

अधिक समतल

पौधों में जल के ऊपर चढ़ने की मुख्य वजह कोशिकीय उन्नयन नहीं होती। यह सिर्फ़ सहायक है। मुख्य कारण, पत्तों पर से जल का वाष्पीकरण है।

द्रव गतिकी

श्यानता : द्रव की विभिन्न सतहों परतों की बीच आंतरिक घर्षण

ध्यान रहे : द्रव = तरल + गैस (दोनों)

श्यानता को η से नापा जाता है

(ईटा) η (eta) = श्यानता का गुणांक

जो द्रव आसानी से बहते हैं, उन के लिए η कम है

η कम है = जल

η उच्च है = शहद

η शून्य है = निर्वात

स्टोक का नियम : $F_v = 6\pi\eta rv$ = श्यानता बल (द्रव कर्षण)

नीचे गिरती हुई वस्तु के लिए

if F_v = भार

$6\pi\eta rv = mg$

$$v = \frac{mg}{6\pi\eta r}$$

यह सीमांत वेग है

निर्वात के लिए $V = \infty$ अर्थात् यदि वस्तु के पास पर्याप्त समय हो तो वह गिरते-गिरते अनंत वेग पा लेती है।

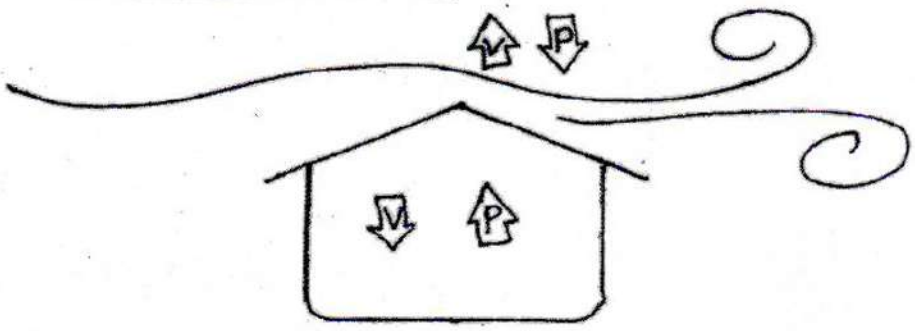
बर्नूली का सिद्धांत

(i) उच्च वेग $\xrightarrow{\text{अर्थात}}$ निम्न दाब
निम्न वेग $\xrightarrow{\text{अर्थात}}$ उच्च दाब

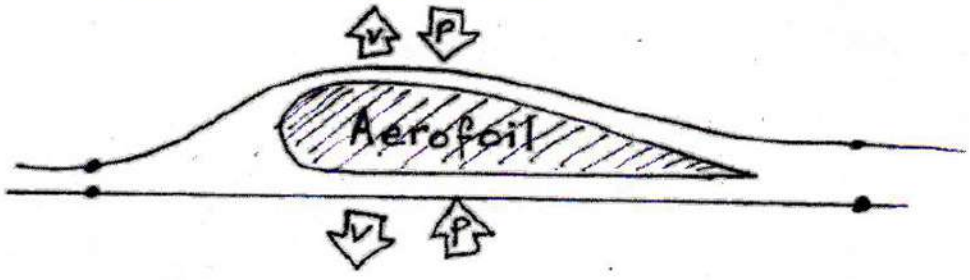
(ii) द्रव उच्च दाब से
निम्न दाब की ओर जाता है

उदाहरण

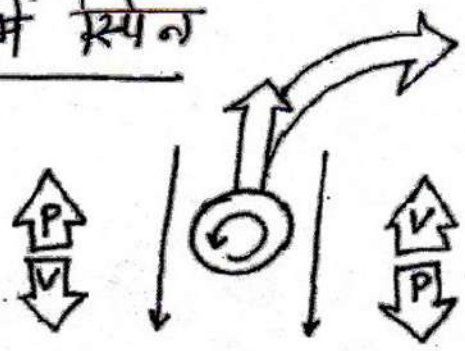
(i) छतों का उड़ जाना



(ii) जहाज़ में उत्प्लावन

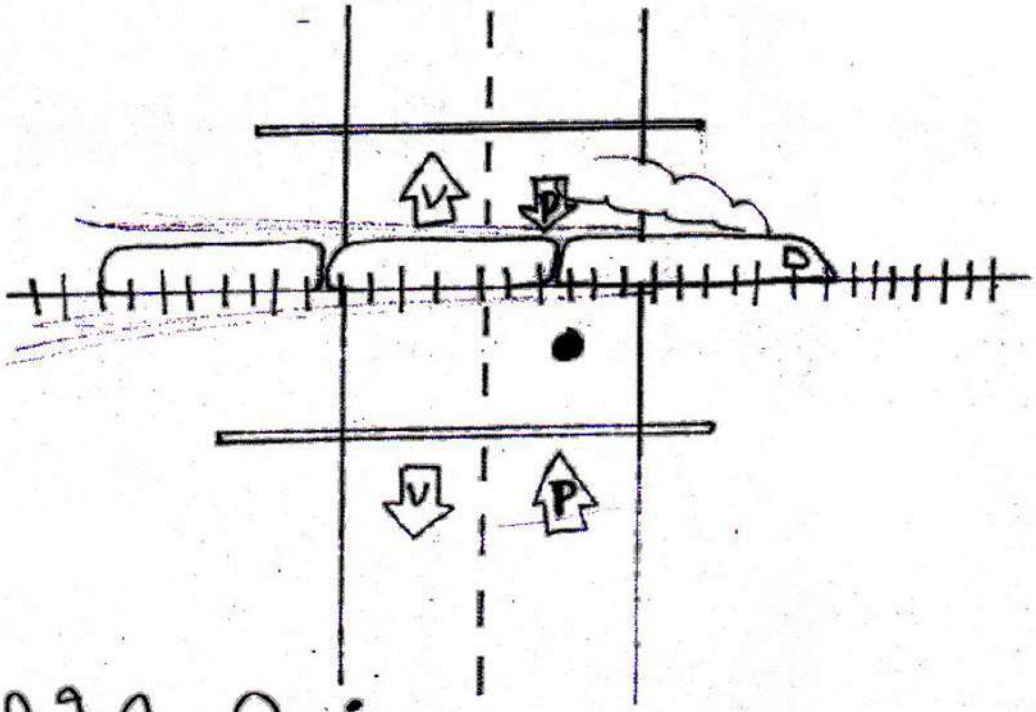


(3) गेंद में स्पिन

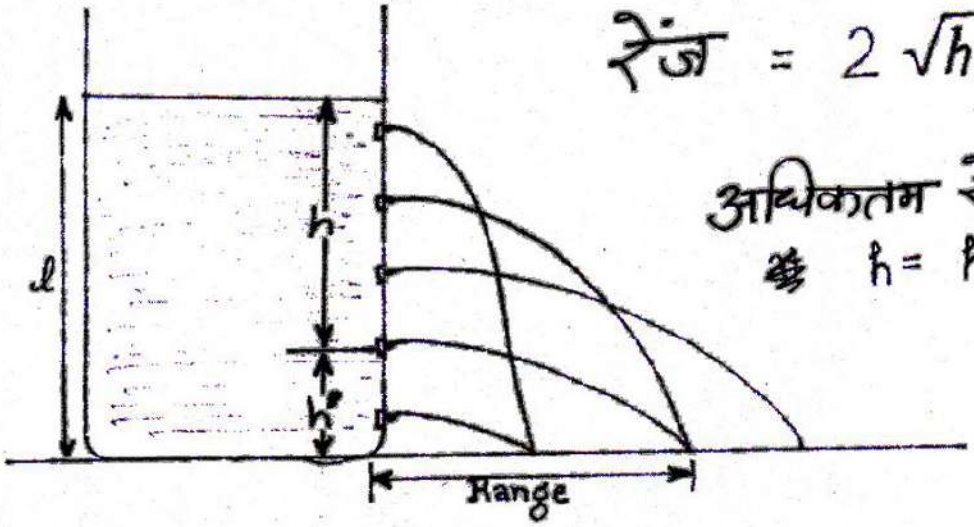


मैगनस प्रभाव

(4) ट्रेन द्वारा खींच लेना



टोरीसेली सिद्धांत



रेंज $= 2\sqrt{hh'}$

अधिकतम रेंज के लिए

$h = h' = \frac{l}{2}$

कार्य, शक्ति, ऊर्जा

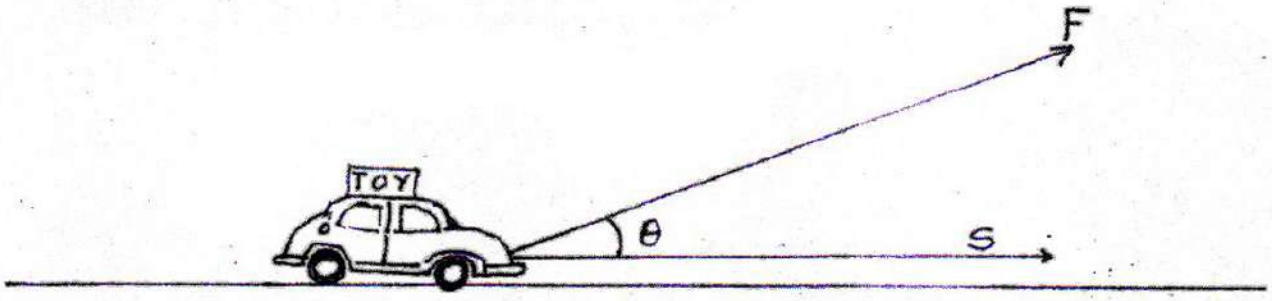
कार्य : दो तरह से परिभाषित की जाती है

(i) गतिज ऊर्जा में बदलाव

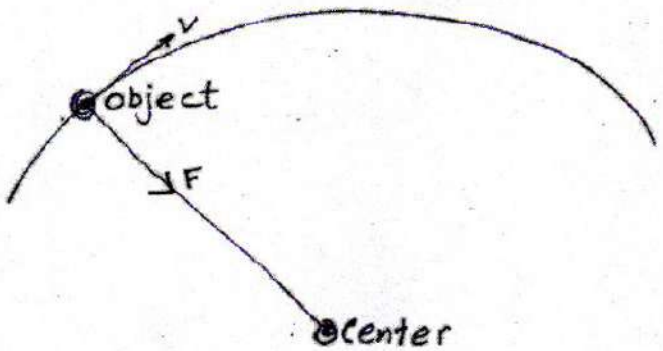
$$W = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$$

(ii) बल की वजह से होने वाली विस्थापन के कारण

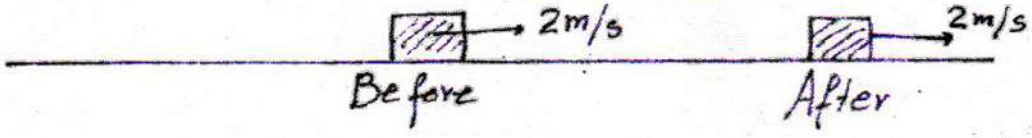
$$W = \vec{F} \cdot \vec{s}$$
$$= F \cdot s \cdot \cos\theta$$



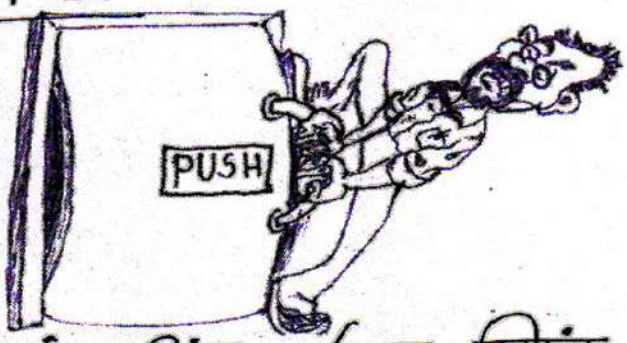
शून्य कार्य : (i) वृत्तीय गति



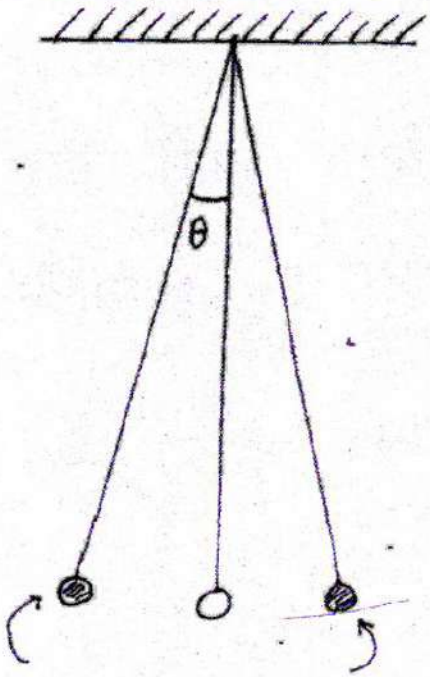
(ii) Force is zero



(iii) विस्थापन शून्य हो



(iv) दोलक के नितांत बिंदु (या स्प्रिंग में)



(v) सिर पर बोझ ($\theta = 90^\circ$)

ऋणात्मक कार्य: जब बल विस्थापन के विपरीत हो

घर्षण की वजह से कार्य (i) धनात्मक – जब घर्षण चाल में मदद करे

उदाहरण : पैडल चलाते हुए साईकिल का पिछला पहिया

(ii) ऋणात्मक – जब घर्षण रुकावट पैदा करे

उदाहरण : अधिकांशतः यही होता है

(iii) शून्य — जब घर्षण अभिकेंद्रीय बल के रूप में कार्य करे

उदाहरण: रंगीला का गाड़ी घुमाना

ऊर्जा : कार्य करने की क्षमता

उदाहरण— (i) स्थैतिक } यांत्रिक
(ii) गतिज } यांत्रिक

(iii) ऊष्मा

(iv) नाभिकीय

(v) प्रकाश

(vi) चुंबकीय

(vii) विद्युत

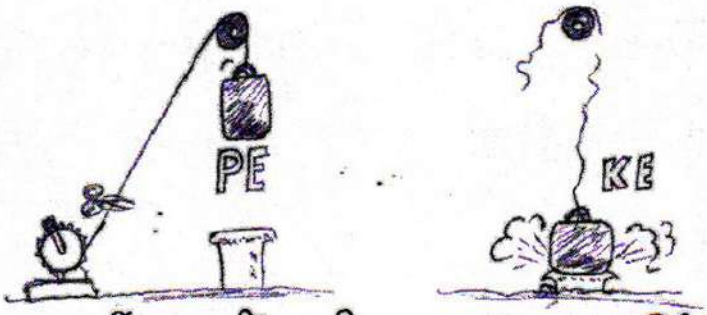
(viii) माँस-पेशीय

(ix) आंतरिक

(x) रसायनिक

(xi) ध्वनि

<u>स्थैतिक ऊर्जा</u> : वस्तु गतिमान होने की इच्छा रखती है



<u>गतिज ऊर्जा</u> : वस्तु पहले से ही गतिमान है, उस वजह से होने वाली ऊर्जा

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

<u>गुरुत्वाकर्षणीय स्थैतिक ऊर्जा</u> : वस्तु के पृथ्वी की सतह से छोटी सी ऊँचाई 'h' तक उठाने पर P.E. बढ़ती है जो है → $P.E. = mgh$ जहाँ

m = द्रव्यमान

g = त्वरण

h = ऊँचाई

<u>शक्ति</u> : कार्य करने की दर

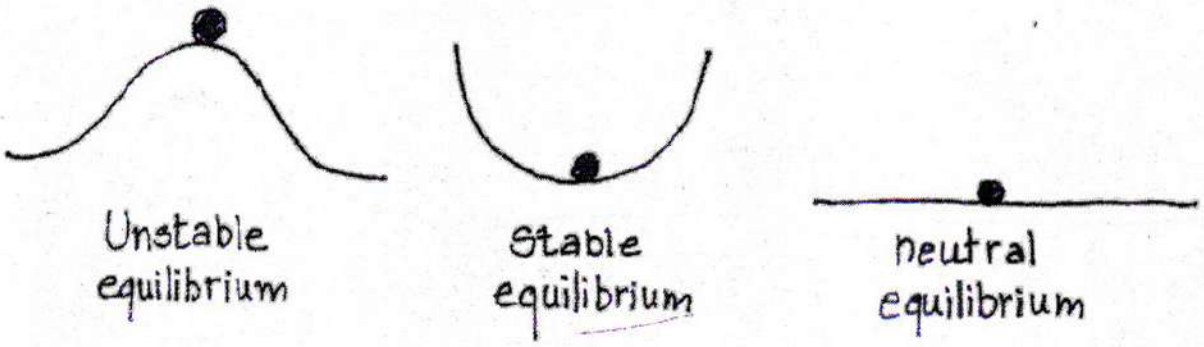
$$P = \frac{Work}{time} = \text{बल} \cdot \text{वेग}$$

$$\frac{1\ Joule}{1\ s} = 1\ Watt\ (\text{वाट})$$

1 होर्स पावर = 746 Watt

ऊर्जा का संरक्षण: ऊर्जा का कुल योग, किसी भी प्रक्रम के दौरान (नाभिकीय प्रतिक्रिया को छोड़ कर) सदा समान रहता है।

साम्य: जब वस्तु पर सभी प्रकार के बलों का कुल योग शून्य हो (तथा बल आघूर्ण भी शून्य हो)



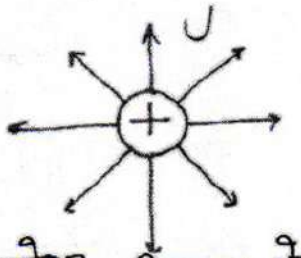
विद्युत एवं चुंबकत्व

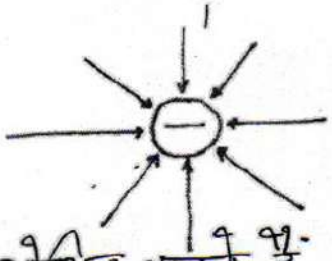
आवेश : दो प्रकार का होता है- ⊕ एवं ⊖

⇐⊕ विकर्षण ⊕⇒ q अथवा Q से दर्शाते हैं

⇐⊖ विकर्षण ⊖⇒ ⊕ आवेश, विद्युत क्षेत्र छोड़ते हैं

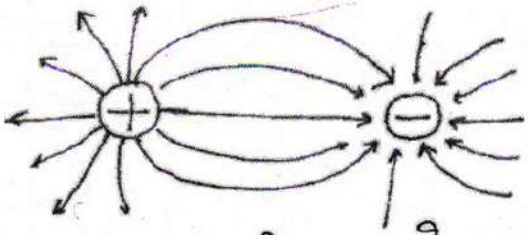
⊕⇒ ⇐⊖ आकर्षण





⊖ आवेश, विद्युत क्षेत्र अवशोषित करते हैं

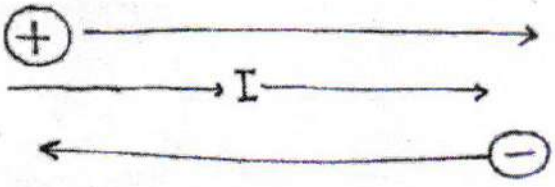
छोटी दूरी पर रखे गए दो आवेशों के निकाय को द्विध्रुव (dipole) कहते हैं।



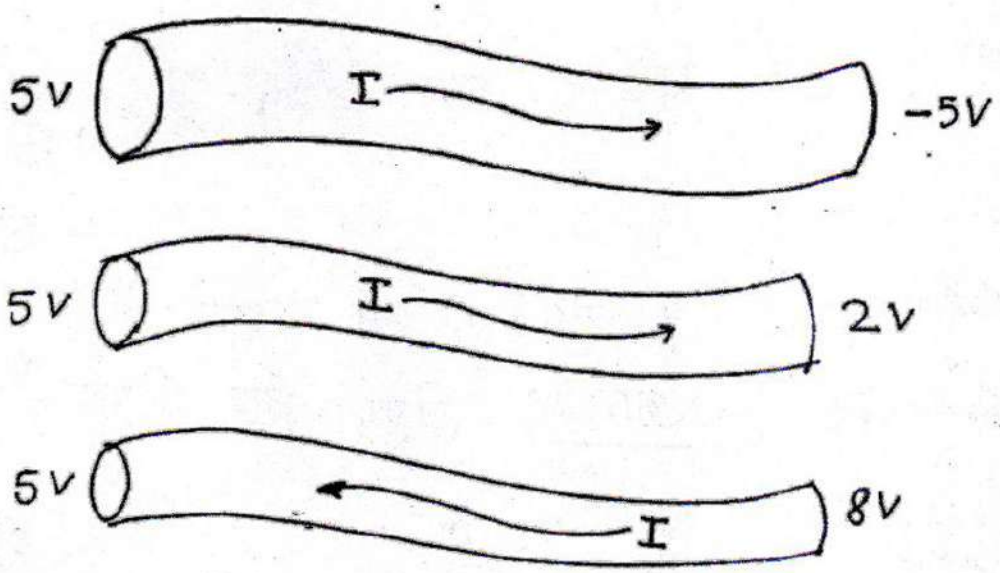
Dipole पर विद्युत क्षेत्र

विद्युत धारा : जब आवेश गतिमान हो (I से दर्शाते हैं)

धारा की दिशा वही होती है ~~जिस~~ ओर ⊕ve charge जाता हो। तथा दिशा विपरीत होती है जब ⊖ve charge चलता हो।



धारा उच्च विभव से निम्न विभव की ओर बहती है



विभव को वोल्ट में नापते हैं। यह प्रति आवेश पर किया गया कार्य होता है। V से दर्शाते हैं।

$$\therefore I = \frac{q}{t}$$

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

I = धारा
q = आवेश
t = समय
V = विभव
W = कार्य

I और V के संबंध (b/w I & V)

(i) गुणनफल of I & V

$$I.V. = \frac{q}{t}.\frac{W}{q} = \frac{W}{t}$$

$\therefore$ I.V. = शक्ति

So $\boxed{P = IV}$

(ii) अनुपात of I & V

$$\frac{V}{I} = \text{स्थिरांक}$$

यह स्थिरांक प्रतिरोध R है

$\therefore \boxed{V = IR}$

इसे ओह्म का नियम कहते हैं।

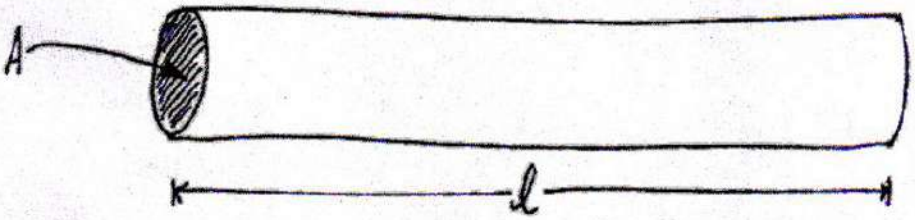
प्रतिरोध : यह इलेक्ट्रॉन (या किसी भी अन्य आवेशित कण, जो गतिमान है) के रास्ते में आने वाली रुकावट है।

यह 3 कारकों पर निर्भर करता है।

(i) तार की लम्बाई (l)

(ii) तार की अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल (A)

(iii) तार का पदार्थ (ρ = प्रतिरोधकता)



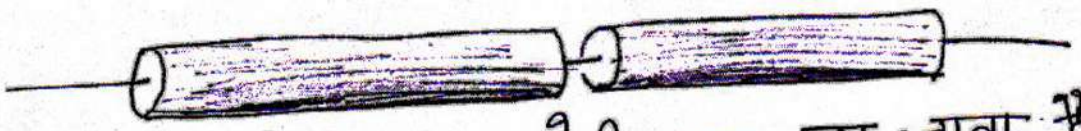
$$R = \rho \frac{l}{A}$$

★ जैसे-जैसे धारा तार में आगे बढ़ती है, प्रतिरोध विभव को खाता चला जाता है

★ किसी पदार्थ की प्रतिरोधकता ρ किसी तापमान पर स्थिर रहती है

प्रतिरोधों के संयोजन

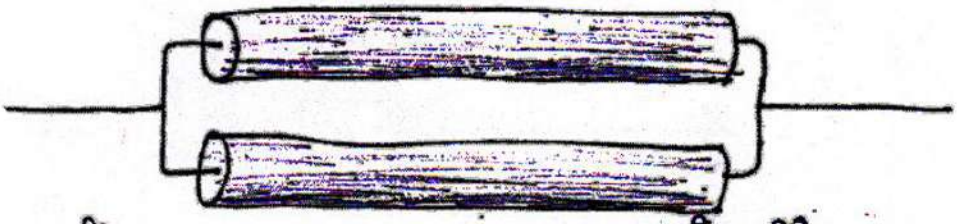
(i) तारों के दाँए-बाँए रखने से लंबाई बढ़ जाती है



इसे प्रतिरोधों का श्रेणी क्रम कहा जाता है।

यहाँ प्रतिरोध बढ़ता है।

(ii) तारों को दाँए-बाँए की बजाए समानांतर रखें। इस से क्षेत्रफल बढ़ जाएगा तथा प्रतिरोध घटता है।



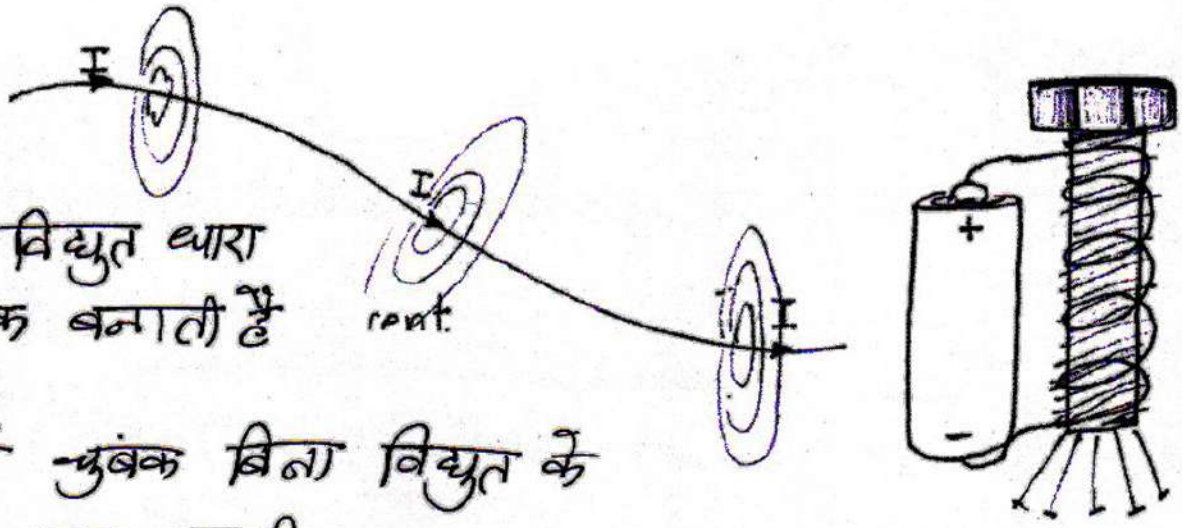
इसे समानांतर क्रम कहते हैं।

प्रतिरोध पर तापमान का प्रभाव

(i) सुचालकों में
प्रतिरोध बढ़ता है

(ii) अर्धचालकों में
प्रतिरोध घटता है

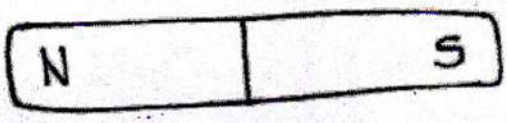
विद्युत धारा से चुंबकत्व



★ हर विद्युत धारा चुंबक बनाती है

★ कोई चुंबक बिना विद्युत के नहीं बन सकती

साधारण चुंबक : इसके दो ध्रुव हैं – उत्तर (N) एवं दक्षिण (S)



इसके छोटे-छोटे चुंबकीय हिस्सों को 'डोमेन' कहते हैं जो एक ओर की मुँह किए रहते हैं।

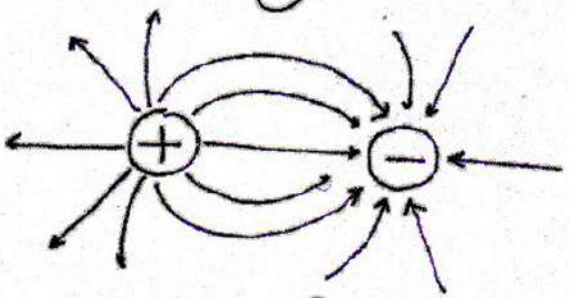
चुंबक

सामान्य लोहा

चुंबकीकरण के समय सभी डोमेन एक ओर मुँह कर लेते हैं। हर डोमेन एक चुंबक है। उन में चुंबकत्व का कारण परमाणुओं में घूमते इलेक्ट्रोन हैं।

द्वि ध्रुव

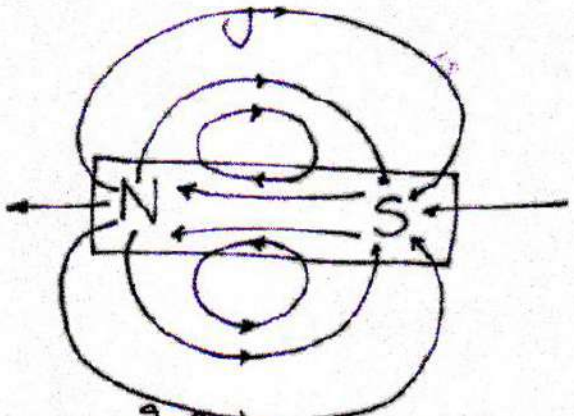
वैद्युत



★ एक ही दिशा में ⊕ से ⊖

★ एकल ध्रुव बन सकता है

चुंबकीय

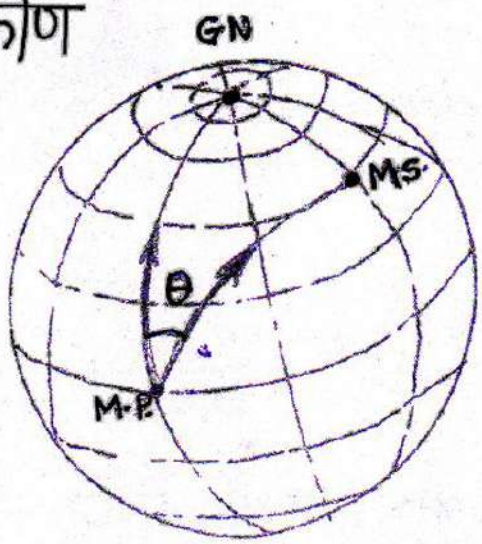


★ दोनों दिशाओं में

★ एकल ध्रुव संभव नहीं है

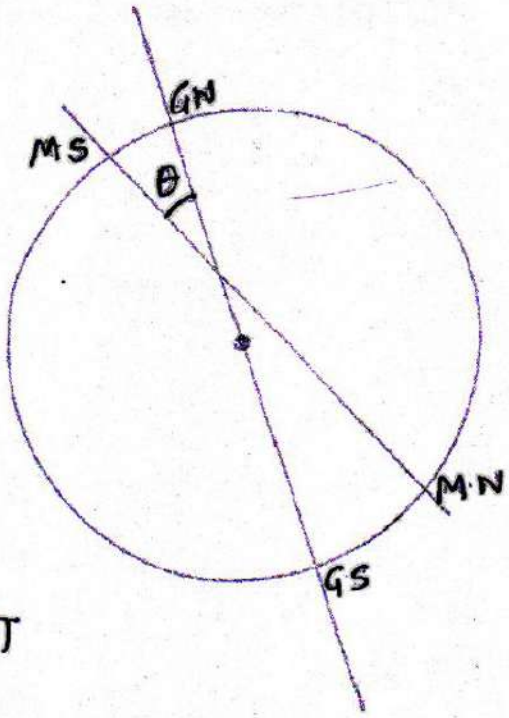
पृथ्वी का चुंबकत्व :

(i) दिक्पात कोण

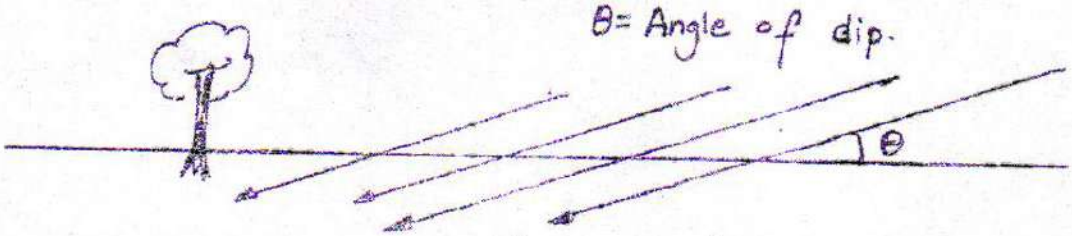


G.N. = भौगोलिक उत्तर
M.S. = चुंबकीय दक्षिण
M.P. = मेरी स्थिति
θ = दिक्पात कोण

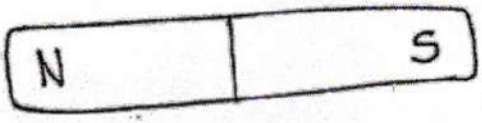
(ii) अनति कोण



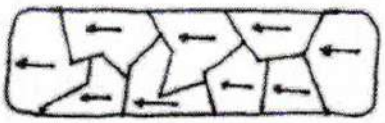
(iii) नमन कोण



साधारण चुंबक : इसके दो ध्रुव हैं – उत्तर (N) एवं दक्षिण (S)



इसके छोटे-छोटे चुंबकीय हिस्सों को 'डोमेन' कहते हैं जो एक ओर की मुँह किए रहते हैं।



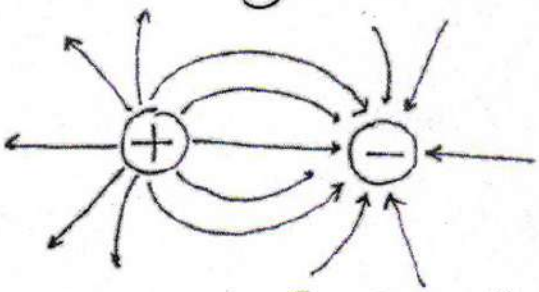
चुंबक

सामान्य लोहा

चुंबकीकरण के समय सभी डोमेन एक ओर मुँह कर लेते हैं। हर डोमेन एक चुंबक है। उन में चुंबकत्व का कारण परमाणुओं में घूमते इलेक्ट्रोन हैं।

द्विध्रुव

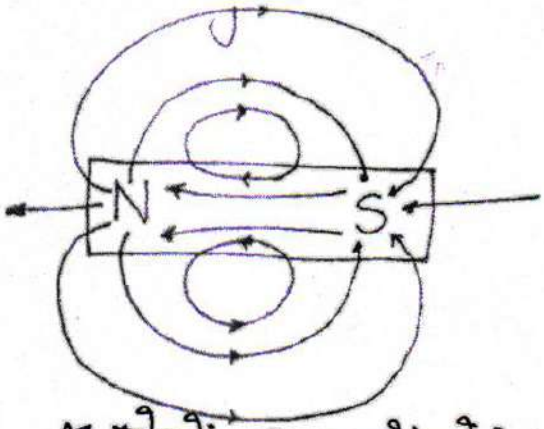
वैद्युत



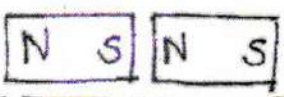
★ एक ही दिशा में ⊕ से ⊖

★ एकल ध्रुव बन सकता है

चुंबकीय



★ दोनों दिशाओं में



★ एकल ध्रुव संभव नहीं है

पृथ्वी के चुंबकत्व की उत्पत्ति : क्रोड तथा आसपास के लावा का तापमान अधिक होने के कारण पृथ्वी के भीतर आवेशीकृत लावा जब घूमता है, तो विद्युत धारा का प्रवाह होता है। यही चुंबक को जन्म देता है।

(i) **एम्मीटर** : धारा नापता है
: श्रेणी में प्रयोग करें
: प्रतिरोध कम है

(ii) **गैल्वेनोमीटर** : धारा की उपस्थिति का पता लगाता है
: एम्मीटर से अधिक संवेदनशील है

(iii) **वोल्टमीटर** : विभवांतर नापता है
: समानांतर में प्रयोग करें
: प्रतिरोध अधिक है

छोटे प्रतिरोध को शंट कहते हैं

(iv) रेक्टिफायर : AC से DC → अर्ध तरंग, पूर्ण तरंग

(v) इन्वर्टर : DC से AC

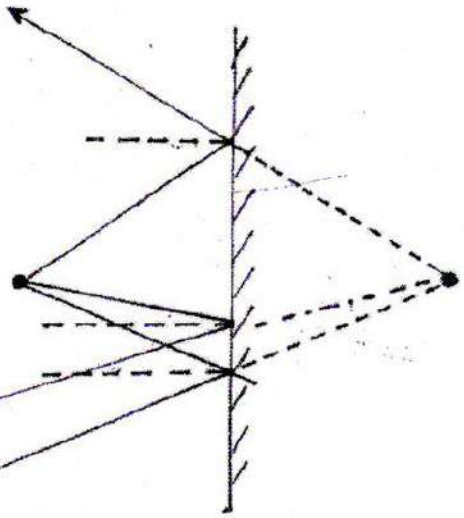
(vi) ट्रांसफॉर्मर : AC वोल्टेज को AC वोल्टेज में
- स्टेप-अप : बढ़ाता है
- स्टेप-डाउन : घटाता है

★ वस्तु जिस रंग की है, उसे परावर्तित करती है **तथा** बाकी रंग अवशोषित करती है

★ हरे पौधे हरी रौशनी में प्रकाश-संश्लेषण नहीं कर सकते

★ हरी रोशनी में लाल गुलाब काला दिखेगा

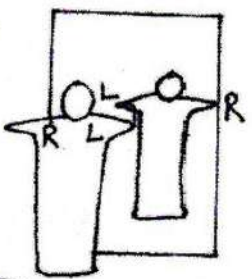
समतल दर्पण :



आभासी प्रतिबिंब, सीधा, पर्दा नहीं चाहिए

वास्तविक, उल्टा, पर्दा आवश्यक

प्रथम प्रतिबिंब :

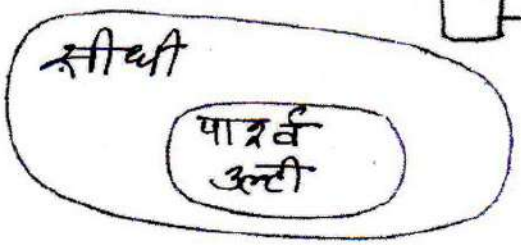


L से → R उल्टी

परंतु

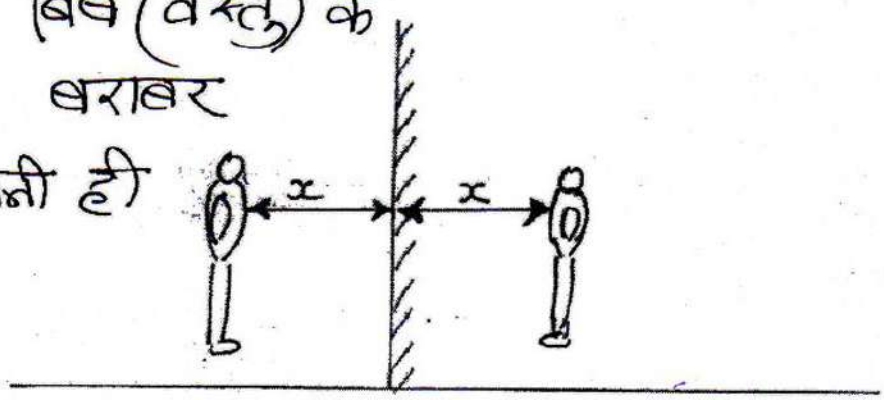
ऊपर से → नीचे सीधी

इसे पार्श्व रूप से पलटी हुई कहते हैं।

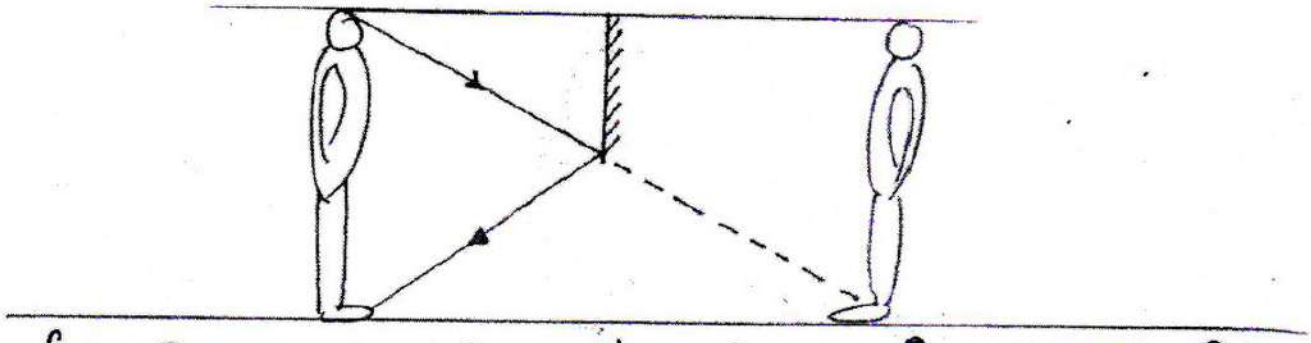


प्रतिबिंब का आकार : बिंब (वस्तु) के बराबर

दूरी : बिंब की जितनी ही

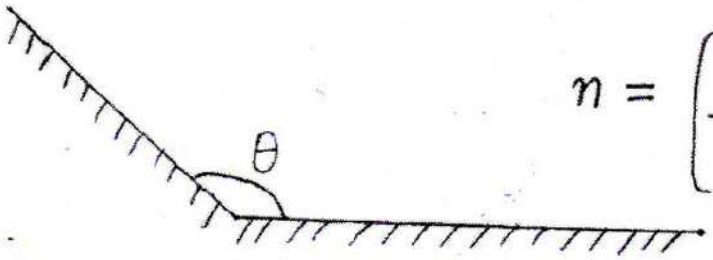


अपर्याप्त आकार का दर्पण : कोई फ़र्क नहीं पड़ता



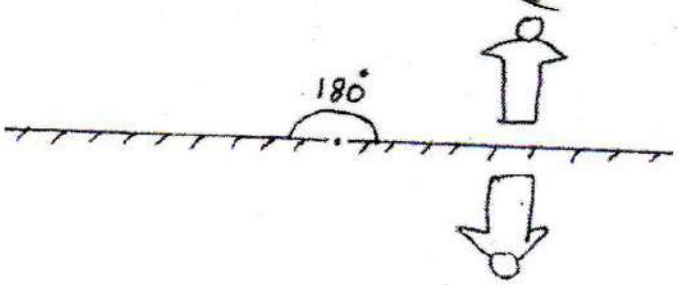
दर्पण कितना ही छोटा क्यूँ न हो, आधे ब्रह्माण्ड की तस्वीर साथ लिए रहता है।

प्रतिबिंबों की संख्या (दो दर्पणों द्वारा) :

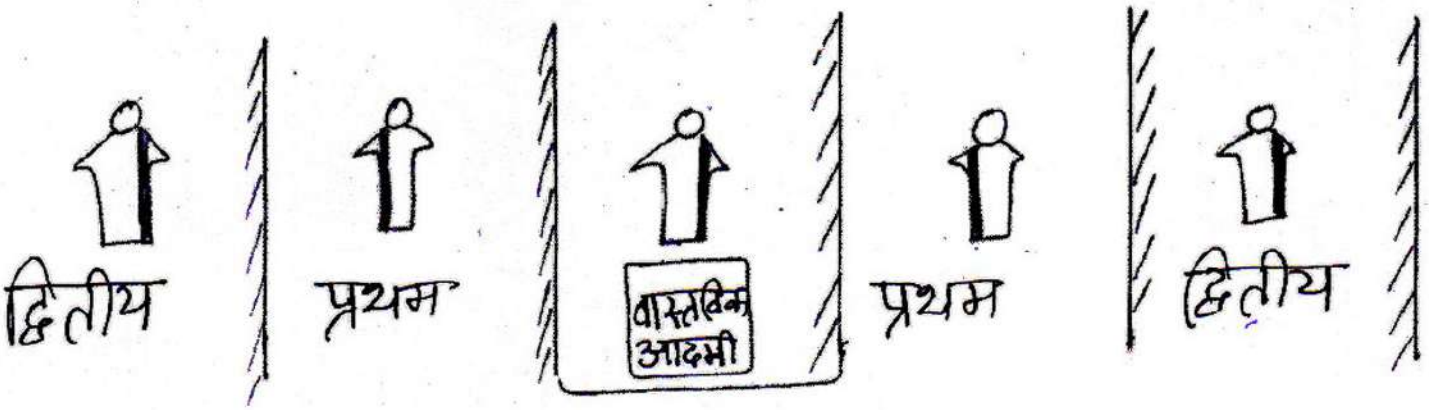


$$n = \left(\frac{360^\circ}{\theta} - 1\right)$$

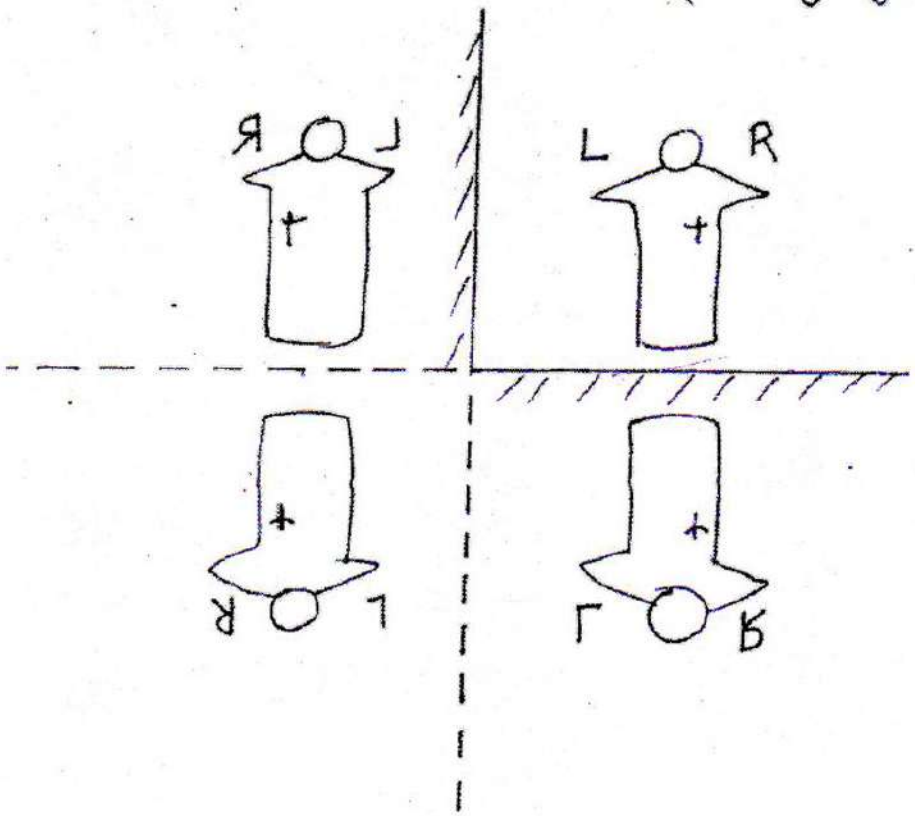
(i) $\theta = 180^\circ$, $n = 1$ (जैसे एक ही दर्पण हो)



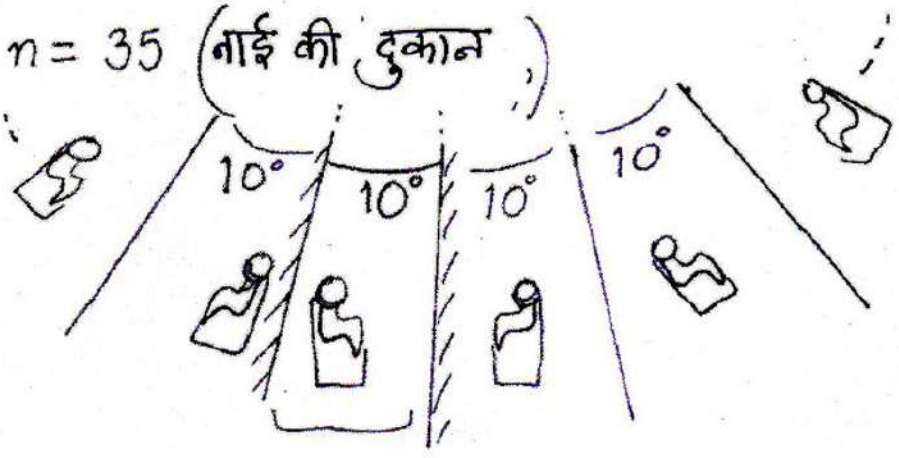
(ii) $\theta = 0^\circ$, $n = \infty$,



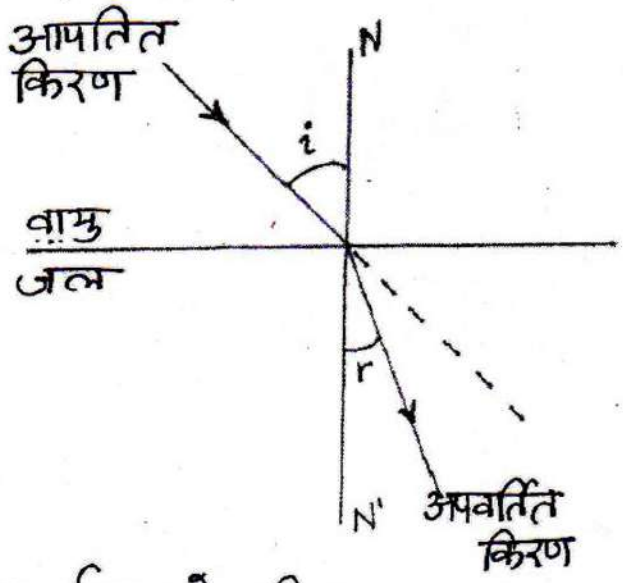
(iii) $\theta = 90^\circ$, $n = 3$ (changing room)



(iv) $\theta = 10^\circ$, $n = 35$ (नाई की दुकान)



अपवर्तन :



विरल ↑ ↓ सघन

पदार्थ	μ
निर्वात	1
वायु	1.0003
जल	1.33
हीरा	2.4
सिलिकन	3.9
जर्मेनियम	4

यहाँ μ 589nm के प्रकाश के लिए है

अपवर्तन के नियम

(i) आपतित किरण, अपवर्तित किरण, अभिलंब } एक ही समतल में होंगे

$$\mu = \frac{V_1}{V_2}$$

(ii) $\frac{\sin i}{\sin r}$ = एक स्थिरांक

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

निर्वात में प्रकाश की गति $c = 299792458$ m/s
$\approx 3 \times 10^8$ m/s
$\approx$ 3 लाख km/s

विरल से → सघन के लिए

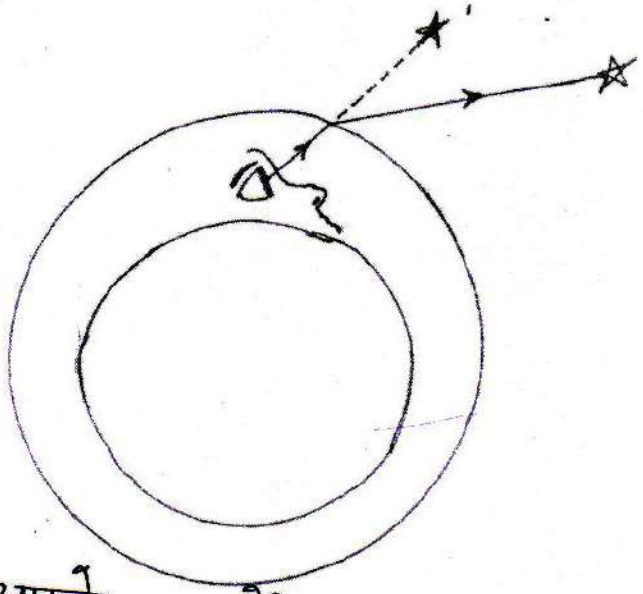
(i) गति कम होगी
(ii) तरंगदैर्घ्य कम होगी
(iii) आवृत्ति नहीं बदलती
(iv) रंग नहीं बदलता
(v) $\mu > 1$
(vi) $i > r$
(vii) अभिलंब की ओर मुड़ती है

सघन से विरल के लिए (iii) और (iv) को छोड़कर सब पलट जाएंगे

रंग आवृत्ति पर निर्भर करता है न कि तरंगदैर्घ्य पर

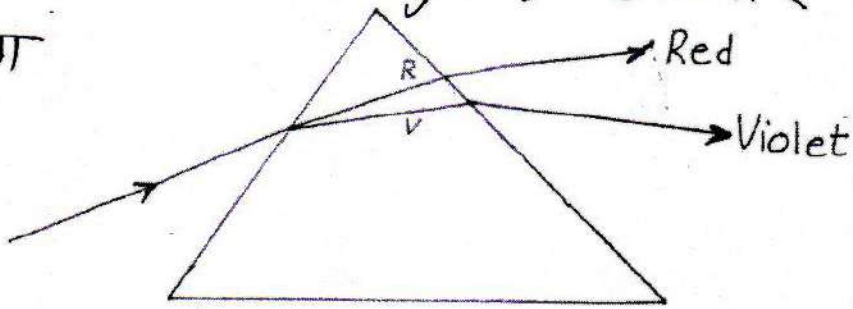
μ को अपवर्तन सूचकांक कहते हैं
यह इन पर निर्भर करेगा (i) माध्यम - I
(ii) माध्यम - II
(iii) तापमान
(iv) रोशनी का रंग

* वातावरण की ऊपरी परतों में μ के बदलने से तारे टिमटिमाते हैं।



* सूर्य अपने सूर्योदय एवं सूर्यास्त के समय से दो मिनट पहले और बाद में उगता / छिपता है। यह अपवर्तन के कारण है।

<u>वितरण</u> : रंगों का अपने-अपने μ के आधार पर अलग-अलग फट जाना

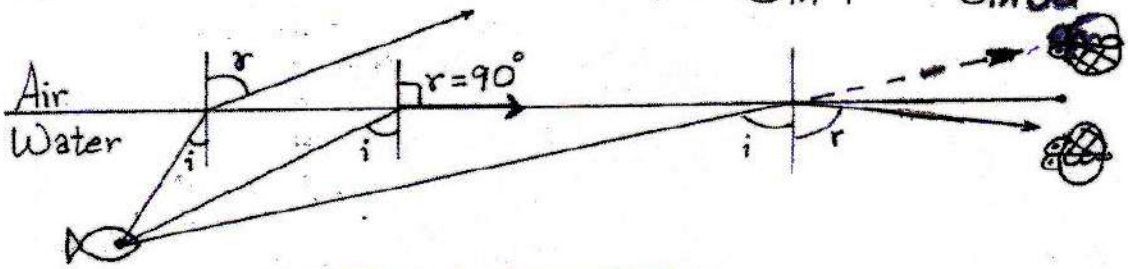


पूर्ण आंतरिक परावर्तन (TIR):

क्रांतिक कोण = आपतन का कोण यदि $r = 90^\circ$

$C = i$, यदि $r = 90^\circ$

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin C}{\sin 90^\circ}$$



$$\therefore \mu = \sin C$$

$\mu \neq 1.33$

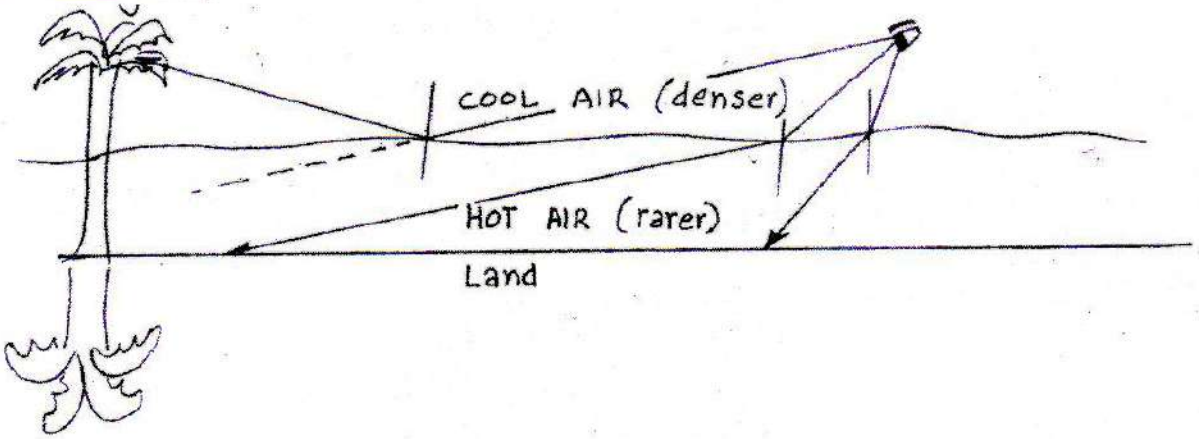
$\mu = 1/1.33$

TIR की आवश्यक परिस्थितियाँ

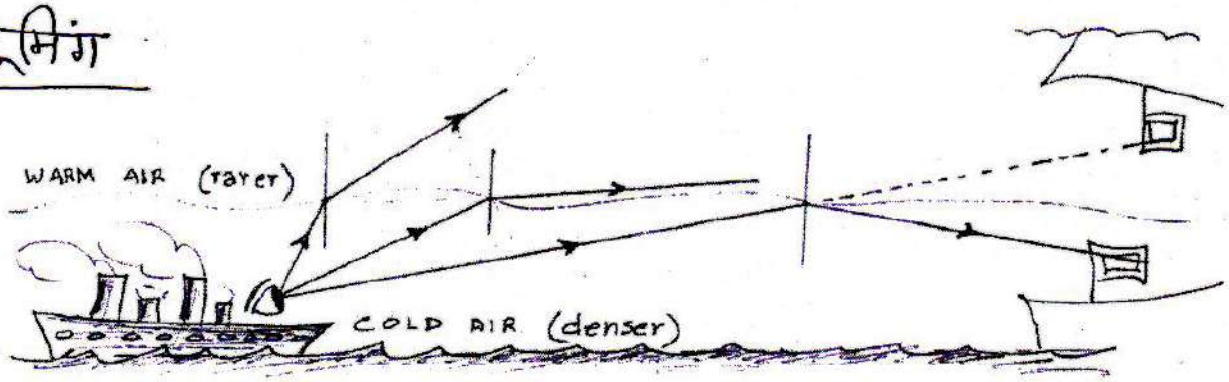
(i) सघन से विरल

(ii) $i > C$

मरीचिका:



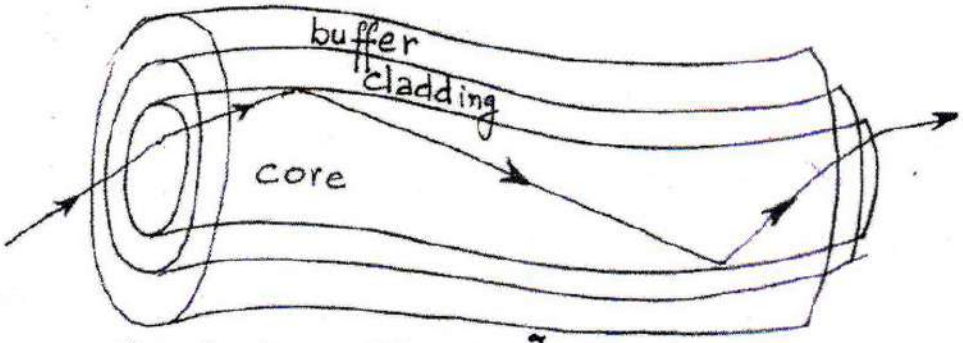
लूमिंग



हीरा : इस में प्रकाश एक से अधिक TIR कर के बाहर निकलता जो इसकी चमक की वजह बन जाता है। कारण ये है :-

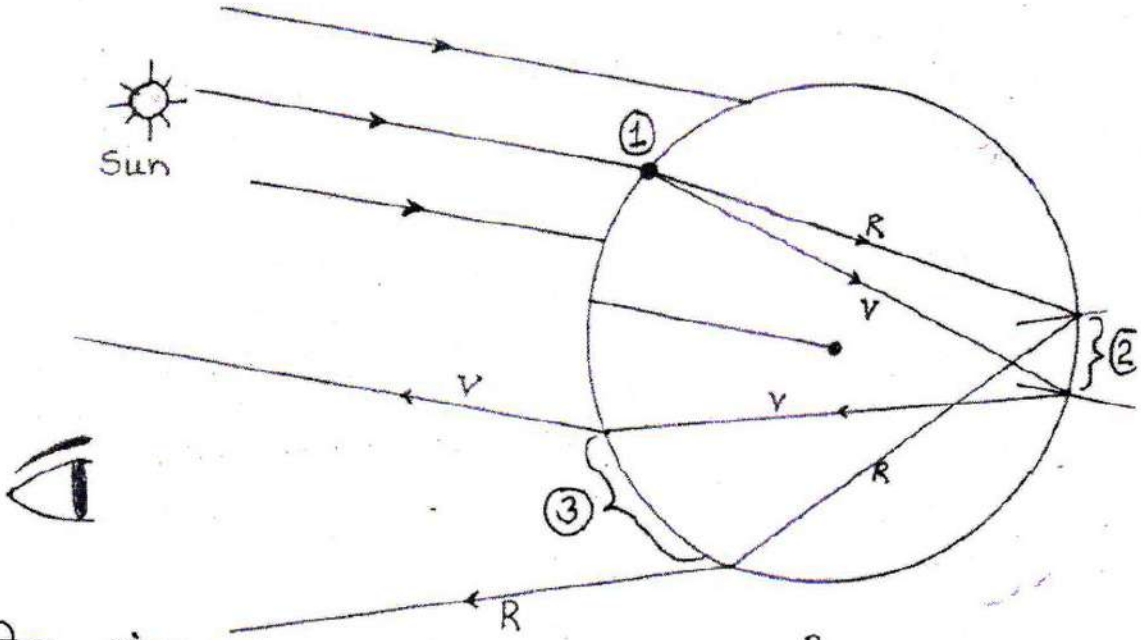
(i) TIR
(ii) उच्च μ
(iii) निम्न क्रांतिक कोण

प्रकाशिक तंतु

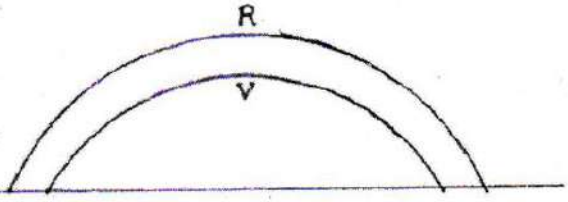


प्रकाश TIR करते हुए चलता है

इंद्रधनुष :



प्राथमिक इंद्रधनुष

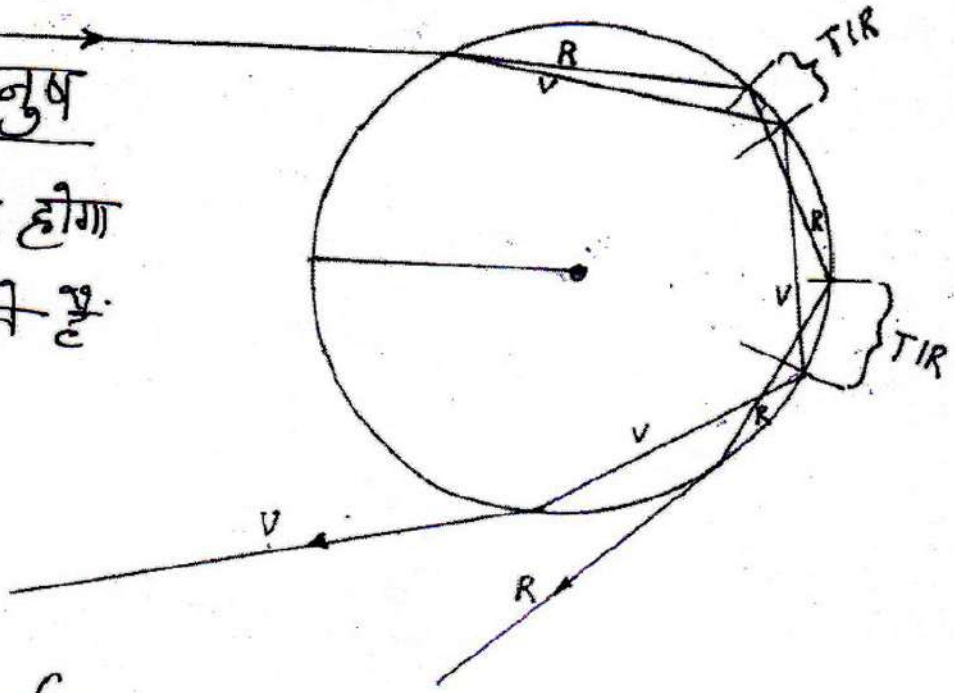


(i) वितरण (ii) TIR (iii) अपवर्तन

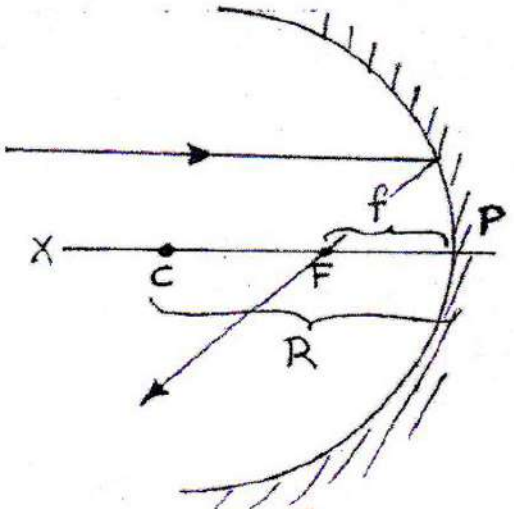
द्वितीयक इंद्रधनुष

(i) TIR दो बार होगा

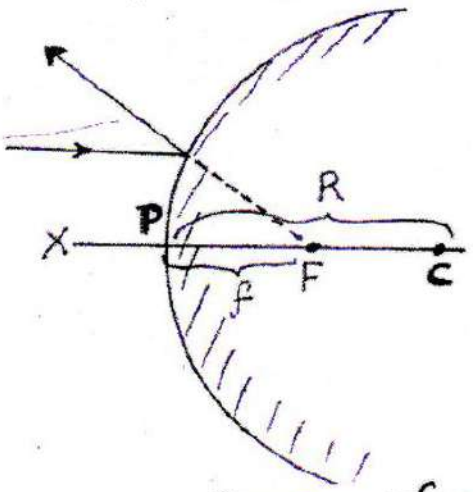
(ii) रंग पलट जाते हैं



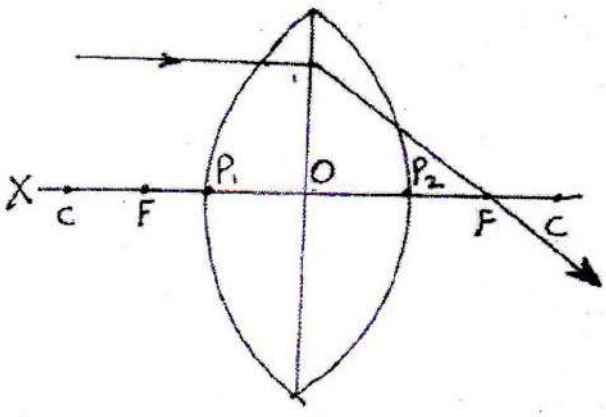
लेंस एवं दर्पण :



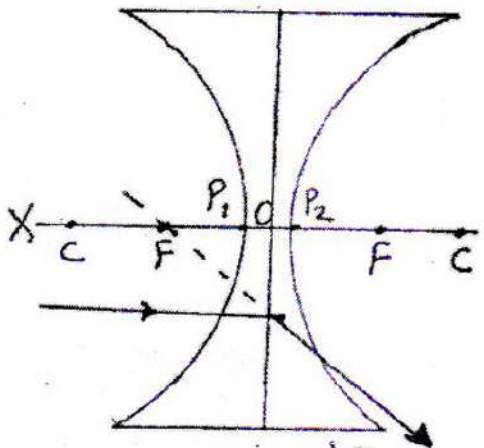
अवतल दर्पण



उत्तल दर्पण



उत्तल लेंस



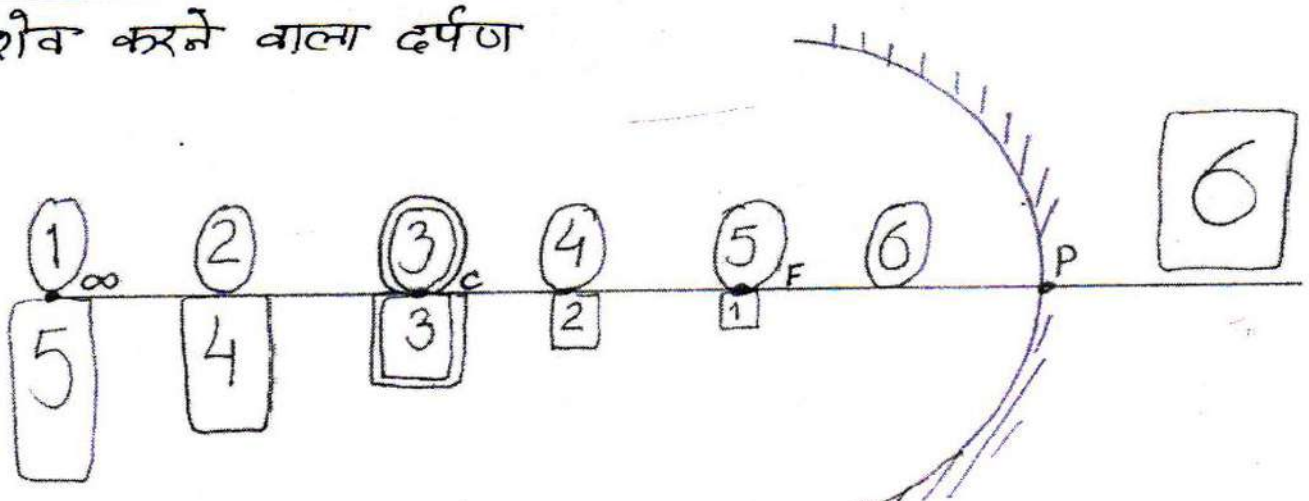
अवतल लेंस

C = वक्रता का केंद्र
R = वक्रता की त्रिज्या
P = ध्रुव
X = मुख्य अक्ष (अभिलंब की तरह कार्य करता है)
O = प्रकाशिक केंद्र
F = फ़ोकस
f = फ़ोकल दूरी

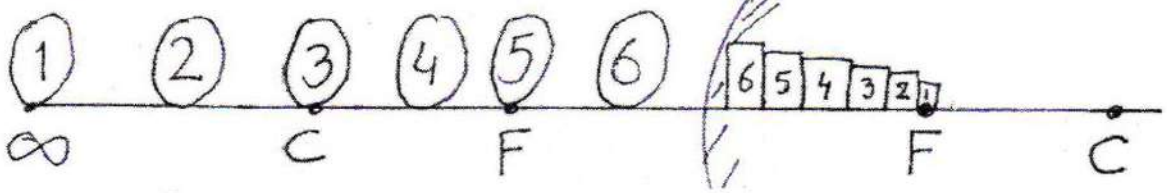
हर लेंस और दर्पण के लिए $\boxed{f = \frac{R}{2}}$ यदि (i) दर्पण का विवर छोटा हो
(ii) लेंस पतला हो

अवतल दर्पण :

शेव करने वाला दर्पण

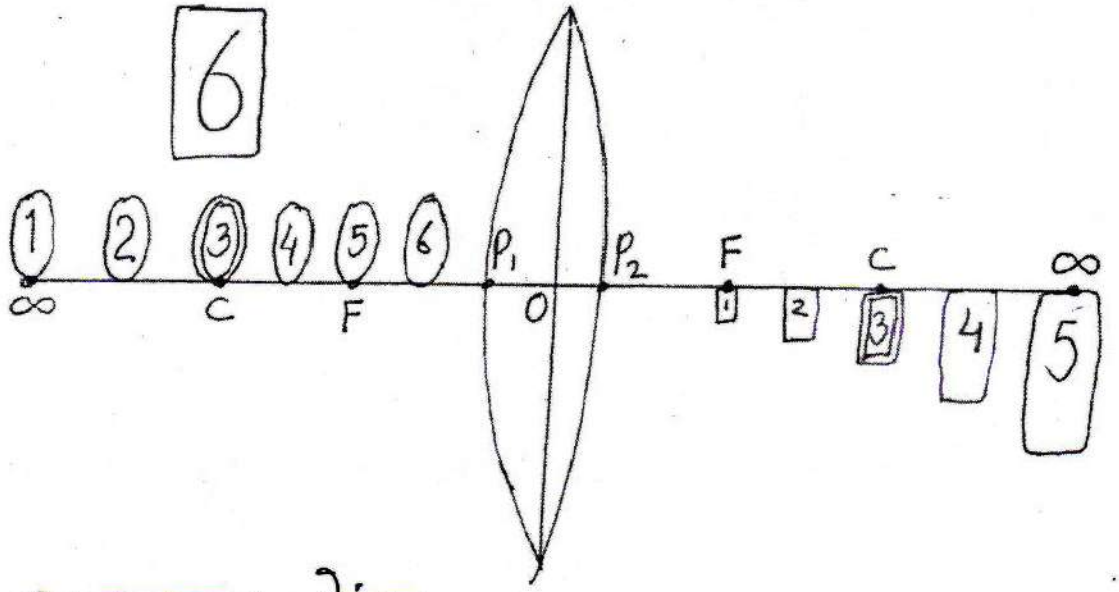


उत्तल दर्पण :

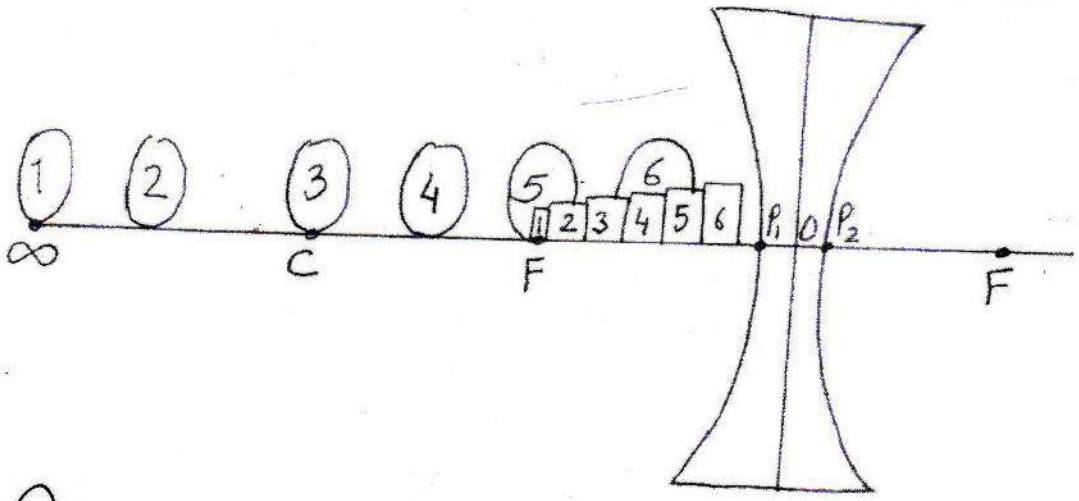


पार्श्व दृश्य दर्पण

उत्तल लेंस : चश्मों में, दुरबीन एवं सूक्ष्मदर्शी में



अवतल लेंस : चश्मों में

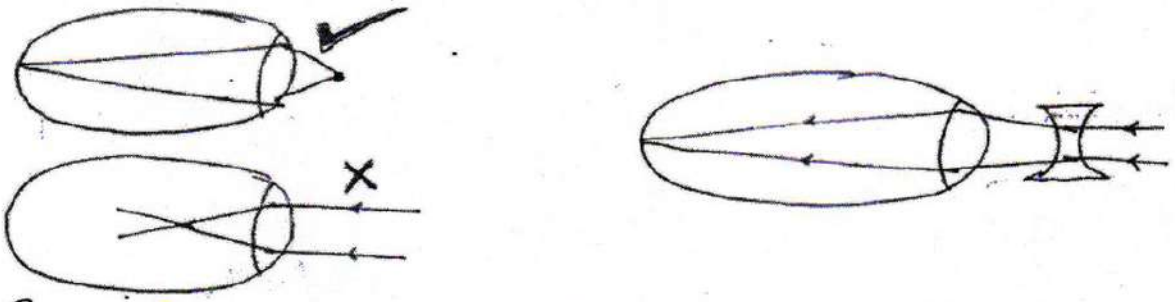


व्यतिकरण (interference) : रोड़ पर तेल
: साबुन के बुलबुले
: मोर के पंख
: यंग का प्रयोग

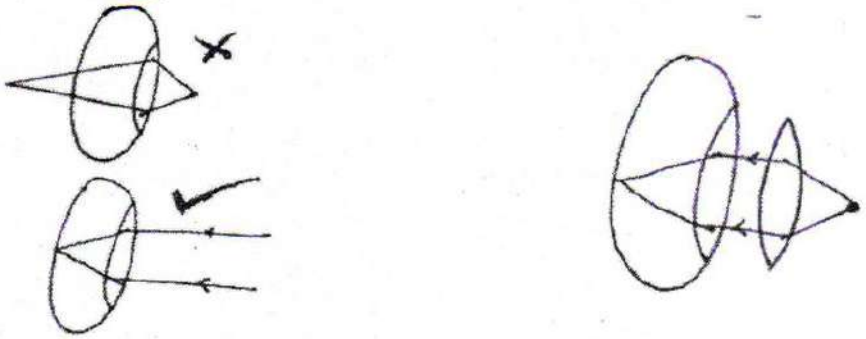
विवर्तन (diffraction) : : CD- के रंग
: न्यूटन की रिंग

आँखों (नेत्र) की समस्याएँ :

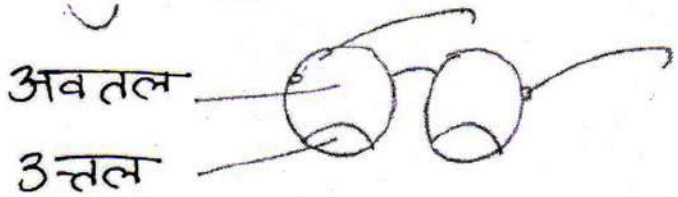
(i) निकट दृष्टि : अवतल लेंस ठीक करता है



(ii) दीर्घ दृष्टि : उत्तल लेंस ठीक करता है

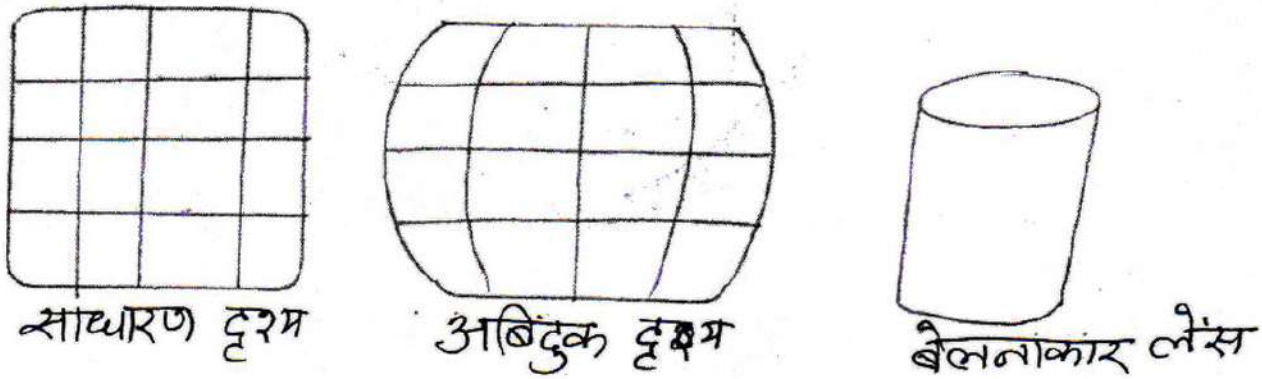


(iii) जरा दूर दृष्टि : द्विफोकल लेंस ठीक करता है



बुढ़ापे में होती है

(iv) अबिंदुकता : बेलनाकार लेंस ठीक करता है



Units & Dimensions
(इकाई) एवं (विमाएँ)

Quantity	Unit इकाई	Dimension विमीय सूत्र
*Length / Displacement	meter (m)	L
*Mass (द्रव्यमान)	kilograms (kg)	M
*Time (समय)	second (s)	T
Velocity / Speed	m/s	LT^{-1}
Acceleration	m/s^2	LT^{-2}
Angular displacement	radian (rad)	$M^0 L^0 T^0$
Angular velocity	rad/s	T^{-1}
Angular acceleration	rad/s^2	T^{-2}
Force (बल)	Newton (N)	MLT^{-2}
Torque (बल आघूर्ण)	$Nm = J$	ML^2T^{-2}
Linear momentum	kg m/s	MLT^{-1}
Angular momentum	$kg\ m^2/s$	ML^2T^{-1}
Work (कार्य)	Joule (J)	ML^2T^{-2}
Energy (ऊर्जा)	J	ML^2T^{-2}
Power (शक्ति)	Watt (W) = J/s	ML^2T^{-3}
Friction (घर्षण)	N	MLT^{-2}

Impulse	kg m/s = Ns	$M L T^{-1}$
Universal Gravitational constant	$N m^2/kg^2$	$M^{-1} L^3 T^{-2}$
Surface Tension	N/m	$ML^0 T^{-2}$
Tension (तनाव)	N	$M L T^{-2}$
Surface energy	J	$M L^2 T^{-2}$
Thrust	N	$M L T^{-2}$
Pressure (दाब)	$N/m^2 = Pa$, bar, atm, mm Hg	$M L^{-1} T^{-2}$
Stress (प्रतिबल)	" "	$M L^{-1} T^{-2}$
Strain (विकृति)	(—)	$M^0 L^0 T^0$
Modulus — Bulk, Young's, of elasticity	$N/m^2 = Pa$	$M L^{-1} T^{-2}$
Moment of Inertia	$kg\ m^2$	$M L^2$
Wavelength	m	L
★Temperature (तापमान)	°C, Kelvin (K)	K
Heat (ऊष्मा)	J	$M L^2 T^{-2}$
Specific heat (विशिष्ट ऊ०)	J/kg K	$L^2 T^{-2} K^{-1}$
Latent heat (गुप्त ऊ०)	J/kg	$L^2 T^{-2}$
Gas constant	J/mol K	$M L^2 T^{-2} K^{-1}$
Frequency (आवृत्ति)	$s^{-1} = \frac{1}{s} = Hz$	T^{-1}
Plank's constant	Js	$M L^2 T^{-1}$
Coefficient of viscosity	Ns/m^2	$M T^{-1}$
Coefficient of friction	(—)	$M^0 L^0 T^0$
Refractive index	(—)	$M^0 L^0 T^0$

Stephen's constant	$J/K^4 s\, m^2$	$M^1 L^0 T^{-3} K^{-4}$
★ Amount of matter	mol	mol
★ Electric current	Ampere (A)	A
Charge (आवेश)	Coulumb = As	AT
Potential difference	Volt = J/coulumb	$ML^2T^{-3}A^{-1}$
Resistance (प्रतिरोध)	Ohm (Ω)	$ML^2T^{-3}A^{-2}$
Resistivity (प्रतिरोधकता)	Ohm. m	$ML^3T^{-3}A^{-2}$
Conductance	Mho = Ohm^{-1}	$M^{-1}L^{-2}T^3A^2$
Conductivity	Siemens	$M^{-1}L^{-3}T^3A^2$
Impedence	Ohm	$ML^2T^{-3}A^{-2}$
Capacitance (धारिता)	Farad (F)	$M^{-1}L^{-2}T^4A^2$
Inductance	Henry	$ML^2T^{-2}A^{-2}$
★ Luminous intensity	Candela (Cd)	Cd
Luminous flux	Lumen	ML^2T^{-3}
Magnetic field intensity	Tesla / Gauss	$MT^{-2}A^{-1}$
Magnetic flux	Waber (Wb)	$ML^2T^{-2}A^{-1}$
Power of a lens (क्षमता)	Dioptre = m^{-1}	L^{-1}
Wave number	m^{-1}	L^{-1}
Loudness of sound	dB = Decibels	
◉ Solid angle	Steradian	$M^0L^0T^0$

★ = Primary fundamental units
◉ = Secondary fundamental units
Others = Derived units