09. गुरुत्वाकर्षण (Gravitational)

❖ संसार की सभी वस्तुएं एक-दूसरे को आकर्षित करती है, जिसे गुरुत्वाकर्षण कहते है। गुरुत्वाकर्षण बल सदैव आकर्षण करता है कभी प्रतिकर्षण नहीं करता है। यह सबसे कमजोर बल है किन्तु इसका रेंज (Range) सबसे अधिक है। गुरुत्वाकर्षण का खोज न्यूटन ने किया।

$F \propto m_1 m_2$

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

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

जहाँ G = सार्वभौमिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक

☛ पृथ्वी की तरफ स्वतंत्रतापूर्वक गिर रही किसी वस्तु पर गुरुत्वीय त्वरण का मान 9.8 m/s² होता है।

$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{N.m^2}{kg^2}$

Remark :– गुरुत्वाकर्षण बल एक संरक्षी बल है।

☛ पृथ्वी के गुरुत्व एवं चन्द्रमा के गुरुत्वाकर्षण के कारण ही चन्द्रमा एक निश्चित कक्ष में पृथ्वी की परिक्रमा करती है।

☛ सूर्य, चन्द्रमा एवं पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण की अंतक्रिया के कारण पृथ्वी पर स्थित समुद्रों में ज्वार-भाटा आते हैं।

❖ **संरक्षी बल (Conservative Force)–** वैसा बल जो मार्ग पर निर्भर नहीं करता है संरक्षी बल कहलाता है। ये व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन करते हैं अर्थात् इनमें R^2 का भाग होता है।

Ex :– विद्युत बल $(F) = \frac{1}{4\pi \in_o} \cdot \frac{q_1 . q_2}{r^2}$

गुरुत्वीय बल $(F) = G\frac{m_1 m_2}{R^2}$

चुम्बकीय बल $(F) = \frac{\mu_o}{4\pi}\frac{m_1 m_2}{r^2}$

1. किसी वस्तु के द्रव्यमान को चार गुना कर दिया जाता है तथा उनके बीच के दूरी को दुगुनी कर दिया जाए उनके बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल पर क्या प्रभाव पड़ेगा।

Sol. $F = \frac{Gm_1 m_2}{R^2}$ .... (i)

$F^1 = \frac{Gm_1 m_2 \times 4}{(2R^2)}$

$F^1 = F^1 = \frac{Gm_1 m_2 \times 4}{4R^2}$

$F^1 = \frac{Gm_1 m_2}{R^2}$

$F^1 = f$

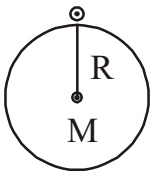
❖ **गुरुत्वीय त्वरण (Gravitational Acceleration)–** पृथ्वी जिस त्वरण से किसी वस्तु को अपनी ओर खिंचती है उसे गुरुत्वीय त्वरण कहते है उसका मान बदलता रहता है सामान्यतः g = 9.8 m/s² था।

g = 980 cm/s² होता है।

☛ चन्द्रमा पर g का मान 1.625m/s² होता है।

❖ **g तथा G में संबंध–**

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



पृथ्वी

जहां M = पृथ्वी का द्रव्यमान

R = पृथ्वी का त्रिज्या

☛ बड़े ग्रह का द्रव्यमान अधिक होने का कारण उसका गुरुत्वाकर्षण अधिक होगा।

❖ **त्रिज्या में परिवर्तन से g के मान में प्रभाव–**

(i) ध्रुवों पर त्रिज्या घटने से g का मान बढ़ जाती है।

(ii) विषुवत रेखा पर त्रिज्या बढ़ने से g का मान घटता है इसी कारण रॉकेट को छोड़ने के लिये विषुवत रेखिय स्थान को चुना जाता है।

(iii) विश्व की त्रिज्या तथा गुरुत्वीय त्वरण में उल्टा संबंध होता है।

(iv) पृथ्वी के त्रिज्या में जितना प्रतिशत परिवर्तन होता है g के मान में उसका दुगुना प्रतिशत परिवर्तन देखा जाता है। यह नियम पांच प्रतिशत तक ही लागू होता है।

1. यदि पृथ्वी की त्रिज्या 3% बढ़ा दिया जाए तो g पर क्या प्रभाव पड़ेगा–

Sol. 3% × 2 = 6%

2. यदि त्रिज्या को तीन गुना कर दिया जाए तो g के मान में क्या प्रभाव पड़ेगा।

Sol. $g = \frac{GM}{R^2}$ .... (i)

$g^1 = \frac{GM}{(3R)^2}$

$g^1 = \frac{GM}{9R^2}$

$g^1 = \frac{GM}{R^2 \times 9}$

$g^1 = g/9$

★ **घूर्णन गति का g पर प्रभाव–**

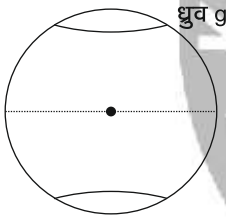
(i) ध्रुवों पर के मान पर घूर्णन गति का प्रभाव नहीं पड़ता है। पृथ्वी तेज घूमे या धीमी ध्रुवों पर g का मान एकसमान रहता है।

(ii) विषुवत रेखा पर g के मान पर घूर्णन का उल्टा प्रभाव देखा जाता है।

(iii) यदि पृथ्वी का घूर्णन धीमी हो जाए तो विषुवत रेखा पर g का मान बढ़ जायेगा।

(iv) यदि पृथ्वी का घूर्णन तेज हो जाए तो विषुवत रेखा पर g का मान घट जाऐगा।

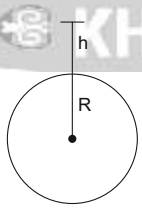
(v) यदि पृथ्वी 17 गुणा तेज घूमने लगे तो विषुवत रेखा पर g का मान शून्य हो जाएगा और वस्तुएं हवा में तैरने लगेगी।



❖ **ऊँचाई का g के मान पर प्रभाव–** पृथ्वी सतह से ऊपर या निचे जाने पर g के मान में कमी आती है

सतह पर $g = \frac{Gm}{R^2}$

ऊँचाई पर $\boxed{g = \frac{Gm}{(R+h)^2}}$



1. त्रिज्या के बराबर ऊँचाई पर g के मान पर क्या प्रभाव पड़ता है।

Sol. $g = \frac{Gm}{(R+h)^2}$ .... (i)

$g' = \frac{Gm}{(R+R)^2}$

$g' = \frac{Gm}{(2R)^2} = \frac{Gm}{4R^2}$

$g' = \frac{Gm}{R^2} \times \frac{1}{4}$

$g' = g/4$

2. किस ऊँचाई पर जाने से g का मान चौथाई रह जाएगा यदि पृथ्वी की त्रिज्या 6400 km हो।

Sol. $g = \frac{Gm}{R^2}$ — सतह .... (i)

$g^1 = \frac{Gm}{(R+h)^2}$ — ऊँचाई .... (ii)

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

$\frac{\text{समी०}(i)}{\text{समी०}(ii)} = \frac{g}{g^1} = \frac{\frac{Gm}{R^2}}{\frac{Gm}{(R+h)^2}}$

$\frac{g}{\frac{g}{4}} = \frac{Gm}{R^2} \times \frac{(R+h)^2}{Gm}$

$4 = \frac{(R+h)^2}{R^2}$

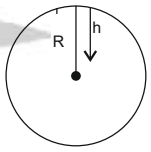
$\sqrt{4} = \left(\frac{R+h}{R}\right)$

$2 = \frac{6400+h}{6400} \Rightarrow 2 \times 6400 = 6400 + h$

$h = 6400$

❖ **गहराई पर जाने से g के मान में प्रभाव–**

$\boxed{g^1 = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)}$



3. पृथ्वी के केन्द्र पर g का मान ज्ञात करें।

Sol. $g' = g\left(1 - \frac{h}{R}\right)$

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

$g' = g(1-1)$

$g' = 1 \times 0$

$g' = 0$

Remark :– पृथ्वी के केन्द्र तथा अन्तरिक्ष में g का मान शून्य हो जाता है जबकि चन्द्रमा पर g का माान पृथ्वी का $\frac{1}{6}$ हो जाता है।

❖ **कक्षीय चाल (Orbital Velocity)–** वह न्यूनतम चाल जिसे प्राप्त कर कोई उपग्रह किसी ग्रह का एक चक्कर पूरा कर ले कक्षीय चाल कहलाता है। यह द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है।

$$\boxed{V_0 = \sqrt{gR}}$$

कक्षीय चाल में ग्रह की त्रिज्या बढ़ने से उसकी चाल बढ़ जाता है-

Remark :– पृथ्वी के समीप चक्कर लगा रहे उपग्रह का कक्षीय चाल 8 km/s होता है।

❖ **पलायन वेग (Escape Velocity)–** वह वेग जो गुरुत्वीय सीमा को छोड़कर हमेशा के लिए चला जाए पलायन वेग कहते हैं।

Scape velocity = $\boxed{V_e = \sqrt{2gR}}$

☛ पलायन वेग द्रव्यमान पर निर्भर नहीं करता है ग्रह कि त्रिज्या बढ़ाने से पलायन वेग बढ़ जाता है।

☛ पृथ्वी का पलायन वेग 11.2 km/s होता है।

☛ वृहस्पति का पलायन वेग 59.5 km/s होता है।

☛ चन्द्रमा का पलायन वेग 2.3 km/s होता है।

☛ सूर्य का पलायन वेग 42 km/s होता है।

☛ चन्द्रमा पर कम पलायन वेग के कारण ही वहाँ का वायुमंडल चन्द्रमा को छोड़कर चला गया इसी कारण वहां ध्वनि उत्पन्न तो होगी किन्तु सुनाई नहीं देगी।

☛ चन्द्रमा पर कम गुरुत्वाकर्षण के कारण चन्द्रमा पर उतरने वाला व्यक्ति अपने साथ भारी वजन लिये रहता है।

❖ **पलायन वेग तथा कक्षीय चाल में संबंध (Relation Between Escape Velocity and Orbital Speed)–**

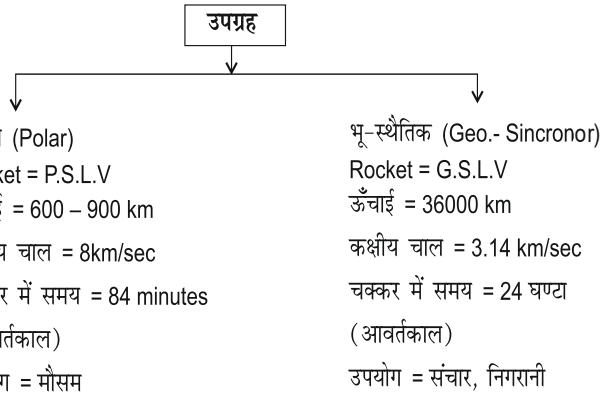
पलायन वेग = $\sqrt{2gR}$

$V_e = \sqrt{2} \times \sqrt{gR}$

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

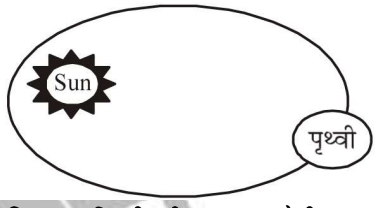
$\boxed{V_e = \sqrt{2}\, V_o}$

❖ **कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellite)–** मानव निर्मित वैसे पिण्ड जो ग्रह का चक्कर लगाते है कृत्रिम उपग्रह कहलाते है। यह दो प्रकार के होते हैं।

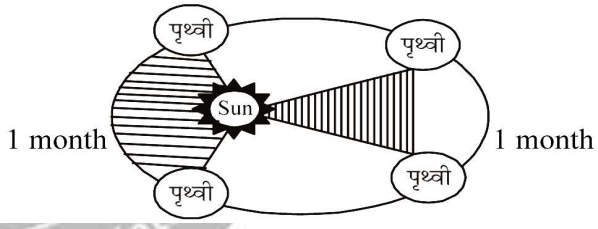


❖ **ग्रहों के गति संबंधित केपलर का नियम (Kepler's Laws of Planetary Motion)–**

(i) प्रथम नियम- ग्रह सूर्य का चक्कर दीर्घ वृत्तीय पथ पर लगाते है और सूर्य फोकस पर स्थित रहता है।

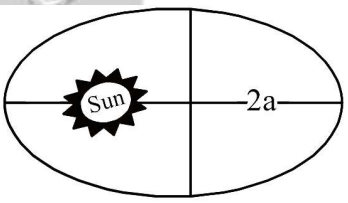


(ii) द्वितीय नियम- किसी भी ग्रह का क्षेत्रीय चाल सामान होता है अर्थात् कोई भी ग्रह एक सामान समय में सामान क्षेत्रफल को तय करता है जिस कारण जब वह सूर्य के करीब आता है तो उसकी चाल बढ़ जाता है।



☛ केप्लर के द्वितीय नियम कोणीय संवेग संरक्षण के नियम पर आधारित है।

(iii) तीसरा नियम– किसी ग्रह के आवर्तकाल का वर्ग उसके अर्द्धदीर्घ अक्ष के तृतीय घात के समानुपाति होता है।



दीर्घ अक्ष-2a

अर्द्ध दीर्घ अक्ष – a

$$\boxed{T^2 \propto a^3}$$

Ex :– एक ग्रह के दीर्घवृत्तीय पथ का दीर्घ अक्ष 8 है आवर्त्तकाल ज्ञात करें।

$2a = 8$

$\therefore \quad a = 4$

$a^3 = 64$

$T^2 \propto a^3$

$T^2 \propto 64$

$T \propto 8$

Remark :– कोई भी उपग्रह दीर्घवृत्तीय पथ पर चक्कर लगाता है यदि वह परवलयकार होगा तो पृथ्वी पर गिर जाएगा। अतिपरवलयकार होने पर अंतरिक्षत में गायब हो जाएगा।

द्रव्यमान तथा भार में अन्तर (Difference Between Mass and Weight)

❖ **द्रव्यमान (Mass)–** द्रव्य के परिमाप को द्रव्यमान कहते है यह इस बात का जानकारी देता है कि वह पदार्थ कितने कणों से बना है द्रव्यमान कभी बदलता नहीं है।

☛ द्रव्यमान एक अदिश राशि है इसे kg में मापते है। द्रव्यमान मापने के लिए कमानीदार तुला का प्रयोग करते है।

☛ किसी स्थान पर g का मान शून्य होने पर भी द्रव्यमान का परिमाण अपरिवर्तित रहता है।

❖ **भार (Weight)–** वह पृथ्वी के खिंचाव बल को बताता है। स्थान बदलने से भार बदल जाता है।

☛ भार सदिश राशि है यह हमेशा नीचे कि ओर कार्य करती है। भार को स्प्रिंग तुला द्वारा मापते है।

☛ भार का SI मात्रक न्यूटन होता है।

भार $\boxed{W = mg}$

1. 40 kg के एक वस्तु का भार ज्ञात करें।

Sol. $w = mg$

$= 40 \times 10 = 400$ N

2. एक वस्तु का भार पृथ्वी पर 1800 N है चन्द्रमा पर इसका भार ज्ञात करें।

Sol. $\boxed{\frac{\text{पृथ्वी पर भार}}{6}}$

$1800 \times \frac{1}{6} = 300$ N

3. 90 Kg द्रव्यमान वाले एक वस्तु का चन्द्रमा पर भार ज्ञात करें।

Sol. $W = mg$

$90 \times 10 = 900$

$\boxed{\frac{\text{पृथ्वी पर भार}}{6}}$

$= \frac{900}{6} = 150$ N

4. चन्द्रमा पर एक वस्तु का भार 300 N है इसका द्रव्यमान ज्ञात करें।

Sol. चन्द्रमा पर भार $= 300$ N

पृथ्वी पर भार $= 300 \times 6$

$w = 1800$

$\boxed{\frac{\text{पृथ्वी पर भार}}{6}}$

$w = mg$

$1800 = m \times 10$

$m = 180$ Kg

5. पृथ्वी पर एक वस्तु का द्रव्यमान 50 kg है तो इसका चन्द्रमा पर भार ज्ञात करें।

Sol. पृथ्वी पर भार

$w = mg$

$w = 50 \times 10$

$= 500$

चन्द्रमा पर भार $= \frac{\text{पृथ्वी पर भार}}{6}$

$= \frac{500}{6} = 83.3$ N

6. पृथ्वी पर एक वस्तु का द्रव्यमान 90 kg है चन्द्रमा पर इसका द्रव्यमान ज्ञात करें।

Sol. 90 kg

Remark :–

1. ध्रुवों पर g का मान अधिक होता है जिस कारण भार अधिक होगा।
2. विषुवत रेखा पर g का मान कम होता है जिस कारण भार कम होगा किन्तु द्रव्यमान पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।
3. किसी वस्तु का सर्वाधिक भार निर्वात में होता है अर्थात् एकदम उचित भार ज्ञात करने के लिए निर्वात होना चाहिए सोनार सोना तौलते समय कांच के अन्दर तौलता है।

लिफ्ट में वस्तु का भार (Weight of Object in Lift)

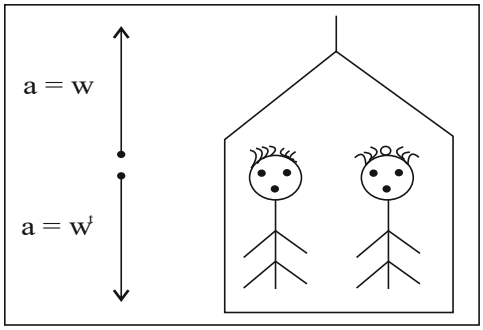
(i) लिफ्ट जब सामान्य वेग से उपर या नीचे जाएगी तो भार में कोई परिवर्तन नहीं आएगा।

(ii) जब लिफ्ट त्वरण या सामान त्वरण से ऊपर जाएगी तो भार बढ़ेगा।

(iii) जब लिफ्ट त्वरण या सामान त्वरण से नीचे आएगी तो भार घटेगा।

(iv) ऊपर जाते समय या नीचे आते समय यदि रस्सी टुट जाए तो भार हीनता होगी।

(v) यदि लिफ्ट g त्वरण से भी अधिक त्वरण से (हचाक से) नीचे उतरे तो लिफ्ट में रखी वस्तु छत से टकरा जाएगी।



वस्तु का भार W = mg.
वस्तु का लिफ्ट में भार

$\boxed{w = m(g \pm a)}$ उपर = +ve

नीचे = –ve

1. 200 kg को महिला का एक लिफ्ट में भार क्या होगा जब लिफ्ट 5 m/s² से उपर जाए तथा 5 m/s² से ही नीचे आए।

Sol. ऊपर

$W = m(g+a)$
$= 200(10+5)$
$= 200 \times 15$
$= 3000$

महिला का भार

$W = mg$
$= 200 \times 10$
$= 2000\ N$

नीचे = $W = m(g-a)$
$= 200(10-5)$
$= 200 \times 5$
$= 1000$

2. एक लिफ्ट जो 6 m/s² के त्वरण से नीचे आ रहा है उसमें 50 kg का एक व्यक्ति है उसका द्रव्यमान क्या होगा।

a = 6 m/s²

m = 50 kg

Sol. द्रव्यमान change नहीं होता है।

KHAN GLOBAL STUDIES
Most Trusted Learning Platform
KHAN SIR

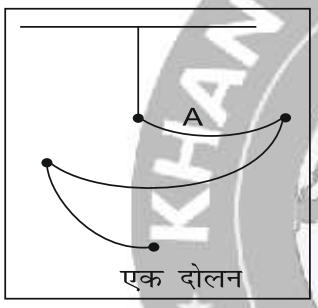
10. सरल आवर्त गति (Simple Hormonic Motion)

❖ जब कोई पिण्ड किसी निश्चित बिन्दु के इधर-उधर गति करता है तो इसके गति को सरल आवर्त गति कहते हैं। मध्यमान स्थिति अधिकतम विस्थापन को आयाम या Amplitude कहते है।

❖ आयाम (विस्थापन) त्वरण के समानुपाती होती है किन्तु दिशा विपरीत होती है

❖ एक दोलन पूरा करने में लोलक को चार (4) आयाम तय करना होता है।
1 दोलन = 4 आयाम

❖ तीन दोलन पूरा करने में कितना आयाम चलना होगा।
$3 \times 4 = 12$ आयाम



1. 4 cm आयाम वाला S.H.M 5 दोलन में कुल कितनी दूरी तय करेगा।

Sol. 1 दोलन = 4 आयाम
5 दोलन = 20 आयाम
5 दोलन के लिए दूरी = $20 \times 4 = 80$ cm

❖ **आवर्त काल (Time period)–** एक दोलन पूरा करने में लगाया गया समय आवर्त काल कहलाता है आवर्त काल समय को बताता है। यदि आवर्त काल बढ़ेगा तो समय बढ़ेगा और वस्तु सुस्त हो जाएगी किन्तु आवर्तकाल घटेगा तो समय घटेगा और वस्तु तेज हो जाएगी।

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

Remark :– आयाम तथा द्रव्यमान पर आवर्तकाल निर्भर नहीं करता अर्थात् आयाम या द्रव्यमान बढ़ाने पर आवर्तकाल पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है।

❖ आवर्त काल (T) तथा लम्बाई $\left(\sqrt{l}\right)$ में खींचा गया ग्राफ परवलयाकार प्राप्त होगा।

❖ **लम्बाई पर आवर्त काल का प्रभाव–**

(i) लम्बाई और आवर्तकाल समानुपाती होता है।

(ii) लम्बाई को जितना गुणा किया जाएगा आवर्तकाल उसका वर्गमूल हो जाएगा।
Ex :– लम्बाई को 16 गुणा करने पर आवर्तकाल 4 गुणा हो जाएगा।

(iii) गर्मी के दिन में पेन्डुलम घड़ी के लम्बाई बढ़ जाता है जिस कारण आवर्तकाल बढ़ जाता है और घड़ी सुस्त हो जाती है।

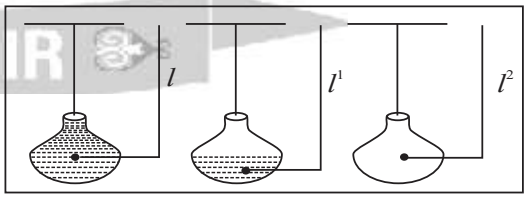
(iv) ठंडी के दिन में लम्बाई घट जाती है जिससे आवर्त काल घट जाती है और पेन्डुलम घड़ी तेज हो जाती है

(v) झूला झुलती लड़की यदि अचानक बैठ जाएगी तो उसका द्रव्यमान केन्द्र (नाभी) नीचे घिसकने के कारण लम्बाई बढ़ जाएगा। जिससे आवर्तकाल बढ़ जाएगा। झूला सुस्त हो जाएगा।

(vi) यदि बैठी हुई लड़की झूला झुलने समय खड़ी हो जाएगी तो नाभी ऊपर होने के कारण लम्बाई घट जाएगी और आवर्तकाल घट जाएगा और झूला तेज हो जाएगा।

(vii) यदि कोई लड़की खड़ी होकर झूला झुल रही है और कोई लड़का झूला पर आकर बैठ जाए तो द्रव्यमान केन्द्र को दोनों के नाभी के बीच में माना जाएगा जो पहले की अपेक्षा थोड़ा नीचे हो जाएगा जिससे लम्बाई बढ़ जाएगी आवर्तकाल बढ़ जाएगा और झूला सुस्त हो जाएगी।

(viii) यदि किसी घड़ा में लबालब पानी भरा हो और वह S.H.M. कर रहा हो और घड़े का पेन्दी में सुराग हो जाए तो आवर्तकाल प्रारंभ में बढ़ेगा। उसके बाद स्थिर हो जाएगा।



❖ यदि लम्बाई में प्रतिशत परिवर्तन हो तो आवर्तकाल में उसका आधा परिवर्तन होता है।
Ex :– लम्बाई में 5% परिवर्तन होने पर आवर्तकाल में 2.5 % की वृद्धि होगी।

❖ **g का आवर्तकाल पर प्रभाव–**

(i) g तथा आवर्तकाल में उल्टा संबंध होता है।

(ii) ध्रुवों पर g का मान अधिक होता है जिस कारण आवर्तकाल घट जाएगा।

(iii) सुरंग में जाने पर g का मान घटता है जिस कारण आवर्तकाल बढ़ जायेगा।

(iv) ऊँचाई पर जाने से g का मान घटता है जिस कारण आवर्तकाल बढ़ जाता है।

(v) अंतरिक्ष में जाने पर g का मान शून्य हो जाता है। अत: आवर्तकाल अनन्त हो जाएगा।

Ex :– किसी उपग्रह के अन्दर पेन्डुलम घड़ी का आवर्तकाल अनन्त हो जाएगा।

2. पृथ्वी पर एक लोलक का आवर्तकाल T है चन्द्रमा पर इसका आवर्तकाल क्या होगा?

Sol. पृथ्वी $= T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

चंद्रमा $= T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g/6}}$

$T' = 2\pi\sqrt{\frac{6l}{g}}$ $\qquad T' = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \times \sqrt{6}$

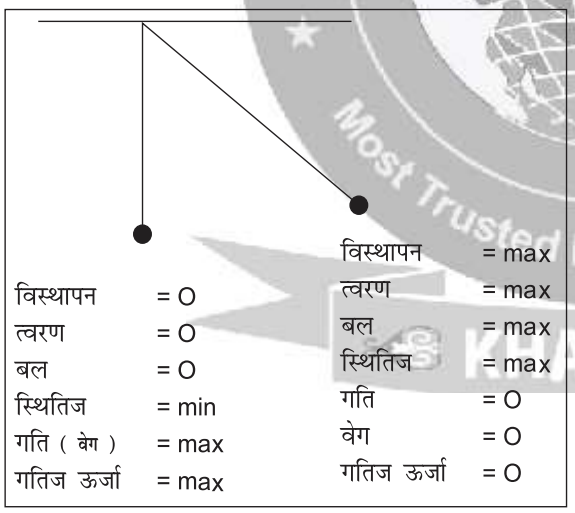
$T' = T\sqrt{6}$

3. पृथ्वी के केन्द्र पर लोलक का आवर्तकाल ज्ञात करें।

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ $\qquad [\because$ केन्द्र पर $g = 0]$

$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{0}}$ $\qquad T = \infty$

❖ **S.H.M के विभिन्न बिन्दुओं पर भौतिक राशियां–**



❖ **सेकण्ड लोलक–** वैसा लोलक जिसका आवर्तकाल दो सेकण्ड हो सेकण्ड लोलक कहलाता है।

4. एक लोलक का आवर्तकाल दो सेकण्ड है इस लोलक की लम्बाई ज्ञात करें।

Sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

$2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \frac{2}{2\pi} = \sqrt{\frac{l}{g}}$

$\frac{1}{\pi} = \sqrt{\frac{l}{g}}$

$\frac{1}{3.14} = \sqrt{\frac{l}{g}}$

Squaring both side

$\left(\frac{1}{3.14}\right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l}{9.8}}\right)^2$

$\frac{1}{9.8} = \frac{l}{9.8}$

$l = 1$ meter.

❖ **S.H.M. का समीकरण–** $\boxed{y = A\sin.\omega t}$

जहाँ A = आयाम

$\omega = 2\pi n$

w = कोणीय चाल

t = 0 समय

5. y = 3 sin 10 t में आयाम तथा आवर्तकाल ज्ञात करें।

Sol. y = A sin wt

y = 3 sin 10 t

A = 3 (आयाम)

ω = 10

$2\pi h = 10$ $\qquad \boxed{\omega = 2\pi h}$

h $= \frac{5}{\pi}$ आवृत्ति

T $= \frac{\pi}{5}$ आवर्त काल

6. S.H.M कर रहा एक लोलक का समीकरण y = 10 sin 18πt आवृत्ति, आयाम तथा आवर्तकाल ज्ञात कीजिए।

Sol. y $= 10\sin 18\pi t$

y $= A\sin wt$

A $= 10$

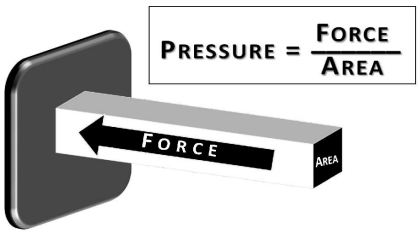
w $= 18\pi$ $\qquad \boxed{w = 2\pi h}$

$2\pi h = 18\pi$

h $= 9$ Hz आवृत्ति

11. दाब (Pressure)

❖ किसी वस्तु द्वारा किसी दूसरी वस्तु पर लम्बवत् लगाया गया बल दाब कहलाता है अर्थात् इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले अभिलम्ब बल को दाब कहा जाता है।



$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षे.}}$$

☞ **दाब कई प्रकार के होते हैं-**

1. ठोस का दाब (Solid Pressure)
2. वायुमंडलीय दाब (Atmospheric Pressure)– ATM
3. द्रव का दाब (Fluid Pressure) – hdg
4. बुलबुले का दाब (Bubble Pressure)

1. ठोस का दाब (Solid Pressure)– क्षेत्रफल घटाने से दाब बढ़ जाता है। इसी कारण चाकू तथा कील को नुकिला बनाया जाता है।

☞ मानव जब एक पैर पर खड़ा होता है, तो क्षेत्रफल घटने के कारण वह सर्वाधिक दाब लगाता है। क्षेत्रफल बढ़ाने से दाब घट जाता है। इसी कारण भारी वाहनों का टायर मोटा बनाया जाता है।

☞ ट्रेन के पटरियों के नीचे सिमेंट का स्लीपर लगाया जाता है। जब मानव लेट जाता है तो क्षेत्रफल बढ़ने के कारण वह सबसे कम दाब लगाता है।

☞ दाब का N/m^2 या **पास्कल या बार** होता है।

☞ 1 बार = 760 टार

☞ 1 बार = 10^6 डाइन/सेमी.^{2}

☞ 1 सेमी. पारा = 1.33×10^3 N/m^2

2. वायुमंडलीय दाब [Atomspheric Pressure (ATM)]– वायु के विभिन्न परतों के कारण लगने वाले दाब को वायुमंडलीय दाब कहते है।

☞ समुद्र तल पर वायुमंडलीय दाब सबसे ज्यादा होता है। ऊँचाई पर जाने से वायुमंडलीय दाब घटता है। जिसके कारण निम्नलिखित घटनाएं होती है-

☞ पहाड़ या हवाई जहाज में जाने पर कलम की स्याही निकल जाती है, नाक से खून आने लगता है।

☞ पर्वतों पर वायुमंडलीय दाब घटने से क्वथनांक घट जाता है और देरी से खाना पकता है।

☞ मृत व्यक्ति के अंदर का B.P शून्य हो जाता है जिस कारण उस पर वायुमण्डलीय दबाव लगने लगता है और वह भारी हो जाता है।

☞ 1.013×10^5 N/m^2 पास्कल या 76 cm पारे का स्तंभ वायुमंडल दाब को बैरोमीटर से मापा जाता है, बैरोमीटर को समुद्र तल पर लगाया जाता है।

❖ **बैरोमीटर दो प्रकार के होते हैं–** एनराइड और फोर्टिन।

☞ एनराइड बैरोमीटर से ऊंचाई मापा जाता है अत: इसे Altimeter कहते हैं।

☞ फोर्टिन बैरोमीटर से मौसम की भविष्यवाणी की जाती है।

☞ यदि किसी बैरोमीटर की पारा अचानक नीचे गिरा तो तूफान आने की संभावना होती है।

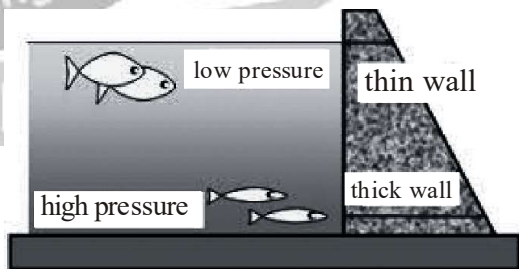
☞ धीरे-धीरे नीचे गिरा तो वर्षा होने की संभावना।

☞ धीरे-धीरे उपर उठा तो साफ मौसम होती है।

4. द्रव का दाब (Fluid Pressure)– द्रव अपनी पेंदी में अधिक दाब लगाती है इसी कारण बांध की दीवारे नीचे की ओर मोटी बनाई जाती है।

Note :– ऊंचाई बढ़ने से वायुमंडलीय दाब घटता है और द्रव का दाब ऊंचाई बढ़ने से बढ़ता है। इसी कारण पानी की टंकी को ऊंचाई पर रखा जाता है।

द्रव का दाब = hdg



1. 20 मीटर ऊंचे एक पाइप में एक द्रव जिसका घनत्व 3 kg/m^3 तो इसका दाब ज्ञात करें।

Sol. दाब = hdg
$= 20 \times 3 \times 10$
$= 600\ N/m^2$

4. बुलबुले का दाब (Bubble Pressure)– बुलबुले के अंदर का दाब बाहर के जल के दाब से अधिक होता है।

☛ छोटे-छोटे बुलबुले का दाब कम होता है इसीलिए वह नीचे सटा होता है। बड़े बुलबुले का दाब अधिक होता है। बड़ा बुलबुला जल्दी सतह पर आ जाता है। जब बुलबुला ऊपर आता है तो बाहरी दाब घटने के कारण बुलबुले का आकार बड़ा होने लगता है।

❖ **गुब्बारे का दाब–** गुब्बारे के अंदर दाब बाहर के वायुमंडलीय दाब से अधिक होता है इसी कारण ऊंचाई पर जाने से वायुमंडलीय दाब घटता है और गुब्बारा बड़ा फटता है।

❖ **पाईप के अंदर का दाब–** पाईप में दाब क्षेत्रफल के व्युत्क्रमानुपाती होता अर्थात् पाईप को दबाकर जब छोटा किया जाएगा तो दाब बढ़ जाने से द्रव तेजी से निकलेगा।

पास्कल का नियम (Pascal's Law)

❖ यह बंद बर्तन पर लगता है इसके अनुसार किसी बन्द पात्र पर दाब लगाया जाए तो दाब सभी दिशाओं में बराबर फैलता है।

❖ **पास्कल के नियम पर आधारित यंत्र–** हाइड्रोलिक ब्रेक, JCB, इंजेक्शन, हवा भरने वाला पम्प, वाहन का ब्रेक।

श्यानता (Viscocity)

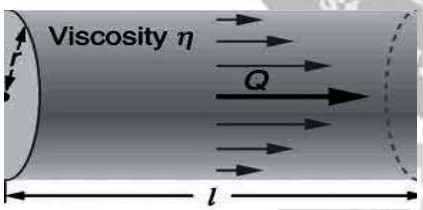
❖ द्रव तथा गैस के अणुओं के सतह के बीच के गति का विरोध करने वाले बल को श्यानता कहते हैं। श्यानता के कारण ही द्रव ज्यादा दूर तक नहीं बह पाता है।

☛ श्यानता का गुण केवल द्रव तथा गैस में देखा जाता है। ठोस में नहीं देखा जाता है।

☛ घनत्व बढ़ने से श्यानता बढ़ती है। (घनत्व ∝ श्यानता)

☛ अणुभार बढ़ने से श्यानता बढ़ती है। (अणुभार ∝ श्यानता)

☛ अणु जब समीप आते हैं तो श्यानता बढ़ जाती है।



Case (I) :– द्रव को गर्म करने पर उसके अणु दूर-दूर हो जाते है। जिस कारण श्यानता घट जाती है।

Case (II) :– गैस की ताप बढ़ाने पर अणु समीप आ जाते हैं। जिस कारण श्यानता बढ़ जाती है।

जैसे– गैस।

❖ कम घनत्व तथा कम श्यानता के कारण बादल तैरते हैं।

श्यानता को Viscometer से मापते है।

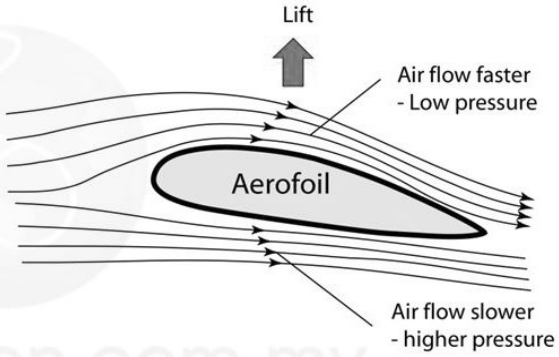
मधु > घी > तेल > जल

☛ श्यानता के कारण ससंजक बल है।

बरनौली प्रमेय (Bernoulli's Theorem)

❖ यह ऊर्जा संरक्षण पर आधारित है। इसके अनुसार किसी नाली में बह रही द्रव की ऊर्जा नियत रहती है अर्थात् चाल बढ़ाने से दाब घट जाता है।

$$\text{चाल} \propto \frac{1}{\text{दाब}}$$



Ex :–

(i) तेज गति से साइकिल चलाना आसान होता है।

(ii) तेज गति से आ रही रेलगाड़ी के बगल में खड़े रहने से वायु की गति बढ़ने से दाब घट जाती है और व्यक्ति ट्रेन पर गिर जाता है।

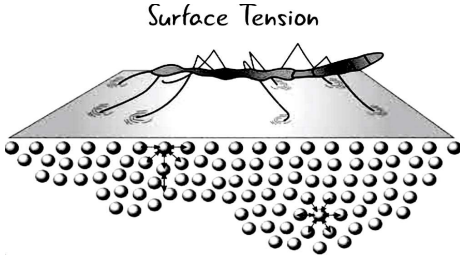
(iii) दो नाव यदि समीप आ जाएगी तो उनके बीच के जल की चाल बढ़ जाएगा। जिस कारण दाब घटेगा और नाव टकरा जाएगी।

(iv) हवाई जहाज का डैना ऊपर से घुमावदार बनाया जाता है। ताकि चाल बढ़ जाए और दाब घट जाए जिससे की जहाज उड़ सके।

(v) आंधियों में छप्पर (झोपड़ी) के ऊपर की वायु की चाल बढ़ जाती है जिस कारण दाब घट जाता है और छप्पर उड़ जाता है।

(vi) गहरे झील का दाब अधिक होने से उसका चाल घट जाता है और वह शान्त रहता है।

पृष्ठ तनाव (Surface Tension)



☛ यह द्रव का एक विशेष गुण है।

☛ पृष्ठ तनाव = $\frac{\text{बल}}{\text{लंबाई}} = \frac{N}{meter}$

☛ पृष्ठ तनाव क्षेत्रफल को कम कर देता है। इसी कारण द्रव की बूंदे गोल हो जाती है। पृष्ठ तनाव अधिक होने पर क्षेत्रफल को घटा देता है और द्रव गाढ़ा हो जाता है।

☛ तापमाान तथा पृष्ठ तनाव में उल्टा संबंध होता है।

☛ तापमान घटाने से पृष्ठ तनाव घट जाता है और द्रव सिकुड़कर गाढ़ा हो जाता है।

Ex :–

1. ठंडा दूध या खीर गाढ़ा होता है।
2. परफ्यूम की बूंदे छोटी होने के कारण उसका पृष्ठ तनाव अधिक होता है और तापमान कम हो जाता है।
3. द्रव पर मच्छर, ब्लेड, सूई तैर जाती है।

❖ तापमान बढ़ाने पर पृष्ठ तनाव घट जाता है और द्रव की सतह पतली हो जाती है।

Ex :–

1. गर्म पानी से कपड़ा जल्दी साफ होता है। गर्म खाना स्वादिष्ट लगता है।
2. वेल्डिंग करने से धातु सट जाते है।
3. पीघला हुआ मोमबती फैल जाता है।

❖ घुलनशील अशुद्धि मिलाने पर पृष्ठ तनाव घट जाता है।

Ex :–

1. डिटर्जेन्ट से कपड़ा जल्दी साफ होता है।
2. पानी में मिट्टी तेल मिलाने पर मच्छर उस पर नहीं बैठ पाता है।
3. पृष्ठ तनाव के कारण ही ससंजक बल उत्पन्न होता है।

❖ **ससंजक बल (Cohesive Force)–** समान अणुओं के बीच लगने वाले बल को ससंजक बल कहते हैं।

Ex :– द्रव की बूंदे ससंजक बल के कारण एक-दूसरे को पकड़ी रहती है।

❖ **आसंजक बल (Adhesive Force)–** भिन्न-भिन्न अणुओं के बीच लगने वाले आकर्षण बल को आसंजक बल कहते हैं।

☛ आसंजक बल कम होगा तो वस्तु मजबूती से नहीं चिपकेगी।

Ex :–

(i) अरूई के पत्ता पर पानी नहीं रूकता।

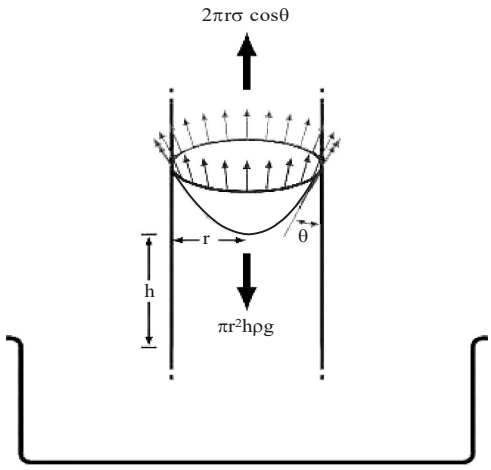
(ii) कांच पर लिखना मुश्किल होता है। काँच पर लिखने के लिए (Hf) हाइड्रोजन फ्लोराइड का प्रयोग करते है।

❖ आसंजक बल अधिक होने पर वस्तु मजबूती से चिपक जाती है।

Ex :– Feviquick, Permanent Marker, Lakme lipstick etc.

❖ पेंट में आसंजक बल बढ़ाने के लिए Primer या तारपीन का तेल मिला देते हैं।

केशिकत्व (Capilary)



❖ किसी पतली नली में द्रव का स्वत: ऊपर चढ़ना केशिकत्व कहलाता है।

Ex :–

(i) पारा का उपर चढ़ना।

(ii) बत्ती में तेल का ऊपर चढ़ना।

(iii) सूती वस्त्र पर पानी का फैल जाना।

(iv) कागज पर स्याही का फैल जाना।

(v) ईटा या ढेला द्वारा जल सोखना।

(vi) वर्षा के बाद किसान अपना खेत जोत देता है क्योंकि केशिकत्व टुट जाए और पानी उपर न आए।

(vii) जड़ द्वारा पानी सोखने में केशिकत्व के साथ-साथ जाइलम भी मदद करता है अर्थात् जड़ द्वारा पानी सोखने का एकमात्र कारण केशिकत्व नहीं है।

❖ केशनली में द्रव की ऊँचाई-

$$\boxed{H = \frac{2t\cos\theta}{rdg}}$$

T = पृष्ठ तनाव

r = त्रिज्या

d = घनत्व

θ = नवचन्द्रक कोण

☛ पृष्ठ तनाव बढ़ने से ऊंचाई बढ़ जाती है।

☛ त्रिज्या कम होने पर ऊंचाई बढ़ जाती है।

☛ घनत्व घटने से ऊंचाई बढ़ जाती है।

☛ यदि g का मान शून्य होगा तो द्रव अनंत ऊंचाई तक पहुंच जाएगा।

1. 10 N/m पृष्ठ तनाव वाला एक द्रव का नवचन्द्रक 180° है यदि इस नली की त्रिज्या 2 cm तथा घनत्व 5 kg/m² हो तो, कितनी ऊंचाई पर द्रव चढ़ेगा।

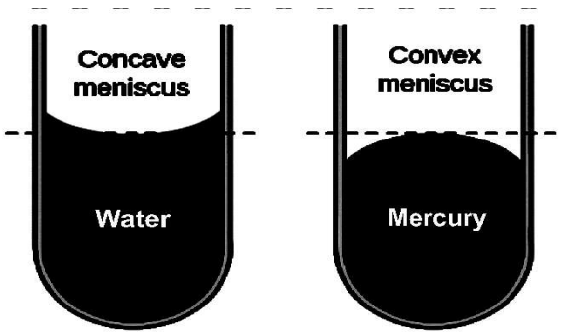
Sol. $\frac{2\times10\times\cos180°}{0.02\times5\times10}$

$= \frac{4\times-1}{0.2} = -20\text{m}$

❖ **नवचंद्रक (Meniscus)–** द्रव तथा केशिका नली के बीच के कोण को नवचंद्रक कहते है।

☛ जल का नवचंद्रक अवतल होता है जबकि पारा का नवचन्द्रक उत्तल होता है।

☛ पारा सतह से नीचे ही रह जाता है जबकि जल सतह के ऊपर चला जाता है।



प्रमुख नवचंद्रक कोण-

(1) कांच + पारा = – 135°

(2) कांच + साधारण जल = 8°

(3) कांच + शुद्ध जल = 0°

☛ जब कोण 0° हो तब वस्तु नहीं भींगेगी।

☛ वस्तु को भींगाने के लिए कोण 0° से अधिक होना चाहिए

☛ जब कोण न्यूनकोण होगा (90°) केशिका नली में द्रव सतह से भी उपर उठ जाएगा।

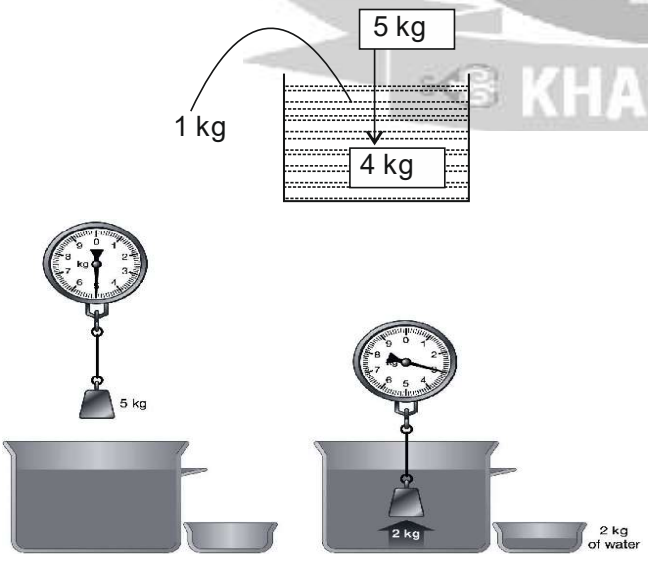
☛ जब कोण अधिककोण होगा (90° से अधिक) तो केशिका नली में द्रव सतह से भी नीचे रह जाएगा।

❖ **आर्कमिडिज का सिद्धांत (Archimedes Principle)–** किसी डुबी हुई वस्तु के भार में कमी उस वस्तु द्वारा बाहर निकाले गए द्रव के भार के बराबर होता है। किसी वस्तु का तैरने के लिए अपने भार से अधिक द्रव बाहर निकालना होता है।

Case (I) :– भार > जल (डुब जाएगी)

Case (II) :– भार = जल (डुबकर तैरेगी)

Case (III) :– भार < जल (निकलकर तैरेगी)



☛ तैरने के लिए भार से अधिक द्रव हटाना होता है इसी कारण जलयान का पेंदी चौड़ा बना दिया जाता है।

☛ जलीय जीव (बत्तख) की ऊंगलियां आपस में सटकर फ्लैपर का निर्माण कर लेती है।

☛ अधिक जल हटाने के लिए ही मानव तैरते समय हाथ-पैर दोनों का प्रयोग करता है।

❖ **मेटा केन्द्र (Meta Center)–** किसी वस्तु को चलने के लिए जिस प्रकार गुरुत्व केन्द्र की आवश्यकता होती है। उसी प्रकार तैरने के लिए मेटा केन्द्र की आवश्यकता होती है। मेटा केन्द्र गुरुत्व केन्द्र के उर्ध्वाधर ऊपर की ओर होता है। जल में संतुलन बनाए रखने के लिए मेटा केन्द्र को ऊपर रखना जरूरी है।

❖ **घनत्व (Density)–** द्रव्यमान तथा आयतन के अनुपात को घनत्व कहते है इसका मात्रक kg/m^3 होता है।

$$\text{घनत्व} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$$

☛ वस्तु का घनत्व यदि कम रहेगा तो वस्तु आराम से तैर जाएगी।

Ex :– लकड़ी, कागज, रूई etc.

☛ अधिक घनत्व वाली वस्तु नहीं तैरेगी जिस कारण घनत्व घटाना होता है। घनत्व घटाने के लिए आयतन (आकार) बढ़ाना पड़ता है। इसीलिए जहाजों को अंदर से खोखला कर दिया जाता है ताकि उसका आयतन बढ़ सके जिससे घनत्व घट जाता है और वस्तु तैर जाती है।

☛ मलाई तथा क्रीम तैर जाता है अर्थात् इसका घनत्व कम रहता है इसी कारण जब मलाई को दूध में डाला जाता है तो वह दूध का घनत्व घटा देता है तथा जब इसे दूध से बाहर निकाला जाता है तो दूध का घनतव बढ़ जाता है।

☛ जब द्रव का घनत्व ज्यादा रहेगा तो वह अपने ऊपर वस्तु को तैरा लेगी इसी कारण पारा के ऊपर लोहा तैर जाता है किन्तु जल में नहीं।

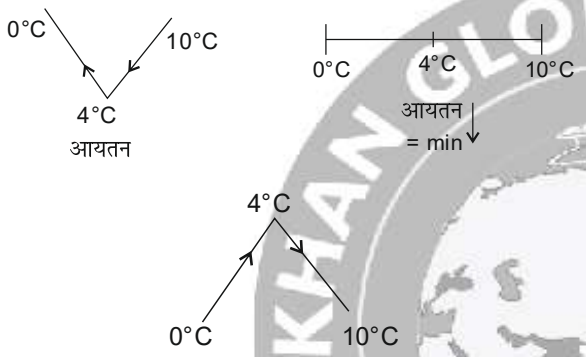
☛ नाव जब नदी से समुद्र में जाता है तो समुद्र का घनत्व अधिक होता है जिस कारण नाव ऊपर उठ जाता है। समुद्र का घनत्व अधिक होने के कारण ही इसमें तैरना आसान होता है।

☛ बर्फ का घनत्व कम होता है जिस कारण उसका आयतन अधिक होता है यही कारण है कि कोल्ड्रींक की बोतल को पूरा नहीं भरा जाता है। इसी कम घनत्व के कारण ही ठंड के दिन में पानी के पाइप फट जाते है। क्योंकि उसके अंदर का पानी बर्फ बनकर फैल गया रहता है।

☛ बर्फ पर दाब लगाने से उसका गलनांक घट जाता है और बर्फ तेजी से पिघलने लगता है इसी कारण पर्वतीय क्षेत्र में बर्फ नीचे से पिघलता है और हिमस्खलन हो जाता है।

☛ समुद्र में तैर रहा बर्फ का टुकड़ा दाब अधिक होने के कारण नीचे से पिघलता है।

- समुद्र की सतह यदि जम जाए तो भी नीचे का बर्फ दाब के कारण पिघल जाता है और मछलीयां जीवित रह जाती है।
- समुद्र में तैर रहे बर्फ के टुकड़े का $\frac{1}{10}$ भाग ऊपर रहता है जबकि $\frac{9}{10}$ भाग नीचे रहता है।
- 4°C से बर्फ जमना प्रारंभ करता है जबकि 0° C तक पुरी तरफ बर्फ बन जाता है।
- 4°C पर जल का घनत्व अधिकतम होता है। किन्तु 4°C पर आयतन न्यूनतम हो जाता है। इसी कारण जब 0° C से 10°C पर जाते है या 10°C से 0°C तक जाते है। तो आयतन प्रारम्भ में घटता है और 4°C पर घटकर न्यूनतम हो जाता है उसके बाद आयतन बढ़ने लगता है।



- घनत्व को हाइड्रोमीटर से मापा जाता है।
- दूध का घनत्व मापने वाले यंत्र को लैक्टोमीटर कहते है। इससे दूध की शुद्धता पता चलती है।

❖ **आपेक्षिक घनत्व (Relative Density)–** जब किसी वस्तु के घनत्व की तुलना जल के घनत्व से कराई जाती है तो उसे आपेक्षिक घनत्व कहते है।

- आपेक्षिक घनत्व जब एक से कम रहेगा तो ही वस्तु तैर सकती है। आपेक्षिक घनत्व का मात्रक तथा विमा नहीं होता है।

$$\text{आपेक्षिक घनत्व} = \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{जल का घनत्व}}$$

$$\frac{\text{डुबा हुआ भाग}}{\text{कुल भाग}} = \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{\text{द्रव का घनत्व}}$$

Note :– जल का घनत्व $1000\ kg/m^3$ होता है।

1. एक वस्तु की आपेक्षिक घनत्व $0.8\ kg/m^3$ है इस वस्तु का घनत्व ज्ञात करें।

$$\frac{8}{10} = \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{1000} = 800\ kg/m$$

2. एक वस्तु का आयतन $20m^3$ है। यदि इस वस्तु का घनत्व $250\ kg/m^3$ है। जल में डुबाने से इसका कितना भाग डुबा हुआ है?

$$\frac{x}{20} = \frac{250}{1000} = x = 5$$

3. एक वस्तु का आपेक्षिक घनत्व 0.5 है जब इस वस्तु को जल में उतारा जाएगा तो इसका कितना भाग डुब जाएगा। यदि कुल आयतन 80 हो?

$$\frac{x}{80} = \frac{500}{1000} = x = 40$$

Note :– पानी में तैर रहा बर्फ का टुकड़ा यदि पिघलेगा तो जल के स्तर पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा किन्तु बर्फ के पिघलने से खाली हुए स्थान में जल चला जाएगा। यदि जल में बाहर से बर्फ पिघलकर मिल जाए तो जल स्तर उठ जाएगा।

Ex :– अंटार्कटिका।