

# गुरुत्वाकर्षण

## Gravitation

1. गुरुत्वाकर्षण क्या है? न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम को लिखें तथा व्यंजक प्राप्त करें?  
उत्तर-न्यूटन के बतलाया कि ब्रह्माण्ड के प्रत्येक वस्तुएँ दूसरी वस्तु को अपनी तरफ आकर्षित करती है। ब्रह्माण्ड के प्रत्येक पिण्ड के बीच लगने वाले इस बल को गुरुत्वाकर्षण बल कहते हैं। तथा ऐसी घटना गुरुत्वाकर्षण कहलाती है।

### Newton's law of gravitation

न्यूटन ने बतलाया कि किन्हीं दो पिण्डों के बीच लगनेवाला गुरुत्वाकर्षण बल उनकी मात्राओं के गुणनफल का समानुपाती तथा उनकी बीच की दूरी के वर्ग का व्युत्क्रमानुपाती होता है।

$$\begin{array}{c} \text{A} \text{-----} \text{F} \text{-----} \text{B} \\ \text{m}_1 \text{-----} \text{r} \text{-----} \text{m}_2 \end{array}$$

यदि  $m_1$  तथा  $m_2$  द्रव्यमान के दो पिण्ड एक-दूसरे से  $r$  दूरी पर स्थित हो तो इस नियम के अनुसार उनके बीच लगनेवाला गुरुत्वाकर्षण बल

$$F \propto m_1 \times m_2$$

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

समी० (i) तथा समी० (ii) से

$$F \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

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

यहाँ  $G$  समानुपात का नियतांक है। उसे गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियतांक भी कहा जाता है। यह मान वस्तुओं के ताप, प्रकृति आदि पर निर्भर नहीं करता। अतः उसे गुरुत्वाकर्षण का सार्वत्रिक नियतांक भी कहा जाता है। इसे व्युत्क्रम वर्ग का नियम भी कहा जाता है, क्योंकि यह दूरी के वर्ग का व्युत्क्रमानुपाती होता है।

2. गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम का क्या महत्व है?

उत्तर-गुरुत्वाकर्षण के सार्वत्रिक नियम का निम्नलिखित महत्व है-

1) पृथ्वी के चारों ओर चन्द्रमा की गति।

- 2) वर्षा की बूँद का गिरना तथा हिमपात का होना।
- 3) चन्द्रमा तथा सूर्य के कारण ज्वार भाटा उत्पन्न होना।
- 4) पृथ्वी के सतह के नजदीक वायुमंडल को बाँधे रखना।
- 5) सूर्य के चारों ओर ग्रह की गति।

### 3. गुरुत्व बल (Gravity) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर- किसी वस्तु तथा पृथ्वी के बीच लगे हुए आकर्षण बल को गुरुत्व बल कहते हैं तथा इस घटना को गुरुत्व कहते हैं।

### 4. गुरुत्वीय त्वरण (Gravitational acceleration) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर- निर्बाध रूप से गिरती हुई किसी वस्तु का त्वरण गुरुत्वीय त्वरण कहलाता है। यह त्वरण पृथ्वी पर गुरुत्वाकर्षण बल के कारण होता है।

इसे  $g$  द्वारा सूचित करते हैं। इसका मान  $9.8 \text{ m/s}^2$  होता है। इसका S.I. मात्रक  $\text{m/s}^2$  होता है।

### 5. पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण का मान ज्ञात करें?

उत्तर- पृथ्वी की सतह पर गुरुत्वीय त्वरण

$$g = \frac{G m}{R^2} = \frac{6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \times 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6.38 \times 10^6)^2} = 9.8 \text{ m/s}^2$$

सभी स्थानों पर  $g$  का मान अचर नहीं रहता है। क्योंकि पृथ्वी ध्रुवों पर चपटी तथा विषुवत रेखा पर फूली हुई है। अर्थात् पृथ्वी गोल नहीं है। जिससे  $R$  का मान अचर नहीं रहता है। साथ ही पृथ्वी अपने ध्रुवों पर घूमती रहती है। जिससे पृथ्वी के ध्रुवों पर  $g$  का मान महत्तम तथा विषुवत रेखा पर न्यूनतम होता है।

### 6. $G$ तथा $g$ संबंध स्थापित करें?

उत्तर- यदि पृथ्वी का द्रव्यमान  $M$  तथा  $R$  त्रिज्या हो तो पृथ्वी की सतह से नगण्य ऊँचाई पर  $m$  द्रव्यमान की वस्तु पर न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण नियम से,

$$F = G \frac{M \times m}{R^2} \quad \text{---} \quad (i)$$

यदि गुरुत्वीय त्वरण ( $g$ ) हो तो न्यूटन के द्वितीय गति नियम से,

$$F = mg \quad \text{---} \quad (ii)$$

समी० (i) तथा (ii) से,

$$G \frac{M \times m}{R^2} = m g \quad \text{---} \quad (i)$$

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

7. **G** तथा **g** में अंतर स्पष्ट करें?

उत्तर- **G** तथा **g** में अंतर निम्नलिखित हैं:-

**G**

- (i) यह एक सार्वत्रिक नियंतांक हैं।
- (ii) इसका मान  $6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$  होता है।
- (iii) इसका मान माध्यम, प्रकृति, तापक्रम, ऊँचाई आदि पर निर्भर नहीं करता है।

(iv) यह एक अदिश राशि है।

**g**

- (i) यह गुरुत्वीय त्वरण है।
- (ii) इसका मान  $9.8 \text{ m/s}^2$  होता है।
- (iii) **g** का मान ऊँचाई के साथ घटता है। पृथ्वी के अंदर भी इसका मान घटता है। जब पृथ्वी घूमती है तो इसके घूमने के साथ विषुवत रेखा से ध्रुव तक जाने में **g** का मान बढ़ता है।

(iv) यह एक सदिश राशि है।

8. सार्वत्रिक स्थिरांक क्या है? इसका मात्रक लिखें?

उत्तर- ईकाई दूरी पर ईकाई द्रव्यमान के रखे दो पिण्डों के बीच लगने वाले गुरुत्वाकर्षण बल को सार्वत्रिक स्थिरांक कहते हैं। इसे **G** से निरूपित किया जाता है। इसका मात्रक  $\text{Nm}^2/\text{kg}^2$  होता है।

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \quad \text{में } m_1 = m_2 = 1 \quad \boxed{F = G}$$

9. भूस्थिर कक्षा (**stationary orbit**) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर- जिस कक्षा में उपग्रह घूमता है। उसे भूस्थिर कक्षा या पार्क कक्षा कहते हैं।

10. भूस्थिर उपग्रह से आप क्या समझते हैं?

उत्तर- यदि पृथ्वी की सतह से किसी कृत्रिम उपग्रह की ऊँचाई इतनी हो कि इसका परिभ्रमण काल ठीक पृथ्वी की अक्षीय गति के परिक्रमण काल अर्थात् 24 घंटे के बराबर हो और पृथ्वी के घूमने की दिशा में उपग्रह घूमे तो वह उपग्रह पृथ्वी के सापेक्ष एक ही स्थान पर स्थिर दिखाई देगा। ऐसे उपग्रह को भूस्थिर उपग्रह कहते हैं।

11. पलायन वेग (**Escape Velocity**) किसे कहते हैं?

उत्तर- वह न्यूनतम वेग जिससे फेंका गया कोई पिण्ड पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र से बाहर चला जाए तथा पुनः पृथ्वी पर वापस लौटकर न आ सके। उसे पलायन वेग कहते हैं।

12. पृथ्वी की अपेक्षा चन्द्रमा पर पलायन वेग कम क्यों होता है?

उत्तर- चन्द्रमा पर पलायन वेग -

$$\sqrt{\frac{2GMm}{R_m}} = \sqrt{\frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \times 7.34 \times 10^{22}}{1.74 \times 10^6}}$$

$$= 2.37 \times 10^3 \text{ m/s}$$

पृथ्वी की सतह पर पलायन वेग: -

$$\begin{aligned} &= \sqrt{2gR} \\ &= \sqrt{2 \times 9.8 \times 6.4 \times 10^6} \\ &= 11.2 \times 10^3 \text{ m/s} \end{aligned}$$

चन्द्रमा पर पलायन वेग  $2.37 \times 10^3 \text{ m/s}$  तथा पृथ्वी की सतह पर पलायन वेग  $11.2 \times 10^3 \text{ m/s}$  होता है।

यही कारण है कि पृथ्वी की अपेक्षा चन्द्रमा पर पलायन वेग कम होता है।

### 13. चन्द्रमा पर वायुमण्डल नहीं है, क्यों?

उत्तर-चन्द्रमा पर पलायन वेग  $2.37 \times 10^3 \text{ m/s}$  होता है। जबकि पृथ्वी पर पलायन वेग  $11.2 \times 10^3 \text{ m/s}$  होता है। अर्थात् पृथ्वी की अपेक्षा चन्द्रमा पर पलायन वेग कम होता है। वहाँ उपस्थित गैस के अणुओं का पलायन वेग चन्द्रमा के पलायन वेग से अधिक हो जाता है।

यही कारण है कि वहाँ उपस्थित गैस के अणु नहीं रह पाते तथा वायुमण्डल का निर्माण नहीं हो पाता।

### 14. कक्षीय वेग (**orbital relolcity**) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर-किसी भी उपग्रह को निश्चित कक्षा में घूमने के लिए एक निश्चित न्यूनतम वेग की आवश्यकता होती है। वह न्यूनतम वेग ही कक्षीय वेग 
$$V = \frac{G m}{r}$$

घूमते हुए उपग्रह का न्यूनतम कक्षीय वेग  $8 \text{ km/s}$  होता है।

### 15. गिरता हुआ पत्थर पृथ्वी की ओर त्वरित होता है तब क्यों नहीं हम पत्थर को पृथ्वी की ओर रवींचता हुआ देख पाते हैं?

उत्तर-पत्थर के त्वरण की तुलना में पृथ्वी का त्वरण बहुत कम होता है। इसलिए पृथ्वी को हम पत्थर की ओर उठता नहीं देख पाते।

### 16. समझायें कि विद्युत बल तथा चुम्बकीय बल दोनों विद्युत चुम्बकीय बल में अंतर्निहित हैं?

उत्तर-जब दो वस्तुओं को रगड़ा जाता है, तो उन पर विद्युत आवेश उत्पन्न हो जाते हैं। जिसके कारण उनके बीच एक बल लगता है। जिसे स्थिर विद्युत बल कहते हैं।

इसी प्रकार चुम्बक जिसमें दो ध्रुव उत्तरी तथा दक्षिणी ध्रुव होते हैं, के बीच भी आकर्षण या प्रतिकर्षण के बल लगते हैं। जिन्हें चुम्बकीय बल कहते हैं। पृथ्वी भी एक विशाल चुम्बक जैसा व्यवहार करती है।

गतिशील विद्युत आवेश विद्युत धारा का निर्माण करते हैं जिससे चुम्बकीय प्रभाव उत्पन्न होता है।

इस प्रकार हम पाते हैं कि विद्युत बल तथा चुम्बकीय बल दोनों ही विद्युत चुम्बकीय बल में अंतर्निहित हैं।

17. पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले अंतरिक्ष यान में बैठे यात्री को भारहीनता का अनुभव क्यों होता है?

उत्तर-कोई भी व्यक्ति अपना भार तब अनुभव करता है जब वह सतह जिस पर खड़ा है उस पर प्रतिक्रिया बल लगाती है। चूँकि अंतरिक्षयान में बैठे यात्री का त्वरण तथा पृथ्वी की परिक्रमा करने वाले अंतरिक्षयान का त्वरण बराबर होता है।

अतः यात्री यान पर बल नहीं लगा पाता। फलस्वरूप यात्री पर यान की प्रतिक्रिया शून्य होती है। यही कारण है कि अंतरिक्ष यान में बैठा यात्री भारहीनता का अनुभव करता है।

18. अंतरिक्ष में अंतरिक्ष यात्री की भारहीनता का क्या अर्थ है?

उत्तर-हम जानते हैं कि अंतरिक्ष यान में स्थित  $m$  द्रव्यमान के अंतरिक्ष यात्री पर दो बल कार्य करते हैं।

$$(i) \text{ गुरुत्वीय त्वरण बल } (F) = \frac{G M m}{r^2}$$

$$(ii) \text{ तल की प्रतिक्रिया बल } = R$$

यात्री पर लगने वाला परिणामी बल

$$= \frac{G M m}{r^2} \quad \dots \quad R = \frac{M \cancel{V}^2}{r}$$

$$\frac{R}{M} = \frac{G m}{r^2} \quad \dots \quad \frac{V^2}{r}$$

$$R = 0$$

पृथ्वी के चारों ओर किसी कक्षा में चल रहा अंतरिक्षयान, अंतरिक्ष यात्री एवं तौलने वाली मशीन सभी समान गुरुत्वीय त्वरण से पृथ्वी की ओर गिरती है। अतः यात्री मशीन पर या यान की दीवारों पर कोई बल नहीं लगा पाता। फलस्वरूप वह भारहीन रूप से तैरता मालूम पड़ता है। अतः  $R = 0$

इस प्रकार प्रतिक्रियात्मक बल शून्य रहने पर आभासी भार शून्य प्रतीत होता है।

19. प्रक्षेपित गति (**Projectile motion**) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर-न्यूनतम वेग से फेंका गया कोई पिण्ड महतम ऊँचाई तय करने के बाद पुनः पृथ्वी पर वापस लौट आए तो उसे हम प्रक्षेपित गति कहते हैं।

20. प्रक्षेप्य कब पृथ्वी की परिक्रमा करने लगता है? समझावें?

उत्तर-किसी प्रक्षेप्य को निश्चित ऊँचाई से क्षैतिज दिशा में फेंकते समय उसकी प्रारंभिक चाल को जैसे-जैसे बढ़ाया जाता है, उसका प्रक्षेप पथ भी पृथ्वी की ओर वैसे-वैसे और अधिक वक्र होता जाता है। पृथ्वी की आकृति गोलाकार है। इसलिए पृथ्वी तल तक पहुँचने के लिए प्रक्षेप्य को और अधिक दूरी तय करनी पड़ती है। यदि प्रक्षेप की आरंभिक चाल एक निश्चित मान से अधिक

हो जाए तो प्रत्येक समय अंतराल में प्रक्षेप नीचे की ओर कुछ दूरी तय करेगा, परन्तु वह पृथ्वी की सतह पर नहीं पहुँच पाएगा। पृथ्वी की आकृति गोलाकार होने के कारण प्रक्षेप्य पृथ्वी तल से और अधिक दूर होता जाएगा। ऐसा ही प्रक्षेप्य पृथ्वी की लगातार परिक्रमा करता रहेगा।

21. सिद्ध करें कि चन्द्रमा पर किसी वस्तु का पृथ्वी पर उसके भार का  $1/6$  गुना होता है? उत्तर-यदि  $m$  तथा  $R$  क्रमशः पृथ्वी का द्रव्यमान तथा उसकी त्रिज्या हो तो  $m$  द्रव्यमान के किसी वस्तु पर लगा गुरुत्वाकर्षण बल

$$F = \frac{G M m}{R^2} \quad \text{_____ (i)}$$

यदि  $m$  तथा  $R$  चन्द्रमा का द्रव्यमान तथा उसकी त्रिज्या हो तो चन्द्रमा द्वारा पृथ्वी पर लगा गुरुत्वाकर्षण बल

$$(F') = \frac{G M' m}{(R')^2} \quad \text{_____ (i)}$$

समी० (i) तथा समी० (ii) से,

$$\frac{F'}{F} = \frac{G M m}{(R')^2} \bigg/ \frac{G M m}{R^2}$$

$$\frac{F'}{F} = \frac{M}{M'} \times \left( \frac{R}{R'} \right)^2$$

हम जानते हैं कि

$$m = 5.98 \times 10^{24} \text{ k.g.}$$

$$R = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$$

$$m' = 7.34 \times 10^{22} \text{ k.g.}$$

$$R' = 1.74 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\frac{m}{m'} = \frac{5.98 \times 10^{24}}{7.34 \times 10^{22}} = 81.5$$

पृथ्वी का द्रव्यमान चन्द्रमा के द्रव्यमान से लगभग 81 गुना अधिक होता है।

$$\frac{R}{R'} = \frac{6.38 \times 10^6}{1.74 \times 10^6} = 3.67$$

पृथ्वी का द्रव्यमान चन्द्रमा के द्रव्यमान से लगभग 4 गुना अधिक है।

$$w = \frac{1}{F} \times (R)^2 = \frac{1}{81.5} \times (3.67)^2 = 0.165 = \frac{1}{6} \quad (\text{लगभग})$$

अतः चन्द्रमा पर किसी वस्तु का भार पृथ्वी पर उसके भार का  $1/6$  गुना होता है।

अथवा

पृथ्वी पर लगा गुरुत्वाकर्षण बल  $(F_e) = \frac{G M_e m}{(R_e)^2} \quad \text{_____ (i)}$

$$\text{चन्द्रमा पर लगा गुरुत्वाकर्षण बल } (F_m) = \frac{G M_m \times m}{(R_m)^2} \text{ (ii)}$$

समी० (i) तथा (ii) से,

$$\frac{F_e}{F_m} = \frac{G M_e m}{(R_e)^2} \times \frac{(R_m)^2}{G M_m \times m} = \frac{M_e}{M_m} \left( \frac{R_m}{R_e} \right)^2$$

पृथ्वी का द्रव्यमान चन्द्रमा से लगभग 100 गुना है। पृथ्वी की त्रिज्या चन्द्रमा से 4 गुनी है।

$$\frac{F_e}{F_m} = \left( \frac{100}{1} \right) \left( \frac{1}{4} \right)^2 = \frac{100}{16} = 6.25$$

अतः पृथ्वी पर किसी वस्तु का भार चन्द्रमा की अपेक्षा 6 गुना होता है।

## 22. द्रव्यमान (Mass) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर-किसी वस्तु में पदार्थ का जितना परिमाण होता है। उसे उस वस्तु का द्रव्यमान कहते हैं। यह एक अदिश राशि है।

इसका S.I. मात्रक किलोग्राम (Kg) तथा C.G.S मात्रक ग्राम (gram) होता है।

## 23. भार (Weight) किसे कहते हैं? इसका मात्रक लिखें?

उत्तर-किसी वस्तु का भार वह बल है जिस बल से पृथ्वी उस वस्तु को अपने केन्द्र की ओर आकर्षित करती है। इसे  $w$  से सूचित करते हैं। यह एक सदिश राशि है।

$$w = F = m \times g$$

इसका S.I. मात्रक किलोग्राम (Kg) होता है। जिसे (Newton) न्यूटन भी कहते हैं।

$$1\text{kg} = 9.8 \text{ N.}$$

## 24. एक किलो भार से आप क्या समझते हैं?

उत्तर-एक किलोग्राम द्रव्यमान की वस्तु के भार को एक किलोग्राम भार कहते हैं। यह बल का गुरुत्वाकर्षणीय मात्रक कहलाता है।  $1\text{Kg wt} = 1 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \text{ N}$

$$w = \frac{G M m}{R^2} \text{ (i)}$$

## 25. द्रव्यमान एवं भार में अंतर स्पष्ट करें?

उत्तर-द्रव्यमान तथा भार में निम्नलिखित अन्तर हैं-

द्रव्यमान	भार
1. वस्तु के पदार्थ के परिमाण को उसका द्रव्यमान कहते हैं।	जिस बल से पृथ्वी किसी वस्तु को अपने केन्द्र की ओर खिंचती है। उसे उस वस्तु का भार कहते हैं।

2. यह अदिश राशि है।	यह सदिश राशि है।
3. $\text{द्रव्यमान} = \frac{\text{बल}}{\text{त्वरण}}$	भार = द्रव्यमान X गुरुत्वीय त्वरण
4. द्रव्यमान एक अचर राशि है।	भार अचर राशि नहीं है।
5. इसे साधारण तुला से मापा जाता है।	इसे कमानीदार तुला से मापते हैं।
6. इसका मात्रक S.I. पद्धति में Kg होता है तथा C.G.S पद्धति में gram होता है।	भार का मात्रक न्यूटन या Kg. होता है।
7. वस्तु का द्रव्यमान कभी भी शून्य नहीं होता।	वस्तु का भार पृथ्वी के केन्द्र पर शून्य होता है।

**26. कमानीदार तुला से द्रव्यमान तथा भार की माप का प्रायोगिक प्रदर्शन करें?**  
उत्तर-कमानीदार तुला में एक कमानी होती है जो धातु के खोखले ढांचे में बंद रहती है। ढांचे के उपरी भाग में कमानी का सिरा दृढ़तापूर्वक जुड़ा होता है। कमानी के निचले सिरे से एक छड़ जुड़ी होती है, जो ढांचे के बाहर निकली रहती है। इस छड़ के निचले सिरे पर एक H हुक लगी रहती है। जिससे वस्तु को लटकाया जाता है। कमानी के निचले सिरे पर निर्देशक P लगा रहता है। जो ढांचे के चपटे भाग पर किलोग्राम में अंकित स्केल पर उपर-नीचे सरक सकता है। ढांचे के उपरी सिरे पर रिंग R जुड़ा रहता है जिसकी सहायता से तुला को दृढ़ आधार से लटकाया जाता है।

जब कमानी दृढ़ आधार से मुक्त रूप से लटकती है तो उसके मुक्त सिरे का नीचे की ओर बढ़ना हुक से लटके वस्तु के भार के समानुपाती होता है रिंग की सहायता से स्तम्भ में लगे कलैम्प से कमानीदार तुला को लटका देते हैं और निचले हुक से वस्तु को लटका देते हैं। स्थिर होने पर निर्देशक को लटका देते हैं। स्थिर होने पर निर्देशक का पठन पढ़ देते हैं। यह हुक से लटके वस्तु का भार, किलोग्राम भार में और उसका द्रव्यमान K.g. में होता है।

Page No.-63 Fig. -4.9

**26. दाब किसे कहते हैं? इसका S.I. मात्रक लिखें?**

उत्तर-प्रति ईकाई क्षेत्रफल पर लगनेवाले बल को दाब कहते हैं।

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{N}{m^2} = N/m^2$$

दाब का S.I. मात्रक न्यूटन प्रति वर्गमीटर होता है। इसका मात्रक पास्कल भी होता है। इसे pa से सूचित करते हैं।

**27. सम्पर्क क्षेत्रफल से आप क्या समझते हैं?**



उत्तर—जितने क्षेत्रफल में दो वस्तुएँ एक दूसरे के सम्पर्क में होते हैं, उसे सम्पर्क क्षेत्रफल कहते हैं। सम्पर्क क्षेत्रफल को बढ़ाकर किसी वस्तु द्वारा लगाये गये दाब को घटाया जा सकता है।

## 28. दाब के व्यावहारिक उपयोग बतावें?

उत्तर—दाब के व्यावहारिक उपयोग निम्नलिखित हैं:—

(i) दलदल वाली भूमि में पैरों के बल चलना कठिन होता है। लेकिन यदि उस जमीन पर चौड़ा तरक्ता रखकर कोई व्यक्ति चलता है तो उसे कम बल लगाना पड़ता है।

(ii) भारी वाहनों टायर के चौड़े होते हैं। क्योंकि वाहन का भार बड़े क्षेत्रफल में वितरित हो जाते हैं। फलस्वरूप टायर पर दाब कम पड़ता है। वह फटने से बच जाता है।

(iii) प्रकृति ने ऊँट के पैर चौड़े बनाये हैं। जिससे बालू पर उनका दाब एक स्थान पर कम करना पड़ता है। जिससे चलने में कम दिक्कत होती है।

(iv) गीली मिट्टी से होकर ट्रैक्टर आसानी से गुजर जाते हैं। क्योंकि उनके पीछे के चक्कों के टायर काफी चौड़े होते हैं।

## 29. घनत्व किसे कहते हैं? इसका मात्रक लिखें?

उत्तर—किसी पदार्थ के ईकाई आयतन में पदार्थ की जितनी मात्रा उपस्थित रहती है। उसे उस पदार्थ का घनत्व कहते हैं।

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

$$D = \frac{M}{V}$$

$$= \frac{K.g}{m^3} = Kgm^{-3} \text{ या किलोग्राम प्रतिघन मीटर}$$

इसका S.I. मात्रक किलोग्राम प्रतिघन मीटर तथा C.G.S मात्रक प्रतिघन सेंटीमीटर होता है। यह एक अदिश राशि है।

## 30. आपेक्षिक घनत्व (Relative Density) से आप क्या समझते हैं?

उत्तर—किसी पदार्थ के घनत्व और पानी के घनत्व के अनुपात को आपेक्षिक घनत्व कहते हैं।

$$\text{आपेक्षिक घनत्व} = \frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{पानी का घनत्व}}$$

अथवा

किसी पदार्थ का आपेक्षिक घनत्व वह शुद्ध संख्या है जो यह बतलाती है कि पदार्थ अपने समान आयतन के  $4^{\circ}C$  पर पानी के घनत्व से कितना गुना भारी है।

इसका कोई मात्रक नहीं होता। आपेक्षिक घनत्व एक अदिश राशि है। इसे हाइड्रोमीटर से मापा जाता है।

**31. प्रणोद (Thrust) किसे कहते हैं? इसका S.I. मात्रक लिखें?**

उत्तर—किसी सतह पर लम्बवत् लगने वाले कुल बल को प्रणोद कहते हैं।

$$\text{प्रणोद} = \text{दाब} \times \text{क्षेत्रफल}$$

$$= P \times A \quad \text{इसका S.I. मात्रक न्यूटन होता है। इसे से N सूचित करते हैं।}$$

**32. द्रवों में दाब के नियमों को लिखें?**

उत्तर—द्रवों में दाब के चार नियम हैं। जो निम्नलिखित हैं: -

- (i) जिस बरतन को द्रव में रखा जाता है उस बरतन के भीतरी सतह तथा अपने भीतर के प्रत्येक बिंदु पर दाब डालता है।
- (ii) द्रव के भीतर किसी बिंदु पर अथवा किसी भी क्षैतिज तल पर के सभी बिंदुओं पर द्रव का दाब सभी दिशाओं में समान होता है।
- (iii) द्रव के भीतर किसी बिंदु पर द्रव का दाब द्रव के मुक्त सतह से उस बिंदु की गहराई के समानुपाती होता है।
- (iv) द्रव के किसी बिंदु पर द्रव का दाब द्रव के घनत्व के समानुपाती होता है।

**33. द्रवों में दाब के संचरण से आप क्या समझते हैं?**

उत्तर—बंद द्रव पर आरोपित दाब हर भाग में समान रूप से संचारित हो जाता है। इसे ही द्रवों के अंदर दाब का संचरण कहा जाता है।

**26. पास्कल के नियम को लिखें? इसका सत्यापन करें?**

उत्तर—पास्कल के दाब संचरण के संबंध में एक नियम प्रतिपादित किया। जिसे पास्कल का नियम कहते हैं।

इस नियम के अनुसार “किसी भी बंद द्रव के अन्दर किसी भी भाग पर आरोपित दाब द्रव के प्रत्येक भाग में समान रूप से संचरित हो जाता है।

**सत्यापन—**एक विशेष प्रकार का फ्लास्क लिया जाता है जिसकी दीवार में कई 4 नालियाँ लगी रहती है। इन नलियों में मोड़ तक पारा भरा जाता है। फ्लास्क में पानी भरकर उसकी लंबी गर्दन में पिस्टन लगा देते हैं। अब पिस्टन को थोड़ा नीचे की ओर ढकेलते हैं। इससे पानी पर दाब पड़ता है। हम देखते हैं कि सभी 4 नलियों में पारा समान ऊँचाई से उपर चढ़ जाता है। इससे यह सिद्ध हो जाता है कि दाब का संचार सभी दिशाओं में समान रूप से होता है।

P. -123. F. N.- 4.11

**27. उत्प्लावन बल किसे कहते हैं?**

उत्तर—जब कोई वस्तु किसी द्रव में डूबती है तो वस्तु के आयतन के बराबर द्रव विस्थापित

हो जाती है। यह विस्थापित द्रव उस वस्तु पर उपर की ओर लगाती है। उपर की ओर लगने वाले बल को उत्प्लावन बल कहते हैं तथा यह घटना उत्प्लावकता कहलाती है।

**3 4. तरल पदार्थ उत्प्लावकता प्रदर्शित करता है? इसे दिखाने के लिए एक प्रयोग का वर्णन करें?**

**उत्तर**—प्रत्येक तरल पदार्थ उत्प्लावकता प्रदर्शित करता है। अर्थात् वस्तु के भार में कमी आती है। इसे निम्न प्रयोग द्वारा जाँचा जा सकता है।

**प्रयोग**—इसे प्रयोग द्वारा प्रमाणित करने के लिए एक धातु के टुकड़े को धीरे-धीरे एक बड़े बीकर में रखे पानी में डुबाया जाता है। देखा जाता है कि कमानीदार तुला में भार का पाठ्यांक घटता जा रहा है। जब टुकड़ा पानी में डुब जाता है तो उसके भार पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता।

अतः इससे प्रमाणित होता है कि पानी में डूबने पर वस्तु के भार में एक आभासी कमी होती है।

P.-124. F.N.-4.12

**3 5. आर्किमिडीज के सिद्धान्त को लिखें? इसके सत्यापन के लिए एक प्रयोग का वर्णन करें?**

**उत्तर**—यूनान के महान दार्शनिक तथा गणितज्ञ आर्किमिडीज ने उत्प्लावकता के सिद्धान्त का प्रतिपादन किया। जिसे आर्किमिडीज का सिद्धान्त कहा जाता है। इस सिद्धान्त के अनुसार,

जब किसी ठोस वस्तु को द्रव या गैस में पूर्णतः या अंशतः डुबाया जाता है तो उसके भार में एक प्रत्यक्ष कमी आती है जो ठोस वस्तु द्वारा विस्थापित किये गये द्रव या गैस के भार के बराबर होता है।

**सत्यापन**—आर्किमिडीज के सिद्धान्त के सत्यापन के लिए चित्रानुसार उपकरण को सजाया जाता है।

एक बेलनाकार बरतन तथा एक धातु के बेलन को कमानीदार तुला के हुक से लटका देते हैं। तुला का पठन  $w_1$  लेते हैं। आप्लावी डिब्बा जिसके बगल में टोंटी लगी रहती है। में पानी भरकर उसके टोंटी के नीचे एक बीकर रखते हैं। अब बेलन को धीरे-धीरे डिब्बे के पानी में घुलाते हैं। जब पूरा बेलन पानी में डूब जाता है तो बेलन के आयतन के बराबर का पानी बहकर बीकर में आ जाता है। तुला का संकेतक उपर उठ जाता है। अर्थात् बेलन के भार में कमी हो जाती है। इसके बाद बीकर में एकत्रित पानी को तुला से लटके बेलन में डाल देते हैं। हम देखते हैं कि तुला का संकेतक ठीक पहले के पठन पर आ गया है। इससे स्पष्ट होता है कि पानी

में डुबाने से बेलन के भार में कमी बेलन द्वारा हटाये गये पानी के भार के बराबर होती है।

P.N.-125

F.N.-4.13

### 3 6. वस्तुओं के प्लवन की स्थितियों को लिखें?

उत्तर— वास्तव में वस्तुओं का तैरना या डूबना उनके उछाल पर निर्भर करता है। जब किसी वस्तु को किसी द्रव में छुबाया जाता है तो उस पर दो बल लगते हैं।

(i) वस्तु का भार  $w_1$  नीचे की ओर उदग्र दिशा में ।

(ii) द्रव द्वारा आरोपित उत्प्लावन बल  $w_2$  वस्तु पर विपरित दिशा में उपर की ओर।

इन दोनों बलों के आपेक्षिक परिणामों के फलस्वरूप वस्तुओं के प्लवन की तीन स्थितियाँ उत्पन्न होती हैं। जो इस प्रकार है—

(i) स्थिति (Case) - I - यदि  $w_1 > w_2$  अर्थात् यदि वस्तु का भार  $w_1$  वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव के भार  $w_2$  से अधिक होता है तो वस्तु द्रव में पूर्णतः डूब जाता है।

(ii) स्थिति (Case) - II - यदि  $w_1 = w_2$  अर्थात् यदि वस्तु का भार  $w_1$  वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव के भार  $w_2$  से बराबर होता है तो वस्तु द्रव में डूबते हुए उपलाते रहती हैं। द्रव के मुक्त सतह से नीचे रहता है लेकिन पेंदी में नहीं बैठता है।

(iii) स्थिति (Case) - III - यदि  $w_1 < w_2$  अर्थात् यदि वस्तु का भार  $w_1$  वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव के भार  $w_2$  से कम होता है तो वस्तु द्रव में की मुक्त सतह पर उपलाते रहती है।

P.N.-126 F.N.-4.14

### 3 7. तैरने वाली वस्तु के संतुलन की शर्तों को लिखें।

उत्तर— (i) तैरनेवाली वस्तु का भार इसके द्वारा विस्थापित द्रव के भार के बराबर होना चाहिए।

(ii) वस्तु का गुरुत्व केन्द्र एवं विस्थापित द्रव गुरुत्व केन्द्र एक ही उदग्र रेखा में होना चाहिए।

### 3 8. नदी या झील में तैरना आसान क्यों होता है?

उत्तर— समुद्र के पानी का घनत्व नदी या झील के पानी के घनत्व से अधिक होता है। फलस्वरूप समुद्र के पानी की उत्प्लावकता नदी के पानी की उत्प्लावकता से अधिक होती है। इसलिए समुद्र के पानी में शरीर का अधिक भाग पानी से उपर रहता है। जिससे नदी की अपेक्षा समुद्र में तैरना आसान होता है।

### 3 9. लोहे की कील पानी में डूब जाती है। लेकिन लोहे का जहाज पानी में प्लवन करता है, क्यों?

उत्तर— लोहे की कांटी का भार कांटी द्वारा विस्थापित पानी के भार से अधिक होता है। फलस्वरूप लोहे की कांटी डूब जाती है। जहाज लोहे की चादरो से अवतल आकार से इस प्रकार बनाये जाते

हैं कि इसमें अंदर खाली जगह बहुत अधिक हो। ऐसा होने पर जहाज द्वारा विस्थापित पानी का भार जहाज एवं जहाज पर लदे सामानों के भार से अधिक होता है। इसलिए जहाज पानी पर प्लवन करता है।

**40. हिमप्लावी शैल से आप क्या समझते हैं?**

उत्तर— ठंडे प्रदेशों में बर्फ की बड़ी-बड़ी चट्टानें पायी जाती हैं। जिन्हें हिमप्लावी शैल कहते हैं। समुद्र के पानी पर प्लवन करती रहती हैं।

**41. लोहे की कील पारे में तैरती है, किंतु पानी में डूब जाती है, क्यों?**

उत्तर— लोहे का घनत्व  $7.8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  तथा पारे का घनत्व  $13.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  होता है। जब लोहे की कील को पानी में जिसका घनत्व  $1 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  है, डुबाया जाता है तो उसके द्वारा विस्थापित द्रव का भार कील के भार से कम होता है। इसलिए वह पानी में डूब जाता है। परन्तु उसी कील को पारे में डुबाया जाता है तो उसके द्वारा विस्थापित पारे का भार कील के भार से अधिक होता है। इसलिए कील पारे में तैरती है।

**42. समुद्र में ज्वार भाटा कैसे आता है?**

उत्तर— जब पानी उपर की ओर चढ़ता है तो उसे ज्वार कहते हैं। तथा जब वह नीचे की ओर उतरता है तो उसे भाटा कहते हैं।

समुद्र में ज्वार भाटा चन्द्रमा तथा पानी के मध्य गुरुत्वाकर्षण बल के कारण उत्पन्न होता है।

\*\*\*

