

### यांत्रिक ऊर्जा के प्रकार (Types of Mechanical Energy)

- यह दो प्रकार के होते हैं—  
(i) गतिज ऊर्जा तथा (ii) स्थितिज ऊर्जा।
- (i) गतिज ऊर्जा (Kinetic Energy)—**  
किसी वस्तु में उसकी गति के कारण उत्पन्न ऊर्जा को गतिज ऊर्जा कहते हैं।  
इसकी माप कार्य के उस परिमाण से की जाती है जो किसी गतिमान अवस्था से विराम अवस्था में आने में वस्तु को करना पड़ता है।  
यदि पिण्ड का द्रव्यमान  $m$  एवं इसका वेग  $v$  है तो

$$\text{गतिज ऊर्जा} = \frac{1}{2}mv^2$$

- (ii) स्थितिज ऊर्जा (Potential Energy)—**  
जब किसी वस्तु में विशेष अवस्था (state) या स्थिति के कारण कार्य करने की क्षमता आ जाती है तो उसे स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।  
जैसे बांध बनाकर इकट्ठा किए गए पानी की ऊर्जा, घड़ी की चाभी में संचित ऊर्जा—यह सब स्थितिज ऊर्जा का उदाहरण है।  
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा के लिए पृथ्वी की स्थिति को मानक स्थिति माना गया है।  
अतः पृथ्वी तल पर वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा शून्य मानी गई है।  
यदि  $m$  द्रव्यमान की कोई वस्तु पृथ्वी तल से  $h$  ऊँचाई पर है तो उसमें गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा  $(P.E.) = mgh$  ( $h < R$ ,  $R$  = पृथ्वी की त्रिज्या)

- (A) प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा (Elastic Potential Energy)—**वस्तु की आकृति में परिवर्तन के कारण वस्तु की ऊर्जा को प्रत्यास्थ स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।

- (B) गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा (Gravitational Potential Energy)—**  
किसी वस्तु को जमीन की सतह से ऊपर उठाने पर वस्तु में संचित ऊर्जा को गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।  
गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा = वस्तु का द्रव्यमान  $\times$  गुरुत्वीय त्वरण  $\times$  जमीन से ऊँचाई

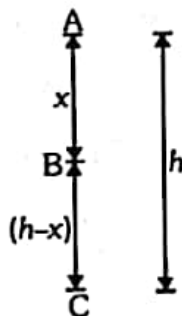
$$\text{अतः } PE = mgh$$

### ऊर्जा संरक्षण का सिद्धांत (Principle of Conservation of Energy)

- ऊर्जा न तो उत्पन्न की जा सकती है और न नष्ट की जाती है।
- ऊर्जा केवल एक रूप से परिवर्तित की जा सकती है।
- जब भी ऊर्जा किसी रूप में लुप्त होती है तब ठीक उतनी ही ऊर्जा अन्य रूपों में प्रकट होती है।

$$\text{कुल ऊर्जा } (E) = KE + PE = \text{गतिज ऊर्जा} + \text{स्थितिज ऊर्जा}$$

- यदि  $m$  द्रव्यमान की एक वस्तु पृथ्वी तल से  $h$  ऊँचाई से मुक्त रूप से छोड़ा जाता है तो ऊँचाई जैसे-जैसे घटती जाती है, स्थितिज ऊर्जा (PE) घटती है, परंतु गतिज ऊर्जा (KE) बढ़ती है।
- किसी भी स्थान पर स्थितिज ऊर्जा में कमी गतिज ऊर्जा में वृद्धि के बराबर होती है, अतः कुल ऊर्जा नियम रहती है चित्र से,



- बिन्दु A पर स्थितिज ऊर्जा—  
 $PE = mgh$   
 $KE = \frac{1}{2}mv_A^2 = 0$  क्योंकि  $v_A = 0$   
अतः  $E_A = KE + PE = 0 + mgh$   
 $E_A = mgh$

- बिन्दु B पर  
A तथा B के बीच की दूरी =  $x$   
यदि B बिन्दु पर वस्तु का वेग  $v_B$  हो जब  
 $v_B^2 = u^2 + 2gx$  परंतु  $u = 0$   
 $\therefore v_B^2 = 2gx$   
अतः गतिज ऊर्जा  $KE = \frac{1}{2}mv_B^2 = \frac{1}{2}m \times 2gx = mgx$   
कुल ऊर्जा  $E_B = KE + PE$   
 $= mgx + mg(h-x)$   
 $= mgx + mgh - mgx$   
 $E_B = mgh$

- बिन्दु C पर  
यदि बिन्दु C पर वस्तु का वेग  $v_C$  हो जाए, तब  
 $KE = \frac{1}{2}mv_C^2$  परंतु  $v_C^2 = u^2 + 2gh$   
 $u = 0$ ,  $v_C^2 = 2gh$

$$\begin{aligned} \text{अतः } KE &= \frac{1}{2}m \times 2gh \\ KE &= mgh \\ \text{तथा } PE &= mg \times 0 \quad (\because h = 0) \\ \therefore PE &= 0 \\ \text{कुल ऊर्जा } (E_C) &= KE + PE \\ &= mgh + 0 = mgh \end{aligned}$$

- अतः गुरुत्व के अधीन मुक्त रूप से गिरती हुई वस्तु की गतिज तथा स्थितिज ऊर्जा का योग नियत रहता है।

### ऊर्जा रूपान्तरित करने वाले कुछ उदाहरण

- माइक्रोफोन—ध्वनि ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
  - ट्यूबलाइट—विद्युत ऊर्जा को प्रकाश ऊर्जा में।
  - सोलर सेल—सौर ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
  - मोमबत्ती—रासायनिक ऊर्जा को प्रकाश तथा ऊष्मा ऊर्जा में।
  - डायनेमो—यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
  - सितार—यांत्रिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
  - विद्युत मोटर—विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में।
  - विद्युत सेल—रासायनिक ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
  - विद्युत बल्ब—विद्युत ऊर्जा को प्रकाश एवं ऊष्मा ऊर्जा में।
  - ईजन—ऊष्मा ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में।
  - प्रकाश-विद्युत सेल—प्रकाश ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में।
- यांत्रिक ऊर्जा का संरक्षण**—जब स्थितिज ऊर्जा और गतिज ऊर्जा का आपस में रूपान्तरण होता है, तो रूपान्तरण के दौरान उन दोनों ऊर्जाओं का योग हमेशा नियत होता है, बशर्ते कि घर्षण बल शून्य हो।
  - ऊर्जा का अपव्यय (Dissipation of Energy)**—प्रत्येक ऊर्जा-रूपान्तरण में ऊर्जा का कुछ-न-कुछ अंश अनुपयोगी ऊष्मा-ऊर्जा में परिणत हो जाता है। इस प्रकार का अनुपयोगी रूप से रूपान्तरण को ऊर्जा का क्षय या ऊर्जा का अपव्यय कहते हैं।
  - कार्य-ऊर्जा प्रमेय (Work-Energy Theorem)**—बल द्वारा किया गया कार्य वस्तु की गतिज ऊर्जा में परिवर्तन के बराबर होता है।



किया गया कार्य = अंतिम गतिज ऊर्जा - प्रारंभिक गतिज ऊर्जा

वस्तु पर किया गया कार्य = गतिज ऊर्जा में वृद्धि

जब कोई चालक किसी ऊँचाई पर अपना वाहन चढ़ाता है, तो उसकी चाल को बढ़ा देता है, क्यों?

जब चालक वाहन को ऊँचाई पर चढ़ाता है, तो वाहन की स्थितिज ऊर्जा उसकी गतिज ऊर्जा की कीमत पर बढ़ती है।  
अतः, स्थितिज ऊर्जा में वृद्धि के कारण गतिज ऊर्जा की कमी को पूरा करने के लिए चालक अपनी वाहन की गति को बढ़ा देता है।

**सौर-ऊर्जा (Solar Energy) —**

- पृथ्वी पर ऊर्जा का विशाल स्रोत सूर्य है।
- संसार के सभी देशों द्वारा एक वर्ष में जितनी ऊर्जा की खपत होती है, उसकी लगभग 50,000 गुना ऊर्जा सूर्य की किरणें पृथ्वीतल पर प्रतिदिन प्रदान करती हैं।
- सूर्य का निर्माण लगभग 70% द्रव्यमान हाइड्रोजन से, 28% हीलियम से तथा 2% अन्य भारी तत्वों से हुआ है।
- सूर्य के कोर (Core) का ताप  $1.5 \times 10^7 \text{K}$  (केल्विन) तथा दाब  $2 \times 10^{16}$  न्यूटन प्रति वर्गमीटर है।
- $1.5 \times 10^7 \text{K}$  ताप पर कोई भी पदार्थ ठोस और द्रव अवस्था में नहीं रह सकता।
- अतः सूर्य गैसीय पदार्थ का बना है।
- सूर्य के केंद्र में अति उच्च ताप और दाब के कारण हाइड्रोजन नाभिकीय संलयन (Fusion) अभिक्रिया करके हीलियम नाभिक बनाते हैं, जिससे अत्यधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है।
- सूर्य से प्रति सेकंड  $3.86 \times 10^{26}$  जूल ऊर्जा निकलती है।
- यह ऊर्जा विद्युत-चुम्बकीय तरंगों तथा आवेशित कणों के रूप में निकलती है।
- पृथ्वी पर सूर्य की ऊर्जा मुख्यतः विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के रूप में पहुँचती है।
- इसे ही सौर-ऊर्जा या सौर-विकिरण कहते हैं।
- विकिरण के गुण उसके अंदर उपस्थित तरंगों के तरंगदैर्घ्य पर निर्भर करते हैं।
- कुछ तरंगें; जैसे-अवरक्त विकिरण के द्वारा हमें ऊष्मा का अनुभव होता है तथा कुछ तरंगें हमें वस्तुओं को देखने में मदद करती हैं, जिन्हें दूरदर्शक या विकिरण कहते हैं।

**सौर-ऊर्जा का व्यवहार —**

- वायुमंडल के ऊपरी भाग में प्रति वर्गमीटर पर प्रति सेकंड लगभग 1370 जूल सौर-ऊर्जा आपतित होती है।
- इस ऊर्जा के कुछ भाग अंतरिक्ष में परावर्तित हो जाते हैं तथा कुछ को वायुमंडल में उपस्थित जलवाष्प, ओजोन, धूलकण तथा  $\text{CO}_2$  अवशोषित कर लेते हैं।
- अंत में केवल 47% भाग (लगभग 640 जूल) पृथ्वीतल पर प्रति वर्गमीटर प्रति सेकंड पहुँचता है।

**सौर-सेल (Solar Cell) —**

- सौर-सेल वह युक्ति है, जो सौर-प्रकाश को सीधे ही विद्युत-ऊर्जा में परिवर्तित कर देती है।
- सबसे पहले सौर-सेल सन् 1954 ई० में बनाया गया था।
- यह सेल लगभग 1.0% सौर-ऊर्जा को विद्युत-ऊर्जा में परिवर्तित कर सकता था।
- आजकल सौर-सेल प्रायः सिलिकॉन तथा गैलियम-जैसे अर्द्धचालकों से बनाए जाते हैं।
- इनकी दक्षता लगभग 10-18% होती है।
- अर्द्धचालक में यदि कोई अशुद्धि (Impurity) मिला दी जाए, तो उसकी विद्युत-चालकता बहुत अधिक बढ़ जाती है।
- प्रकाश पड़ने पर भी अर्द्धचालकों की चालकता बढ़ती है।
- सौर-सेल का प्रयोग केवल छोटे-छोटे कार्यों; जैसे-कैलकुलेटर आदि को चलाने में किया जाता है।
- अधिक बड़े कार्यों के लिए सेलों के संयोजनों का उपयोग किया जाता है, जिसे सौर-सेल पैनल कहते हैं।

- इसमें अनेक सौर-सेल विशेष क्रम में संयोजित रहते हैं, जिनसे विभिन्न कार्यों के लिए पर्याप्त परिमाण में विद्युत प्राप्त की जाती है।

**बल नियतांक (Force Constant) —**

- किसी स्प्रिंग पर बल लगाने से उसमें खिंचाव अथवा संकुचन बल के अनुसार होता है।

$$\text{अर्थात् } F \propto x$$

$$\Rightarrow F = kx$$

$$\Rightarrow \frac{F}{x} = k = \text{बल नियतांक}$$

अतः यदि  $x = 1$  तो  $K = F$

- किसी स्प्रिंग का बल नियतांक उस बल के बराबर होता है जो उसमें एकांक खिंचाव या संकुचन उत्पन्न कर दे।
- धातुओं में स्टील का बल नियतांक सर्वाधिक होता है।
- इसका मात्रक  $\text{N/m}$  तथा विमा  $[\text{MT}^{-2}]$  होती है।

**कार्य, ऊर्जा तथा शक्ति से संबंधित सूत्र**

1.  $W = Fs$  ( $W =$  कार्य,  $F =$  बल,  $s =$  विस्थापन)।
2.  $W = Fs \cos \theta$  ( $\theta =$  बल और विस्थापन के बीच का कोण)।
3.  $PE = mgh$  ( $m =$  वस्तु का द्रव्यमान,  $g =$  गुरुत्वीय त्वरण,  $h =$  पृथ्वी की सतह से ऊँचाई)।
4.  $KE = \frac{1}{2} mv^2$  ( $v =$  वस्तु का वेग)।
5.  $W = k_2 - k_1$  ( $k_1 =$  प्रारंभिक गतिज ऊर्जा तथा  $k_2 =$  अंतिम गतिज ऊर्जा)।
6.  $P = \frac{W}{t} = \frac{E}{t}$  ( $P =$  शक्ति,  $t =$  समय,  $E =$  ऊर्जा और  $W =$  कार्य)।
7.  $E = Pt$

**प्रणोद (बल) तथा दाब (Thrust and Pressure)**

- प्रणोद (Thrust) — किसी सतह के संपूर्ण क्षेत्रफल पर लगने वाले कुल लम्बवत् बल को प्रणोद कहते हैं। इसका SI मात्रक न्यूटन है।

**दाब (Pressure) —**

- किसी सतह के एकांक क्षेत्रफल पर लगनेवाले बल को दाब कहते हैं।
- दाब का SI मात्रक न्यूटन/वर्गमीटर ( $\text{N/m}^2$ ) है।
- दाब को पास्कल भी कहा जाता है। यह एक अदिश राशि है।

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{\text{प्रणोद}}{\text{क्षेत्रफल}}$$

- दाब का मात्रक पास्कल इसके द्रवों का विस्तृत अध्ययन करने वाले वैज्ञानिक पास्कल के सम्मान में रखा गया है।
- द्रव के तल से  $h$  गहराई का दाब —  $d$  घनत्व वाले द्रव्य के तल से  $h$  गहराई पर दाब  $P = h \times d \times g =$  गहराई  $\times$  घनत्व  $\times$  गुरुत्वीय त्वरण
- जल में 10 मीटर नीचे जाने पर दाब में लगभग 1 वायुमंडलीय दाब की वृद्धि हो जाती है।
- द्रव का दाब बर्तन, जिसमें वह रखा जाता है, उसका आकार या आकृति पर निर्भर नहीं करता है।
- यदि द्रव के स्वतंत्र तल पर लगने वाले बल में वायुमंडलीय दाब को भी सम्मिलित कर लिया जाए, तो द्रव में कुल दाब = वायुमंडलीय दाब + ( $h \times d \times g$ )
- द्रवों में दाब (Pressure in liquids) — द्रव पदार्थों का दाब उनके भार के कारण होता है। द्रव के अणु विभिन्न दिशाओं में अनियमित गति करते रहते हैं। प्रति इकाई क्षेत्रफल पर लगने वाले इसी बल को द्रव का दाब कहते हैं।



### वायुमंडलीय दाब (Atmospheric Pressure) —

- प्रति एकांक क्षेत्रफल पर वायु-स्तंभ द्वारा आरोपित बल को वायुमंडलीय दाब कहते हैं।
- यह पारे के 76 सेमी० लम्बे कॉलम के द्वारा 0° पर 45° अक्षांश पर समुद्र-तल पर लगाया जाता है।
- यह एक वर्ग सेमी० अनुप्रस्थ काट वाले पारे के 76 सेमी० लम्बे कॉलम के भार के बराबर होता है।
- वायुमंडलीय दाब का SI मात्रक बार होता है।

$$\text{जहाँ } 1 \text{ बार} = 10^5 \text{ N/m}^2$$

### सरल वायुदाबमापी (Simple Barometer) —

- सरल वायुदाबमापी वायुदाब मापने का एक उपकरण है।
- यदि एक सिरे पर बंद तथा 1 मीटर लंबी मोटी दीवार वाली काँच की नली में पारा भरकर उसे पारे से भरे एक नाद (Tub) में उल्टा करके लंबवत् स्थिति में खड़ा की जाय, तो नली में पहले तो पारा धीरे-धीरे नीचे उतरता है, फिर एक निश्चित ऊँचाई पर जाकर रुक जाता है।
- नली में पारे के स्तंभ की ऊँचाई (h) वायुमंडलीय दाब को व्यक्त करती है।
- साधारणतः समुद्रतल पर यह ऊँचाई 76 सेमी० के लगभग रहती है।
- इस उपकरण को सरल वायुदाबमापी कहते हैं।

### वायुमंडलीय दाब की गणना —

- वायुमंडलीय दाब = 76 सेमी ऊँचे पारा - स्तंभ का दाब =  $h \rho g$   
 $= (76 \times 10^{-2}) \times 13.6 \times 10^3 \times 9.8$   
 $= 1.013 \times 10^5 \text{ न्यूटन/मीटर}^2 (\text{Nm}^{-2})$   
 $= 1.013 \times 10^5 \text{ पास्कल (Pa)}$
- $10^5 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$  के दाब को 1 बार-दाब कहते हैं।
- 1 मिलीबार =  $10^{-3}$  बार =  $10^2 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$

### वायुदाब के मात्रक —

- 1 सेमी पारा-दाब =  $1.33 \times 10^3$  पास्कल
- 1 पास्कल =  $1 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$
- 1 बार =  $10^5 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$
- 1 मिलीबार =  $10^2$  पास्कल
- 1 टौर = 1 किमी पारा-दाब = 133.8 पास्कल
- यदि वायुदाबमापी में पारा के स्थान पर पानी भरा जाय, तो ऐसे वायुदाबमापी में नली की ऊँचाई 10.33 मीटर होगी।

### विभिन्न प्रकार के वायुदाबमापी —

- निर्द्रव (Aneroid) वायुदाबमापी—यह एक छोटे दाबमापी है, जिसमें द्रव का प्रयोग नहीं किया जाता है।
- तुंगतामापी (Altimeter)—जब निर्द्रव वायुदाबमापी में ऊँचाई मापने के निशान बना दिए जाते हैं, तो उसे तुंगतामापी या ऊँचाईमापी कहते हैं।
- फोर्टिन वायुदाबमापी—यह सरल वायुदाबमापी का एक संशोधित रूप है, जिससे दाब का मापन अधिक शुद्धता से किया जाता है।

### वायुदाब और मौसम (Atmospheric Pressure and Weather) —

- बैरोमीटर के पठन में तेजी से गिरावट तूफानी मौसम होने का संकेत होता है।
- बैरोमीटर के पठन में पहले गिरावट फिर धीरे-धीरे उसका बढ़ना वर्षा आने का संकेत होता है।
- बैरोमीटर के पठन में लगातार वृद्धि प्रतिचक्रवात एवं साफ मौसम का संकेत होती है।

$$76 \text{ सेमी०} = 1000 \text{ मिलीबार} \quad 1 \text{ बार} = 10^5 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$$

वायुमंडल का दबाव हम पर पड़ता है, फिर भी इसका अनुभव क्यों नहीं करते ?

- वायुमंडल का दबाव  $10^5 \text{ न्यूटन/मी}^2$  के बराबर होता है। इतना अधिक दाब हम पर पड़ता है, फिर भी हम इसका अनुभव नहीं करते हैं।
- इसका कारण यह है कि हमारे अंदर रक्त और अन्य कारक अंदर से दाब डालते हैं, जो वायुमंडलीय दाब को संतुलित कर देते हैं। फलतः हम इसका अनुभव नहीं करते हैं।

### महत्वपूर्ण तथ्य

- पहाड़ों पर वायुमंडलीय दाब कम होने के कारण खाना बनाने की सलाह नहीं दी जाती।
- वायुयान में फाउण्टेन पेन (स्पाहीयुक्त) लेकर चढ़ने की अनुमति नहीं दी जाती है।
- उच्च रक्तचाप वाले व्यक्ति को वायुयान से यात्रा करने की सलाह नहीं दी जाती है।

### स्थिर द्रवों के दाब के नियम (Laws of Pressure Exerted by a Liquid)

1. द्रव के अन्दर किसी बिन्दु पर अथवा किसी क्षैतिज तल में सभी बिन्दुओं पर द्रव का दाब प्रत्येक दिशा में समान होता है।
2. द्रव में किसी बिन्दु पर द्रव का दाब द्रव के घनत्व के समानुपाती होता है।
3. किसी द्रव को जिस पात्र में रखा जाता है, उस पात्र की भीतरी सतह पर तथा अपने द्रव्यमान के भीतर प्रत्येक बिन्दु पर दाब डालता है।
4. द्रव के अन्दर किसी बिन्दु पर द्रव की मुक्त सतह से उस बिन्दु की गहराई के समानुपाती होता है।
5. पृथ्वी की सतह से ऊपर जाने पर वायुमंडलीय दाब कम हो जाता है, जिसके कारण पहाड़ों पर खाना बनाने में कठिनाई होती है। वायुयान में बैठे यात्री के फाउण्टेन पेन से स्पाही रिस जाती है।
6. वायुमंडलीय दाब को बैरोमीटर से मापा जाता है। इसी की सहायता से मौसम संबंधी पूर्वानुमान भी लगाया जाता है।

$$\text{बल} = \text{क्षेत्रफल} \times \text{दाब} = 1 \times 100 = 100 \text{ N}$$

- यदि घर्षण नगण्य हो, तो 1 N के बल द्वारा 100 N का भार उठाया

$$\text{जा सकता है, जो कि } \frac{100}{1} = 100 \text{ यांत्रिक लाभ होगा।}$$

- इस प्रकार द्रवचालित यंत्रों में कम बल लगाकर कई गुना अधिक यांत्रिक लाभ लिया जाता है।

### गलनांक तथा क्वथनांक पर दाब का प्रभाव (Effect of Pressure on Melting Point and Boiling Point)

- गलनांक पर प्रभाव—  
 (i) गरम करने पर जिन पदार्थों का आयतन बढ़ता है। दाब बढ़ाने पर उनका गलनांक भी बढ़ जाता है। जैसे—मोम, घी आदि।  
 (ii) गरम करने पर जिन पदार्थों का आयतन घट जाता है, दाब बढ़ाने पर उनका गलनांक भी कम हो जाता है। जैसे—बर्फ।
- क्वथनांक पर प्रभाव—सभी द्रवों का क्वथनांक दाब बढ़ाने पर बढ़ जाता है।

### उत्प्लावन (Floatation)

- उत्प्लावन बल (Buoyant Force)—किसी द्रव में किसी वस्तु को पूर्णतः या अंशतः डुबाने पर उस वस्तु पर द्रव द्वारा ऊपर की दिशा में आरोपित बल को उत्प्लावन-बल कहते हैं। यह बल वस्तुओं द्वारा हटाए गए द्रव के गुरुत्व-केंद्र पर कार्य करता है, जिसे उत्प्लावन केंद्र कहे हैं। इसका सर्वप्रथम आर्किमिडीज ने अध्ययन किया था।
- उत्प्लावकता (Buoyancy)—सभी तरल में डुबाई गई वस्तु पर ऊपर की दिशा में बल आरोपित करने का गुण होता है। इस गुण को उत्प्लावकता कहते हैं।
- उत्प्लावन-बल को प्रभावित करने वाले कारक (Factors affecting buoyant force)—  
 (i) उत्प्लावन-बल द्रव में वस्तु के डूबे हुए भाग के आयतन पर निर्भर करता है।  
 (ii) किसी द्रव द्वारा आरोपित उत्प्लावन-बल उस द्रव के घनत्व पर निर्भर करता है।



- **आर्कमिडीज का सिद्धांत**—जब कोई वस्तु किसी द्रव में पूरी अथवा आंशिक रूप से डुबोई जाती है तो उसके भार में कमी का आभास होता है। भार में यह आभासी कमी वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होता है।

#### • प्लवन के नियम (Laws of Floatation)—

- वस्तु द्रव में पूर्णतः डूबकर प्लवन करेगी, यदि वस्तु का घनत्व = द्रव का घनत्व  
वस्तु का भार = विस्थापित द्रव का भार
- वस्तु द्रव में डूब जाएगी, यदि वस्तु का घनत्व > द्रव का घनत्व  
वस्तु का भार > विस्थापित द्रव का भार
- वस्तु द्रव की सतह पर उत्प्लावन करेगी, यदि वस्तु का घनत्व < द्रव का घनत्व  
या, वस्तु का भार < विस्थापित द्रव का भार

#### द्रव संबंधी पास्कल का नियम (Pascal's Law)

- **पास्कल का पहला नियम**—यदि गुरुत्वीय प्रभाव को नगण्य माना जाए, तो संतुलन की अवस्था में द्रव के भीतर प्रत्येक बिन्दु पर दाब समान होता है। यदि गुरुत्वीय प्रभाव को नगण्य न माना जाए, तो समान गहराई पर स्थित सभी बिन्दु पर द्रव का दाब समान नहीं होता है।
- **पास्कल का दूसरा नियम**—किसी बर्तन में बन्द द्रव के किसी भाग पर आरोपित बल, द्रव द्वारा सभी दिशाओं में समान परिमाण संचारित कर दिया जाता है।
- पास्कल के नियम पर आधारित कई द्रवचालित यंत्र हैं—हाइड्रोलिक ब्रेक, हाइड्रोलिक लिफ्ट, हाइड्रोलिक प्रेस।
- उपर्युक्त सभी द्रवचालित यंत्रों की कार्यविधि द्रवों के दो मूलभूत गुणों पर निर्भर करती है।

#### द्रव द्वारा संचालित दाब का मान—

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{1}{\frac{1}{100}} = 100 \text{ Pa}$$

- यह बल  $1\text{m}^2$  क्षेत्रफल वाले पिस्टन के ऊपर कार्य करता है। ऊपर लगने लगने वाला कुल उर्ध्वमुखी बल होगा—
- सामान्य जल की अपेक्षा समुद्री जल का घनत्व अधिक होता है, अतः इसमें तैरना आसान होता है।
- पानी में तैरते हुए बर्फ का  $1/10$  भाग पानी के बाहर रहता है।
- जल से भरे एक पात्र में तैरते हुए बर्फ के पूर्णतः पिघलकर मिल जाने के बाद भी पानी का तल समान ही रहेगा।
- दूध की शुद्धता मापने के लिए लैक्टोमीटर का प्रयोग किया जाता है।
- **मित केन्द्र (Meta Centre)**—तैरती हुई वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव के गुरुत्व केन्द्र को उत्प्लावन केन्द्र कहते हैं। उत्प्लावन केन्द्र से जाने वाली उर्ध्व रेखा जिस बिन्दु पर वस्तु के गुरुत्व केन्द्र से जाने वाली प्रारंभिक उर्ध्व रेखा को काटती है, उसे मित केन्द्र कहते हैं। तैरने वाली वस्तु के स्थाई संतुलन के लिए मित केन्द्र गुरुत्व-केन्द्र के ऊपर होना चाहिए।

#### दाब तथा प्लवन से सम्बन्धित सूत्र

- $P = \frac{F}{A}$  (जहाँ  $P$  = दाब,  $F$  = बल,  $A$  = क्षेत्रफल)
- $d = \frac{m}{v}$  ( $d$  = घनत्व,  $m$  = मात्रा,  $v$  = आयतन)
- आपेक्षित घनत्व (RD) =  $\frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{4^\circ\text{C पर जल का घनत्व}}$

#### पृष्ठ तनाव, श्यानता तथा प्रत्यास्थता (Surface Tension, Viscosity and Elasticity)

##### पृष्ठ तनाव (Surface Tension)—

- प्रत्येक निकाय की तरह द्रव भी स्थितिज ऊर्जा को न्यूनतम करने के लिए अपने पृष्ठ तल पर तनाव उत्पन्न करके इसके क्षेत्र को न्यूनतम रखने का प्रयास करता है। द्रव के इस गुण को पृष्ठ-तनाव कहा जाता है।
- किसी द्रव का पृष्ठ तनाव यह बल है जो द्रव के पृष्ठ पर खींची गयी काल्पनिक रेखा की इकाई लम्बाई पर रेखा के लम्बवत् कार्य करता है।
- यदि रेखा की लम्बाई (l) पर F बल कार्य करता है, तो पृष्ठ-तनाव

$$T = \frac{F}{l} \text{ पृष्ठ तनाव का SI मात्रक न्यूटन/मी० होता है।}$$

इसका विमीय सूत्र [MT<sup>-2</sup>]

- द्रव के पृष्ठ के क्षेत्रफल में एकक वृद्धि करने के लिए किया गया कार्य द्रव के पृष्ठ-तनाव के बराबर होता है। इसके अनुसार पृष्ठ-तनाव का मात्रक जूल/मी०<sup>2</sup> होता है।
- द्रव का ताप बढ़ाने पर पृष्ठ-तनाव कम हो जाता है और क्रांतिक ताप पर यह शून्य हो जाता है।
- वर्षा की बूंदों एवं पारे के कण का आकार पृष्ठ-तनाव के कारण गोल होता है।
- साबुन एवं डिटर्जेंट द्वारा जल का पृष्ठ-तनाव कम कर दिया जाता है, अतः वे मैल में गहरे चले जाते हैं। तथा कपड़े को साफ कर देते हैं।
- शेविंग ब्रश को जल से निकाले जाने पर इसके बाल आपस में सटे रहते हैं, ऐसा पृष्ठ-तनाव के कारण होता है।
- पृष्ठ-तनाव के कारण ही साबुन के घोल में बुलबुले बड़े बनते हैं।
- समुद्र की लहरों को शांत करने के लिए तेल गिराया जाता है, क्योंकि इससे जल का पृष्ठ-तनाव कम हो जाता है तथा लहरों की ऊँचाई कम हो जाती है।
- पानी पर तैरते हुए मच्छरों के तारवा पानी में मिट्टी का तेल छिड़क देने से डूब जाते हैं, क्योंकि तेल छिड़क देने पर पानी का पृष्ठ-तनाव कम हो जाता है।
- जल की सतह पर हल्के से पिन रखने पर पिन तैरता है। पिन को दबा देने पर द्रव-तनाव की तह टूट जाती है, और पिन जल में डूब जाता है।
- गरम द्रव का पृष्ठ-तनाव कम होने के कारण जीभ के ऊपरी भागों में पूर्णरूपेण फैल जाता है, अतः गर्म सूप पीने पर स्वादिष्ट लगता है।
- कपूर को स्वच्छ जल पर छिड़कने से उसके कण पृष्ठ-तनाव के कारण तेजी से इधर-उधर नाचते हैं।

##### ससंजक बल (Cohesive Force)—

- एक ही पदार्थ के अणुओं के बीच कार्यशील बल को ससंजक बल कहते हैं।
- इसका मान ठोस में सबसे अधिक होता है, क्योंकि इसका आकार निश्चित होता है तथा गैस में सबसे कम होता है।

##### आसंजक बल (Adhesive Force)—

- भिन्न-भिन्न पदार्थ के अणुओं के बीच कार्यशील बल को आसंजक बल कहते हैं। आसंजक बल के कारण ही एक वस्तु दूसरे वस्तु से चिपकता है।
- यह बल गुरुत्वाकर्षण बल से भिन्न है तथा व्युत्क्रम वर्ग के नियम का पालन नहीं करता है।
- द्रव के अणुओं के बीच की दूरी  $10^{-9}$  मीटर से कम होती है, तो इनके बीच आकर्षण अधिक लेनिक यह दूरी जब इससे अधिक होती है तो आकर्षण नगण्य होता है।
- वह अधिकतम दूरी जिस पर दो अणु एक-दूसरे को आकर्षित करते हैं, आण्विक परास कहलाती है।
- **पृष्ठ ऊर्जा (Surface Tension)**—किसी द्रव के पृष्ठ-फिल्म के प्रति एकांक क्षेत्रफल में निहित ऊर्जा को पृष्ठ-ऊर्जा कहते हैं। इसका SI मात्रक जूल/मीटर होता है।
- **स्पर्श कोण (Angle of Contact)**—द्रव के मुक्त पृष्ठ पर पात्र के संपर्क बिन्दु से खींची गई स्पर्श रेखा एवं द्रव के अंदर की ओर पात्र की सतह के बीच जो कोण बनता है उसे स्पर्श कोण कहा जाता है।



- ताप में वृद्धि के साथ स्पर्श कोण के मान में वृद्धि होती है।
- जबकि द्रव में भुलनशील अशुद्धि मिश्रित करने पर स्पर्श कोण कम होता है।
- स्पर्श कोण का मान यदि  $90^\circ$  से कम हो तो द्रव सतह को गीला करता है तथा सतह पर फैलता है।

### कैशिकत्व (Capillarity)

- वह खोखली नली, जिसकी त्रिज्या बहुत कम तथा एकसमान होती है, कैशनली (Capillary tube) कहलाता है।
- किसी कैशनली को द्रव में डुबाने पर द्रव के नली में चढ़ने या उतरने को कैशिकत्व कहते हैं।
- कैशनली में द्रव का उतार-चढ़ाव कैशनली की त्रिज्या पर निर्भर करता है। जिस कैशनली की त्रिज्या कम हो उसमें द्रव का चढ़ाव अधिक तथा त्रिज्या अधिक रहने पर द्रव का चढ़ाव कम हो जाता है।
- यदि नली की त्रिज्या  $r$ , द्रव का पृष्ठ तनाव  $T$  हो, तथा द्रव का घनत्व  $\rho$  हो, तो नली में चढ़े या उतरे द्रव की ऊँचाई या गहराई  $h$ —

$$h = \frac{2T \cos \theta}{r \rho g}, \text{ जहाँ, } \theta \rightarrow \text{द्रव का स्पर्श कोण है।}$$

- शुद्ध जल के लिए  $\theta = 0^\circ$  होता है।
- पारे के लिए  $\theta = 135^\circ$  होता है।
- पारे के लिए  $h$  का मान ऋणात्मक आता है जिससे स्पष्ट होता है कि पारा कैशनली में नीचे गिर जाता है।
- तरल (Fluid)—पदार्थ की वह अवस्था जिसमें वह सकता है, तरल कहलाती है। सभी द्रव तथा गैसें तरल हैं।
- लालटेन या लैम्प की बत्ती में कैशिकत्व के कारण ही तेल ऊपर चढ़ता है।
- पेड़-पौधे की शाखाओं, तनों एवं पत्तियों तक जल और आवश्यक लवण कैशिकत्व की क्रिया के द्वारा ही पहुँचता है।
- ब्लॉटिंग पेपर द्वारा स्याही को सोखना कैशिकत्व के कारण होता है।
- मिट्टी के ढेले को जल में रखने पर कैशिकत्व के कारण वह ऊपर तक गीला हो जाता है।
- वर्षा के बाद किसान अपने खेतों की जुताई कर देते हैं ताकि मिट्टी में बनी कैशनलियाँ टूट जाएँ एवं वर्षा-जल ऊपर न आ सके।
- जूरिन का नियम (Jurin's Law)—कैशनली में द्रव का चढ़ाव उसकी त्रिज्या के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

### श्यानता (Viscosity)

- द्रवों का वह गुण जिसके कारण ये अपनी विभिन्न पड़तों के बीच आपेक्षिक गति का विरोध करती हैं, श्यानता कहलाती है।
- यदि प्रवाहमान तरह के किसी बिन्दु से होकर जाने वाली प्रत्येक कण समान मार्ग से आता है तो इस प्रकार के प्रवाह को धारा-रेखीय प्रवाह कहते हैं।
- यदि किसी बिन्दु पर, कण की गति का परिमाण एवं दिशा, तीव्रता से परिवर्तित होती रहती है तो इस प्रकार की गति को अनियंत्रित गति कहते हैं।
- दूरी के साथ वेग परिवर्तन की दर को वेग प्रवणता कहते हैं जिसे  $dv/dx$  द्वारा सूचित किया जाता है।
- श्यान बल (Viscous Force)—द्रवों का वह गुण जिसके कारण ये अपनी विभिन्न पतों के बीच आपेक्षिक गति का विरोध करती हैं, श्यानता कहलाती है।
- श्यानता केवल द्रव एवं गैसों का गुण है।
- क्रांतिक वेग (Critical Velocity)—रेनॉल्ड ने सिद्ध किया कि किसी नली से प्रवाहित द्रव के प्रवाह की प्रकृति जिस महत्तम तक धारा रेखी होती है, उसे क्रांतिक वेग कहते हैं।
- रेनॉल्ड संख्या  $K = V_e Pr / \eta$ ;  $\rho$  = द्रव का घनत्व,  $\eta$  = श्यानता बल गुणांक
- यदि द्रव का प्रवाह क्रांतिक वेग से कम हो तो उसका प्रवाह श्यानता पर निर्भर करता है।

- यदि द्रव का प्रवाह क्रांतिक वेग से अधिक हो तो उसका प्रवाह उसके घनत्व पर निर्भर करता है।

**Ex.** : ज्वलामुष्ठी में निकलने वाला लावा बहुत अधिक गाढ़ा होने पर भी तेजी से चढ़ता है, क्योंकि घनत्व अणुशुद्ध कम होता है और घनत्व ही उसके वेग को निर्धारित करता है।

- सीमान्त वेग (Terminal Velocity)—जब कोई वस्तु किसी श्यान द्रव में गिरती है तो प्रारंभ में उसका वेग बढ़ता जाता है लेकिन कुछ समय के बाद नियत वेग से गिरने लगता है। इस नियत वेग को सीमान्त वेग कहते हैं।
- इस अवस्था में वस्तु का भार, श्यान बल और उद्वेलन बल का योग शून्य होता है।
- अतः वस्तु पर कार्य करने वाले सभी बलों का योग शून्य होता है।

### आर्किमिडीज का सिद्धांत (Principle of Archimedes)—

- जल के उत्क्षेप का अध्ययन सर्वप्रथम आर्किमिडीज ने किया था।
- इसके आधार पर उन्होंने एक सिद्धान्त निकाला, जिसे 'आर्किमिडीज का सिद्धान्त' कहते हैं।
- जब कोई वस्तु किसी द्रव में अंशतः या पूर्णतः डुबायी जाती है, तो उसके भार में एक प्रत्यक्ष कमी होती है, यह कमी उस वस्तु के द्वारा विस्थापित द्रव के भार के बराबर होती है, जिसे 'आर्किमिडीज का सिद्धान्त' कहते हैं।
- यदि किसी वस्तु का वायु में भार  $W_1$  और द्रव में डुबाने पर भार  $W_2$  हो, तो भार में कमी =  $W_1 - W_2$  यदि हटाए गए द्रव का आयतन  $V$  तथा द्रव का घनत्व  $d$  हो, तो हटाए गए द्रव का भार  $A = V \times d \times g$  होगा।
- आर्किमिडीज के सिद्धान्त के अनुसार,

$$\text{द्रव में वस्तु के भार में कमी} = W_1 - W_2 = V \times d \times g$$

- इस समीकरण में  $W_1 - W_2$  को भार के मात्रकों में लिखना ज्यादा अच्छा होगा।
- वस्तु के डूबने या तैरने की क्रिया—
- यदि,  $W_1 > W_2$  है तो, वस्तु डूबेगा।
- यदि,  $W_1 = W_2$  है तो, वस्तु पूर्णतः डूबकर तैरेगा।
- यदि,  $W_1 < W_2$  है तो, वस्तु द्रव में अंशतः डूबकर तैरेगा।
- विशिष्ट तथ्य—लोहा (iron) पारे (mercury) पर तैरता है।
- घनत्व (Density)—किसी पदार्थ के इकाई आयतन में उपस्थित द्रव्यमान (Mass) को घनत्व कहते हैं।

$$\text{घनत्व} = \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}; \text{इसका SI मात्रक } kg/m^3 \text{ होता है।}$$

- इसे 'रो ( $\rho$ )' से निरूपित किया जाता है।
- अधिकांशतः द्रवों को गर्म करने पर उनके 'घनत्व' में कमी आती है।
- परंतु, पानी (Water) का व्यवहार  $0^\circ C$  से  $4^\circ C$  के बीच उपरोक्त के ठीक विपरीत रहता है। यदि इसे गर्म किया जाये तो  $0^\circ C$  से  $4^\circ C$  तक घनत्व में वृद्धि होती है।
- $4^\circ C$  पर पानी का आयतन न्यूनतम एवं घनत्व अधिकतम होता है।
- $4^\circ C$  से आगे गर्म करने पर पानी का व्यवहार सामान्य द्रवों जैसा ही रहता है।

### जलीय जीवन (Aquatic Life)—

- $0^\circ C$  से  $4^\circ C$  तक पानी को गर्म करने पर इसके द्वारा प्रदर्शित असामान्य व्यवहार का अत्यधिक महत्त्व है।
- पानी के इसी गुण के कारण सर्दियों में जलीय जीवन (Aquatic life) सुरक्षित रहता है।
- यदि वायुमंडल के तापमान में  $4^\circ C$  से कमी आती है तो पानी की ऊपरी परतों का घनत्व बढ़ने का बजाय कम होने लगता है।
- उपर्युक्त की वजह से ऊपरी ठंडी परत ऊपर ही रह जाती है तथा तापमान  $0^\circ C$  तक गिरने पर बर्फ में परिवर्तित हो जाती है।
- पानी की बर्फ वाली ऊपरी परत के नीचे की पानी का तापक्रम  $4^\circ C$  रहता है तथा इस अवस्था में पानी द्रव (liquid) की अवस्था में ही रहता है तथा जलीय जंतु सुरक्षित रहते हैं।



## आपेक्षित घनत्व (Relative Density) —

$$\text{आपेक्षिक घनत्व} = \frac{\text{वस्तु का घनत्व}}{4^\circ\text{C पर पानी का घनत्व}}$$

- आपेक्षिक घनत्व एक अनुपातिक राशि है। अतः इसकी कोई मात्रक नहीं होता है।
- आपेक्षिक घनत्व को हाइड्रोमीटर से मापा जाता है।
- सामान्य जल की अपेक्षा समुद्री जल का घनत्व अधिक होता है। अतः सामान्य जल की अपेक्षा समुद्र में तैरता आसान होता है।
- जब बर्फ पानी पर तैरता है, तो उसके आयतन का  $\frac{1}{10}$  भाग पानी के ऊपर रहता है।
- किसी बर्तन में पानी भरा है और उस पर बर्फ तैर रही है, जब बर्फ पूरी तरह पिघल जाएगी तो पात्र में पानी का तल बढ़ता नहीं है, पहले के समान ही रहता है।
- सोमान्त वेग वस्तु की त्रिज्या के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होता है। अतः बड़ी वस्तु अधिक वेग से तथा छोटी वस्तु कम वेग से गिरती है।
- धारा रेखीय प्रवाह (Stream Line Flow) — द्रव का ऐसा प्रवाह जिसमें द्रव का प्रत्येक कण उसी बिन्दु से गुजरता है, जिससे पूर्व में पहले वाला कण गुजरा था, धारा रेखीय प्रवाह कहलाता है।
- इसमें किसी नियत बिन्दु पर प्रवाह की चाल व उसकी दिशा निश्चित बनी रहती है।
- श्यानता गुणांक (Coefficient of Viscosity) — किसी तरह का श्यानता गुणांक संख्यात्मक रूप से उस बल के बराबर होता है, जो तरल के प्रति एकांक क्षेत्रफल पर लगकर उसके प्रवाह की लम्बवत् दिशा में एकांक वेग-प्रवणता बनाये रखे, इसे  $(\eta)$  ईट्ट द्वारा सूचित किया जाता है।
- इसका मात्रक  $\text{kgm}^{-1}\text{s}^{-1}$  या  $\text{N ms}^{-2}$  या पास्कल सेकण्ड होता है।
- इसका CGS मात्रक प्वायज होता है।  
 $1 \text{ N ms}^{-2} = 1 \text{ पास्कल सेकण्ड} = 10 \text{ Poise}$
- बर्नौली का प्रमेय (Bernoulli's Theorem) — किसी असंपीड्य एवं अश्यान तरल के धारा रेखीय प्रवाह में प्रवाहनली की प्रत्येक काट पर तरल के प्रति एकांक द्रव्यमान या प्रति एकांक आयतन की स्थितिज ऊर्जा, गतिज ऊर्जा एवं दाब ऊर्जा का कुल योग अचर रहता है।  
 $P + \rho gh + \frac{1}{2}\rho v^2 = \text{नियतांक}$  जहाँ  $P = \text{दाब}$ ,  $\rho = \text{घनत्व}$   
 $\rho gh = \text{स्थितिज ऊर्जा}$ ,  $h = \text{ऊँचाई}$ ,  $\frac{1}{2}\rho v^2 = \text{गतिज ऊर्जा}$  और  $v = \text{वेग}$
- इस प्रमेय पर आधारित वेण्टुरीमीटर (Venturimeter) से नली में द्रव के प्रवाह की दर ज्ञात की जाती है।

## प्रत्यास्थता (Elasticity)

- प्रत्यास्थता (Elasticity) — पदार्थ के जिस गुण के कारण वह अपने रूप और आकार में होने वाले परिवर्तन का विरोध करता है तथा बाह्य बल के हटने ही अपनी प्रारंभिक अवस्था में आ जाता है, उस गुण को प्रत्यास्थता कहते हैं।
- यदि विरूपक बल हटने पर वस्तु पूर्णतः अपने रूप व आकार में लौट जाती है तो ऐसी वस्तु पूर्णतः प्रत्यास्थ कहलाती है।
- अप्रत्यास्थ को सुषट्ट्य भी कहा जाता है।
- प्रत्यास्थता सीमा (Limit of Elasticity) — वस्तु पर आरोपित उस विरूपक बल की सीमा को जिसके परे पदार्थ की प्रत्यास्थता गुण समाप्त हो जाता है, प्रत्यास्थता सीमा कहलाता है।
- प्रतिबल (Stress) — वस्तु के अनुप्रस्थ काट के प्रति एकांक क्षेत्रफल पर विरूपता के विरोध में उत्पन्न यांत्रिक नियंत्रक बल प्रतिबल कहलाता है।
- प्रतिबल का SI मात्रक  $\text{N/m}^2$  या पास्कल होता है। CGS में डाइन/सेमी<sup>2</sup> होता है। इसकी विमा  $[\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}]$  होती है।

- विरूपण (Deformation) — बाह्य बल के कारण किसी पिंड के रूप या आकार में उत्पन्न परिवर्तन को विरूपण कहते हैं।
- विरूपण बल (Deformation Force) — जिस बल के कारण किसी पिंड के रूप में या आकार में परिवर्तन होता है, उस बल को विरूपक बल कहते हैं।
- प्रत्यास्थ पिंड (Elastic Body) — ऐसे पिंड जो बाह्य विरूपक बल को हटाने पर अपनी पूर्ववस्था को प्राप्त कर लेते हैं, उन्हें प्रत्यास्थ पिंड कहते हैं। जैसे—रबड़ तथा स्टील।
- विकृति (Strain) — किसी तार पर विरूपक बल लगाने पर उसकी प्रारंभिक लम्बाई  $L$  में वृद्धि होती है, तो  $\frac{l}{L}$  को विकृति कहते हैं।
- यह समान प्रकृति की दो राशियों का अनुपात होता है। अतः यह विमाहीन है।
- प्रभाव बिन्दु (Yield Point) — प्रत्यास्थता-सीमा के ऊपर ऐसा बिन्दु जहाँ से पिंडों में अपने ही भार के कारण विरूपण होना प्रारंभ हो जाता है, उस बिन्दु को प्रभाव बिन्दु कहते हैं।
- प्रत्यास्थता का यंग मापांक (Young's Modulus of Elasticity) — प्रतिबल और विकृति के अनुपात को तार के पदार्थ की प्रत्यास्थता का यंग मापांक कहते हैं।
- हुक का नियम (Hooke's Law) — प्रत्यास्थता-सीमा के अन्दर प्रतिबल विकृति के समानुपाती होता है।

$$\text{प्रतिबल} \propto \text{विकृति} \quad \text{या,} \quad \frac{\text{प्रतिबल}}{\text{विकृति}} = \text{नियतांक}$$

- प्रत्यास्थता गुणांक का मान भिन्न-भिन्न पदार्थों के लिए भिन्न-भिन्न होता है। इसका SI मात्रक न्यूटन मीटर<sup>-2</sup> होता है, जिसे पास्कल कहते हैं।

$$\text{यंग का प्रत्यास्थता गुणांक } Y = \frac{\text{अनुदैर्घ्य प्रतिबल}}{\text{अनुदैर्घ्य विकृति}}$$

## महत्वपूर्ण सूत्र (Important Formulae)

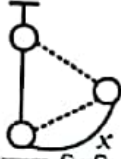
- विकृति =  $\frac{\text{लम्बाई में परिवर्तन}}{\text{प्रारंभिक लम्बाई}}$
- प्रतिबल =  $\frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}}$
- $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$
- $F = 6\pi\eta$

## सरल आवर्त गति (Simple Harmonic Motion)

- आवर्ती गति (Harmonic Motion) — एक निश्चित पथ पर गति करती वस्तु जब एक निश्चित समय-अन्तराल के पश्चात् बार-बार अपनी पूर्व गति को दोहराती है, तो इस प्रकार की गति को आवर्त गति कहते हैं तथा यह समयान्तराल आवर्तकाल कहलाता है। जैसे—  
(i) पृथ्वी के सूर्य के चारों ओर घूमना आवर्ती गति है, जिसमें आवर्तकाल का मान 1 वर्ष है।  
(ii) पृथ्वी का अपने अक्ष के चारों ओर घूमना आवर्ती गति है, जिसमें आवर्तकाल का मान 24 घंटे है।  
(iii) चन्द्रमा का पृथ्वी के चारों ओर घूमना आवर्ती गति है, जिसमें आवर्तकाल का मान 27.3 दिन है।  
(iv) घड़ी की सूईयों की गति आवर्ती गति है, जिसमें घंटे, मिनट व सेकण्ड वाली सूईयों का आवर्तमान 12 घंटे, 60 मिनट एवं 60 सेकण्ड है।
- सरल लोलक (Simple Pendulum) — जब एक भारहीन, अविनाश्य (भार के कारण न फैलने वाला) और प्रत्यास्थ धागे द्वारा किसी दृढ़ आधार से लटकाया गया भारी कण, जब घर्षणहीन दोलन करता है, तो इस व्यवस्था को सरल लोलक कहते हैं।
- निलंबन बिन्दु (Point of Suspension) — दृढ़ आधार के जिस बिन्दु से लोलक को लटकाया जाता है उसे निलंबन बिन्दु कहते हैं।



- **लोलक की लम्बाई (Length of Pendulum)**—निलम्बन बिन्दु से लोलक के गुरुत्व-केन्द्र के बीच की दूरी को लोलक की लम्बाई या प्रभावी लम्बाई कहते हैं। इसे  $l$  द्वारा सूचित किया जाता है।
- **आयाम (Amplitude)**—लोलक के गोलक का माध्य स्थिति से किसी भी एक तरफ अधिकतम विस्थापन को दोलन का आयाम कहते हैं।



माध्य स्थिति

आयाम = माध्य स्थिति से विस्थापन =  $x$

- **दोलन गति (Oscillatory Motion)**—आवर्त गति में यदि कोई वस्तु एक निश्चित पथ पर एक स्थिर बिन्दु के इर्द-गिर्द गति करती है, तो इसे दोलन गति या कम्पनिक गति कहते हैं।

**Ex. :** (i) झुला झूलती स्त्री की गति।  
(ii) स्वरित्र द्विभुज की भुजाओं की गति।  
(iii) सरल लोलक की गति।

- **सरल आवर्त गति (Simple Harmonic Motion)**—किसी सरल रेखीय पथ पर किसी मध्यमान बिन्दु के इर्द-गिर्द ऐसी गति सरल आवर्त गति कही जाती है, जिसका त्वरण सदा मध्यमान बिन्दु की ओर दिष्ट होता है।

- मध्यमान बिन्दु से विस्थापन के समानुपाती होता है।
- सभी सरल आवर्त गतियाँ आवर्ती गति होती हैं लेकिन सभी आवर्ती गतियाँ सरल आवर्त गति नहीं होती हैं।

- **सरल आवर्त गति का समीकरण (Equation of SHM)**—यदि किसी क्षण कण की साम्य स्थिति से, विस्थापन  $y$  हो, तो विस्थापन ( $Y$ ) =  $A \sin \omega t$  (जहाँ  $A \Rightarrow$  आयाम,  $\omega \Rightarrow$  कोणीय वेग)

$$\text{वेग } (v) = \frac{dv}{dt} = \omega \sqrt{A^2 - Y^2}$$

- त्वरण ( $a$ ) =  $\frac{dv}{dt} = -\omega^2 y$ , जहाँ ऋणात्मक चिह्न सूचक है, कि त्वरण विस्थापन के विपरीत दिशा में है।

- **सरल आवर्त गति का लक्षण (Characteristics of Simple Harmonic Motion)**—

- (i) त्वरण या प्रत्यानयन बल सदैव माध्य स्थिति की ओर ही लगता है।
- (ii) त्वरण या प्रत्यानयन बल सदैव विस्थापन के समानुपाती होता है।
- (iii) यह एक बिन्दु के इधर-उधर होती है।

**सरल आवर्त गति की विशेषता—**

- सरल आवर्त गति करने वाला कण जब अपनी माध्य स्थिति से गुजरता है, तो—

- (i) उसका त्वरण तथा स्थितिज ऊर्जा शून्य होती है।
- (ii) कोई बल कार्य नहीं करता है।
- (iii) वेग तथा गतिज ऊर्जा अधिकतम होती है।

- सरल आवर्त गति करने वाला कण जब अपनी गति के अन्तः बिन्दुओं से गुजरता है—

- (i) इसमें त्वरण तथा स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है।
- (ii) इसमें प्रत्यानयन बल कार्य करता है।
- (iii) वेग तथा गतिज ऊर्जा शून्य होती है।

- **एक दोलन या एक कम्पन**—दोलन करने वाले कण का अपनी साम्य स्थिति के एक ओर जाना फिर साम्य स्थिति में आकर दूसरी ओर जाना और पुनः साम्य स्थिति में वापस लौटना एक दोलन या कम्पन कहलाता है।

- **आवृत्ति (Frequency)**—कम्पन करने वाली वस्तु एक सेकण्ड में जितना कम्पन करती है, उसे उसकी आवृत्ति कहते हैं। इसका SI मात्रक हर्ट्ज होता है। यदि आवृत्ति  $n$  तथा आवर्तकाल  $T$  हो, तो

$$n = \frac{1}{T} \text{ होता है।}$$

- **आवर्त काल (Time Period)**—एक दोलन पूरा करने में लगे समय को आवर्तकाल कहते हैं। कम्पन गति के आवर्त काल को कम्पन काल या दोलन काल भी कहते हैं। इसे  $T$  द्वारा सूचित करते हैं।  $T = \frac{2\pi}{\omega}$  से।

- **कोणीय आवृत्ति (Angular Frequency)**— $2\pi$  राशि से आवृत्ति ( $n$ ) के गुणन को कोणीय आवृत्ति कहा जाता है। इसे  $\omega$  से सूचित किया जाता है। **कोणीय आवृत्ति  $\omega = 2\pi n$**

- **विस्थापन (Displacement)**—दोलन गति में किसी क्षण माध्य स्थिति से वस्तु की दूरी विस्थापन कहलाता है।

- **वेग (Velocity)**—सरल आवर्त गति करते हुए कण के विस्थापन में परिवर्तन की दर को इसका वेग कहा जाता है।

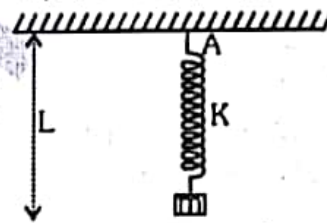
$$v = \frac{dy}{dt} = \omega \sqrt{A^2 - Y^2}$$

$$v_{\max} = \omega A \text{ जहाँ } y = 0$$

- **त्वरण (Acceleration)**—सरल आवर्त गति करते हुए कण के वेग परिवर्तन की दर को त्वरण कहा जाता है।

$$\text{त्वरण } (a) = \frac{dv}{dt} = -\omega^2 y$$

- **स्प्रिंग में लटके पिंड की गति (Motion of a body suspended by a string)**—माना कि एक हल्की स्प्रिंग जिसकी सामान्य लंबाई ' $L$ ' है, एक दृढ़ आधार  $A$  से लटकी है। यदि  $m$  द्रव्यमान के पिंड को स्प्रिंग के निचले सिरे से लटकाकर और थोड़ा खींचकर छोड़ दिया जाए तो वह ऊपर-नीचे दोलन करने लगता है, जिनका—



$$\text{आवर्तकाल } (T) = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

जहाँ  $k \Rightarrow$  स्प्रिंग का बल नियतांक है।

- **प्रत्यानयन बल एवं बल नियतांक (Restoring Force and Force Constant)**—सरल आवर्त गति में माध्य स्थिति में कण पर बल का मान शून्य होता है।

- अतः इस स्थिति में कण को विश्राम अवस्था में माना जा सकता है।
- यदि कण को माध्य स्थिति में विस्थापित कर दिया जाए तो इसपर एक बल कार्य करता है, जिसकी दिशा माध्य स्थिति की ओर होती है।
- यह बल कण की स्थिति परिवर्तन का विरोध करता है, इसे प्रत्यानयन बल कहा जाता है।

$$\therefore \text{ त्वरण } \bar{a} = -\omega^2 y$$

$$\therefore \text{ न्यूटन के द्वितीय नियम से, } F = ma$$

$$\therefore F = -m\omega^2 y$$

$$\therefore m\omega^2 = k \text{ एक वियतनांक}$$

$$\text{अतः } [F \propto -y]$$

अर्थात् बल की दिशा माध्य स्थिति की ओर है तथा यह विस्थापन के समानुपाती है।

**सरल लोलक (Simple Pendulum) :**

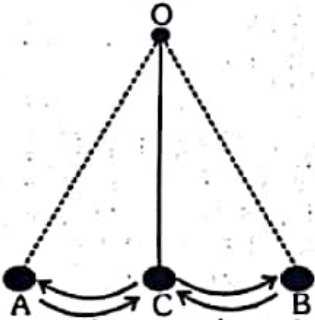
यदि किसी डोरी का एक सिरा किसी दृढ़ आधार से बंधा हो और उसके दूसरे सिरे पर कोई भारी वस्तु लटकी हो, जो ऊर्ध्वाधर तल में स्वतंत्रतापूर्वक दोलन करता हो, तो ऐसे प्रबंध को सरल लोलक कहते हैं। डोरी हल्की, प्रत्यास्थ (Elastic) और भार के कारण लंबाई न



बढ़ने वाली होनी चाहिए। भारी वस्तु प्रायः धातु का कोई छोटा गोला होता है। इसे गोलक अथवा लोलक (Bob) कहते हैं।

- **लोलक की लंबाई (Length of Bob)**—लटकन बिंदु O से गोलक के केन्द्र के बीच की दूरी को लोलक की लंबाई कहते हैं। OC लोलक की लंबाई है।
- **आयाम (Amplitude)**—दोलन करते गोलक की माध्य स्थिति में दोनों ओर तय की गयी अधिकतम लंबाई या कोणीय विस्थापन (Angular displacement) को आयाम कहते हैं।
- **पूर्ण दोलन (Complex Oscillation)**—एक दूरतम स्थिति (Extreme Position) A से दूसरी दूरतम स्थिति B और वापस A तक की गति को एक पूर्ण दोलन कहते हैं।
- **आवर्तकाल (Time period)**—एक पूर्ण दोलन में लगे समय को आवर्तकाल अथवा 'दोलनकाल' कहते हैं।

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



जहाँ T = आवर्तकाल, l = लोलक की लंबाई, g = गुरुत्वीय त्वरण है।

- **आवृत्ति संख्या (Frequency Number)**—एक सेकंड में लोलक द्वारा किए गए पूर्ण दोलनों की संख्या को 'आवृत्ति संख्या' कहते हैं।  $\frac{1}{T}$  से सूचित करते हैं।

### दोलन के नियम (Laws of Oscillation)

1. **समकाल का नियम (Law of Isochronism)**—इस नियम के अनुसार, आयाम का मान भिन्न रहने पर भी लोलक की लंबाई समान रहने पर उसका दोलनकाल समान होता है।
2. **मात्रा का नियम (Law of Mass)**—लोलक की लंबाई समान रहने पर लोलक का दोलनकाल उसकी मात्रा, आकार तथा प्रकृति पर निर्भर नहीं करता है।
3. **लंबाई का नियम (Law of length)**—लोलक का दोलनकाल उसकी लंबाई के वर्गमूल के अनुक्रमानुपाती होता है।
- **गुरुत्वीय त्वरण (g) का प्रभाव (Effect of g)**—लोलक का दोलनकाल उस स्थान के गुरुत्वीय त्वरण के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होता है।

- सरल लोलक के सूत्र  $2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$  से निम्न निष्कर्ष निकलता है—

(i)  $T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$ , अर्थात् लंबाई बढ़ने पर T बढ़ जाएगा।

इसी कारण कोई लड़की झूला झूलते खड़ी हो जाए तो उसका गुरुत्व केन्द्र ऊपर उठ जाएगा और प्रभावी लंबाई घट जाएगी जिससे झूले का आवर्तकाल घट जाएगा। अतः झूला जल्दी-जल्दी दोलन करेगा।

(ii)  $T \propto \sqrt{\frac{l}{g}}$ , यानि किसी लोलक घड़ी को पृथ्वी तल से ऊपर या

नीचे ले जाया जाए तो घड़ी का आवर्तकाल बढ़ जाएगा। अतः घड़ी सुस्त हो जाती है, क्योंकि पृथ्वी तल से ऊपर या नीचे जाने पर g का मान घटता है।

चन्द्रमा पर लोलक घड़ी को ले जाने पर उसका आवर्तकाल बढ़ जाएगा, क्योंकि चन्द्रमा पर g का मान पृथ्वी के g के मान का  $\frac{1}{6}$  गुना है।

### सामान्य भौतिकी : महत्वपूर्ण तथ्य एक नजर में

- ऐसे पदार्थ जिनका द्रवणांक एवं क्वथनांक कमरे के तापक्रम से कम होता है, कहलाते हैं — गैम
- पदार्थ की अवस्था जिसमें अणुओं की गति केवल दोलन गति होती है — ठोस
- दाब के बढ़ने से किसी तरल का घेग — घट जाएगा
- किसी बल्लेबाज के बल्ले से टकरायी गेंद की गति उदाहरण है — प्रक्षेप्य गति की
- प्रक्षेप्य गति करता हुआ कोई पिंड प्रभावित होता है — उर्ध्व गति और क्षैतिज गति से
- क्षैतिज दिशा में फेंकी गयी गेंद की गति उदाहरण है — प्रक्षेप्य गति का
- बॉल-बेरिंग का प्रयोग कम करने के लिए किया जाता है — घर्षण (Friction)
- 'स्लाइड रूल' का प्रयोग करता है — इंजीनियर
- पृथ्वी की गति बढ़ा दी जाये, तो वस्तु का भार — कम हो जाएगा
- यंत्र-तुला कार्य करता है — उन्मूलक के सिद्धांत पर

### भौतिकी से सम्बद्ध विज्ञान (Science Related to Physics)

- ध्वनिकी (Acoustics) : ध्वनि से संबंधित विज्ञान
- एयरोडायनामिक्स : वायविक गति विज्ञान
- एयरोनॉटिक्स : उड़ाने से संबंधित विज्ञान
- एस्ट्रोलॉजी : आकाशीय पिंडों की दिशा के आधार पर मानव-भाग्य से संबंधित विज्ञान
- एस्ट्रोनॉमी : आकाशीय पिंडों का अध्ययन
- एस्ट्रोफिजिक्स : आकाशीय पिंडों की भौतिक प्रकृति का अध्ययन
- कॉस्मोलॉजी : ब्रह्माण्ड से संबंधित विज्ञान
- जिओफिजिक्स : पृथ्वी की भौतिकी का अध्ययन
- हाइड्रोडायनामिक्स : गतिशील द्रव से संबंधित बल, ऊर्जा एवं दाब का यांत्रिक अध्ययन
- ऑप्टिक्स (Optics) : प्रकाश का अध्ययन
- सेलिनोलॉजी (Selenology) : चंद्रमा के अध्ययन से सम्बद्ध विज्ञान

### व्युत्पन्न S.I. इकाइयाँ (Derived S.I. Units)

मात्रा (Quantity)	इकाई (Units)	संकेत (Symbol)
बल (Force)	न्यूटन	N
कार्य (Work)	जूल	J
ऊर्जा (Energy)	जूल/इलेक्ट्रॉन वोल्ट	J/eV
ताप ऊर्जा (Heat Energy)	जूल	J
शक्ति/सामर्थ्य (Power)	वाट	W
आवृत्ति (Frequency)	हर्ट्ज	Hz
विद्युत आवेश (Electric Charge)	कूलंब	C
क्षमता (Capacity)	फैराड	F
प्रेरण (Inductance)	हेनरी	H
प्रतिरोध (Resistance)	ओम	$\Omega$
विद्युत विभव (Electric Potential)	वोल्ट	V
चुंबकीय फ्लक्स (Magnetic Flux)	वेबर	Wb
ज्योति फ्लक्स (Luminous Flux)	ल्यूमेन	lm
नौगमन	नॉटिकल मील	nm
ध्वनि की तीव्रता	डेसीबेल	db



मात्रा (Quantity)	इकाई (Units)	संकेत (Symbol)
आकाशीय दूरी	प्रकाश वर्ष	LY
बृहद तारे का कक्षीय योग	पारसेक	Pa
कंप्यूटर की यादशत	बिट्स	-
लेंस की क्षमता	डाइऑप्टर	D
वायुमंडलीय दाब	बार	B
ताप, ऊष्मा	कैलोरी	C
र्यानता (Viscosity)	प्वाइज	-
यंग प्रत्यास्थता गुणांक	न्यूटन/वर्गमीटर	N/m <sup>2</sup>
ओजोन परत की मोटाई	डॉब्सन यूनिट	DU
समुद्री गहराई	फैदम	-
प्रकाश की तीव्रता	कैंडेला	Cd
त्वरण	मीटर/सेकेंड <sup>2</sup>	ms <sup>-2</sup>
तरंगदैर्घ्य (Wavelength)	एंगस्ट्रम	Å
विभवांतर	वोल्ट	V
समुद्री जहाज की गति	नॉट	-
प्रतिबल (Stress)	न्यूटन/वर्गमीटर	Nm <sup>-2</sup>
पृष्ठ तनाव (Surface Tension)	न्यूटन/वर्गमीटर	Nm <sup>-2</sup>
बल युग्म (Couple)	न्यूटन मीटर	Nm
चुंबकीय तीव्रता	आस्टेड	-
चुंबकीय प्रेरण	गॉस	-
चुंबकीय क्षेत्र	टेस्ला	T
विद्युत क्षेत्र की तीव्रता	एम्पियर/मीटर	Am <sup>-1</sup>
चुंबकीय ध्रुव की क्षमता	वेबर	W

- किसी ग्लास में तैर रहे बर्फ के टुकड़े के पिघलने से पानी की सतह —पूर्ववत बनी रहेगी
- एक बीकर में एक द्रव भरा हुआ है, जिसका घनत्व पानी से अधिक है, उसमें एक बर्फ का टुकड़ा भी तैर रहा है। जब बर्फ का टुकड़ा पिघलता है, तो बीकर में द्रव की सतह —बढ़ जाएगी
- जहाज को सुरक्षित रूप से जल में चलाने हेतु यह आवश्यक है कि उसका मेटासेंटर उसके गुरुत्व केंद्र (G) से रहे —नीचे
- किसी तरल में बहाव हेतु आंतरिक प्रतिरोध क्या कहलाता है —र्यानता
- किसी द्रव के कोशिकत्व को द्रव के किस गुण के आधार पर समझाया जा सकता है —पृष्ठ तनाव
- पृष्ठ तनाव को कम किया जा सकता है —पदार्थ में किसी अन्य पदार्थ को मिलाकर
- अपमार्जक मिलाने पर पानी के पृष्ठ तनाव पर क्या प्रभाव पड़ता है —घटता है
- ब्लॉटिंग पेपर द्वारा स्याही को सोखना, एक अच्छा उदाहरण है —कोशिकत्व का
- नाभिक की खोज रदरफोर्ड ने किन कणों की सहायता से की — $\alpha$ -कण
- परमाणु में व्याप्त सभी कणों में सर्वाधिक भारी होता है —न्यूट्रॉन
- परमाणु के नाभिक में उपस्थित प्रोटॉन की संख्या सूचक है —परमाणु संख्या
- एक ऐसा तत्व जिसके नाभिक में न्यूट्रॉन नहीं पाया जाता है —हाइड्रोजन
- तत्वों के रासायनिक गुण निर्भर करते हैं —परमाणु संख्या
- इलेक्ट्रॉन के आवेश की खोज की —मिलिकन ने
- मूलभूत कणों के संबंध में एक सांख्यिकीय सिद्धांत का प्रतिपादन किया था —आइंस्टीन एवं एस.एन.बोस ने
- मूल कण, जो ब्याकों के बीच बल का संचरण करता है —ग्लुऑन
- वैसे कण, जिनका घूर्णन पूर्ण संख्या से होता है —बोसॉन
- पदार्थ के एक छोटे से द्रव्यमान में भी अवयवों के गुणों एवं मात्रा की गणना की जा सकती है —स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा
- सर्वाधिक क्षीण बल होता है —गुरुत्वीय बल
- परमाणु के संयोजी इलेक्ट्रॉन द्वारा निरूपित होता है —संयोजकता
- तत्व की रासायनिक प्रकृति निर्भर करती है —संयोजी इलेक्ट्रॉन पर

- कण जो न्यूक्लियॉन को बांधे रखने का कार्य करता है —मेसॉन
- 1 मीटर में  $K_{Rb}$  की तरंगदैर्घ्य होती है —1650763.73
- सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षण नियतांक की विमा है — $[M^{-1}L^{-3}T^{-2}]$
- सिजियम गाड़ी के 9,192,631,770 आवर्तों के तुल्य सेकण्ड होते हैं —1 सेकण्ड
- जड़त्व आघूर्ण का मात्रक होता है —किग्रा  $\times$  मीटर<sup>2</sup>
- वेग, त्वरण, विस्थापन तथा बल ..... राशियों के अंतर्गत आते हैं —गदिश
- वस्तु का भार है —गदिश राशि
- रेखीय गति में बल, घूर्णन गति में किसके समरूप होता है —बल आघूर्ण के समरूप
- आवेग (Impulse) की इकाई होती है —किग्रा-मीटर/सेकण्ड
- एक कण 'f' आवृत्ति से सरल आवर्त गति करता है; इसकी गतिज ऊर्जा के दोलनों की आवृत्ति होगी —2f
- एक जेट इंजन कार्य करता है — $\frac{1}{2}$  घूर्णक संवेग संरक्षण के सिद्धांत पर
- स्थिर गाड़ी की छत से लटकते हुए एक लोलक का आवर्तकाल 'T' है, जब गाड़ी त्वरण 'a' से गतिमान होती है, तो इसका दोलनकाल —घटता है
- ग्रहों को उनके कक्षा में नियमित रखने वाले बल को कहा जाता है —गुरुत्वीय बल
- मान लें कि पृथ्वी के गुरुत्व का बल अचानक लुप्त हो जाता है, तो वस्तु के भार पर क्या प्रभाव पड़ेगा —भार शून्य हो जाएगा, द्रव्यमान वही रहेगा
- कक्षा में उपग्रह का वेग निर्भर करता है —त्रिज्या तथा गुरुत्व के कारण त्वरण की उत्पत्ति पर
- किसी पिण्ड का कोणीय संवेग किसका गुणफल होता है —जड़त्व आघूर्ण तथा कोणीय वेग का
- यदि पृथ्वी की त्रिज्या 1% सिकुड़ जाये, परन्तु इसका द्रव्यमान वही रहे, तो पृथ्वी के तल पर गुरुत्वीय त्वरण पर क्या प्रभाव होगा —बढ़ जायेगा
- एक व्यक्ति धूमते स्टूल पर भुजाएं फैलाये बैठा है; अचानक वह भुजाओं को सिकोड़ लेता है, तो उसका जड़त्व आघूर्ण —घट जायेगा
- चार गैर क्षितिज की ओर क्रमशः 15°, 30°, 45° तथा 70° कोण बनाती हुई उर्ध्वाधर में प्रक्षेपित की जाती है। जो गैर पृथ्वी पर सबसे पहले टकरायेगी, वह कौन सी होगी —पहली गैर
- एक मिसाइल (Missile) पलायन वेग से कम वेग पर छोड़ी जाती है, इसकी गतिज स्थितिज ऊर्जा का योग किस प्रकार का होगा —ऋणात्मक
- यदि कोई उपग्रह पृथ्वी के अति निकट परिक्रमा कर रहा हो, तो उसका कक्षीय वेग पृथ्वी के निर्भर करेगा —पृथ्वी की त्रिज्या पर
- चन्द्रमा की सतह से पलायन वेग का मान पृथ्वी की सतह की अपेक्षा होता है —कम
- चन्द्रमा की सतह से पलायन वेग का मान पृथ्वी की सतह की अपेक्षा कम है, क्यों —चन्द्रमा की त्रिज्या पृथ्वी की त्रिज्या से कम है
- यदि पृथ्वी के व्यास के अनुदिश एक सिरे से दूसरे सिरे तक एक सुरंग खोदी जाये तथा सुरंग में एक कण गिरा दिया जाये, तो गति ..... होगी —सरल आवर्त गति
- एक सरल लोलक की डोरी द्वारा एक पूरे दोलन में किया गया कार्य किसके बराबर होता है —शून्य के
- 'मंगल, शनि एवं प्लूटो' में से कौन सा ग्रह सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाता है —सभी
- बृहस्पति (Jupiter) की कक्षीय चाल पृथ्वी की कक्षीय चाल से —कम होती है
- एक कण एक समान चाल से वृत्तीय पथ पर चक्कर लगाता है, कण का त्वरण किसके अनुदिश होगा —त्रिज्या के
- आसंजन बल है —आकर्षण बल जो विभिन्न द्रव्यों को चिपकाये रखता है, उसे आसंजन बल कहा जाता है
- यदि किसी उपग्रह का एक छोटा सा भाग टूट जाता है, तो इस टूटे हुए भाग पर क्या प्रभाव पड़ेगा —उपग्रह के साथ-साथ वह उपग्रह की ही चाल से घूमता रहेगा



- जब गतिमान कार एक वृत्ताकार मोड़ लेती है, तो यात्री कार की दीवार के सहारे टिक जाते हैं —अपसारी बल के कारण
- एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर घूम रहा है, तो इसके कोणीय संवेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा —नियत रहेगा
- जब कोई स्थिर बल किसी वस्तु पर लगाया जाता है, तो वस्तु मुक्त अवस्था में गतिमान रहती है; वस्तु में ऊर्जा समरूप होती है —स्थितिज ऊर्जा
- रेखीय संवेग के आघूर्ण को कहा जाता है —कोणीय संवेग
- कोणीय गति को ज्ञात करने की इकाई है —रेडियन/सेकण्ड
- दोलन करते समय लोलक की स्थितिज ऊर्जा अधिकतम होती है —किनारों की स्थिति में
- सामान्य संतुलन का सिद्धांत की समानता पर निर्भर करता है —बलों की गति की समानता पर
- लिफ्ट में व्यक्ति का भार उसके वास्तविक भार से अधिक कब होता है —जब लिफ्ट ऊपर की ओर त्वरित होती है
- एक पिण्ड अचानक दो समान द्रव्यमान के खण्डों में विभक्त हो जाता है, जो गतिशील हो जाते हैं, तो दोनों खण्डों पर.....प्रभाव पड़ेगा —दोनों एक-दूसरे की विपरीत दिशा में समान वेग से गति करेंगे
- वस्तु का वृत्तीय पथ ज्ञात करने के लिए प्रयुक्त बल को कहते हैं —अभिकेंद्रीय बल
- वस्तु का गुरुत्वीय द्रव्यमान प्रयुक्त होता है —वस्तु के भारोपन के लिए सूर्य के चारों ओर चक्कर लगाने वाले ग्रहकों में जो बल आवश्यक अभिकेंद्रीय बल की आपूर्ति करता है, वह कहलाता है —गुरुत्वाकर्षण बल
- यदि दो तलों को खुरदरा बनाया जाये, तो दोनों के बीच के घर्षण गुणांक के मान पर क्या प्रभाव पड़ेगा —गुणांक का मान बढ़ेगा
- जब कोई वस्तु किसी तल पर फिसलती है, तो कौन सा बल आरोपित बल की दिशा के विपरीत दिशा में कार्य करता है —घर्षण बल
- लकड़ी के बीच कौन सा गुणांक 1 से कम होता है —घर्षण गुणांक
- "जड़त्व-आघूर्ण  $\times$  कोणीय वेग" किसके बराबर होता है —कोणीय संवेग के
- जब गुरुत्वीय अवस्था में कोई वस्तु गिरायी जाती है, तो इसका त्वरण किस पर निर्भर करता है —वस्तु के द्रव्यमान पर
- उड़ते हुए रॉकेट में रखे गये पत्थर का भार घट जाता है —हां
- न्यूटन के गुरुत्वाकर्षण का नियम है —सार्वभौमिक (Universal)
- एक कण एक तल में नियत चाल से, परन्तु परिवर्ती दिशा में गति करता है, कण का पथ होगा —वृत्त का चाप
- ग्रहों के गति का नियम प्रतिपादित किया गया —केप्लर द्वारा
- एक हल्के तथा एक भारी पिण्ड की गतिज ऊर्जा समान है। इनमें से किसका संवेग अधिक होगा —भारी पिण्ड का
- क्षैतिज सड़क पर चल रही एक कार किसी मोड़ पर सड़क के बाहर किस बल की कमी के कारण उलट सकती है —अभिकेंद्र बल की कमी के कारण
- समान त्रिज्या वाली लोहे की एक गेंद और लकड़ी की एक गेंद 'h' ऊंचाई से निर्वात में छोड़ी जाती है। इनके भूमि तक पहुंचने के समय क्या होंगे —पूर्णतः समान
- एक ट्रक तथा एक कार दोनों बराबर वेग से जा रहे हैं। दोनों के ब्रेक लगाने पर रुकने में कौन कम दूरी तय करेगा —कार कम दूरी तय करेगी
- बैरल (लकड़ी के गोल पीपे) सड़क पर घसीट कर ले जाने के बजाय लुढ़का कर ले जाना अधिक आसान क्यों होता है —लुढ़कने में लगने वाला घर्षण बल घसीटने में लगने वाले घर्षण बल से कम होता है
- न्यूटन की गति का द्वितीय नियम ..... मापन प्रस्तुत करता है —बल का
- घूर्णन करती एक गोल मेज पर अचानक एक लड़का आकर बैठ जाता है। इसमें किस प्रकार का संवेग संरक्षित होगा —कोणीय संवेग
- पैराशूट मनुष्य को सुरक्षित उतारने में सहायक होता है —पैराशूट द्वारा अधिक वायु को हटाने के कारण वायु की अपसरण शक्ति गुरुत्वाकर्षण बल को कम कर देती है

- बन्दूक से गोली छोड़ी जाती है, जिससे कि बन्दूक पीछे की ओर हटती है, बताइये कि बन्दूक की गतिज ऊर्जा, गोली की गतिज ऊर्जा से कम या अधिक होती है —कम होती है
- डबल-डेकर बस में ऊपरी डिब्बे में यात्रियों को खड़े रहने की अनुमति नहीं होती है —बस का गुरुत्व केंद्र ऊंचा होने पर बस के लुढ़कने की संभावना के कारण
- एक वस्तु समान समयान्तरालों में समान दूरी तय करती है, उसकी दूरी क्या कहलायेगी —त्वरित गति
- एक साइकिल सवार एक मोड़ पर 15 किमी. प्रति घण्टे के वेग से घूमता है। यदि वह दोगुने वेग से घूमे, तो प्रतिचालित होने की संभावना कितनी हो जाती है —चार गुनी
- गतिशील वाहन के अचानक रुकते ही यात्री सामने की ओर क्यों गिर पड़ता है —शरीर का निचला भाग रुक जाने एवं ऊपरी भाग गतिशील अवस्था में रहने के कारण
- यदि किसी पिण्ड की गतिज ऊर्जा अपने प्रारंभिक मान का चार गुना हो जाये, तो नये संवेग पर प्रभाव पड़ेगा —प्रारंभिक मान का दुगुना होगा
- एक गेंद को क्षैतिज से कितने कोण पर फेंकें कि यह अधिकतम क्षैतिज दूरी तय कर सके — $45^\circ$  कोण पर
- क्या अभिकेंद्रीय त्वरण केन्द्राभिमुख होता है —वृत्तीय पथ के
- एक पिण्ड बाह्य अंतरिक्ष से पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र में प्रवेश करता है, पृथ्वी पिण्ड-निकाय की स्थितिज ऊर्जा पर प्रभाव पड़ेगा —स्थितिज ऊर्जा घटेगी
- कोई अंतरिक्षयात्री एक भू-उपग्रह में एक तुला पर खड़ा होता है, तो उसका तुला द्वारा प्रदर्शित भार कितना होगा —शून्य
- एक उपग्रह पृथ्वी के चारों ओर दीर्घ-कक्षा में चक्कर लगा रहा है, तो इसकी चाल होगी —अधिकतम
- किसी आकाशीय पिण्ड अथवा किसी तारे द्वारा उत्सर्जित प्रकाश के वर्णक्रम के अध्ययन से हमें किस विषय में सूचना प्राप्त होती है —इसके चारों ओर उपस्थित गैसों के दाब के विषय में
- एक स्थिर पुली कितने यांत्रिक लाभ के लिए लगायी जाती है —एक से अधिक
- जब कोई पिण्ड स्थायी अवस्था में हो, तो इस पर किस प्रकार के बलों का संयोजन होता है —कार्यशील बलों का
- एक बोतल को गर्दन तक सोडा वाटर से भर कर एक उर्ध्वाधर वृत्तीय मार्ग में तेजी से घुमाया जाता है, बोतल के किस भाग में बुलबुले इकट्ठे हो जाते हैं —गर्दन के समीप
- जब कोई वस्तु वृत्ताकार घूमती है, तो इसके वेग पर प्रभाव पड़ता है —परिवर्तित हो जाता है
- साइकिल चालक को प्रारंभ में अधिक जोर क्यों लगाना पड़ता है —जड़त्व पर विजय पाने के लिए
- सरल लोलक के उदाहरण में अल्प विस्थापन के लिए दोलनकाल गुरुत्वीय त्वरण के वर्गमूल के व्युत्क्रमानुपाती होता है —हां
- जब एक द्रव्यमान किसी तल में घूर्णन गति कर रहा है, तो इसका कोणीय संवेग किस लम्बवत् रेखा के अनुदिश होता है —घूर्णन तल की लम्बवत् रेखा के
- यदि लम्बाई चार गुनी कर दी जाये, तो सरल लोलक का आवर्तकाल कितना हो जायेगा —दोगुना
- पृथ्वी पर वस्तु का पलायन वेग चन्द्रमा पर उस वस्तु के पलायन वेग से कितना होता है —अधिक होता है
- एक अंतरिक्ष यात्री, जो कि भू-उपग्रह में है, उसे समय ज्ञात करने के लिए घड़ी प्रयोग में लानी चाहिए —स्प्रिंग से चलने वाली घड़ी
- जब कोई वस्तु समान रूप से एक वृत्ताकार पथ पर घूमती है, तो इसकी चाल पर प्रभाव पड़ता है —चाल स्थिर रहती है
- जब कोई पिण्ड संतुलनावस्था में है, तो उसका परिणामी बल होगा —शून्य
- प्रकाश ऊर्जा, विद्युत ऊर्जा में किसके द्वारा परिणत होती है —प्रकाश विद्युत प्रभाव द्वारा
- टेनिस की गेंद मैदान की अपेक्षा किसी पहाड़ी पर अधिक ऊंची क्यों उछलती है —पर्वतों पर पृथ्वी का गुरुत्वाकर्षण बल कम होने के कारण