3. बल तथा दाब

थोड़ा याद करो । बल का अर्थ क्या हैं ?

स्थिर वस्तु पर बल क्रियाशील न हो, तो वह स्थिर ही रहती हैं । गतिशील वस्तुपर बल क्रियाशील न हो तो वह उसी वेग से व उसी दिशा में सतत गतिशिल रहती है । यह न्यूटन का गतिसंबंधी पहला नियम है ।

निरीक्षण करो आकृति 3.1 व 3.2 के चित्रों का निरीक्षण करो ।

3.1 विभिन्न क्रियाएँ

संपर्क व असंपर्क बल (Contact and Non contact Forces) : आकृति 3.1 में मोटर ढकेलने वाले मनुष्य द्वारा पीछे से बल लगाने पर मोटर आगे की दिशा में ढकेली जाती है । रूठ कर बैठे हुए कुत्ते को लड़का खींचता है और फुटबॉल खेलने वाला लड़का पैर से गेंद को ढकेलता है । इससे क्या स्पष्ट होता है ? दो वस्तुओं में आंतरक्रिया द्वारा उन वस्तुओं पर बल प्रयुक्त होता है ।

आकृति 3.2 में चुंबक के ध्रुवों की ओर लोहे की आलपिनें चुंबकीय बल के कारण आकर्षित होती है और चिपकती हैं, यह दिखाया है ।

3.2 कुछ घटनाएँ

नारियल के पेड़ से नारियल नीचे गिर रहा है । गुरूत्वीय बल के कारण पिंड पृथ्वी की ओर आकर्षित होते हैं । बालों पर रगड़ी हुई कंघी की ओर टेबल पर रखे गए कागज के टुकडे आकर्षित होते हैं । कंघी पर स्थिर विद्‌युत आवेश होने के कारण एवं टुकडों पर प्रेरित विद्‌युत आवेश होने के कारण कंघी और टुकडों में स्थिर विद्‌युत बल प्रयुक्त होता हैं और कागज के टुकडे कंघी पर चिपकते हैं ।

आकृति 3.1 में पिंडो का एक दूसरे के साथ सीधे संपर्क के कारण अथवा एक और पिंड के द्‌वारा किए गए संपर्क के कारण बल प्रयुक्त हुआ दिखाई देता है । इस प्रकार के बल को 'संपर्क बल' कहते हैं । आकृति 3.2 में दो वस्तुओं में संपर्क न होने पर भी उन दो पिंडो पर बल प्रयुक्त होता हुआ दिखाई देता है । इसप्रकार के बल को 'असंपर्क बल' कहते हैं ।

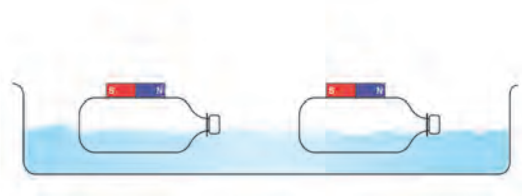
स्नायुबल (पेशीय बल) यह संपर्क बल का उदाहरण है यह हमारे स्नायुओं (पेशियों) की मदद से पिंडोपर प्रयुक्त किया जाता हैं । उठाना, ढकेलना, खींचना ऐसी अनेक क्रियाओं में यह प्रयुक्त होता है । इसके विपरीत चुंबकीय बल, गुरूत्वीय बल, स्थिर विद्‌युत बल जैसे बल किसी भी प्रकार के संपर्क के बिना प्रयुक्त होते हैं, इसलिए ये असंपर्क बल के उदाहरण हैं ।

किसी गेंद को मेज पर रखकर उसे हल्का सा धक्का देने पर वह थोड़ा आगे जाकर धीमा होते-होते रूक जाती है । समतल रास्ते पर गतिशील वाहन इंजिन बंद करने के बाद थोडी दूरी पर जाकर रूक जाता है । टेबल का और जमीन का पृष्ठभाग और उसपर गतिशील वस्तु इनमें पाए जानेवाले घर्षण बल के कारण ऐसा घटित होता है । घर्षण बल नहीं होता तो न्यूटन के पहले गतिसंबंधी नियमानुसार पिंड गतिशील ही रहता । घर्षण बल दैनिक जीवन में अत्यंत उपयुक्त है । जमीन पर चलते समय हम पैरों से जमीन को पीछे की ओर ढकलते हैं । घर्षण बल न हो तो हम फिसलकर गिर जाएगें और चल नहीं सकेंगे । घर्षण बल यह सभी गतिशील पिंडो पर प्रयुक्त होता है और वह गति की दिशा

के विपरीत दिशा में प्रयुक्त होता है । रास्तों पर गिरे केले के छिलके पर से फिसलते हुए किसी को तुमने देखा होगा । उसी प्रकार कीचड के कारण भी फिसलते हैं, ये दोनों उदाहरण घर्षण कम होने के कारण घटित होते हैं ।

थोड़ा सोचो । संपर्क व असंपर्क बल प्रयुक्त होने वाले कुछ अन्य उदाहरणों की सूची बनाओ तथा किस प्रकार के बल हैं, यह लिखो ।

करो और देखो । प्लास्टिक की चौकोन आकार की दो छोटी बोतलें लो । उनके ढक्कन कस कर बंद करो । दोनों बोतलों पर 2 छोटे छड चुंबक रखो और उन्हें चिपकपट्‌टी की सहायता से व्यवस्थित चिपकाओ । (आकृति 3.3)



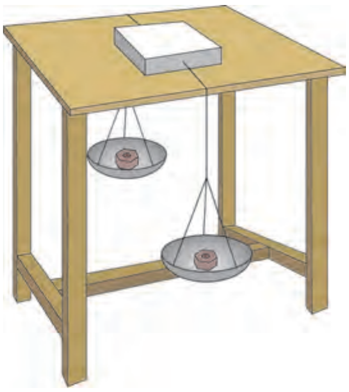
3.3 असंपर्क बल

एक बड़े से प्लास्टिक के ट्रे में पानी भर कर उसमें ये बोतलें चुंबक ऊपर की ओर आए इसप्रकार से तैरते हुए छोड़ो । एक बोतल दूसरी के पास लेकर जाओ । चुंबक के विरूद्ध ध्रुवों में आकर्षण होने के कारण एक बोतल के छड़ चुंबक का उत्तरी ध्रुव दूसरे छड़ चुंबक के दक्षिणी ध्रुव के पास में हो तो दोनों बोतलें एक-दूसरे की ओर आकर्षित होती हैं । बोतलों की दिशा बदलकर क्या होता है? उसका निरीक्षण करो । प्रत्यक्ष संपर्क में न आते हुए भी बोतलों की गति में होनेवाला परिवर्तन हमें दिखाई देता है । इसका अर्थ दोनों चुंबकों पर असंपर्क बल क्रियाशील है ।

थोड़ा सोचो । स्थिर विद्‌युत बल के बारे में आपने पिछली कक्षा में पढ़ा हैं । स्थिर विद्‌युत बल यह असंपर्क बल है । यह सिद्‌ध करने के लिए तुम कौन-सा प्रयोग करोगे?

संतुलित और असंतुलित बल (Balanced and Unbalanced Forces)

करो और देखो । पुठ्ठे का एक खाली खोका लेकर उसके दोनों ओर डोरी अथवा मजबूत धागा बाँधकर आकृति 3.4 में दिखाए नुसार खोका समतल पृष्ठभाग वाले मेज पर रखो । धागा मेज के दोनों बाजुओं की ओर नीचे लो । उनके सिरों पर पलडे बांधो । दोनों पलडों में समान द्रव्यमानवाली वस्तु (या वजन) रखो । खोका मेज पर स्थिर दिखाई देगा । किसी एक पलडे में दूसरे पलड़े की अपेक्षा अधिक द्रव्यमान वाली वस्तु रखने पर खोका उस पलड़े की दिशा में सरकने लगेगा । पलड़े में समान द्रव्यमान होने पर पलड़े पर समान गुरूत्वीय बल क्रियाशील होता है, अर्थात खोके पर संतुलित बल क्रियाशील होता है । बलों की दिशा विपरीत होने के कारण परिणामी बल शून्य होता है और खोका स्थिर रहता हैं । इसके विपरीत यदि किसी एक पलड़े में अधिक द्रव्यमान (भार) रखने पर खोका अधिक द्रव्यमान वाले पलड़े की दिशा में सरकने लगता है । खोके पर दोनों ओर से असमान बल लगाने से असंतुलित बल क्रियाशील होता है तथा उसके परिणामस्वरूप खोके को गति प्राप्त होती है ।



3.4 संतुलित और असंतुलित बल

रस्सी खींच का खेल खेलनेवाले अपनी-अपनी दिशा में ड़ोरी को खींचते हैं । दोनों ओर से एक समान ताकत अर्थात समान बल हो तो डोरी हिलती नहीं । एक ओर का बल अधिक होने पर डोरी उस ओर सरकती हैं, अर्थात प्रथमतः दोनों ओर से लगाया गया बल संतुलित था, वह असंतुलित होने पर अधिक बल की दिशा में डोरी सरकती है ।

एक और उदाहरण देखो । अनाज से भरा बड़ा डिब्बा जमीन पर सरकाते समय एक व्यक्ति की अपेक्षा दो व्यक्तियों द्‌वारा एक ही दिशा में बल लगाने पर सरकाना आसान होता है । इसका अनुभव तुमने लिया ही होगा । इस उदाहरण से तुम्हें क्या समझ में आया ?

अ. किसी वस्तु पर एक ही दिशा में अनेक बल लगाने पर उनके योगफल के बराबर उस वस्तुपर बल प्रयुक्त होता है ।

आ. यदि दो बल एक ही वस्तु पर परस्पर विपरीत दिशा में लगाए जाएं तो, उनके अंतर के बराबर बल उस वस्तुपर प्रयुक्त होता है ।

इ. बल यह परिमाण तथा दिशा इन दोनों द्‌वारा व्यक्त किया जाता है । इसलिए बल एक सदिश राशि है ।

> किसी एक वस्तु पर एक से अधिक बल प्रयुक्त हो तो उस वस्तु पर होने वाला परिणाम यह उसपर प्रयुक्त कुल बल के कारण होता हैं ।

बल के कारण स्थिर पिंड को गति प्राप्त होती है । गतिशील पिंड की चाल तथा दिशा बदलती है । उसी प्रकार गतिशील वस्तु को स्थिर करने के लिए भी बल की आवश्यकता होती हैं । बल के कारण वस्तु का आकार भी बदल सकता है । आटे को गूँथते समय आटे के गोले को बल लगाने पर उसके आकार में परिवर्तन होता हैं। कुम्हार घड़े को आकार देते समय विशिष्ट दिशा में बल लगाता है । रबड बँड को खींचने पर उसका प्रसरण होता हैं । ऐसे अनेक उदाहरण हैं ।

जडत्व (Inertia) : बल के कारण पिंड की स्थिति का बदलना हमने देखा है । बल के बिना पदार्थ की गति जिस अवस्था में है उसी अवस्था में रहने की प्रवृत्ति दिखाता हैं । नीचे कुछ उदाहरण देखेगें ।

करो और देखो ।

कृति 1 : एक काँच के गिलास पर पोस्टकार्ड रखो । उस पर 5 रूपये का सिक्का रखो । अब पोस्टकार्ड को हाथ की ऊँगली की सहायता से टक्कर मारो । सिक्का सीधा गिलास में गिरता है । क्या यह देखा है ?

कृति 2 : एक लोहे के स्टँड पर किसी एक धागा 1 की सहायता से एक आधे किलोग्राम द्रव्यमान का बाँट (वजन) लगाओ । उस बाँट पर दूसरा धागा 2 बांधकर लटकता हुआ रखो । अब धागे 2 को झटका देकर नीचे खींचो । धागा 2 टुटता हैं परंतु बाँट नीचे नहीं गिरता । भारी वस्तु हिलती नहीं । अब धागा 2 धीरे-धीरे नीचे खींचो। धागा 1 टूटता है और बाँट नीचे गिरता है । इसका मुख्य कारण अर्थात् धागा 1 पर बाँट के कारण आया हुआ तनाव ।

दाब (Pressure) : दो पहिए एवं चार पहिए वाली गाड़ियों के टायर में हवा भरते हुए तुमने देखा होगा । हवा भरने वाले यंत्र के ऊपर 'दाब' दर्शाने वाली चकती (disk) होती है अथवा डिजिटल मीटर पर 'दाब' के आँकडे दिखते हैं । यंत्र के द्‌वारा एक विशिष्ट (अंक) मान तक टायर में दाब बढाया जाता है । साइकिल के टायर में हाथ पंप की सहायता से हवा भरते समय बल लगाना पडता है, यह तुम्हें मालुम ही है । बल लगाकर हवा का दाब बढाकर वह टायर में भरी जाती है । क्या बल और दाब इनमें कुछ संबंध है ?

कृति 3 : कुछ नुकीली कीलें लेकर हथौड़े की सहायता से एक लकडी के तख्त पर ठोंको । उसी की एक कील लेकर कील के ऊपर वाले भाग को तख्त पर रखकर नुकीले भाग की ओर से हथौडे से ठोंको । क्या होता है ? कील नुकीले भाग से तख्त में घुसती है, परंतु ऊपर वाले भाग से नहीं घुसती । ड्रॉईंगबोर्ड पर ड्रॉईंग पिन टोंचते समय वे आसानी से ड्रॉईंगबोर्ड में टोंची जाती हैं । हमारे अँगूठे द्‌वारा बल लगा कर हम ड्रॉईंग पिन को आसानी से टोच सकते हैं । उसके विपरीत आलपिन ड्रॉईंगबोर्ड पर टोचते समय अँगुठे को चोट पहुँचने की संभावना होती है ।

इसे सदैव ध्यान में रखो ।

> पिंड गति की जिस अवस्था में है उसी अवस्था में रहने की प्रवृत्ती को उसका जडत्व कहते हैं । इसलिए बाह्य बल प्रयुक्त न होने पर स्थिर अवस्था वाली वस्तु स्थिर ही रहती हैं तथा गतिशील अवस्था वाली वस्तु गतिशील ही रहती है ।

> **जडत्व के प्रकार : 1. विरामावस्था का जडत्व :** पिंड़ जिस स्वाभाविक गुणधर्म के कारण अपने विरामावस्था में परिवर्तन नहीं कर सकता । उसे विरामावस्था का जडत्व कहते हैं ।
>
> **2. गति का जड़त्व :** पिंड़ जिस स्वाभाविक गुणधर्म के कारण अपनी गतिशील अवस्था में परिवर्तन नहीं कर सकता, उसे गति का जड़त्व कहते हैं । उदाहरणार्थ : बिजली के घूमते हुए पंखे को बंद करने पर भी वह कुछ समय तक घुमता रहता है । बस के अचानक रूक जाने से बस में बैठे यात्री आगे की दिशा में ओर फेंके जाते हैं । **3. दिशा का जड़त्व :** पिंड़ के जिस स्वाभाविक गुणधर्म के कारण वह अपने गति की दिशा में परिवर्तन नहीं कर सकता, उसे दिशा का जडत्व कहते हैं । उदाहरणार्थ, वाहन सीधे सरल रेखा में गतिशील होने पर अचानक मुड़ने पर यात्री विपरीत दिशा में फेंके जाते हैं ।

इस सरल प्रयोग से क्या समझ में आया? कील के नुकीले भाग से कील लकड़ी में आसानी से घुसती है। इससे एक बात तुम्हारे ध्यान में आई होगी कि कील के ऊपर वाले भाग पर बल लगाने से कील तख्त पर ठोकना आसान होता है।

थोड़ा सोचो।

सब्जी या फलों को धारदार चाकू से काटना आसान होता हैं। कम धार वाले चाकू ऐसे काम के लिए उपयोगी नहीं होते, यह किस कारण होता हैं?

इकाई क्षेत्रफल पर लंबवत दिशा में प्रयुक्त होने वाले बल को दाब (Pressure) कहते है :

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{जिसपर बल प्रयुक्त किया है वह क्षेत्रफल}}$$

> फिलहाल हम केवल किसी पृष्ठभाग पर लंबवत दिशा में होनेवाले बल का ही विचार करते हैं।

दाब की इकाई (Unit of Pressure) : SI प्रणाली में बल की इकाई Newton (N) हैं। क्षेत्रफल की इकाई m^2 या वर्गमीटर है।

इसलिए दाब की इकाई N/m^2 इसप्रकार होगी। इसे ही पास्कल (Pa) कहते हैं। मौसम विज्ञान में दाब की इकाई bar है। 1 bar = 10^5 Pa, दाब यह अदिश राशि है।

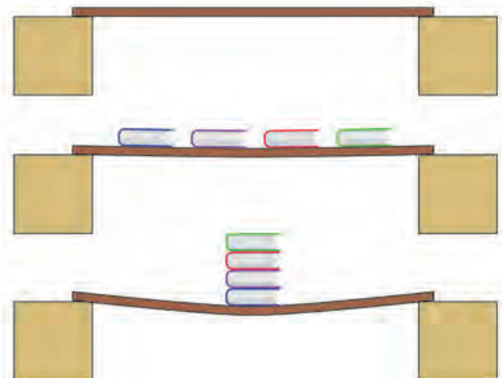
क्षेत्रफल में वृद्धि होनेपर उसी बल का दाब कम होता है और क्षेत्रफल कम होने पर उसी बल के दाब में वृद्धि होती है।

उदाहरणार्थ, ऊँट के पैर के तलवे फैले हुए होते हैं जिसके कारण ऊँट का भार अधिक पृष्ठभाग पर पड़ता है और रेत पर पड़ने वाला दाब कम होता है, इसलिए ऊँट के पैर जमीन में धँसते नहीं तथा उसे चलना आसान होता है।

ठोस पदार्थ पर दाब : हवा में स्थित सभी ठोस पदार्थों पर हवा का दाब होता ही है। ठोस पदार्थ पर कोई एक भार रखा, तो उस भार के कारण ठोस पदार्थ पर दाब पड़ता है। वह दाब उस भार पर तथा भार का ठोस पदार्थ के साथ होनेवाले संपर्क क्षेत्रफल पर निर्भर होता है।

करो और देखो।

आकृति 3.5 नुसार कृति करो। क्या दिखाई देता है ?



3.5 बल व दाब

थोड़ा सोचो।

सब्जी की टोकरी सिर पर ले जानेवाली सब्जीवाली तुमने देखी होगी? वह अपने सिर पर टोकरी के नीचे कपड़े की चुंबर रखती है, उसका क्या उपयोग होता है ?

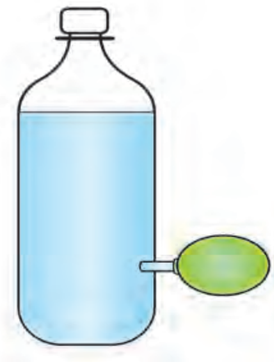
हम अधिक समय तक एक ही जगह पर खड़े नहीं रह सकते। फिर एक ही जगह पर आठ-आठ घंटे कैसे सो सकते हैं?

बर्फ पर फिसलने के लिए समतल तख्तों का उपयोग क्यों करते हैं ?

करो और देखो।

द्रव पदार्थ का दाब (Pressure of liquid)

कृति 1 : प्लास्टिक की एक बोतल लो। रबड़ का गुब्बारा जिस पर कस कर बैठेगा ऐसी काँच की नली का साधारण 10 cm लंबाईवाला टुकड़ा लो। नली का एक सिरा थोड़ा सा गर्म कर धीरे से बोतल के आधार से 5 cm ऊँचाई पर बोतल के एक सिरे से दाब देकर अंदर जाएगा इस प्रकार लगाओ (आकृति 3.6). पानी न टपके इसलिए नली के बाजु में मोम गर्म करके लगाओ। अब बोतल में थोड़ा-थोड़ा पानी भरकर गुब्बारा फूलता है, इसे देखो। इससे क्या समझ में आता है? पानी का दाब बोतल के दीवार पर भी पड़ता है।



3.6 द्रव का दाब

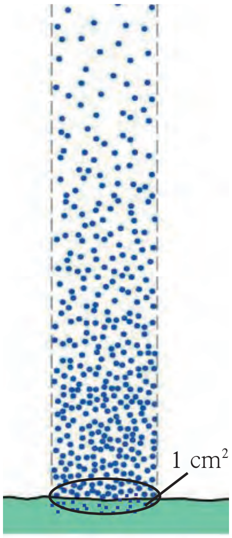
कृति 2: एक प्लास्टिक की बोतल को आकृति 3.7 में दिखाए अनुसार 1,2,3 इन स्थानों पर प्रत्येक स्तर पर दाभन अथवा मोटी सुई की सहायता से छिद्र करो । बोतल में पूर्णतः पानी भरो । आकृति में दिखाए अनुसार पानी की धाराएँ बाहर निकलते हुए दिखाई देंगी । सबसे ऊपर वाले छिद्र से पानी की धारा बोतल के पास गिरती है, तो सबसे नीचे वाले छिद्र से पानी की धारा सबसे दूर गिरती है । इसके अतिरिक्त एक ही स्तर के दो छिद्रों में से गिरनेवाली धाराएँ बोतल से समान अंतर पर गिरती हैं । इससे क्या स्पष्ट होता है ? एक ही स्तर पर द्रव का दाब समान होता है, उसी प्रकार द्रव के गहराईनुसार दाब में वृद्धि होती है ।

3.7 द्रव का दाब और स्तर

गैस का दाब (Gas Pressure) : कोई एक गुब्बारा मुँह से फूलाते समय वह चारों ओर से फूलता है । गुब्बारे पर छोटा-सा छिद्र किया तो उसमें से हवा बाहर निकलती है ओर गुब्बारा पूर्णतः नहीं फूलता । यह निरीक्षण ऊपर्युक्त द्रव के प्रयोग के निष्कर्ष जैसा है । ऐसा दिखाई देता है की वायु भी द्रव के जैसे जिस पात्र में बंदिस्त होती है, उस पात्र के दीवार पर दाब प्रयुक्त करती है । सभी द्रवों और गैसों को तरल पदार्थ (fluid) कहते है । पात्र का प्रवाही पदार्थ पात्र के सभी पृष्ठभागों पर, दीवारों पर और आधार पर अंदर से दाब प्रयुक्त करता है । बंद पात्र में, दिए गए द्रव्यमान के प्रवाही पदार्थ में पाया जाने वाला दाब सभी दिशाओं में समानरूप से प्रयुक्त होता है ।

वायुमंडलीय दाब (Atmospheric Pressure) : पृथ्वी के पृष्ठभाग पर सभी ओर हवा का आवरण है । इस हवा के आवरण को ही वायुमंडल (वातावरण) कहते हैं । पृथ्वी के पृष्ठभाग से लगभग 16 km ऊँचाई तक वायुमंडल है । उसके भी आगे लगभग 400 km तक यह अत्यंत विरल स्वरूप में पाया जाता है । हवा के कारण निर्माण होनेवाले दाब को वायुमंडलीय दाब कहते हैं । ऐसी कल्पना करो कि इकाई क्षेत्रफल वाले पृथ्वी के पृष्ठभाग पर बहुत अधिक लंबा खोखला बेलन खडा है और उसमें हवा भरी है (आकृति 3.8) इस हवा का भार यह पृथ्वी की दिशा में लगाया गया बल है । अर्थात् हवा का दाब इस भार और पृष्ठभाग के क्षेत्रफल का अनुपात है ।

समुद्र की सतह पर पाए जानेवाले हवा के दाब को 1 वायुमंडलीय दाब (1 Atmosphere) कहते हैं । जैसे-जैसे हम समुद्र-सतह से ऊपर की ओर जाते हैं वैसे-वैसे हवा का दाब कम होते जाता है ।



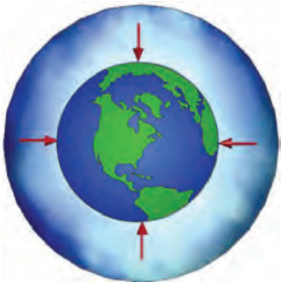
3.8 वायुमंडलीय दाब

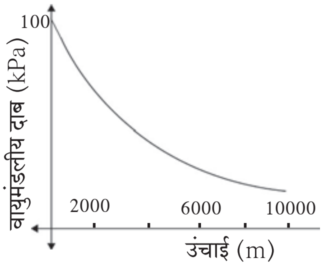
1 Atmosphere = $101 x 10^3$ Pa = 1 bar = 10^3 mbar

1 mbar ≈ 10^2 Pa (hectopascal)

वायुमंडलीय दाब mbar अथवा hectopascal (hPa) इन इकाईयों में बताया जाता है । वायुमंडलीय दाब हवा के किसी एक बिन्दु पर सभी दिशाओं से होता है । यह दाब कैसे तैयार होता है ? किसी बंद पात्र में हवा होने पर हवा के अणु यादृच्छिक गति से पात्र की दीवारों पर प्रहार करते हैं । इस आंतरक्रिया के कारण दीवार पर बल प्रयुक्त होता है, इस बल के कारण दाब का निर्माण होता है ।

हम भी वायुमंडलीय दाब लगातार सिर पर लेकर घूमते हैं, परंतु हमारे शरीर के खोखले भाग में भी हवा भरी होती है और रक्तवाहिनों में रक्त भी होता है । तथा उसमें का दाब वायु मंडलीय दाब के बराबर होता है जिसके कारण पानी तथा वायुमंडलीय दाब के नीचे हम फँस नहीं सकते । वायुमंडलीय दाब संतुलित होता है । पृथ्वी का वायुमंडलीय दाब समुद्र सतह से की ऊँचाई के अनुसार बदलता है । यह कैसे बदलता हैं उसे आकृति 3.9 में दर्शाया है ।





3.9 वायुमंडलीय दाब

थोड़ा सोचो ।

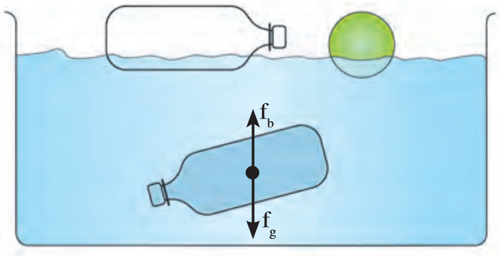
1 m^2 पृष्ठभाग वाले मेज पर समुद्र सतह से $101 x 10^3$ Pa इतना दाब प्रयुक्त होता हैं । इतने प्रचंड दाब से मेज का पृष्ठभाग टूट कर गिरता क्यों नहीं ?

उप्लावक बल (Buoyant force)

करो और देखो ।

प्लास्टिक की एक खाली बोतल लेकर उसका ढक्कन कसकर बंद करो । अब बोतल पानी में डालकर देखो क्या होता हैं । वह पानी पर तैरती हैं । बोतल को नीचे पानी में ढकलने पर वह नीचे जाती है क्या देखो ? ढ़केलने पर भी बोतल पानी के ऊपर आकर तैरती हैं । प्लास्टिक की खोखली गेंद लेकर भी इस प्रकार का प्रयोग कर सकते है । (आकृति 3.10)

अब प्लास्टिक की पानी से पूर्णत: भरी बोतल का ढक्कन कसकर बंद करो और पानी में डालो । बोतल पानी के अंदर तैरते हुए दिखाई देगी, ऐसा क्यों होता है ?



3.10 संतुलित और असंतुलित उप्लावक बल

प्लास्टिक की खाली बोतल और गेंद पानी के पृष्ठभाग पर तैरती है । इसके विपरीत पानी से पूरी भरी हुई बोतल पानी के अंदर तैरती है, वह पूर्णतः डूबती नहीं । अंदर के पानी के द्रव्यमान की अपेक्षा खाली बोतल का द्रव्यमान नगण्य होता है, ऐसी बोतल पूर्णतः डूबती नहीं तथा ऊपर भी आती नहीं । इसका अर्थ पानी से भरी बोतल पर नीचे की दिशा मे प्रयुक्त गुरूत्वीय बल (f_g) उसके विपरीत ऊपर की दिशा में प्रयुक्त बल (f_b) द्वारा संतुलित हुआ होगा । यह बल बोतल के आसपास के पानी द्वारा निर्मित हुआ होगा । पानी में अथवा अन्य द्रव में अथवा गैस में होने वाली वस्तु पर ऊपर की दिशा में प्रयुक्त होनेवाले बल को उप्लावक बल (f_b) कहते हैं ।

थोड़ा सोचो ।

कुँए से पानी निकालते समय डोरी से बाँधी गई बाल्टी पानी में पूर्णतः डूबी होने पर जितनी हल्की महसूस होती है, उसकी अपेक्षा वह पानी से बाहर निकालते समय भारी क्यों लगती है ? उत्प्लावक बल किन बातों पर निर्भर होता है ?

करो और देखो ।

एल्युमिनिअम का एक छोटा सा पतला पतरा लो और किसी एक बाल्टी में पानी लेकर उसे धीरे से डुबाओ, क्या दिखाई देता है ? अब उसी पतरे को मोडकर छोटीसी नाव तैयार करो और पानी में डालो, क्या नाव तैरती हैं ?

लोहे की कील पानी में डुबती है परंतु स्टील का बडा सा जहाज पानी में तैरता है ऐसा क्यों होता है ? द्रव में डुबाए गए वस्तु पर उत्प्लावक बल प्रयुक्त होने के कारण वस्तु के द्रव्यमान में कम होने का आभास होता है ।

मीठे पानी के तरण तालाब में तैरने की अपेक्षा समुद्र के पानी में तैरना आसान होता है । इसका मुख्य कारण है कि समुद्र के पानी का घनत्व मीठे पानी के घनत्व की अपेक्षा अधिक होता है । क्योंकि उसमें लवण मिश्रित होते हैं । इस पुस्तक में तुमने गिलास में पानी भरकर उसमें नींबू डालने पर वह डूबता हैं, परंतु उस पानी में दो चम्मच नमक घोलकर मिश्रित कर उसमें मात्र नींबू तैरता हैं इसका अध्ययन किया है । पानी का घनत्व नमक से बढ़ता है । यहाँ उत्प्लावक बल गुरूत्वीय बल की अपेक्षा अधिक होता है। इस उदाहरण से क्या स्पष्ट होता है ? उप्लावक बल दो बातों पर निर्भर होता है :

1. वस्तु का आयतन – द्रव में डूबे हुए वस्तु का आयतन अधिक होने पर उत्प्लावक बल अधिक होता है ।
2. द्रव का घनत्व – जितना अधिक घनत्व उतना उत्प्लावक बल अधिक होता है ।

क्या तुम जानते हो?

कोई पिंड द्रव में डुबाने पर वह पिंड द्रव में डूबेगा, ऊपर आकर तैरेगा या द्रव के अंदर तैरेगा यह कैसे निश्चित करोगे?

1. उप्लावक बल पिंड़ के भार की अपेक्षा अधिक हो तो पर पिंड़ तैरता हैं।
2. उप्लावक बल पिंड़ के भार की अपेक्षा कम हो तो पिंड़ डूबता हैं।
3. उप्लावक बल पिंड़ के भार के बराबर हो तो वस्तु द्रव में तैरती है।

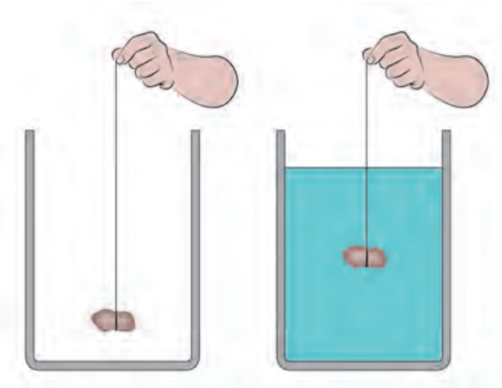
उपर्युक्त प्रकारों में असंतुलित बल कौन-से हैं?

आर्किमिडीज का सिद्धांत :

करो और देखो।

आकृति 3.11 में दिखाए अनुसार एक बडा सा रबर बँड लेकर उसे एक बिन्दु पर काट दो। उसके एक सिरे पर स्वच्छ धोया हुआ एक छोटासा पत्थर अथवा 50 gm का बाँट बांधो।

अब रबड़ बँड का दूसरा सिरा ऊँगलियों से पकड कर वहाँ पेनसे चिन्हांकित करो। पत्थर हवा में लटकाते हुए रखकर ऊपर्युक्त चिह्न से लटकते हुए पत्थर तक की रबड की लंबाई मापो। अब एक पात्र में पानी भरकर पत्थर उसमें डुबेगा ऐसी ऊँचाई तक उसे पकड़ो। अब फिर से रबड़ की लंबाई मापो। क्या दिखाई दिया? यह लंबाई पहले की अपेक्षा कम हुई दिखाई देगी। पानी में पत्थर डुबाने पर तने हुए रबड की लंबाई धीरे-धीरे कम होती हैं और पत्थर पानी में पूर्णतः डूबने पर लंबाई सबसे कम होती है। लंबाई पानी में कम होने का क्या कारण है ?



3.11 प्लावक बल

पानी में पत्थर डूबने पर उस पर ऊपर की दिशा में उत्प्लावक बल प्रयुक्त होता है। पत्थर का भार नीचे की दिशा में प्रयुक्त होता है। जिसके कारण नीचे की दिशा में प्रयुक्त किया गया कुल बल कम होता है।

इस उत्प्लावक बल का परिणाम कितना होता है ?वह किसी भी द्रव के लिए समान होता है, क्या ? सभी वस्तुओं पर उत्प्लावक बल क्या समान परिणाम का होता हैं ? इन प्रश्नों के उत्तर आर्किमिडीज के सिद्धांत में अंतर्भूत है। यह सिद्धांत इस प्रकार है : **कोई वस्तु किसी तरल पदार्थ में अंशतः अथवा पूर्णतः डुबाने पर उसपर ऊपर की दिशा में बल प्रयुक्त होता है और यह बल उस वस्तु द्वारा विस्थापित किए तरल पदार्थ के भार के बराबर होता है।**

थोड़ा सोचो।

आर्किमिड़िज के सिद्धांतानुसार पिछले प्रयोगों के निरीक्षणों का स्पष्टीकरण करो।

परिचय वैज्ञानिकों का

आर्किमिड़िज
(287 ख्रिस्तपूर्व – 212 ख्रिस्तपूर्व)

आर्किमिड़िज ग्रीक वैज्ञानिक और प्रखर बुद्धिमत्ता वाले गणितज्ञ थे। π का ज्ञान उन्होंने गणितीय क्रिया द्वारा प्राप्त किया। भौतिक विज्ञान में घिरनी, कप्पीयाँ, पहिए इन संबंधो में उनका ज्ञान युनानी (ग्रीक) सैनिकों को रोमन सैनिकों के साथ युद्ध करते समय उपयोगी हुआ। भूमिति और अभियांत्रिकी में उनका अमूल्य कार्य उन्हें प्रसिद्धी प्राप्त करवाते गया। बाथ टब में स्नान के लिए उतरने पर बाहर गिरने वाले पानी को देखकर उन्होंने ऊपर्युक्त सिद्धांत की खोज की। 'युरेका, युरेका' याने की 'मुझे मिल गया, मुझे मिल गया' ऐसा चिल्लाते हुए वे उसी अवस्था में रास्ते पर दौड़े।

आर्किमिड़िज के सिद्धांत की उपयुक्तता बड़ी है। जहाज, पनडुब्बियाँ इनकी रचनाओं में इस सिद्धांत का उपयोग किया गया हैं। 'दुग्धमापी' और 'आर्द्रतामापी' ये उपकरण इसी सिद्धांत पर आधारित हैं।

पदार्थ का घनत्व और सापेक्ष घनत्व :

घनत्व $= \frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$, घनत्व की इकाई S.I. प्रणाली में kg/m^3 हैं। पदार्थ की शुद्धता निश्चित करते समय घनत्व यह गुणधर्म उपयोगी होता हैं। पदार्थ का सापेक्ष घनत्व पानी के घनत्व के साथ तुलना करने पर व्यक्त किया जाता हैं।

सापेक्ष घनत्व $= \frac{\text{पदार्थ का घनत्व}}{\text{पानी का घनत्व}}$, यह समान इकाई का अनुपात होने के कारण यह इकाई रहित होता हैं। सापेक्ष घनत्व को पदार्थ का 'विशिष्ट गुरुत्व' भी कहते हैं।

हल किए गए उदाहरण

उदाहरण 1. लकड़ी के तख्ते पर रखे खाने के डिब्बे के आधार का क्षेत्रफल $0.25m^2$ हैं और उसका भार 50 N हैं, तो उस डिब्बे द्वारा तख्ते पर प्रयुक्त किए गए दाब की गणना करो।

दिया गया है : क्षेत्रफल = $0.25\ m^2$, डिब्बे का भार = 50 N, दाब = ?

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{50\ N}{0.25\ m^2} = 200\ N/m^2$$

उदाहरण 2. यदि पानी का घनत्व $10^3\ kg/m^3$ और लोहे का घनत्व $7.85 \times 10^3\ kg/m^3$ हो तो लोहे का सापेक्ष घनत्व ज्ञात करो।

दिया गया है : पानी का घनत्व = $10^3\ kg/m^3$, लोहे का घनत्व = $7.85 \times 10^3\ kg/m^3$

लोहे का सापेक्ष घनत्व = ?

$$\text{लोहे का सापेक्ष घनत्व} = \frac{(\text{लोहे का घनत्व})}{(\text{पानी का घनत्व})}$$

$$= \frac{7.85 \times 10^3 kg/m^3}{10^3 kg/m^3} = 7.85$$

उदाहरण 3. स्क्रू के नुकीले सिरे का क्षेत्रफल $0.5\ mm^2$ है और उसका भार 0.5 N हैं, तो स्क्रू द्वारा लकड़ी के तख्त पर लगाया दाब ज्ञात करो। (Pa में).

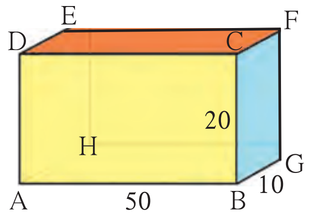
दिया गया है : क्षेत्रफल = $0.5 \times 10^{-6}\ m^2$

स्क्रू का भार = 0.5 N, दाब = ?

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{0.5N}{(0.5 \times 10^{-6} m^2)} = 10^6\ N/m^2$$

$= 10^6$ Pa

उदाहरण 4. एक धातु के आयताकार टुकड़े का द्रव्यमान 10 kg है और उसकी लंबाई 50 cm, चौड़ाई 10 cm तथा ऊँचाई 20 cm है। (आकृति) टेबल पर धातु का आयताकार टुकड़ा दिए गए पृष्ठभागों पर रखने पर उसके द्वारा प्रयुक्त किया गया दाब ज्ञात करो। ABCD, CDEF व BCFG किस स्थिति में दाब महत्तम होगा बताओ।



दिया गया है : धातु के आयताकार टुकडे का भार = mg = 10 x 9.8N = 98 N

पृष्ठभाग ABCD के लिए, लंबाई = 50 cm, ऊँचाई = 20 cm.

क्षेत्रफल = लंबाई x ऊँचाई = 50 cm x 20 cm = $1000\ cm^2 = 0.1 m^2$

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{98}{(0.1)} = 980\ Pa$$

पृष्ठभाग CDEF के लिए, लंबाई = 50 cm चौड़ाई = 10 cm

क्षेत्रफल = लंबाई x चौड़ाई = 50 cm x 10 cm = $500\ cm^2 = 0.05\ m^2$

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{98}{(0.05)} = \frac{9800}{5} = 1960$$

पृष्ठभाग BCFG के लिए ऊँचाई = 20 cm चौड़ाई = 10 cm

क्षेत्रफल = ऊँचाई x चौड़ाई = 20 cm x 10 cm = $200\ cm^2$ = $0.02\ m^2$

$$\text{दाब} = \frac{\text{बल}}{\text{क्षेत्रफल}} = \frac{98\ N}{0.02\ m^2}$$

= 4900 Pa : अधिकतम दाब

$\therefore$ संपर्क क्षेत्रफल जितना कम, उतना दाब अधिक

उदाहरण 5. एक संगमरमर के फर्श के टुकड़े का द्रव्यमान हवा में 100 g हैं, उसका घनत्व 2.5g/cc इतना हो तो उसका पानी में द्रव्यमान कितना होगा?

दिया गया है : हवा में टुकड़े का द्रव्यमान 100 g

घनत्व 2.5g/cc $\therefore$ आयतन = (द्रव्यमान)/(घनत्व) = 100g/(2.5 g/cc) = 40 cc

इसलिए आर्किमिड़ीज के सिद्धांतनुसार पानी में डुबाने पर टुकड़े के आयतन के बराबर अर्थात 40 cc इतना पानी विस्थापित होगा । इस पानी के द्रव्यमान के बराबर अर्थात 40g इतनी कमी टुकड़े के द्रव्यमान में आएगी ।

$\therefore$ पानी में टुकड़े का द्रव्यमान = 100 g - 40g = 60 g

स्वाध्याय

1. **रिक्त स्थानों में उचित शब्द लिखो ।**

अ. SI प्रणाली में बल की इकाई .... है ।
(डाईन, न्यूटन,ज्यूल)

आ. हमारे शरीर पर हवा का दाब .... दाब के बराबर होता है ।
(वायुमंडलीय, समुद्र सतह के ऊपर, अंतरिक्ष के)

इ. किसी एक वस्तु के लिए भिन्न-भिन्न ....द्रव में उत्प्लावक बल .... होता है ।
(एक जैसा, घनत्व के, भिन्न, क्षेत्रफल के)

ई. दाब की SI प्रणाली में इकाई .... है ।
(N/m^3, N/m^2, kg/m^2, Pa/m^2)

2. **बताओ, मेरी जोड़ी किसके साथ !**

अ गट	ब गट
1. प्रवाही पदार्थ	अ. अधिक दाब
2. बिना धार वाली सुई	आ. वायुमंडलीय दाब
3. नुकीली सुई	इ. विशिष्ट गुरुत्व
4. सापेक्ष घनत्व	ई. कम दाब
5. हेक्टो पास्कल	उ. सभी दिशाओं में एक जैसा दाब

3. **निम्न प्रश्नों के संक्षिप्त में उत्तर लिखो ।**

अ. पानी के अंदर प्लास्टिक का टुकडा डालने पर वह पानी में डूबेगा या पानी के पृष्ठभाग पर आएगा? कारण लिखो ।

आ. माल वाहक भारी वाहनों के पट्टियों की संख्या अधिक क्यों होती है ?

इ. हमारे सिर पर हवा का भार लगभग कितना होता है? वह हमें क्यों महसूस नहीं होता ?

4. **ऐसा क्यों घटित होता है ?**

अ. समुद्र के पानी की अपेक्षा मीठे पानी में जहाज अधिक गहराई तक डूबता है ।

आ. धारदार चाकू से फल आसानी से काटे जाते हैं ।

इ. बाँध की दीवार आधारपर अधिक चौड़ी होती है ।

ई. स्थिर बस के अचानक शुरू होने पर बस में बैठे यात्री पीछे की ओर फेंके जाते हैं ।

5. **निम्न तालिका पूर्ण करो ।**

द्रव्यमान (kg)	आयतन (m^3)	घनत्व (kg/m^3)
350	175	-
-	190	4

धातु का घनत्व (kg/m^3)	पानी का घनत्व (kg/m^3)	सापेक्ष घनत्व
-	10^3	5
8.5 x10^3	10^3	-

भार (N)	क्षेत्रफल (m^2)	दाब (Nm^{-2})
-	0.04	20000
1500	500	-

6. **एक धातु का घनत्व 10.8 x10^3 kg/m^3 हैं, तो धातु का सापेक्ष घनत्व ज्ञात करो ।** (उत्तर : 10.8)

7. **एक वस्तु का आयतन 20 cm^3 तथा द्रव्यमान 50 g है। पानी का घनत्व 1 g cm^{-3} हो तो वह वस्तु पानी पर तैरेगी या डुबेगी?** (उत्तर : डुबेगी)

8. **एक 500 g द्रव्यमान वाले को प्लास्टिक के आवरण से बंद किए खोके का आयतन 350 cm^3 है । पानी का घनत्व 1 g cm^{-3} हो, तो खोका पानी पर तैरेगा या डूबेगा ? खोके द्वारा विस्थापित किए गए पानी का द्रव्यमान ज्ञात करो?** (उत्तर : डूबेगा, 350 g)

उपक्रम :

पाठ में दिए गए सभी कृतियों का मोबाइल फोन की मदद से चित्रीकरण करो व अन्य को भेजो ।

JG2R2X