

इकाई 11 बल तथा दाब



- बल - परिमाण, दिशा एवं मात्रका
- दाब - बल एवं दाब में सम्बन्ध, सूत्र एवं मात्रक
- दैनिक जीवन में दाब का प्रभाव
- वायुमण्डलीय दाब, विशेषताएँ, परिवर्तन एवं मापना
- वायुदाब के उपयोग, घनत्व एवं आपेक्षिक घनत्व
- प्लवन, उत्प्लवन बल, आर्किमिडीज का सिद्धान्त, प्लवन के नियम
- द्रव का दाब - घनत्व एवं गहराई का प्रभाव

आप पिछली कक्षा में पढ़ चुके हैं कि बल वह धक्का या खिंचाव है जो एक वस्तु दूसरी वस्तु पर आरोपित करती है। बल के प्रयोग हेतु कम-से-कम दो वस्तुओं के मध्य क्रिया होना आवश्यक है। बल द्वारा वस्तु को स्थिर अथवा गतिमान किया जा सकता है, वस्तु की गति तथा आकृति में भी परिवर्तन किया जा सकता है। इस इकाई में हम बल और उसके प्रभावों का अध्ययन करेंगे -

11.1 बल

क्रियाकलाप 1

- एक खाली बाल्टी उठाइये। इस बाल्टी में पानी भरकर इसे फिर से उठाइये।

दोनों स्थितियों में कब अधिक बल लगाना पड़ता है ?

खाली बाल्टी की अपेक्षा पानी से भरी बाल्टी को उठाने में अधिक बल लगाना पड़ता है। इससे निष्कर्ष निकलता है कि बल में परिमाण होता है।

क्रियाकलाप 2

- मेज पर डस्टर रखें। डस्टर को अ से ब की ओर विस्थापित करें (चित्र 11.1)।
- डस्टर अ को ब तक विस्थापित करने में बल किस दिशा में लगाया गया ?
- पुनः डस्टर को ब से द की ओर विस्थापित करें। अब बल किस दिशा में लगाया गया ?



चित्र 11.1

इससे क्या निष्कर्ष निकलता है ? बल में दिशा होती है।

पहली स्थिति में बल अ से ब दिशा में तथा दूसरी स्थिति में बल ब से द की दिशा में लगाया जाता है। क्या बल को अ से स की दिशा में लगा कर, डस्टर को अ से ब तक विस्थापित कर सकते हैं ? नहीं क्योंकि किसी वस्तु को एक निश्चित दिशा में विस्थापित करने के लिए उस पर बल एक निश्चित दिशा में लगाना आवश्यक है। अतः बल में दिशा होती है।

उपरोक्त दोनों क्रियाकलापों से स्पष्ट है कि

बल में परिमाण और दिशा होती है तथा बल का मात्रक न्यूटन है।

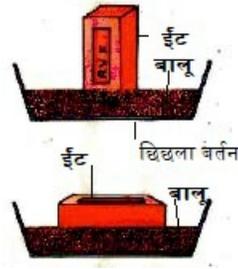
11.2 दाब (बल का प्रभाव)

किसी तल पर बल लगाने से उसका प्रभाव सम्पर्क तल के क्षेत्रफल व परिमाण पर निर्भर करता है।

आइए करके देखें कि सम्पर्क तल के क्षेत्रफल में परिवर्तन से बल के प्रभाव में क्या परिवर्तन होता है?

क्रियाकलाप 3

- एक छिछला बर्तन लें। इसमें लगभग 6 सेन्टीमीटर ऊँची बालू की तह बिछायें।
- एक ईंट लें। पहले इसे बालू में ऊर्ध्वाधर करके रखें, इसके बाद इसे लेटा कर रखें (चित्र 11.2)।
- अवलोकन कीजिए कि किस स्थिति में ईंट बालू में अधिक धँसती है।



चित्र 11.2

ईंट को लेटा कर रखने की अपेक्षा ईंट को खड़ा रखने पर यह बालू में अधिक गहराई तक धँस जाती है। ईंट की प्रथम अवस्था में बालू पर ईंट के सम्पर्क तल का क्षेत्रफल कम होने के कारण ईंट पर बल का प्रभाव अधिक होता है और ईंट की दूसरी अवस्था (लेटा कर रखने पर) में सम्पर्क तल का क्षेत्रफल अधिक होने के कारण उसी बल का प्रभाव कम हो जाता है। अतः

समान बल लगने पर सम्पर्क तल का क्षेत्रफल कम होने से बल का प्रभाव बढ़ जाता है तथा सम्पर्क तल का क्षेत्रफल अधिक होने से बल का प्रभाव घट जाता है।

आइए समझें कि सम्पर्क तल के समान क्षेत्रफल पर विभिन्न परिमाण के बल लगाने का क्या प्रभाव होता है ?

क्रियाकलाप 4

- बालू से भरा एक छिछला बर्तन लें।
- इसमें एक ईंट खड़ी रखें।
- इसके ऊपर चित्रानुसार एक ईंट क्षैतिज रखें।
- इसके पश्चात् इसके ऊपर एक ईंट और रखें



चित्र 11.3

ईंट की किस अवस्था में ईंट बालू में अधिक धँसती है ?

आपने देखा खड़ी ईंट पर एक ईंट के स्थान पर दो ईंटें रखने पर यह बालू में अधिक गहराई तक धँस जाती है। अर्थात् बल का प्रभाव अधिक होता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि

सम्पर्क तल का क्षेत्रफल समान होने पर आरोपित बल का परिमाण बदलने पर बल का प्रभाव बदल जाता है।

उपर्युक्त क्रियाकलापों से यह स्पष्ट है कि सम्पर्क तल पर बल का प्रभाव बल के परिमाण के समानुपाती तथा सम्पर्क तल के क्षेत्रफल के व्युत् क्रमानुपाती होता है। बल के इस प्रभाव को हम दाब से व्यक्त करते हैं।

किसी तल पर बल लगने (आरोपित होने) के कारण दाब उत्पन्न होता है। किसी तल पर दाब, तल के क्षेत्रफल और इस पर लगाये गये अभिलम्बवत् बल पर निर्भर करता है।

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

किसी तल पर लगे अभिलम्बवत् बल को प्रणोद कहते हैं। अतः $\text{दाब} = \frac{\text{प्रणोद}}{\text{क्षेत्रफल}}$

दाब को P से, अभिलम्बवत् बल को F से तथा क्षेत्रफल को A से व्यक्त करने पर $P = \frac{F}{A}$;

यदि A = 1 वर्ग मीटर तो P=F। अतः

एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले अभिलम्बवत् (Normal) बल को दाब कहते हैं।

फ्राँस के वैज्ञानिक ब्लेज पास्कल के सम्मान में दाब का एगु मात्रक पास्कल है। $1 \text{ पास्कल} = 1 \text{ न्यूटन/मीटर}^2$

दाब का MKS मात्रक न्यूटन/मीटर² होता है।

आरोपित बल के परिमाण में वृद्धि एवं क्षेत्रफल में कमी होने पर दाब में वृद्धि तथा बल के परिमाण में कमी एवं क्षेत्रफल बढ़ने से, दाब में कमी होती है।

किसी तल पर बल लगने (आरोपित होने) के कारण दाब उत्पन्न होता है। किसी तल पर दाब, तल के क्षेत्रफल और इस पर लगाये गये अभिलम्बवत् बल पर निर्भर करता है।

11.3 दैनिक जीवन में दाब का प्रभाव

- सेब को पैनी छुरी से काटने पर आसानी से कटता है।
- दफती में नुकीली पिन से छेद करना आसान होता है।
- स्कूली बस्ते या सामान लाने के झोले में डोरी के स्थान पर चौड़े पट्टे के प्रयोग से उसे ले जाने में आसानी होती है।
- मजदूरों को सिर पर पगड़ी पहन कर बोझ ढोना आसान लगता है।
- ट्रकों में चार की जगह छः टायरों का प्रयोग किया जाता है जिससे पीछे के पहियों का सम्पर्क क्षेत्र बढ़ जाने से उसके द्वारा सड़क के तल पर लगने वाला दाब कम हो जाता है।

11.4 वायुमण्डलीय दाब

पृथ्वी चारों तरफ वायु से घिरी है। पृथ्वी के चारों ओर वायु का यह आवरण वायुमण्डल कहलाता है। वायुमण्डल लगभग 100किमी. की ऊँचाई तक फैला हुआ है। वायुमण्डल के कारण पृथ्वी की सतह पर जो दाब लगता है उसे वायुमण्डलीय दाब कहते हैं। इसे संक्षेप में वायु दाब भी कहते हैं।

वायु दाब के प्रभाव

क्रियाकलाप 5

- एक खर चूषक लें। चित्र 11.4 के अनुसार इसे मेज की चिकनी सतह पर रखें।
- इसे नीचे की ओर दबा कर छोड़ दें।
- अब इसे ऊपर की ओर खींचने का प्रयास करें। क्या अनुभव होता है।



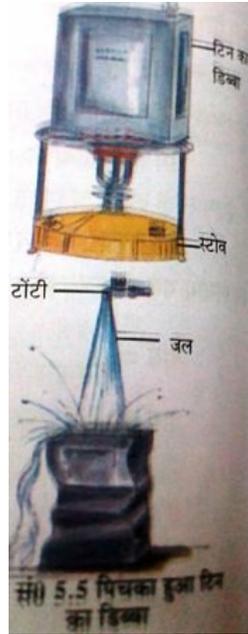
चित्र 11.4

इसे ऊपर की ओर खींचने में कठिनाई होती है। क्यों ?

चूषक को दबाने पर इसके अन्दर की कुछ वायु बाहर निकल जाती है। वायुमंडलीय दाब के कारण इस पर बाहर से वायु दाब पड़ता है फलस्वरूप उसे ऊपर खींचना कठिन हो जाता है।

क्रियाकलाप 6

- पतले टिन का एक डिब्बा लें। इसके चौथाई ऊँचाई तक पानी भरें।
- इसे कुछ देर तक गरम करें जिससे अन्दर की वायु भाप के साथ बाहर निकल जाय। (चित्र 11.5 अ)
- अब डिब्बा बंद करके उसके ऊपर ठंडा पानी डालें (चित्र 11.5 ब)। क्या होता है ?



डिब्बा चारों ओर से पिचक जाता है। क्योंकि डिब्बे के अन्दर की वायु गर्म करने से बाहर निकल जाती है और उसका स्थान जल वाष्प ले लेती है। डिब्बे को ठंडा करने पर वाष्प पानी में बदल जाती है और डिब्बे के अन्दर वायुदाब कम हो जाता है। बाहर की वायु सभी दिशाओं से डिब्बे पर अपेक्षाकृत अधिक दाब डालती है जिससे डिब्बा पिचक जाता है।

वायु दाब का मापन

किसी सतह के एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले वायुमण्डल की वायु के भार से वायुदाब का मान ज्ञात किया जाता है।

$$\text{वायुदाब} = \frac{\text{वायु स्तम्भ का भार (न्यूटन में)}}{\text{क्षेत्रफल (m}^2\text{)}}$$

क्रियाकलाप 7

- एक मीटर लम्बी काँच की नली लें जिसका एक सिरा खुला हो।
- इसे पांरे से पूरा भर लें। पांरा एक तरल चमकदार धातु है, जो ऊष्मा पाकर फैलता है। अब पांरे से भरी नली को उलट कर उसे पांरे से भरे नाद में उल्टा खड़ा करें (चित्र 11.6)। क्या

होता है ?

- पारे का तल नीचे गिरने लगता है और लगभग 76 सेमी की ऊँचाई पर स्थिर हो जाता है क्यों ?



ऐसा वायुमण्डलीय दाब के कारण होता है। पारे के 76 सेमी स्तम्भ द्वारा लगने वाला दाब पारे के तल पर लगने वाले वायुमण्डलीय दाब के बराबर होता है। अतः पारे के स्तम्भ की ऊँचाई के रूप में वायुमण्डलीय दाब को व्यक्त करते हैं। इसे साधारण वायुदाब मापी कहते हैं। वायुदाब कम होने पर नली में पारे के स्तम्भ की ऊँचाई 76 सेमी से कम हो जाती है। वायुदाब अधिक होने पर नली में पारे के स्तम्भ की ऊँचाई 76 सेमी से अधिक हो जाती है।

सावधानी - पारे का वाष्प हानिकारक है अतः इस क्रियाकलाप को शिक्षक की देख-रेख में करें

प्रामाणिक वायुदाब

समुद्र तल पर वायुमंडल का दाब पारे के 76 सेमी ऊँचे स्तम्भ के दाब के बराबर होता है। इसका मान 1.013×10^5 न्यूटन / मीटर² होता है। इसे प्रामाणिक वायुदाब कहते हैं।

वायु दाब का मापन कैसे किया जाता है ?

निर्द्रव दाबमापी

वायुदाब निर्द्रव दाबमापी से भी ज्ञात करते हैं। इसमें एक गोलाकार धातु का डिब्बा होता है ; जिसके ऊपर की सतह (कन)पतली, लहरदार एवं वायुमण्डलीय दाब के परिवर्तन के प्रति सूक्ष्मग्राही होती है चित्र 11.7। डिब्बे के अन्दर की हवा निकाल दी जाती है। वायुमण्डलीय दाब बढ़ने पर ऊपरी सतह अंदर दब जाती है और दाब कम होने पर सतह ऊपर उठ जाती है। सतह की इस गति के कारण अन्दर लगी कमानें दब जाती हैं या ऊपर उठ जाती हैं। इससे लगे लीवर

से एक संकेतक, जुड़ा होता है जो पैमाने पर दाब का पाठ्याँक देता है।

निर्द्रव दाबमापी घड़ी की आकृति का होता है। इसमें द्रव का प्रयोग नहीं किया जाता है। अतः इसे सरलता पूर्वक एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाया जा सकता है।



चित्र 11.7 निर्द्रव दाबमापी

स्थान के सापेक्ष वायुदाब में परिवर्तन

पृथ्वी की सतह से लगभग 110 मीटर ऊपर जाने पर वायुमण्डलीय दाब का मान पारे के 1 सेमी स्तम्भ के बराबर नीचे गिर जाता है। नैनीताल की समुद्र तल से ऊँचाई 1800 मीटर है, वहाँ पर वायुदाब का मान केवल 60 सेमी पारे के स्तम्भ के बराबर है।

समुद्र तल से स्थान की ऊँचाई बदलने से दाब भी बदल जाता है। अतः स्थान की ऊँचाई के सापेक्ष वायुदाब बदलता है। इस कारण किसी स्थान का वायुदाब ज्ञात करके उसकी समुद्र तल से ऊँचाई ज्ञात की जा सकती है।

क्या किसी अन्य कारण से भी वायुदाब बदलता है ?

एक निर्द्रव दाबमापी से प्रातः 8 बजे और सायं पाँच बजे एक ही स्थान का दाब लें। क्या दोनों पाठ्याँक एक हैं ? पाठ्याँक में थोड़ा अन्तर हो सकता है। किसी स्थान पर वायुदाब थोड़ा-बहुत घटता बढ़ता रहता है। ऐसा स्थानीय वायुमण्डल की परिस्थितियों में बदलाव के कारण होता है।

11.5 वायुदाब के उपयोग

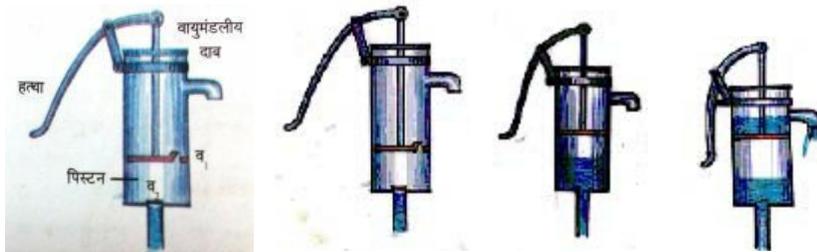
जल पम्प, साइकिल पम्प, फुटबाल पम्प आदि की कार्य विधि वायुदाब पर आधारित है।

जल पम्प

जल पम्प की संरचना चित्र 11.8 के अनुसार होती है।

पम्प के हैंडिल को ऊपर उठाने पर चित्रानुसार पिस्टन नीचे जाता है। पिस्टन का वाल्व व1 खुल जाता है और वायु बाहर निकल जाती है तथा वायु दाब के कारण पम्प की नली का वाल्व व2 बंद हो जाता है। (चित्र 11.8 क)।

पम्प के हैंडिल को नीचे करने पर पिस्टन ऊपर उठता है। पिस्टन के नीचे वायुदाब कम होने के कारण वाल्व व1 बंद हो जाता है और वाल्व व2 खुल जाता है। फलस्वरूप जल बेलन के अन्दर चढ़ जाता है (चित्र 11.8 ख)। पुनः हैंडिल को ऊपर ले जाने पर पिस्टन नीचे की ओर जाता है। जल का दाब बढ़ने के कारण वाल्व व1 खुल जाता है (वाल्व व2 बंद रहता है) और पम्प में जल पिस्टन के ऊपर भर जाता है (चित्र 11.8 ग)। हैंडिल को नीचे ले जाने पर पिस्टन ऊपर उठता है। जल दाब के कारण वाल्व व1 बंद हो जाता है फलस्वरूप चित्रानुसार जल टोंटी से बाहर निकलने लगता है। इस समय वाल्व व2 खुल जाता है और पम्प के अन्दर जल नीचे से आकर भरने लगता है। इस प्रकार पम्प के हैंडिल के ऊपर-नीचे करने से लगातार जल निकलने लगता है (चित्र 11.8 घ)।



क

ख

ग

घ

चित्र 11.8

फुटबाल पम्प

फुटबाल पम्प द्वारा फुटबाल में हवा भरते समय ब्लैंडर में लगी पतली नली पर पम्प का निचला सिरा कस कर लगा देते हैं (चित्र 11.9)। जब पिस्टन को बाहर की ओर खींचते हैं तो चमड़े का वाशर सिकुड़ जाता है और बाहर की वायु वाशर को दबा कर बेलन के अन्दर भर जाती है। इस समय गोली रूपी वाल्व नली के ऊपरी मुँह को बन्द रखता है।

पिस्टन को नीचे दबाते हैं तो चमड़े का वाशर पम्प के अन्दर वायुदाब बढ़ने के कारण फैल जाता है तथा बेलन की दीवार से सट जाता है। बेलन के अन्दर वायु दाब बढ़ने के कारण नली में गोली अपने स्थान से हट जाती है और वायु ब्लैंडर में पहुँच जाती है। हथके को कई बार ऊपर नीचे करने से ब्लैंडर में वायु भरती जाती है।



चित्र 11.9 फुटबाल पम्प

साइकिल पम्प

इसमें धातु का खोखला बेलन होता है (चित्र 11.10)। इसके निचले सिरे पर साइकिल में हवा भरने के लिए रबर ट्यूब एवं हवा भरते समय पम्प को जमीन पर स्थिर रखने हेतु धातु की एक पट्टी लगी होती है। इस पट्टी को पैर से दबाकर पम्प को सीधा खड़ा रखते हैं। पिस्टन के ऊपरी सिरे पर हत्था लगा रहता है, हथके से लगी हुई एक छड़ के निचले सिरे पर एक धातु की चकती कसी होती है, जिसके ऊपर चमड़े की आकृति का वाशर लगा रहता है। यह वाशर वाल्व का कार्य भी करता है।



चित्र 11.9 साइकिल पम्प

साइकिल पम्प के हत्थे को ऊपर की ओर खींचा जाता है तब पिस्टन के नीचे खाली स्थान बढ़ने के फलस्वरूप वायु दाब कम हो जाता है। पिस्टन के ऊपर से हवा दबाव डालकर वायु के नीचे बेलन में भर जाती है। जब हत्थे को नीचे दबाया जाता है तब पिस्टन के नीचे की वायु पर दाब बढ़ता है, जिसके कारण वायु के किनारे फैल कर बेलन से चिपक जाते हैं और दबी हुई वायु रबर की नली से होकर ट्यूब में चली जाती है। पम्प से दबी हुई वायु वाल्व ट्यूब की सहायता से निकल कर रबर नली के द्वारा साइकिल ट्यूब में जाती है। साइकिल ट्यूब में भरी वायु के इस वाल्व ट्यूब पर बाहर से दाब डालने के कारण ट्यूब में भरी वायु बाहर नहीं निकल पाती है। पिस्टन को बार-बार ऊपर-नीचे करने से साइकिल ट्यूब में हवा भर जाती है।

11.6 घनत्व

किसी वस्तु के द्रव्यमान तथा आयतन के अनुपात को उस वस्तु के पदार्थ का घनत्व कहते हैं।

घनत्व = $\frac{\text{द्रव्यमान}}{\text{आयतन}}$ $d = \frac{m}{V}$, (घनत्व को d , द्रव्यमान को m से तथा आयतन को V से व्यक्त करने पर)

घनत्व का मात्रक किलोग्राम/मीटर³ होता है।

यदि $V = 1$ तो $d = m$ अतः मात्रक आयतन में वस्तु की मात्रा को उसका घनत्व कहते हैं।

जल का घनत्व $\cdot 1000$ किग्रा/मी³, पारे का घनत्व $\cdot 13600$ किग्रा/मी³

आपेक्षिक घनत्व (R)

किसी वस्तु के घनत्व तथा 4°C जल के घनत्व के अनुपात को उस वस्तु का आपेक्षित घनत्व कहते हैं।

आपेक्षिक घनत्व (Relative Density)

आपेक्षिक घनत्व को हाइड्रोमीटर से मापा जाता है। 40°C पर पानी का घनत्व अधिकतम तथा आयतन न्यूनतम होता है।

11.7 उत्प्लावन बल (Upthrust)

किसी वस्तु को पानी या द्रव में डुबाने पर द्रव का कितना आयतन (Volume) विस्थापित होता है? आओ करके देखें।

क्रियाकलाप 8

- काँच का एक आयताकार गुटका लें और इसका आयतन ज्ञात करें।
- पानी से पूर्णतः भरा हुआ एक बर्तन खाली टब में रखें।
- काँच के गुटके को इसमें पूर्णतः डुबा कर गुटके द्वारा विस्थापित जल टब में एकत्र करें।
- विस्थापित जल का आयतन ज्ञात करें।
- काँच के गुटके के आयतन और इस गुटके द्वारा विस्थापित पानी के आयतन में क्या सम्बन्ध है ?

आपने देखा कि गुटके का आयतन विस्थापित जल के आयतन के बराबर है। अतः

किसी वस्तु को पानी में या द्रव में पूर्णतः डुबाने पर वह अपने आयतन के बराबर द्रव विस्थापित करती है।

किसी वस्तु को पानी में डुबाने पर उसके भार पर क्या प्रभाव पड़ता है ? आओ करके देखें -

क्रियाकलाप 9

- एक ईट लेकर उसे हवा में उठाये फिर उसे पानी से भरे बर्तन में हाथ पर रखकर डुबोइयें (चित्र 11.11)।
- आपने ईट के भार में क्या परिवर्तन महसूस किया

आप महसूस करते हैं कि ईट हल्की मालूम पड़ती है। क्योंकि ईट को पानी में डुबोने पर ईट द्वारा अपने आयतन के बराबर हटाये गये पानी द्वारा ईट पर ऊपर की ओर बल लगता है। इस बल को उत्प्लावन बल कहते हैं। यह वस्तु के भार की दिशा के विपरीत दिशा में होता है। इसी कारण ईट हल्की लगती है।



किसी वस्तु को किसी द्रव में डुबोने पर उसके भार में कमी प्रतीत होती है।

क्या आपने कुँ से पानी खींचते समय पानी से भरे बाल्टी को पानी के अन्दर तथा पानी की सतह से ऊपर की ओर खींचने में आवश्यक बल में अन्तर का अनुभव किया है? पानी से भरे मग या लोटे को पानी के अन्दर तथा बाहर उठाकर देखें। क्या दोनों स्थितियों में आपको बराबर बल लगाना पड़ता है ? क्या इस अवलोकन को उत्प्लावन बल की संकल्पना से समझा जा सकता है?

उत्प्लावन बल किस प्रकार बदलता है

लोहे के हुक लगे एक बेलन को स्प्रिंग तुला से लटका कर वायु में उसका भार नोट करें (चित्र 5.12).

- काँच का एक टोटी दार चित्रानुसार बर्तन लें ।
- इसे टोटी के स्तर तक जल से भरें ।
- टोटी के मुँह पर एक स्प्रिंग बैलेंस से लटकी पॉलीथीन की थैली इस प्रकार समायोजित करें कि पानी से भरे बर्तन से निकला पानी इस थैली में एकत्र हो जाय।
- अब स्प्रिंग बैलेंस से लटके लोहे के बेलन को धीरे-धीरे पानी के अन्दर डुबाएं । क्या होता

हैं ?

- लोहे का बेलन पानी में डुबाते जाने पर पानी निकल कर थैली में भरता जाता है .
- बेलन को धीरे-धीरे नीचे करते हुए पानी में पूर्णतः डुबा दें।
- इस अवस्था में इन दोनों तुलाओं के पाठ्याँक नोट कर लें।

बेलन के वायु में लटकी अवस्था के पाठ्याँक में से बेलन के जल में पूर्णतः डूबी अवस्था का पाठ्याँक घटा दें। पाठ्याँक के इस अन्तर का क्या कारण है ? बेलन के भार में यह कमी उत्प्लावन बल के कारण है। भार की इस कमी और थैली में एकत्र पानी के भार में क्या सम्बन्ध है ? दोनों लगभग समान हैं। क्या निष्कर्ष निकलता है ?

बेलन के भार में कमी उसके द्वारा हटाये गये पानी के भार के बराबर होती है। पानी के स्थान पर अन्य द्रव लेने पर भी समान परिणाम मिलते हैं।



जब कोई वस्तु किसी द्रव में पूर्णतः या आंशिक रूप से डुबोई जाती है तो उसके भार में कमी आती है। भार में यह कमी उस वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होती है।

सर्व प्रथम यूनान देश के वैज्ञानिक आर्कमिडीज ने इसे ज्ञात किया था। इन्हीं के नाम पर इसे आर्कमिडीज का सिद्धान्त कहते हैं।

समान भार की वस्तु की आकृति बदलने पर उत्प्लावन बल के मान पर क्या प्रभाव पड़ता है ?

क्रियाकलाप 11

- धातु की एक कटोरी लें। कटोरी के भार के बराबर उसी धातु का टुकड़ा लें।
- कटोरी तथा धातु के टुकड़े को पानी से भरे बरतन में बारी-बारी से डालें। क्या होता है ?

- धातु का टुकड़ा डूब जाता है जबकि कटोरी पानी पर तैरती रहती है। क्यों
- धातु का टुकड़ा जितना जल विस्थापित करता है, उस पर लगा उत्प्लावन बल उस पानी के भार के बराबर होता है। उत्प्लावन बल धातु के टुकड़े के भार से कम होने के कारण वह डूब जाता है।
- कटोरी की विशिष्ट आकृति के कारण उसके द्वारा हटाये गये पानी का भार या उत्प्लावन बल उसके भार के बराबर होता है। अतः कटोरी पानी में तैरती रहती है। भार में धातु के टुकड़े के बराबर होने पर भी कटोरी में अधिक उत्प्लावन बल लगने के कारण, कटोरी पानी में तैरती रहती है।

वस्तु पर लगने वाला उत्प्लावन बल उसकी आकृति एवं आकार पर निर्भर करता है।

11.8 प्लवन

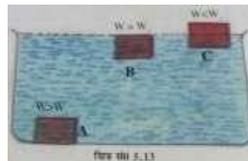
पानी (द्रव) में वस्तुएं तैरती और डूबती क्यों हैं (चित्र 11.13)

यदि किसी वस्तु का हवा में भार W_1 है। वस्तु को पानी में डुबोने पर वस्तु पर लगने वाला उत्प्लावन बल W_2 है।

सोचिए क्या होगा यदि -

1. $W_1 > W_2$, 2. $W_2 = W_1$, 3. $W_2 < W_1$

- पहली स्थिति में वस्तु पानी में डूब जायेगी।
- दूसरी स्थिति में वस्तु पानी में पूर्णतः डूबी हुई तैरेगी।
- तीसरी स्थिति में वस्तु पानी की सतह पर तैरती रहेगी तथा इसका कुछ अंश पानी में डूबा रहेगा। शेष भाग सतह के ऊपर रहेगा।



चित्र 11.13

इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि -

वस्तु का भार उत्प्लावन बल के बराबर या इससे कम होने पर वस्तु तैरती रहती है।

चूँकि वस्तु पर कार्यरत उत्प्लावन बल = वस्तु द्वारा विस्थापित द्रव का भार

इसलिए जब वस्तु का भार वस्तु द्वारा हटाए गए पानी के भार के बराबर होता है तो वस्तु पानी की सतह पर पूर्णतः डूबी हुई तैरती है इसे प्लावन का सिद्धान्त कहते हैं।

जिन वस्तुओं का घनत्व द्रव के घनत्व से अधिक होता है ऐसी वस्तुएं द्रव में डूब जाती हैं। घनत्व बराबर होने पर वस्तु द्रव में पूरी तरह डूबी हुई तैरती है तथा यदि वस्तु का घनत्व द्रव के घनत्व से कम है तो वस्तु आंशिक रूप से डूबी हुयी तैरती है।

द्रव का दाब

क्रियाकलाप 12

- एक काँच की नली लीजिए।
- नली के एक सिरे पर गुब्बारे को धाने से बाँधे (चित्र 11.14)।
- नली के ऊपरी सिरे से पानी डालिए।
- पानी डालने पर क्या होता है ?



चित्र 11.14

गुब्बारा फूल जाता है। पानी की मात्रा बढ़ाने पर नली में पानी का स्तर बढ़ जाता है और गुब्बारा अधिक फूलता है। ऐसा क्यों ?

जल स्तर बढ़ने से पेंदी पर दाब बढ़ जाता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि

द्रव बर्तन की पेंदी पर दाब डालता है।

क्या द्रव क्षैतिज दिशा में भी दाब डालता है ? आओ करके देखें -

क्रियाकलाप 13

- एक क्षैतिज टोटी लगा बर्तन लें। टोटी के मुँह पर गुब्बारा बाँधें।
- बर्तन को पानी से भरें। गुब्बारे की आकृति पर क्या प्रभाव पड़ता है ?
- गुब्बारा फूल जाता है। (चित्र 11.15)



चित्र 11.15 द्रव का क्षैतिज दिशा में दाब

क्या निष्कर्ष निकलता है।

द्रव बर्तन की दीवारों पर क्षैतिज दिशा में भी दाब डालता है।

क्या द्रव सभी दिशाओं में दाब डालता है। आओ करके देखें -

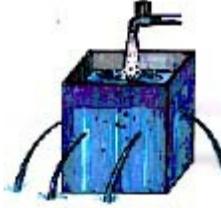
क्रियाकलाप 14

- एक टिन का डिब्बा लें।

- इसमें समान ऊँचाई पर चारों ओर छिद्र बनायें।
- इसे पानी से भरे क्या होता है ?

जल सभी दिशाओं में समान रूप से निकलता है और जल की धाराएं समान दूरी पर गिरती हैं।
(चित्र 11.16)

द्रव सभी दिशाओं में समान दाब डालता है।



चित्र 11.16

क्रियाकलाप 15

- टोटी लगे टिन के दो डिब्बे लें और टोटियों के मुँह पर गुब्बारा बाँध लें। दोनों डिब्बों में क्रमशः असमान ऊँचाई तक द्रव भर लीजिए। (चित्र 11.17)
- दोनों डिब्बों में लगे गुब्बारों के फूलने का अवलोकन कीजिए। अतः

चित्र 11.17 'ख' में लगा गुब्बारा चित्र 11.17 'क' में लगे गुब्बारे की तुलना में अधिक फूलता है।

अतः द्रव का दाब गहराई बढ़ने के साथ-साथ बढ़ता है।



चित्र 11.17 `क` चित्र 11.17 `ख`

द्रव का दाब (P), द्रव स्तम्भ की ऊँचाई (h), द्रव के घनत्व (d) तथा गुरुत्वीय त्वरण (g) पर निर्भर करता है।

गणितीय रूप में, $P=hdg$

हमने सीखा

- किसी वस्तु पर उसकी गति की दिशा में आरोपित बल उसके द्रव्यमान तथा त्वरण के गुणनफल के बराबर होता है।
- एकांक क्षेत्रफल पर लगने वाले अभिलम्बवत् बल को दाब कहते हैं।
- पृथ्वी की सतह से लगभग 110 मीटर ऊपर जाने पर वायुमण्डलीय दाब का मान 1 सेमी स्तम्भ के बराबर नीचे गिर जाता है।
- किसी वस्तु के द्रव्यमान तथा आयतन के अनुपात को उस वस्तु का घनत्व कहते हैं।
- किसी वस्तु का आपेक्षिक घनत्व उस वस्तु के घनत्व तथा 4°C पर पानी के घनत्व का अनुपात होता है।
- 4°C पर पानी का घनत्व अधिकतम तथा आयतन न्यूनतम होता है।
- जब कोई वस्तु किसी द्रव में पूर्णतः या आंशिक रूप से डुबोई जाती है तो उसके भार में कमी प्रतीत होती है। भार में यह आभासी कमी उस वस्तु द्वारा हटाए गए द्रव के भार के बराबर होती है। इसे आर्कमीडिज का सिद्धान्त कहते हैं।
- द्रव का दाब (P), द्रव स्तम्भ की ऊँचाई (h), द्रव के घनत्व (d) तथा गुरुत्वीय त्वरण (g) पर निर्भर करता है।

अभ्यास प्रश्न

1. निम्नलिखित प्रश्नों में सही विकल्प छाँटकर अभ्यास पुस्तिका में लिखिए -

(क) दाब का मात्रक है -

(अ) न्यूटन-मीटर (ब) किलोग्राम

(स) जूल (द) न्यूटन/मीटर²

(ख) यदि किसी वस्तु को जल में पूर्णतः डुबोने पर उस पर लगने वाला उत्प्लावन बल, वस्तु के भार से कम है, तो

(अ) वस्तु जल में डूब जायेगी।

(ब) वस्तु सतह पर तैरेगी।

(स) वस्तु जल में कुछ डूबी हुयी तैरेगी।

(द) वस्तु सतह के नीचे पूरी डूबी हुयी तैरेगी।

(ग) मात्रक (एकांक) क्षेत्रफल पर लगने वाले बल को कहते हैं -

(अ) कार्य (ब) गतिज ऊर्जा

(स) दाब (द) इनमें से कोई नहीं

(घ) यदि 1 मीटर लम्बाई, 1 मीटर चौड़ाई तथा 1 मीटर ऊँचाई वाले बर्तन को पूरी तरह पारे से भर दें तो उस बर्तन में पारे का द्रव्यमान होगा -

(अ) 13.6 किग्रा (ब) 136 किग्रा

(स) 1360 किग्रा (द) 13600 किग्रा

2. नीचे दिए गये वाक्यों में रिक्त स्थानों की पूर्ति अपनी अभ्यास पुस्तिका में कीजिए -

(क) किसी तल पर लगने वाले अभिलम्बवत् बल को कहते हैं।

(ख) चाकू को रेत कर इसकी धार के क्षेत्रफल को करते हैं।

(ग) समुद्र तल पर सामान्य स्थिति में वायुमण्डलीय दाब पारे के स्तम्भ के बराबर होता है

(घ) घनत्व तथा के घनत्व का अनुपात आपेक्षिक घनत्व कहलाता है।

(ङ) द्रव सभी दिशाओं में दाब डालता है।

3. निम्नलिखित कथनों में सही कथन के सम्मुख सही (✓) और गलत के कथन के सामने गलत (×) लिखिए

(क) बल में परिमाण होता है, किन्तु दिशा नहीं होता है।

(ख) पृथ्वी के चारों ओर वायु का आवरण वायुमण्डल कहलाता है।

(ग) किसी नियत स्थान पर वायुदाब अलग-अलग समय पर परिवर्तित हो सकता है।

(घ) द्रव बर्तन की दीवारों पर क्षैतिज दिशा में दाब नहीं डालता है।

(ङ) किसी वस्तु को द्रव में डुबोने पर उसका भार बढ़ जाता है।

4. निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर एक शब्द में दीजिए

(क) पृथ्वी द्वारा सभी वस्तुओं पर लगाया गया आकर्षण बल।

(ख) इकाई क्षेत्र पर कार्य करने वाला अभिलम्बवत् बल।

(ग) वह बल जो वस्तु को जल में तैरते हुए रखती है।

(घ) दाब का S.I. मात्रक है।

5. निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर अपनी अभ्यास पुस्तिका में लिखिए -

(क) जल पम्प में कितने वाल्व होते हैं ? प्रत्येक का कार्य स्पष्ट करें।

(ख) निर्द्रव दाबमापी का सचित्र वर्णन कीजिए।

(ग) साइकिल पम्प की कार्यविधि का सचित्र वर्णन कीजिए।

(घ) उत्प्लावन बल किसे कहते हैं ? इसके आधार पर प्लवन का सिद्धान्त स्पष्ट करें।

(ङ) आर्कमिडीज का सिद्धान्त क्या है ?

6. निम्नलिखित प्रश्नों को अपनी उत्तर पुस्तिका में हल कीजिए -

(क) 50 मीटर गहरे समुद्र की तली पर दाब क्या होगा ? (समुद्र के जल का घनत्व $\cdot 1.01 \times 10^3$ किग्रा/मी³ ; $g=10$ मी/से²)

(ख) एक हाथी का भार 25000 न्यूटन है। यदि उसके पैर के तलों का क्षेत्रफल 0.25 मीटर² है, तो उसके द्वारा आरोपित दाब की गणना कीजिए।

(ग) दिखाइए कि जल पम्प द्वारा 10 मीटर तक की गहराई से जल निकाल सकते हैं।

(वायुमण्डलीय दाब $\cdot 76$ सेमी पारे के स्तम्भ का दाब, पारे का घनत्व $\cdot 13.6 \times 10^3$ किग्रा/मी³ गुरुत्वीय त्वरण $\cdot 10$ मी./से²)

7. आप पिन को नुकीला क्यों बनाते हैं ?

8. निम्नलिखित प्रश्नों के चार पद हैं। बाँयी ओर के पदों के अनुसार बाँयी ओर रिक्त स्थान की पूर्ति कीजिए-

(क) बल : न्यूटन :: वायुदाब :

(ख) दाब : पास्कल :: बल :

(ग) क्षेत्रफल : वर्गमीटर :: आयतन :

(घ) यदि W_1 तथा W_2 क्रमशः वस्तु के भार तथा उत्प्लावन बल हो तों

$W_1 < W_2$: वस्तु तैरगी :: $W_1 > W_2$:

(ङ) सम्पर्क तल का क्षेत्रफल कम : दाब अधिक :: : दाब कमी

प्रोजेक्ट कार्य

दैनिक जीवन में दाब का प्रभाव कहाँ-कहाँ पड़ता है, अपने अनुभवों को अभ्यास पुस्तिका में लिखिए तथा सहपाठियों के साथ चर्चा कीजिए।

[BACK](#)