

کش ثقل

(Gravitation)

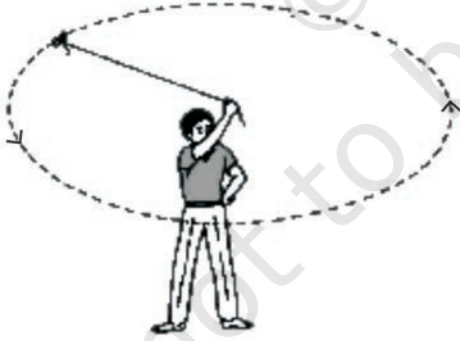


4916CH10

چاند، زمین کی طرف گرتا ہے، بجائے اس کے کہ وہ ایک خط مستقیم میں باہر کی طرف جائے۔ اس لیے یہ یقینی طور پر زمین کے تئیں کشش کا اظہار کرتا ہے۔ لیکن ہم چاند کو پچھلے زمین کی طرف گرتا ہوا نہیں دیکھتے۔ زمین اور چاند کے درمیان قوت کشش اور چاند کی خط مستقیم میں یکساں حرکت دونوں ساتھ مل کر چاند کو زمین کے گرد چکر لگواتی ہیں۔ آئیے مندرجہ ذیل سرگرمی کے ذریعے چاند کی حرکت کو سمجھنے کی کوشش کریں۔

10.1 سرگرمی

- ایک دھاگے کا ٹکڑا لیجیے۔
- اس کے ایک سرے پر ایک پتھر باندھ دیجیے۔ دوسرے سرے کو ہاتھ میں پکڑ لیے اور اسے گھمائیے، جیسا کہ شکل 10.1 میں دکھایا گیا ہے۔
- پتھر کی حرکت کو نوٹ کیجیے۔
- دھاگے کو چھوڑ دیجیے۔ پتھر پتھر کی حرکت کی سمت نوٹ کیجیے۔



شکل 10.1: ایک پتھر جو دائری راستہ پر مستقلہ عددی قدر کی رفتار سے حرکت کر رہا ہے

باب 8 اور باب 9 ہم نے اشیا کی حرکت کے بارے میں اور قوت کا حرکت کی وجہ کے طور پر مطالعہ کیا۔ ہم نے سیکھا کہ ایک شے کی حرکت کی چال یا اس کی سمت تبدیل کرنے کے لیے قوت درکار ہوتی ہے۔ ہم یہ دیکھتے ہیں کہ اگر کوئی شے کچھ اونچائی سے گرائی جائے تو زمین کی طرف گرتی ہے۔ ہم جانتے ہیں کہ تمام سیارے سورج کے گرد چکر لگاتے ہیں۔ چاند زمین کے گرد چکر لگاتا ہے۔ ان تمام صورتوں میں، اشیا پر، سیاروں پر، چاند پر، کوئی قوت کام کر رہی ہوگی۔ آئزک نیوٹن (Issac Newton, 1642-1727) یہ بات سمجھ گئے تھے کہ ان تمام صورتوں کے لیے ایک ہی قوت ذمہ دار ہے۔ یہ قوت، کشش ثقل (Gravitational Force) کہلاتی ہے۔

اس باب میں ہم کشش ثقل اور کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون (Universal Law) کے بارے میں سیکھیں گے۔ ہم زمین پر کشش ثقل کے زیر اثر اشیا کی حرکت سے بحث کریں گے۔ ہم مطالعہ کریں گے کہ چیزوں کا وزن ایک مقام سے دوسرے مقام پر کیسے تبدیل ہو جاتا ہے۔ ان شرائط سے بھی بحث کریں گے، جن کے تحت اشیا رقیق (Liquid) میں تیرتی ہیں۔

10.1 کشش ثقل (Gravitation)

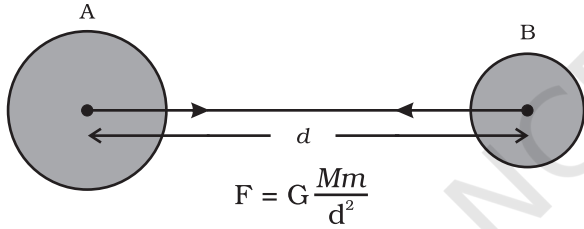
ہم جانتے ہیں کہ چاند زمین کے گرد گھومتا ہے۔ کسی شے کو جب اوپر کی طرف پھینکا جاتا ہے، تو وہ کچھ اونچائی تک پہنچتی ہے اور پھر نیچے گر جاتی ہے۔ یہ کہا جاتا ہے کہ ایک بار نیوٹن سیب کے درخت کے نیچے بیٹھا ہوا تھا تو ایک سیب اس کے اوپر گر پڑا۔ سیب کے گرنے کے واقعہ نے نیوٹن کو یہ سوچنے پر مجبور کر دیا کہ اگر زمین ایک سیب کو اپنی جانب کشش کر سکتی ہے تو کیا یہ چاند کے تئیں کشش کا اظہار نہیں کر سکتی؟ کیا دونوں صورتوں میں لگ رہی قوت یکساں ہے؟ اس نے اندازہ لگایا کہ دونوں صورتوں کے لیے ذمہ دار قوتیں یکساں قسم کی ہے۔ اس نے کہا کہ اپنے مدار (Orbit) کے ہر نقطے پر،

ہمارے نظام شمسی (Solar System) میں تمام سیارے سورج کے گرد چکر لگاتے ہیں۔ اسی طور پر توجیہ کرتے ہوئے ہم کہہ سکتے ہیں کہ سورج اور سیاروں کے درمیان بھی ایک قوت موجود ہے۔ ان حقائق سے نیوٹن نے نتیجہ اخذ کیا کہ صرف زمین ہی سیب اور چاند کو اپنی طرف کشش نہیں کرتی بلکہ اس کائنات کی تمام مادی اشیا ایک دوسرے کو کشش کرتی ہیں۔ اشیا کے درمیان یہ قوت، کشش کی قوت (Force of Attraction) کہلاتی ہے۔ نظام شمسی میں مختلف سیارے، سورج سے مختلف فاصلوں پر ہیں۔ (i) سورج اور زمین (ii) سورج اور سیارہ پلوٹو (Pluto) کے درمیان کشش ثقل کی عددی قدریں کیا ہوں گی؟

10.1.1 کشش ثقل کا ہمہ گیر قانون

(Universal Law of Gravitation)

کائنات میں ہر مادی شے دوسری مادی شے کو جس قوت سے کشش کرتی ہے، وہ ان کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے متناسب اور ان کے درمیانی فاصلے کے مربع کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔ یہ قوت دونوں اشیا کے مرکزوں کو ملانے والے مستقیم خط کی سمت میں ہوتی ہے۔



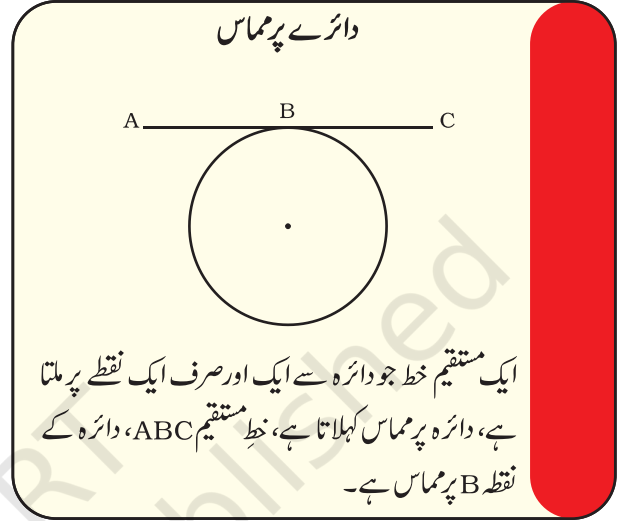
شکل 10.2: دو ہموار اشیا کے مابین کشش ثقل، ان کے مراکز کو ملانے والے مستقیم خط کی سمت میں ہے۔

فرض کیجیے کہ دو اشیا A اور B جن کی کمیتیں بالترتیب M اور m ہیں، ایک دوسرے سے d فاصلے پر ہیں جیسا کہ شکل 10.2 میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کیجیے کہ دونوں اشیا کے درمیان قوت کشش F ہے۔ کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون کے مطابق دونوں اشیا کے درمیان قوت، ان کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے متناسب ہے۔ یعنی،

$$F \propto M \times m \quad (10.1)$$

اور دونوں اشیا کے درمیان قوت، ان کے مابین فاصلے کے مربع کے معکوس تناسب میں ہے۔ یعنی:

دھاگہ چھوڑنے سے پہلے پتھر، دائری راستے پر ایک مخصوص چال کے ساتھ حرکت کرتا ہے اور اپنی سمت ہر نقطہ پر تبدیل کرتا رہتا ہے۔ سمت میں تبدیلی کا مطلب ہے رفتار میں تبدیلی یا اسراع۔ وہ قوت جو یہ اسراع پیدا کر رہی ہے اور جسم کو دائری راستے پر حرکت میں رکھ رہی ہے، مرکز کی سمت میں لگ رہی ہے۔ یہ قوت مرکز جو (Centripetal) قوت کہلاتی ہے۔ اس قوت کی غیر موجودگی میں پتھر ایک خط مستقیم پر حرکت کرتا ہے۔ یہ خط مستقیم، دائری راستے پر مماس (Tangent) ہوگا۔



زمین کے گرد چاند کی حرکت مرکز جو قوت کی وجہ سے ہے۔ مرکز جو قوت، زمین کی قوت کشش کی وجہ سے مہیا ہوتی ہے۔ اگر ایسی کوئی قوت نہیں ہو تو چاند خط مستقیم میں یکساں حرکت سے چلتا رہے گا۔ یہ دیکھنے میں آتا ہے کہ ایک گرتا ہوا سیب زمین کی طرف کشش کا اظہار کرتا ہے کیا سیب بھی زمین کو کھینچتا ہے؟ اگر ہاں، تو ہم زمین کو سیب کی طرف حرکت کرتے کیوں نہیں دیکھتے؟

حرکت کے تیسرے قانون کے مطابق، سیب بھی زمین کو کھینچتا ہے۔ لیکن حرکت کے دوسرے قانون کے مطابق، ایک دی ہوئی قوت کے لیے، اسراع، شے کی کمیت کے معکوس متناسب (Inversely Proportional) ہے (مساوات 9.4)۔ سیب کی کمیت، زمین کی کمیت کے مقابلے میں بہت کم ہے۔ اس لیے ہم زمین کو سیب کی طرف حرکت کرتے ہوئے نہیں دیکھتے۔ اسی توجیہ کی توسیع کرتے ہوئے سمجھائیے کہ زمین، چاند کی طرف کیوں نہیں حرکت کرتی۔

کشش ثقل

نیوٹن نے معروف حرکت کے قوانین کی تشکیل کی۔ انہوں نے روشنی اور رنگوں کے نظریے پر کام کیا۔ انہوں نے فلکیاتی مشاہدات کرنے کے لیے ایک فلکیاتی دوربین بنائی۔ نیوٹن ایک عظیم ریاضی داں بھی تھے۔ انہوں نے ریاضی کی ایک نئی شاخ ایجاد کی جو احصا (Calculus) کہلاتی ہے۔ انہوں نے اس کا استعمال یہ ثابت کرنے کے لیے کیا کہ ایک یکساں کثافت کے کرہ سے باہر کی اشیا کے لیے، کرہ کا برتاؤ ایسا ہوتا ہے جیسے کہ اس کی کل کمیت اس کے مرکز پر مرکوز ہو۔ نیوٹن نے اپنے حرکت کے تین قوانین اور کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون کے ذریعہ طبعی سائنس کی شکل ہی بدل دی۔ نیوٹن کے ان قوانین کو سترہویں صدی کے سائنسی انقلاب کی بنیاد سمجھا جاتا ہے جن میں نیوٹن نے اپنے کام میں کارپنکس، کیپلر، گیلیلو اور دوسرے سائنس دانوں کے کام کو شامل کر کے طبعیاتی قوانین کا امتزاج پیش کیا۔

یہ بھی حیرت کی بات ہے کہ حالانکہ کشش ثقل کے نظریہ کی اُس وقت تصدیق نہیں ہو سکی، پھر بھی اس کی درستگی کے بارے میں کوئی شبہ نہیں تھا۔ اس کی وجہ یہ تھی کہ نیوٹن نے اپنے نظریات کی بنیاد بے جھول سائنسی استدلال کو بنایا اور ریاضی کے ذریعے اسے تقویت پہنچائی۔ اس طرح نظریہ سادہ اور خوبصورت ہو گیا۔ آج ان خوبیوں کو ایک اچھے سائنسی نظریہ کی لازمی شرائط مانا جاتا ہے۔

نیوٹن نے مقلوب مربع قانون کا اندازہ کیسے لگایا؟

(How did Newton guess the inverse-square rule?)

سیاروں کی حرکت میں ہمیشہ سے ہی انسان کو دلچسپی رہی ہے۔ اس کی ایک وجہ یہ بھی ہے کہ کچھ لوگ یہ سمجھتے ہیں کہ سیارے ہماری قسمت پر اثر انداز ہوتے ہیں۔ سولہویں صدی تک، بہت سے ماہر فلکیات نے مل کر سیاروں کی حرکت سے متعلق بہت سے اعداد و شمار جمع کر لیے تھے۔ ان اعداد و شمار کی بنیاد پر (Johannes Kepler) نے تین قوانین اخذ کیے، جن کے مطابق سیارے حرکت کرتے ہیں۔ یہ کیپلر کے قوانین کہلاتے ہیں۔ یہ ہیں:

- 1- سیارے کا مدار بیضوی (Ellipse) ہوتا ہے، جس کے فوکسوں (Foci) میں سے ایک فوکس (Focus) سورج ہوتا

$$F \propto \frac{1}{d^2} \quad (10.2)$$

مساوات (10.1) اور (10.2) کو ملانے سے ہمیں ملتا ہے:

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \quad (10.3)$$

یا

$$F = G \frac{M \times m}{d^2} \quad (10.4)$$

جہاں G، تناسبیت کا مستقلہ ہے اور کشش ثقل کا ہمہ گیر مستقلہ کہلاتا ہے۔ مساوات (10.4) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$F \times d^2 = G M \times m$$



سر آئزک نیوٹن

(1642-1721)

سر آئزک نیوٹن گراٹھم (Grantham) کے قریب وول اسٹورپ (Woolsthorpe) انگلینڈ میں پیدا ہوئے۔ انہیں عام طور سے سائنس کی تاریخ میں سب سے زیادہ انفرادی اور موثر نظریات داں سمجھا جاتا ہے۔ وہ ایک غریب کسان گھرانے میں پیدا ہوئے۔ لیکن وہ زراعت میں زیادہ مہارت نہیں رکھتے تھے۔ اس لیے انہیں

1661 میں کیمبرج یونیورسٹی میں تعلیم حاصل کرنے کے لیے بھیج دیا گیا۔ 1665 میں کیمبرج میں طاعون (Plague) کی وبا پھوٹ پڑی، اس لیے وہ ایک سال کے لیے گھر واپس آ گئے۔ کہا جاتا ہے کہ سیب کے گرنے کا واقعہ اسی سال کے دوران ہوا۔ اس واقعہ نے نیوٹن کو یہ حوصلہ دیا کہ ارضی کشش کو اس قوت کے ساتھ منسلک کرنے کے امکانات کا جائزہ لیا جائے جو چاند کو اس کے مدار میں رکھتی ہے۔ اس سے انہیں کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون تک پہنچنے کی راہ دکھائی۔ یہ بات بھی سچ ہے کہ ان سے پہلے بھی کئی بڑے سائنسدانوں کو زمینی کشش کا علم تھا لیکن وہ اسے سمجھنے میں ناکام رہے۔

$$G = \frac{F d^2}{M \times m} \quad (10.5)$$

G کی SI اکائی، مساوات (10.5) میں قوت، فاصلے اور کمیت کی SI اکائیوں کو رکھ کر حاصل کی جاسکتی ہے۔ یہ ہے $N m^2 kg^{-2}$ G کی قدر کیونڈش (Cavendish) (1731-1810) نے ایک حساس ترازو استعمال کر کے معلوم کی۔ G کی تسلیم شدہ قدر ہے:

$$-6.673 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2}$$

ہم جانتے ہیں کہ کوئی بھی دواشیا کے مابین ایک قوت کشش کام کرتی ہے۔ آپ اپنے اور پاس بیٹھے ہوئے اپنے دوست کے درمیان اس قوت کی قدر کا حساب لگائیے۔ نتیجہ اخذ کیجیے کہ آپ کو اس قوت کا احساس کیوں نہیں ہوتا۔

یہ قانون ان معنوں میں ہمہ گیر ہے کہ یہ تمام اجسام پر لاگو ہوتا ہے، چاہے وہ اجسام چھوٹے ہوں یا بڑے ہوں فلکی ہوں یا ارضی۔

مقلوب مربع

d، F کے مربع کے معکوس تناسب میں ہے، اس کا مطلب یہ ہے کہ اگر d، 6 گنا ہو جاتا ہے، تو قوت 36 واں حصہ رہ جائے گی۔

نہ

مثال 10.1 زمین کی کمیت $6 \times 10^{24} kg$ اور چاند کی کمیت $7.4 \times 10^{22} kg$ ہے۔ اگر زمین اور چاند کے درمیان فاصلہ $3.84 \times 10^5 km$ ہے تو زمین کے ذریعے چاند پر لگ رہی قوت کا حساب لگائیے۔ $G = 6.7 \times 10^{-11} N m^2$

حل:

$$\begin{aligned} M &= 6 \times 10^{24} kg, \text{ زمین کی کمیت} \\ m &= 7.4 \times 10^{22} kg, \text{ چاند کی کمیت} \\ d &= 3.84 \times 10^5 km \\ &= 3.84 \times 10^5 \times 1000 m \\ &= 3.84 \times 10^8 m \\ G &= 6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2} \end{aligned}$$

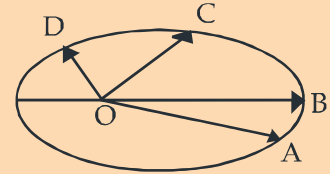
ہے، جیسا کہ نیچے دی ہوئی شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اس شکل میں O سورج کا مقام ہے۔

2- سیارے اور سورج کو ملانے والا خط مساوی وقفہ میں مساوی رقبہ طے کرتا ہے۔ اس لیے اگر A سے B تک پہنچنے میں لگنے والا وقت C سے D تک پہنچنے میں لگنے والے وقت کے مساوی ہے تو رقبہ OAB اور رقبہ OCD مساوی ہوں گے۔

3- ایک سیارے کی سورج سے اوسط دوری کا مکعب اس کے مداری دور (Orbital Period) 'T' کے مربع کے متناسب ہوتا ہے۔ یا مستقلہ $\frac{r^3}{T^2} =$

یہ نوٹ کرنا بھی اہم ہے کہ کیپلر سیاروں کی حرکت کی وضاحت کرنے کے لیے کوئی نظریہ نہیں پیش کر سکا۔ یہ نیوٹن ہی تھے جنہوں نے بتایا کہ سیاروں کی حرکت کی وجہ وہ کشش ثقل ہے جو سورج، سیاروں پر لگاتا ہے۔ نیوٹن نے کیپلر کے تیسرے قانون کو استعمال کر کے کشش ثقل کا حساب لگایا۔ زمین کی کشش ثقل فاصلے کی وجہ سے کمزور ہو جاتی ہے۔ ایک سادہ سی توجیہ یہ کی جاسکتی ہے: ہم فرض کر سکتے ہیں کہ

سیاروں کے مدار دائری ہیں۔ مان لیجیے کہ مداری رفتار، v اور مدار کا نصف قطر r ہے۔ تب مدار میں گردش کرتے ہوئے



سیارے پر لگ رہی قوت مندرجہ ذیل ہوگی:

$$v = \frac{d\pi r}{T} \quad F \propto \frac{v^2}{r} \quad \text{اگر } T \text{ دوری وقت کو ظاہر کرتا ہے، تب}$$

اس طرح: $v \propto \frac{r^2}{T^2}$ ، ہم اسے دوبارہ اس شکل میں لکھ سکتے ہیں:

$$\frac{r^3}{T^2} \quad v^2 \propto r^2 / T^2 \quad \text{کیونکہ کیپلر کے تیسرے قانون کے مطابق}$$

مستقلہ ہے۔ اس لیے اسے $F \propto \frac{v^2}{r}$ سے ملانے پر ہمیں حاصل ہوتا

$$\text{ہے: } F \propto \frac{1}{r^2}$$

کشش ثقل

مساوات 10.4 سے، زمین کے ذریعے چاند پر لگ رہی قوت ہے:

$$F = G \frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg} \times 7.4 \times 10^{22} \text{ kg}}{(3.84 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

$$= 2.01 \times 10^{20} \text{ N}$$

اس لیے زمین کے ذریعے چاند پر لگائی جانے والی قوت $2.01 \times 10^{20} \text{ N}$ ہے۔

سوالات

- 1- کشش ثقل کا ہمہ گیر قانون لکھیے۔
- 2- زمین اور زمین کی سطح پر رکھے ہوئے ایک شے کے مابین کام کر رہی کشش ثقل کی عددی قدر معلوم کرنے کا فارمولا لکھیے۔

10.1.2 کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون کی اہمیت

(Importance of the Law Universal Law of Gravitation)

کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون نے کئی ایسے مظاہر کی کامیاب وضاحت کی، جنہیں ہم پہلے ایک دوسرے سے غیر متعلق سمجھتے تھے:

- (i) وہ قوت جو ہمیں زمین پر قائم رکھتی ہے۔
- (ii) زمین کے گرد چاند کی حرکت
- (iii) سورج کے گرد سیاروں کی حرکت
- (iv) چاند اور سورج کی وجہ سے اٹھنے والی سمندری لہریں۔

10.2 آزادانہ طور پر گرنا (Free Fall)

آئیے مندرجہ ذیل سرگرمی کے ذریعے آزادانہ گرنے کے معنی سمجھیں:

10.2 سرگرمی

- ایک پتھر لیجیے۔
- اسے اوپر کی سمت میں پھینکیے۔
- یہ ایک مخصوص اونچائی تک جاتا ہے اور پھر نیچے گرنا شروع کر دیتا ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ زمین اشیا کو اپنی طرف کھینچتی ہے۔ یہ کشش ثقل کی قوت کی وجہ سے ہوتا ہے۔ جب بھی اشیا زمین کی طرف گرتی ہیں، تو ہم کہتے ہیں کہ یہ اشیا آزادانہ طور پر گر رہی ہیں۔ کیا گرتی ہوئی اشیا کی رفتار میں کوئی تبدیلی ہوتی ہے؟ گرنے کے دوران، چیزوں کی حرکت کی سمت میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔ لیکن زمین کی کشش کی وجہ سے، ان کی رفتار کی عددی قدر میں تبدیلی ہوگی۔ رفتار میں کسی بھی تبدیلی میں اسراع شامل ہے۔ یہ اسراع زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے ہے۔ اس لیے اس اسراع کو زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والا اسراع کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ کیونکہ g کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والا اسراع (ثقلی اسراع Acceleration Due to Gravity) ہے، اس لیے g کی اکائی وہی ہے جو اسراع کی ہے، یعنی m s^{-2} ۔

ہم حرکت کے دوسرے قانون کی رو سے یہ جانتے ہیں کہ قوت، کمیت اور اسراع کا حاصل ضرب ہے۔ فرض کیجیے کہ سرگرمی 1.2 میں پتھر کی کمیت m ہے۔ ہم یہ پہلے ہی جانتے ہیں کہ گرتی ہوئی اشیا میں کشش ثقل کی وجہ سے اسراع شامل ہوتا ہے اور اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس لیے کشش ثقل کی عددی قدر، کمیت اور کشش ثقل کے ذریعے پیدا ہونے والے اسراع کے حاصل ضرب کے مساوی ہوگی۔ یعنی

$$F = m g \quad (10.6)$$

مساوات (10.4) اور (10.6) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$m g = G \frac{M \times m}{d^2}$$

$$g = G \frac{M}{d^2} \quad (10.7)$$

جہاں M زمین کی کمیت ہے اور d زمین اور شے کے درمیان فاصلہ ہے۔ فرض کیجیے کہ ایک شے زمین کی سطح پر یا سطح کے نزدیک ہے۔ مساوات (10.7) میں فاصلہ d ، زمین کے نصف قطر R کے مساوی ہوگا۔ اس لیے سطح زمین پر یا اس کے نزدیک اشیا کے لیے،

$$m g = G \frac{M \times m}{R^2} \quad (10.8)$$

$$g = G \frac{M}{R^2} \quad (10.9)$$

• ہم دیکھتے ہیں کہ کاغذ کا ورق، پتھر سے ذرا دیر بعد زمین پر پہنچتا ہے۔ یہ ہوا کی مزاحمت کی وجہ سے ہوتا ہے۔ ہوا، رگڑ کے سبب، گرتی ہوئی اشیاء کے گرنے کی مزاحمت کرتی ہے۔ ہوا کے ذریعے کی گئی کاغذ کی مزاحمت، پتھر کی مزاحمت سے زیادہ ہے اگر ہم یہی تجربہ ایک شیشے کے جار میں کریں، جس میں سے ہوا باہر نکال دی گئی ہو، تو کاغذ اور پتھر ایک ہی شرح سے گریں گے۔

ہم جانتے ہیں کہ آزادانہ گرنے میں ایک شے کو اسراع محسوس ہوتا ہے۔ مساوات (10.9) سے، اشیاء کے ذریعے محسوس کیا جانے والا یہ اسراع ان کی کمیت کے غیر تابع (Independent) ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ تمام اشیاء چاہے وہ کھوکھلی ہوں یا ٹھوس، بڑی ہوں یا چھوٹی یکساں شرح سے گریں گی۔ ایک کہانی کے مطابق، گلیلیو نے پیزا (Pisa) کے جھکے ہوئے مینار کی چوٹی سے یہ ثابت کرنے کے لیے مختلف اشیاء کو گرایا۔ کیونکہ g زمین کے قریب مستقل ہے، اس لیے یکساں اسراع پذیر حرکت کی تمام مساوات، اسراع a کی جگہ g رکھ دینے کے بعد، درست ہیں (دیکھیے حصہ 8.5)۔ مساوات ہیں:

$$v = u + at \quad (10.10)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 \quad (10.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad (10.12)$$

جہاں u اور v ، بالترتیب، ابتدائی اور اختتامی رفتار ہیں اور s ، وقت t میں طے کیا گیا فاصلہ ہے۔

ان مساواتوں کو استعمال کرتے وقت، ہم اسراع a کو اس وقت مثبت لیں گے جب یہ رفتار کی سمت میں ہوگا، یعنی کہ حرکت کی سمت میں۔ اسراع a اس وقت منفی لیا جائے گا جب یہ حرکت کی مخالف سمت میں ہوگا۔

مثال 10.2 ایک پہاڑی کے کنارے کھڑے ہوئی کار نیچے زمین پر

$$g = 10 \text{ ms}^{-2} \text{ کیجیے۔ فرض کیجیے}$$

(i) زمین سے ٹکراتے وقت اس کی چال کیا ہوگی؟

(ii) $\frac{1}{2}$ سیکنڈ میں اس کی اوسط چال کیا ہوگی؟

(iii) پہاڑی سطح زمین سے کتنی اونچی ہے؟

زمین ایک مثالی کرہ (Perfect Sphere) نہیں ہے۔ جیسے جیسے زمین کا نصف قطر قطبین سے خط استوا (Equator) تک بڑھتا جاتا ہے، g کی قدر قطبین پر خط استوا کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے۔ زیادہ تر تحسیبات میں ہم g کو زمین کے قریب تقریباً مستقلہ مان سکتے ہیں۔ لیکن ان اشیاء کے لیے جو زمین سے زیادہ فاصلے پر ہیں، زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والا اسراع مساوات (10.7) سے دیا جاتا ہے۔

10.2.1 g کی قدر کا حساب لگانا

(To Calculate the Value of g)

g کی قدر کا حساب لگانے کے لیے ہمیں M ، G اور R کی قدروں کو مساوات (10.9) میں رکھنا ہوگا، یعنی کہ: $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ، کشش ثقل کا ہمہ گیر مستقلہ $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$ زمین کی کمیت اور $R = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$ زمین کا نصف قطر

$$g = G \frac{M}{R^2} = \frac{6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg}}{(6.4 \times 10^6 \text{ m})^2} = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

اس لیے زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والے اسراع کی قدر $-g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

10.2.2 زمین کی کشش ثقل کی قوت کے زیر اثر اشیاء کی حرکت

(Motion of Objects Under the Influence of Gravitational Force of the Earth)

آئیے ایک سرگرمی کے ذریعے سمجھیں کہ تمام اشیاء چاہے وہ ٹھوس ہوں یا کھوکھلی ہوں بڑی ہوں یا چھوٹی، ایک ہی اونچائی سے یکساں شرح کے ساتھ گرتی ہیں۔

10.3 سرگرمی

• ایک کاغذ کا ورق اور ایک پتھر لیں۔ ایک عمارت کی پہلی منزل سے دونوں کو ایک ساتھ گرائیں۔ دیکھیے کہ کیا دونوں ایک ساتھ ہی زمین پر پہنچتے ہیں۔

حل:

ارضی کشش اسراع $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$
شے کا اسراع $a = -9.8 \text{ m s}^{-2}$ (واپری کی سمت میں حرکت)

$$v^2 = u^2 + 2as \quad (i)$$

$$0 = u^2 + 2(-9.8 \text{ m s}^{-2}) 10 \text{ m}$$

$$-u^2 = -2 \cdot 9.8 \cdot 10 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$u = 14 \text{ m s}^{-1}$$

$$u = 14 \text{ m s}^{-1}$$

$$v = u + at \quad (ii)$$

$$0 = 14 \text{ m s}^{-1} - 9.8 \text{ m s}^{-2} t$$

$$t = 1.43 \text{ s.}$$

اس لیے،

$$u = 14 \text{ m s}^{-1} \text{ رفتار (i)}$$

$$t = 1.43 \text{ s} \text{ لیا گیا وقت (ii)}$$

$$\text{وقت } t = \frac{1}{2} \text{ سیکنڈ}$$

$$u = 0 \text{ m s}^{-2} \text{ ابتدائی رفتار،}$$

$$g = 10 \text{ m s}^{-2} \text{ ثقلی اسراع،}$$

$$a = 10 \text{ m s}^{-2} \text{ کار کا اسراع،}$$

(نیچے کی سمت ہیں)

$$v = at \quad (i) \text{ چال}$$

$$v = 10 \text{ m s}^{-2} \times \frac{1}{2} \text{ s}$$

$$= 5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\frac{u+v}{2} = \text{اوسط چال (ii)}$$

$$= (0 \text{ m s}^{-1} + 5 \text{ m s}^{-1}) / 2$$

$$= 2.5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\frac{1}{2} at^2 = s \text{ طے کیا گیا فاصلہ (iii)}$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times \left(\frac{1}{2} \text{ s}\right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times \frac{1}{4} \text{ s}^2$$

$$= 1.25 \text{ m}$$

اس لیے

$$(i) \text{ زمین سے ٹکراتے وقت کار کی چال } = 5 \text{ m s}^{-1}$$

$$(ii) \frac{1}{2} \text{ سیکنڈ کے دوران کار کی اوسط چال } = 2.5 \text{ m s}^{-1}$$

$$(iii) \text{ پہاڑی کی سطح زمین سے اونچائی } = 1.25 \text{ m}$$

سوالات

1- آپ آزادانہ طور پر گرنے سے کیا سمجھتے ہیں؟

2- آپ ثقلی اسراع سے کیا سمجھتے ہیں؟

10.3 کمیت (Mass)

ہم پچھلے باب میں پڑھ چکے ہیں کہ شے کی کمیت اس کے جمود کی پیمائش ہے (حصہ 9.9)۔ ہم یہ بھی سیکھ چکے ہیں کہ جتنی زیادہ کمیت ہوگی، اتنا زیادہ جمود ہوگا۔ شے کی کمیت کیوں کہ اس کے جمود کی پیمائش ہے، اس لیے یہ یکساں رہتا ہے، چاہے شے زمین پر ہو، چاند پر ہو یا خلا میں ہو۔ اس لیے شے کی کمیت مستقلہ ہے اور ایک مقام سے دوسرے مقام پر تبدیل نہیں ہوتی۔

10.4 وزن (Weight)

ہم جانتے ہیں کہ زمین ہر شے کو ایک خاص قوت سے کھینچتی ہے اور یہ قوت شے کی کمیت (m) اور زمین کی کشش ثقل کی وجہ سے پیدا ہونے والے اسراع (g) پر منحصر ہے۔ شے کا وزن وہ قوت ہے، جس سے وہ زمین کی طرف کشش کرتی ہے۔

مثال 10.3 ایک شے عمودی سمت میں اوپر کی طرف پھینکی جاتی ہے

اور وہ 10 m کی اونچائی تک جاتی ہیں حساب لگائیے (i) وہ

رفتار جس سے شے اوپر پھینکی گئی (ii) سب سے اونچے نقطے تک

پہنچنے میں لگنے والا وقت

حل:

$$s = 10 \text{ m} \text{ طے کیا گیا فاصلہ}$$

$$v = 0 \text{ m s}^{-1} \text{ اختتامی رفتار}$$

فرض کیجیے، زمین پر اسی شے کا وزن W_e ہے۔ زمین کی کمیت M اور زمین کا نصف قطر R ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ

$$F = m a \quad (10.13)$$

یعنی کہ

$$F = m g \quad (10.14)$$

کسی شے پر زمین قوت کشش، شے کے وزن کے طور پر جانی جاتی ہے۔ اسے W سے ظاہر کرتے ہیں۔ اسے مساوات (10.4) میں رکھنے پر ہمیں ملتا ہے۔

$$W = m g \quad (10.15)$$

کیونکہ کسی شے کا وزن وہ قوت ہے، جس سے شے زمین کی طرف کشش کرتی ہے، وزن کی SI اکائی بھی وہی ہے جو قوت کی ہے، یعنی کہ نیوٹن (N)۔ وزن عمودی طور پر نیچے کی سمت میں کام کر رہی قوت ہے، اس کی عددی قدر اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔

ہم سیکھ چکے ہیں کہ ایک دیے ہوئے مقام پر g کی قدر مستقل ہوتی ہے۔ اس لیے ایک دیے ہوئے مقام پر شے کا وزن، شے کی کمیت، فرض کیجیے m ، کے راست متناسب ہے۔ یعنی $W \propto m$ ۔ یہی وجہ ہے کہ ایک دیے ہوئے مقام پر، ہم شے کے وزن کو اس کی کمیت کی پیمائش کے طور پر استعمال کر سکتے ہیں۔ ایک شے کی کمیت ہر جگہ یکساں رہتی ہے، چاہے زمین ہو یا کوئی سیارہ، جبکہ اس کا وزن مقام پر منحصر ہے۔

10.4.1 چاند پر شے کا وزن

(Weight of an Object on the Moon)

ہم سیکھ چکے ہیں کہ زمین پر کسی شے کا وزن وہ قوت ہے جس سے زمین اسے اپنی طرف کھینچتی ہے۔ اسی طرح، چاند پر کسی شے کا وزن وہ قوت ہے جس سے چاند اسے اپنی طرف کھینچتا ہے۔ چاند کی کمیت، زمین کی کمیت سے کم ہے۔ اس وجہ سے چاند پر اسی قوت کشش مقابلہ کم لگاتا ہے۔

فرض کیجیے ایک شے کی کمیت m ہے اور چاند پر اس کا وزن W_m ہے۔ فرض کیجیے چاند کی کمیت M_w ہے اور چاند کا نصف قطر R_m ہے۔

کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون کو استعمال کر کے، چاند پر شے کا وزن ہوگا۔

$$W_m = G \frac{M_m \times m}{R_m^2} \quad (10.16)$$

جدول 10.1

نصف قطر (میٹر)	کمیت (کلوگرام)	
6.37×10^6	5.98×10^{24}	زمین
1.74×10^6	7.36×10^{22}	چاند

مساوات (10.9) اور (10.15) سے ہمیں ملتا ہے،

$$W_e = G \frac{M \times m}{R^2} \quad (10.17)$$

جدول 10.1 سے مساوات (10.16) اور مساوات (10.17) میں قدریں رکھنے پر ہمیں ملتا ہے

$$W_m = G \frac{7.36 \times 10^{22} \text{ kg} \times m}{(1.74 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

$$W_m = 2.431 \times 10^{10} G \times m \quad (10.18a)$$

اور

$$W_e = G \frac{5.98 \times 10^{24} \text{ kg} \times m}{(6.37 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

$$W_e = 1.474 \times 10^{11} G \times m \quad (10.18b)$$

مساوات (10.18a) کو مساوات (10.18b) سے تقسیم کرنے پر ہمیں ملتا ہے۔

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

یا

$$\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6} \quad (10.19)$$

$$\frac{1}{6} = \frac{\text{چاند پر شے کا وزن}}{\text{زمین پر شے کا وزن}}$$

$$\text{چاند پر شے کا وزن} = \left(\frac{1}{6}\right) \times (\text{زمین پر اس کا وزن})$$

مثال 10.4 ایک شے کی کمیت 10 kg ہے۔ زمین پر اس کا وزن کیا ہوگا؟

حل:

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$W = m \cdot g$$

$$W = 10 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ ms}^{-2} = 98 \text{ N}$$

اس لیے شے کا وزن 98 N ہے۔

مثال 10.5 ایک شے کا وزن سطح زمین پر 10 N ہے۔ اس کا وزن، چاند کی سطح پر کیا ہوگا؟

حل:

ہم جانتے ہیں:

$$\text{چاند پر شے کا وزن} = \left(\frac{1}{6}\right) \times \text{زمین پر اس کا وزن}$$

یعنی کہ

$$W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6} \text{ N}$$

$$= 1.67 \text{ N}$$

اس لیے چاند کی سطح پر شے کا وزن 1.67 N ہوگا۔

سوالات

1- ایک شے کی کمیت اور اس کے وزن میں کیا فرق ہے؟

2- چاند پر کسی شے کا وزن، زمین پر اس کے وزن کا $\frac{1}{6}$ کیوں ہوتا ہے؟

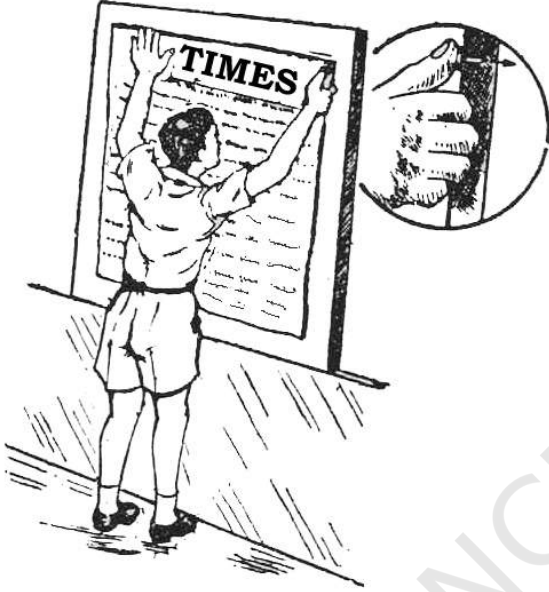
10.5 دھکا دباؤ (Thrust and Pressure)

کیا آپ نے کبھی سوچا ہے کہ اونٹ ریگستان میں آسانی سے کس طرح دوڑ پاتا ہے؟ فوج کے ٹینک جس کا وزن ایک ہزار ٹن سے بھی زیادہ ہوتا ہے ایک مسلسل زنجیر پر کس طرح ٹکا رہتا ہے؟ کسی ٹرک یا بس کے ٹائر زیادہ چوڑے کیوں ہوتے ہیں؟ کاٹنے والے اوزاروں کی دھار تیز کیوں ہوتی ہے؟ ان سوالوں کا جواب حاصل کرنے اور ان میں شامل مظہر کو سمجھنے میں ہمیں اس وقت مدد ملے گی جب ہم ایک مخصوص سمت میں کل قوت (دھکا) (Thrust) اور قوت فی اکائی رقبہ پر لگنے والی قوت، دباؤ (Pressure) کے تصورات

سے متعارف ہو جائیں گے۔

آئیے دھکا اور دباؤ کے معنی سمجھنے کی کوشش، مندرجہ ذیل صورتوں کو ملاحظہ کر کے، کریں۔

صورت 1: آپ ایک بلیٹن بورڈ پر ایک پوسٹر لگانا چاہتے ہیں۔ جیسا کہ شکل 10.3 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ کام کرنے کے لیے آپ کو ڈرائنگ پنوں کو اپنے انگوٹھے سے دبانے ہوگا۔ آپ پن کے سر کے سطحی رقبہ پر ایک قوت لگاتے ہیں۔ یہ قوت، بورڈ کے سطحی رقبہ کی عمودی سمت میں ہے۔ یہ قوت پن کی نوک کے مقابلہ میں رقبہ پر لگتی ہے۔



شکل 10.3: ایک پوسٹر لگانے کے لیے، ڈرائنگ پنوں کو انگوٹھے سے، بورڈ کی عمودی سمت میں دبایا جا رہا ہے۔

صورت 2: آپ ڈھیلی ریت پر کھڑے ہیں۔ آپ کے پیر ریت میں گہرائی تک دھنس جاتے ہیں۔ اب ریت پر لیٹ جائیں۔ آپ دیکھیں گے کہ آپ کا جسم اتنی گہرائی تک ریت میں نہیں دھنسے گا۔ دونوں صورتوں میں ریت پر لگائی گئی قوت آپ کے جسم کا وزن ہے۔

آپ جانتے ہیں کہ وزن، عمودی سمت میں نیچے کی طرف لگ رہی قوت ہے۔ یہاں قوت ریت کی سطح کی عمودی سمت میں لگ رہی ہے۔ کسی شے پر شے کی سطح کی عمودی سمت میں لگ رہی قوت، دھکا کہلاتی ہے۔

ذریعہ میز کی اوپری سطح پر لگ رہا دباؤ معلوم کیجیے، جب کہ اسے اس طرح رکھا جاتا ہے کہ میز کی سطح کے تماس میں اس کے ابعاد ہیں:

10 cm (a) 20 cm (b) 20 cm 40 cm

حل:

$$5 \text{ kg} = \text{لکڑی کے ٹکڑے کی کمیت}$$

$$40 \text{ cm} \quad 20 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm} = \text{ابعاد}$$

یہاں، لکڑی کے ٹکڑے کا وزن میز کی اوپری سطح پر ایک دھکا لگاتا ہے۔ یعنی کہ

$$F = m \quad g = \text{دھکا}$$

$$= 5 \text{ kg} \quad 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$= 49 \text{ N}$$

$$(a) \quad \text{سطح کا رقبہ} = \text{چوڑائی} \quad \text{لمبائی}$$

$$= 200 \text{ cm} \quad 10 \text{ cm}$$

$$= 200 \text{ cm}^2 = 0.02 \text{ m}^2$$

مساوات (10.20) سے

$$\text{دباؤ} = \frac{49 \text{ N}}{0.02 \text{ m}^2}$$

$$= 2450 \text{ N m}^{-2}$$

(b) جب ٹکڑا اس طرح رکھا ہوا ہے کہ میز کی سطح کے تماس میں اس کے ابعاد 40 cm 20 cm ہیں، تب بھی وہ یکساں قوت لگاتا ہے۔

$$\text{رقبہ} = \text{چوڑائی} \quad \text{لمبائی}$$

$$= 40 \text{ cm} \quad 20 \text{ cm}$$

$$= 800 \text{ cm}^2 = 0.08 \text{ m}^2$$

مساوات (10.20) سے

$$\text{دباؤ} = \frac{49 \text{ N}}{0.08 \text{ m}^2}$$

$$= 612.5 \text{ N m}^{-2}$$

اس لیے ابعاد 20 cm 10 cm کے ذریعے لگایا گیا دباؤ 2450 N m^{-2} ہے اور ابعاد 40 cm 20 cm کے ذریعے لگایا گیا دباؤ 612.5 N m^{-2} ہے۔

جب آپ ڈھیلی ریت پر کھڑے ہوتے ہیں، تو قوت، یعنی کہ آپ کے جسم کا وزن، آپ کے پیروں کے رقبے کے مساوی رقبے پر لگ رہی ہے۔ جب آپ لیٹ جاتے ہیں تو وہی قوت اس رقبے پر لگتی ہے جو آپ کے جسم کے تماسی رقبے کے مساوی ہے، جو کہ آپ کے پیروں کے رقبے سے زیادہ ہے۔ اس لیے یکساں عددی قدر کی قوتوں کے اثرات، جب وہ مختلف رقبوں پر لگتی ہیں تو مختلف ہوتے ہیں۔ مندرجہ بالا صورتوں میں دھکا یکساں ہے۔ لیکن اثرات مختلف ہیں۔ اس لیے دھکے کا اثر اس رقبے پر منحصر ہے، جس پر وہ لگ رہا ہے۔

ریت پر دھکے کا اثر کھڑے ہونے میں لیٹنے کے مقابلے میں زیادہ ہے۔ اکائی رقبے پر لگنے والا دھکا دباؤ کہلاتا ہے۔ اس لیے،

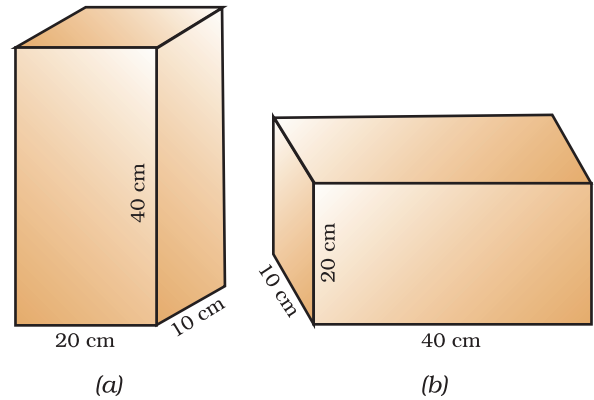
$$\text{دباؤ} = \frac{\text{دھکا}}{\text{رقبہ}} \quad (10.20)$$

دھکے اور رقبے کی SI اکائیوں کو مساوات (10.2) میں رکھنے پر، ہمیں دباؤ کی SI اکائی، $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ یا Nm^{-2} حاصل ہوتی ہے۔

سائنس داں بلیز پاسکل (Blaise Pascal) کے اعزاز میں، دباؤ کی SI اکائی پاسکل کہلاتی ہے، جسے Pa سے ظاہر کرتے ہیں۔

آئیے ایک عددی مثال کے ذریعے مختلف رقبوں پر لگ رہے دھکے کے اثرات کو سمجھیں۔

مثال 10.6 لکڑی کا ایک ٹکڑا میز کے اوپری سطح پر رکھا ہوا ہے۔ لکڑی کے ٹکڑے کی کمیت 5 kg ہے اور اس کے ابعاد ہیں 40 cm 20 cm 10 cm۔ لکڑی کے ٹکڑے کے



شکل 10.4

کشش ثقل

اس لیے، یکساں قوت جب کم رقبے پر لگتی ہے تو زیادہ دباؤ ڈالتی ہے اور کم دباؤ ڈالتی ہے جب زیادہ رقبے پر لگتی ہے۔ اسی وجہ سے کیل کا سرا نوکیلا ہوتا ہے، چاقوؤں کے کنارے نوکیلے ہوتے ہیں اور عمارتوں کی بنیادیں چوڑی ہوتی ہیں۔

10.5.1 سیالوں میں دباؤ (Pressure in Fluids)

تمام رقیق اور گیسیں، سیال (Fluid) ہیں۔ ایک ٹھوس ایک سطح پر دباؤ اپنے وزن کی وجہ سے ڈالتا ہے۔ اسی طرح سیالوں میں بھی وزن ہوتا ہے اور وہ بھی اس برتن کے پینڈے اور دیواروں پر دباؤ ڈالتے ہیں، جن میں انھیں رکھا جاتا ہے۔ کسی گھرے ہوئے رقیق کی کمیت پر جو دباؤ ڈالا جاتا ہے، وہ تمام سمتوں میں بغیر کوئی کمی آئے ترسیل ہو جاتا ہے۔

10.5.2 اچھال (Buoyancy)

کیا آپ نے محسوس کیا ہے کہ تیرتے وقت ہمیں اپنا وزن ہلکا کیوں محسوس ہوتا ہے؟ کیا آپ نے کنویں سے پانی نکالا ہے؟ اور جب بالٹی پانی سے باہر نکالتے ہیں تو وزن زیادہ کیوں محسوس ہوتا ہے؟ کیا آپ نے غور کیا ہے کہ لوہے اور اسٹیل سے بنے بڑے بڑے جہاز سمندر میں نہیں رہتے ہیں جب کہ اسی کے برابر وزن کی شیٹ ڈوب جاتی ہے ان سوالوں کے جوابات ہم اچھال کے ذریعے معلوم کر سکتے ہیں۔ آئیے ایک سرگرمی کے ذریعے اچھال کے معنی سمجھیں۔

10.4 سرگرمی

پلاسٹک کی ایک خالی بوتل لیں۔ ایک ایرٹائٹ (Airtight) اسٹاپر کے ذریعے اس کا منہ بند کر دیں۔ پانی سے بھری ہوئی بالٹی میں اسے ڈال دیں۔ آپ دیکھتے ہیں کہ بوتل تیرتی ہے۔
بوتل کو پانی میں دھکیلیں۔ آپ اسے مزید نیچے اور نیچے دھکیلنے میں دشواری محسوس کریں گے۔ یہ نشاندہی کرتا ہے کہ پانی، بوتل پر اوپر کی سمت میں ایک قوت لگاتا ہے۔ پانی کے ذریعہ اوپر کی سمت میں لگائی گئی قوت، جیسے جیسے بوتل کو ڈوبایا جاتا ہے، بڑھتی جاتی ہے، جب تک کہ بوتل پانی میں پوری نہ ڈوب جائے۔

اب بوتل کو چھوڑ دیں یہ دوبارہ سطح پر آ جاتی ہے۔
کیا زمین کی مادی کشش کی قوت اس بوتل پر کام کر رہی ہے؟ اگر ہاں، تو بوتل چھوڑ دیے جانے کے بعد پانی میں ڈوبی کیوں نہیں رہتی؟ آپ بوتل کو پانی میں کیسے ڈبو سکتے ہیں؟

زمین کی مادی کشش کی وجہ سے بوتل پر لگنے والی قوت نیچے کی سمت میں کام کرتی ہے۔ اس لیے بوتل نیچے کی طرف کھینچتی ہے۔ لیکن پانی بوتل پر اوپر کی سمت میں ایک قوت لگاتا ہے۔ اس لیے بوتل اوپر کی طرف دھکیلی جاتی ہے۔ جب بوتل ڈوبوئی جاتی ہے تو پانی کے ذریعے لگائی گئی اوپر کی سمت میں قوت، اس کے وزن سے زیادہ ہوتی ہے۔ اس لیے وہ چھوڑے جانے پر اوپر آ جاتی ہے۔

بوتل کو پوری طرح سے ڈوبائے رکھنے کے لیے بوتل پر پانی کے ذریعے لگ رہی اوپر کی سمت میں قوت کو متوازن کرنا ضروری ہے۔ یہ نیچے کی سمت میں کوئی باہری قوت لگا کر، جو نیچے کی سمت میں لگ رہی ہو، کیا جاسکتا ہے۔ یہ قوت کم سے کم اوپر کی سمت میں لگ رہی قوت اور بوتل کے وزن کے فرق کے مساوی ہونا چاہیے پانی کے ذریعے بوتل پر اوپر کی سمت میں لگائی گئی قوت، اوپری دھکا (Up Thrust) یا اچھال (Buoyancy) قوت کہلاتی ہے۔ اصل میں، تمام اشیاء سیال میں ڈوبے جانے پر ایک اچھال کی قوت محسوس کرتے ہیں۔ اس قوت اچھال کی عددی قدر، سیال کی کثافت پر منحصر ہے۔

10.5.3 سطح آب پر رکھے جانے پر اشیاء کیوں تیرتی یا ڈوبتی ہے (Why Objects Float or Sink when Placed on the Surface of Water)

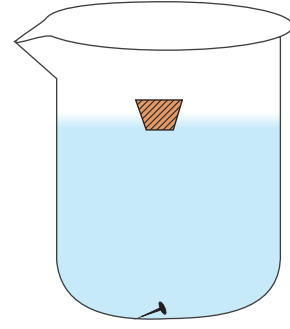
اوپر دیے ہوئے سوال کا جواب حاصل کرنے کے لیے آئیے مندرجہ ذیل سرگرمیاں کریں:

10.5 سرگرمی

- ایک پانی سے بھرا ہوا بیکر لیں۔
- ایک لوہے کی کپل لیں اور اسے پانی کی سطح پر رکھیں۔
- دیکھیے کیا ہوتا ہے۔

کپل ڈوب جاتی ہے۔ کیل پر زمین کی مادی کشش کی وجہ سے لگنے والی قوت اسے نیچے کھینچ لیتی ہے۔ کپل پر پانی کا ایک اچھال بھی لگ رہا ہے، جو اسے اوپر دھکیلتا ہے۔ لیکن کپل پر نیچے کی سمت میں لگ رہی قوت، کپل پر لگ رہے پانی کے اچھال سے زیادہ ہے۔ اس لیے یہ ڈوب جاتی ہے (شکل 10.5)۔

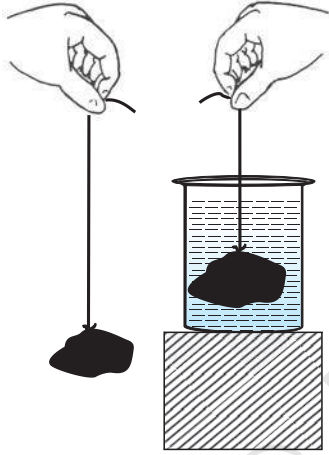
10.6 آرشمیدس کا اصول (Archimedes' Principle)



شکل 10.5: سطح آب رکھے جانے پر ایک لوہے کی کپل ڈوب جاتی ہے اور کارک تیرتا ہے

10.7 سرگرمی

- ایک پتھر کا ٹکڑا الیں اور ربڑ کی ڈوری یا اسپرنگ ترازو کے ایک سرے پر اسے باندھ دیں۔
- ربڑ کی ڈوری یا ترازو کو پکڑ کر پتھر کو لٹکانیں، جیسا کہ شکل 10.6 (a) میں دکھایا گیا ہے۔
- اب ڈوری کی لمبائی میں اضافہ یا ترازو پر ریڈنگ نوٹ کیجیے، جو کہ پتھر کے وزن کی وجہ سے ہے۔
- اب آہستہ آہستہ پتھر کو برتن میں رکھے ہوئے پانی میں ڈوبائیے، جیسا کہ شکل 10.6 (b) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 10.6 (a) ایک ربڑ کی ڈوری کی لمبائی میں ہونے والے اضافے کا مشاہدہ کیجیے، جو ہوا میں اس سے لگائے گئے پتھر کے ٹکڑے کے وزن کی وجہ سے ہو رہا ہے۔ (b) جب پانی کو پتھر میں ڈوبویا جاتا ہے تو یہ اضافہ کم ہو جاتا ہے۔

- دیکھیے کہ ڈوری کی لمبائی میں پہلے ہوئے اضافے یا اسپرنگ ترازو کی ریڈنگ میں کیا فرق آتا ہے۔

آپ دیکھیں گے کہ جیسے جیسے پتھر کو بتدریج پانی میں نیچے لے جایا جاتا ہے، ویسے ویسے ڈوری کی لمبائی میں پہلے ہوا اضافہ یا اسپرنگ ترازو کی

10.6 سرگرمی

- پانی سے بھرا ہوا ایک برتن لیں۔
- سادی کمیت کے ایک لوہے کی کیل اور ایک کارک لیں۔
- انہیں پانی کی سطح پر رکھیں۔
- دیکھیے کیا ہوتا ہے۔

کارک تیرتا ہے، جبکہ کیل ڈوب جاتی ہے۔ ایسا ان کی کثافتوں میں فرق کی وجہ سے ہوتا ہے۔ ایک شے کی کثافت کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ کمیت فی اکائی حجم ہے۔ کارک کی کثافت پانی کی کثافت سے کم ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ کارک پر لگ رہا پانی کا اچھال، کارک کے وزن سے زیادہ ہے۔ اس لیے یہ تیرتا ہے (شکل 10.5)۔

لوہے کی کیل کی کثافت، پانی کی کثافت سے زیادہ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ کیل پر لگ رہا پانی کا اچھال، کیل کے وزن سے کم ہے۔ اس لیے یہ ڈوب جاتی ہے۔

اس لیے وہ اشیاء جن کی کثافت، رقیق کی کثافت سے کم ہوتی ہے، اس رقیق میں تیرتی ہیں۔ اور وہ اشیاء جن کی کثافت، رقیق کی کثافت سے زیادہ ہوتی ہے، اس رقیق میں ڈوب جاتی ہیں۔

سوالات

- 1- آپ اچھال سے کیا سمجھتے ہیں؟
- 2- ایک شے سطح آب پر رکھنے پر کیوں ڈوبتی یا تیرتی ہے؟

آرشمیدس کے اصول کے کئی استعمال ہیں۔ یہ پانی کے جہازوں اور پن ڈبیوں کا نقشہ تیار کرنے میں استعمال ہوتا ہے۔ لیکٹومیٹر، جو یہ معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں کہ دودھ کتنا اصلی ہے اور ہائیڈرومیٹر، جن سے رقیق اشیا کی کثافت معلوم کی جاتی ہے، اسی اصول پر منحصر ہیں۔

سوالات

- 1- وزن کی پیمائش کرنے والی مشین کے ذریعے آپ یہ معلوم کرتے ہیں کہ آپ کی کمیت 42 kg ہے۔ آپ کی کمیت 42 kg سے زیادہ ہے یا کم؟
- 2- آپ کے پاس ایک روٹی کا تھیلہ اور ایک لوہے کی چھڑ ہے۔ وزن ناپنے کی مشین کے ذریعے معلوم کی گئی دونوں کی کمیت 100 kg ہے۔ اصل میں، دونوں میں ایک زیادہ بھاری ہے۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ کون زیادہ بھاری ہے اور کیوں؟

10.7 نسبتی کثافت (Relative Density)

جیسا کہ آپ جانتے ہیں، کسی شے کی کثافت کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے، کہ کثافت، اکائی حجم کی کمیت ہے۔ کثافت کی اکائی کلوگرام فی مکعب میٹر (kg m^{-3}) ہے۔ کسی شے کی کثافت، طے شدہ شرائط پر یکساں رہتی ہے۔ اس لیے کسی شے کی کثافت اس کی ایک مخصوص خاصیت ہے۔ یہ مختلف اشیا کے لیے مختلف ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، سونے کی کثافت 19300 kg m^{-3} ہے، جبکہ پانی کی کثافت 1000 kg m^{-3} ہے۔ ایک شے کے دیے ہوئے نمونے کی کثافت اس کے خالص پن کو معلوم کرنے میں ہماری مدد کر سکتی ہے۔

اگر ہم کسی شے کی کثافت، پانی کی کثافت کے مقابلے میں ظاہر کریں تو یہ آسان رہتا ہے۔ کسی شے کی نسبتی کثافت، اس کی کثافت اور پانی کی کثافت کی نسبت ہے۔

$$\text{نسبتی کثافت} = \frac{\text{شے کی کثافت}}{\text{پانی کی کثافت}}$$

کیونکہ نسبتی کثافت دو یکساں مقداروں کی نسبت ہے، اس کی کوئی اکائی نہیں ہوتی۔

ریڈنگ کم ہوتی جاتی ہے۔ لیکن جب پتھر پانی میں پورا ڈوب جاتا ہے، اس کے بعد کوئی مزید تبدیلی نہیں دکھائی دیتی۔ آپ ڈوری کی لمبائی میں پہلے ہوئے اضافے یا اسپرنگ ترازو کی ریڈنگ میں کمی آنے سے کیا اخذ کرتے ہیں؟

ہم جانتے ہیں کہ ڈوری کی لمبائی میں ہوا اضافہ یا اسپرنگ ترازو کی ریڈنگ، پتھر کے وزن کی وجہ سے ہے۔ کیونکہ پتھر کو پانی میں ڈبوئے جانے پر، لمبائی میں پہلے ہوا اضافہ کم ہو جاتا ہے، اس کا مطلب ہے کہ پتھر پر اوپر کی سمت میں کوئی قوت لگ رہی ہے۔ جس کے نتیجے میں ڈوری پر لگ رہی کل قوت کم ہو جاتی ہے اور اس لیے لمبائی کا اضافہ بھی کم ہو جاتا ہے جیسا کہ پہلے بیان کیا جا چکا ہے، پانی کے ذریعے اوپر کی سمت میں لگائی گئی یہ قوت، قوت اچھال کہلاتی ہے۔

جسم پر لگ رہی اس قوت اچھال کی عمودی قدر کیا ہے؟ کیا یہ کسی ایک جسم کے لیے تمام سیالوں میں یکساں ہے؟ کیا تمام اشیا ہر ایک دیے ہوئے سیال میں یکساں قوت اچھال کام کرتی ہے۔ ان سوالوں کے جواب آرشمیدس کے اصول میں ہیں، جسے مندرجہ ذیل شکل میں بیان کیا جاسکتا ہے:

جب کسی جسم کو مکمل یا جزوی طور پر کسی سیال میں ڈوبوایا جاتا ہے، تو اس پر اوپر کی سمت میں ایک قوت لگتی ہے، جو اس کے ذریعے ہٹائے گئے سیال کے وزن کے مساوی ہوتی ہے۔

کیا اب آپ وضاحت کر سکتے ہیں کہ سرگرمی 10.7 میں جب پتھر پانی میں پورا ڈوب گیا تھا، اس کے بعد اسے اور نیچے لے جانے پر ڈوری کی لمبائی میں مزید کمی کیوں نہیں آئی تھی؟



آرشمیدس

آرشمیدس ایک یونانی سائنس دان تھے۔ انھوں نے وہ اصول دریافت کیا، جو ان کے نام سے جانا جاتا ہے۔ یہ دریافت اس وقت ہوئی، جب انھوں نے غور کیا کہ پانی سے بھرے ٹب میں جب وہ بیٹھے تو پانی ٹب کے اوپر سے بہنے لگا۔ وہ فوراً

ہی گلیوں میں یہ چلاتے ہوئے دوڑنے لگے: ”یوریکا“ (Eureka) جس کا مطلب ہے، میں نے سمجھ لیا۔

مثال 10.8 چاندی کی نسبتی کثافت 10.8 ہے۔ پانی کی کثافت 10^3 kg m^{-3} SI اکائی میں، چاندی کی کثافت کتنی ہے؟

حل:

$$10.8 = \text{چاندی کی نسبتی کثافت}$$

$$\frac{\text{چاندی کی کثافت}}{\text{پانی کی کثافت}} = \text{نسبتی کثافت}$$

$$\text{چاندی کی کثافت} = \text{پانی کی کثافت} \times \text{چاندی کی نسبتی کثافت}$$

$$10.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} =$$

آپ
نے کیا
سیکھا



- کشش ثقل کے قانون کا بیان ہے کہ دو اشیا کے مابین قوت کشش ان کی کمیتوں کے حاصل ضرب کے راست متناسب ہوتی ہے اور ان کے مابین فاصلے کے مربع کے معکوس متناسب میں ہوتی ہے۔ اس قانون کا اطلاق کائنات میں ہر مقام پر ہوتا ہے۔ ایسے قانون کو ہمہ گیر قانون کہتے ہیں۔
- کشش ثقل ایک کمزور قوت ہے، جب تک کہ بہت بڑی کمیتیں شامل نہ ہوں۔
- زمین کی وجہ سے لگنے والی کشش ثقل ارضی کشش کہلاتی ہے۔
- ارضی کشش کی قوت بلندی کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے۔ زمین کی سطح پر بھی یہ تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ یہ قطبین سے خط استوا کی طرف کم ہوتی جاتی ہے۔
- ایک شے کا وزن وہ قوت ہے جس سے زمین اسے اپنی طرف کھینچتی ہے۔
- وزن، شے کی کمیت اور ثقلی اسراع کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔
- وزن ایک مقام سے دوسرے مقام پر تبدیل ہو سکتا ہے۔ جبکہ کمیت مستقل ہوتی ہے۔
- تمام اشیا پر کسی سیال میں ڈبوئے جانے پر قوت اچھال لگتی ہے۔
- وہ اشیا جن کی کثافت اس رقیق سے کم ہے، جس میں وہ ڈبوئی گئی ہیں، اس رقیق میں تیرتی ہیں۔ وہ اشیا جن کی کثافت اس رقیق سے زیادہ ہے جس میں وہ ڈبوئی گئی ہیں اس رقیق میں ڈوب جاتی ہیں۔

کشش ثقل



- 1- دواشیا کے درمیان کشش ثقل کیسے تبدیل ہوتی ہے، اگر ان کا درمیانی فاصلہ آدھا کر دیا جائے۔
- 2- کشش ثقل تمام اشیاء پر ان کی کمیتوں کی مناسبت کے ساتھ لگتی ہے۔ پھر ایک بھاری شے ایک ہلکی شے کے مقابلے میں تیزی سے کیوں نہیں گرتی؟
- 3- زمین اور اس کی سطح پر رکھی ہوئی 1 kg کی شے کے مابین کشش ثقل کی عددی قدر کیا ہوگی؟ (زمین کی کمیت 6×10^{24} kg ہے اور زمین کا نصف قطر 6.4×10^6 m ہے)۔
- 4- زمین اور چاند دونوں ایک دوسرے کو کشش ثقل کے ذریعے کھینچتے ہیں۔ کیا زمین جس قوت سے چاند کو کھینچتی ہے وہ اس قوت سے جس سے چاند زمین کو کھینچتا ہے، کم ہے، مساوی ہے یا زیادہ ہے کیوں؟
- 5- اگر چاند زمین کو کھینچتا ہے، تو زمین چاند کی طرف حرکت کیوں نہیں کرتی؟
- 6- دواشیا کے درمیان لگ رہی کشش ثقل پر کیا اثر پڑے گا اگر
 - (i) ایک شے کی کمیت دگنی کر دی جائے۔
 - (ii) ان کا درمیانی فاصلہ دگنا اور تین گنا کر دیا جائے۔
 - (iii) دونوں اشیاء کی کمیت دگنی کر دی جائے۔
- 7- کشش ثقل کے ہمہ گیر قانون کی کیا اہمیت ہے؟
- 8- آزادانہ گرنے کے دوران کا اسراع کتنا ہوتا ہے؟
- 9- ہم زمین اور ایک شے کے درمیان لگ رہی کشش ثقل کی قوت کو کیا کہتے ہیں؟
- 10- اپنے ایک دوست کی ہدایت کے مطابق ایک شخص قطبین پر چند گرام سونا خریدتا ہے۔ وہ یہ سونا اپنے دوست کو اس سے خط استوا پر ملاقات کے دوران دے دیتا ہے۔ کیا دوست خریدے ہوئے سونے کے وزن سے متفق ہوگا؟ اگر نہیں تو کیوں؟ [اشارہ: g کی قدر قطبین پر خط استوا پر g کی قدر کے مقابلے میں زیادہ ہے]۔
- 11- کاغذ کا ایک ورق اسی کاغذ کی موڑ کر بنائی ہوئی گیند کی شکل کے مقابلے میں کیوں آہستہ نیچے گرتا ہے؟
- 12- چاند کی سطح پر کشش ثقل، سطح زمین پر کشش ثقل کے مقابلے میں $\frac{1}{6}$ ہے۔ ایک 10 kg کمیت کی شے کا وزن زمین پر اور چاند پر کتنا ہوگا؟

13۔ ایک گیند کو اوپر عمودی سمت میں 49 m/s کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے۔ حساب لگائیے:

- (i) از حد اونچائی، جس تک وہ جائے گا۔
(ii) زمین تک واپس آنے میں لگنے والا وقت۔

14۔ ایک پتھر کو 19.6 m اونچے مینار سے نیچے چھوڑا جاتا ہے۔ اس کی اختتامی رفتار کا حساب لگائیے۔

15۔ ایک پتھر، ابتدائی رفتار 40 m/s کے ساتھ اوپر کی طرف عمودی سمت میں پھینکا جاتا ہے۔ $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ لیتے ہوئے زمین پر واپس پہنچنے تک پتھر کی حرکت کا رفتار۔ وقت گراف کھینچئے۔ گراف کو استعمال کر کے معلوم کیجئے کہ پتھر زیادہ سے زیادہ کس اونچائی تک پہنچا تھا۔ پتھر کا کل نقل مکان (Displacement) اور اس کے ذریعے طے کیا گیا کل فاصلہ کتنا ہے؟

16۔ زمین اور سورج کے مابین کشش ثقل کا حساب لگائیے۔ دیا ہوا ہے: $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ = زمین کی کمیت، $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ = سورج کی کمیت، $1.5 \times 10^{11} \text{ m}$ = دونوں کے مابین اوسط فاصلہ۔

17۔ ایک پتھر کو 100 m اونچے مینار سے نیچے گرایا جاتا ہے اور اسی وقت ایک دوسرے پتھر کو زمین سے اوپر عمودی سمت میں 25 m/s کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے۔ حساب لگائیے کہ دونوں پتھر کب اور کہاں ملیں گے؟

18۔ ایک اوپر عمودی سمت میں پھینکی گئی گیند، پھینکنے والے کے پاس 6 s میں واپس آ جاتی ہے۔ معلوم کیجئے:

- (a) رفتار جس سے گیند پھینکی گئی تھی۔
(b) از حد اونچائی، جس تک گیند پہنچتی ہے۔
(c) 4 s بعد اس کا مقام۔

19۔ رقیق میں ڈوبائی گئی ایک شے پر قوتِ اچھال کس سمت میں کام کرتی ہے؟

20۔ پلاسٹک کا ایک ٹکڑا پانی میں ڈالے جانے پر، پانی کی سطح پر اوپر کیوں آ جاتا ہے؟

21۔ ایک شے کے 50 g کا حجم 20 cm^3 ہے۔ اگر پانی کی کثافت 1 g cm^{-3} ہے، تو شے تیرے گی یا ڈوبے گی؟

22۔ ایک سیل (مہربند) کیے ہوئے 50 g کے پیکٹ کا حجم 350 cm^3 ہے۔ یہ پیکٹ پانی میں ڈوبے گا یا تیرے گا؟ پانی کی کثافت 1 g cm^{-3} ہے۔ اس پیکٹ کے ذریعے ہٹائے گئے پانی کی کمیت کیا ہوگی؟