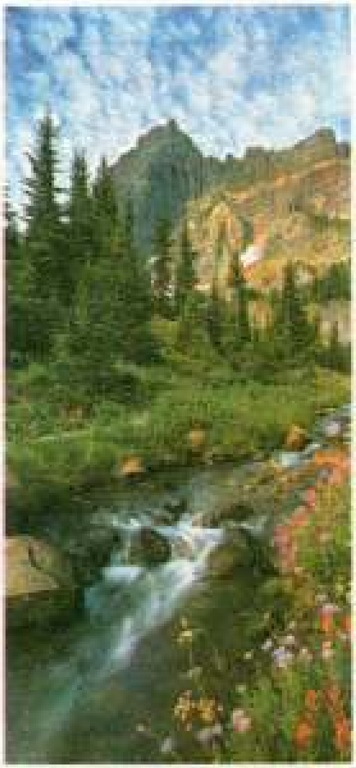
یونٹ 7

مادہ کی خصوصیات

Properties of Matter

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج



اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مادہ کے کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ (ٹھوس، مائع، اور گیس حالت) کو بیان کر سکیں۔
- مادہ کی چوتھی حالت (پلازما) کو مختصراً بیان کر سکیں۔
- ڈینسٹی کی تعریف کر سکیں۔
- چند ٹھوس، مائع، اور گیس اجسام کی ڈینسٹی کا آپس میں موازنہ کر سکیں۔
- پریشر بطور (یونٹ ایریا پر عموداً لگائی گئی فورس) کی تعریف کر سکیں۔
- روزمرہ زندگی میں مثالوں سے وضاحت کر سکیں کہ فورس اور ایریا کی تبدیلی سے پریشر کیسے بدلتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ اسٹماسفیئر، پریشر ڈالتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ مائع کی سطح کی بلندی سے اسٹماسفیرک پریشر کیسے معلوم کیا جاتا ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ زمین کی سطح سے بلندی پر جاتے ہوئے اسٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔
- بیان کر سکیں کہ کسی علاقے میں اسٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی موسم میں تبدیلی کی نشان دہی کرتی ہے۔
- پاسکل کے قانون کی تعریف کر سکیں۔
- پاسکل کے قانون کا مثالوں سے اطلاق اور اس کے استعمال کا عملی مظاہرہ کر سکیں۔
- مائع کی سطح کے نیچے پریشر کا گہرائی اور ڈینسٹی سے تعلق ($P = \rho gh$) بیان

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

مادہ اور اس کی حالتیں	سائنس-V

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

فلوئڈ ڈائنامکس	فزکس-XI
فزکس آف سالڈز	فزکس-XII

کر سکیں اور اس کی مدد سے مشقی سوالات حل کر سکیں۔

- ارشمیدس کے اصول کی تعریف کر سکیں۔
- ارشمیدس کے اصول کی مدد سے کسی جسم کی ڈینسٹی معلوم کر سکیں۔
- کسی جسم پر مائع کے اچھال کی فورس کی تعریف کر سکیں۔
- بے جان اجسام کے تیرنے کے اصول کی تعریف کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ فورس کسی جسم کے سائز اور شکل میں تبدیلی پیدا کر سکتی ہے۔
- سٹریس stress، سٹرین strain اور ینگز موڈولس Young's modulus کی اصطلاحات کی تعریف کر سکیں۔
- ہک کے قانون (Hooke's law) کی تعریف اور ایلاسٹک لمٹ (elastic limit) کی وضاحت کر سکیں۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- فورٹن بیرومیٹر کی مدد سے ایٹماسفیرک پریشر ماپ سکیں۔
- موٹر سائیکل / کار کے ٹائر کا پریشر معلوم کر سکیں اور آلے کے بنیادی اصول کی تعریف کر سکیں اور سسٹم انٹرنیشنل میں اس کی قیمت معلوم کر سکیں۔
- بے قاعدہ اجسام کی ڈینسٹی معلوم کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

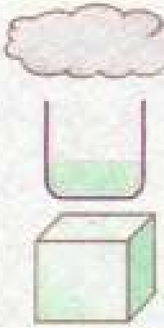
- وضاحت کر سکیں کہ تھمب پن لگاتے ہوئے اس کے اوپر والے حصے پر لگائے جانے والا پریشر، پن کی نوک پر ہزاروں گنا بڑھ جاتا ہے۔
- کار کی بیٹری کے تیزاب کی ڈینسٹی معلوم کرنے کے لیے ہائیڈرومیٹر کے استعمال کی وضاحت کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ بحری جہاز اور آبدوزیں سمندر کی سطح پر تیرتے ہیں اگر ان پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس ان کے کل وزن سے زیادہ ہو۔
- وضاحت کر سکیں کہ ہائیڈرولک پریس، ہائیڈرولک کار لفٹ اور ہائیڈرولک

اہم تصورات

7.1	مادہ کا کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ
7.2	ڈینسٹی
7.3	پریشر
7.4	ایٹماسفیرک پریشر
7.5	مائعات میں پریشر
7.6	اچھال کی فورس
7.7	تیرنے کا اصول
7.8	ایلاسٹیسٹی
7.9	سٹریس، سٹرین اور ینگز موڈولس

کار بریک اس اصول پر کام کرتے ہیں جس کے مطابق مائع کا پریشر تمام سمتوں میں مساوی منتقل ہوتا ہے۔

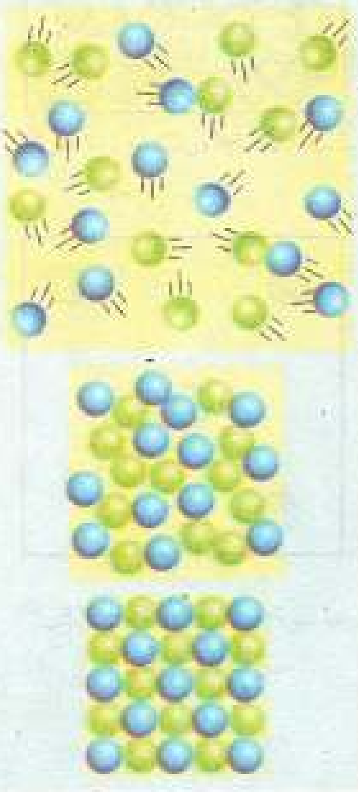
- وضاحت کر سکیں کہ نلکی (straw)، ڈراپر، سرنج اور ویکیوم کلینر کے ذریعے کسی مائع کو اندر کھینچنے کا عمل ایٹماسفیرک پریشر کی وجہ سے ہوتا ہے۔



شکل 7.1: پانی تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔

مادہ ٹھوس، مائع اور گیس تینوں حالتوں میں پایا جاتا ہے۔ مادہ کی بہت سی خصوصیات ہیں۔ مثلاً مادہ وزن رکھتا ہے اور جگہ گھیرتا ہے۔ مادہ کی کچھ ایسی خصوصیات بھی ہیں جو اس کی کسی ایک حالت سے تو وابستہ ہیں لیکن دوسری حالت سے وابستہ نہیں ہوتیں۔ مثال کے طور پر ٹھوس اجسام کی اپنی مخصوص شکل ہوتی ہے لیکن مائعات اور گیسز کی اپنی مخصوص شکل نہیں ہوتی۔ اس کے برعکس مائعات کا اپنا مخصوص والیوم ہوتا ہے لیکن گیسز کا والیوم مخصوص نہیں ہوتا۔ مختلف اجسام اپنی مضبوطی، ڈینسٹی، سولوبلیٹی (solubility)، بہاؤ، ایلاسٹیسٹی، کنڈکٹیویٹی اور دیگر خصوصیات کے لحاظ سے ایک دوسرے سے مختلف ہوتے ہیں۔ کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی خصوصیات کو بآسانی بیان کرتا ہے۔

7.1 مادہ کا کائی نیٹک مالیکیولر ماڈل (Kinetic Molecular Model of Matter)



شکل 7.2: مادہ کی تینوں حالتوں کا کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ۔

شکل (7.2) میں دکھائے گئے مادہ کے کائی نیٹک مالیکیولر ماڈل کی چند نمایاں خصوصیات درج ذیل ہیں۔

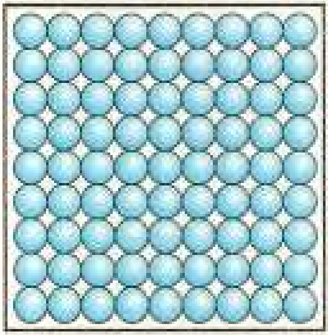
- مادہ ذرات سے مل کر بنا ہے جنھیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
- مالیکیولز مسلسل حرکت کرتے رہتے ہیں۔
- مالیکیولز کے درمیان کشش کی فورس موجود ہوتی ہے۔

کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی تینوں حالتوں ٹھوس، مائع، اور گیس کی وضاحت کرتا ہے۔

ٹھوس (Solids)

ٹھوس اجسام مثلاً پتھر، دھاتی چمچ اور پنسل وغیرہ کی مخصوص شکل اور والیوم

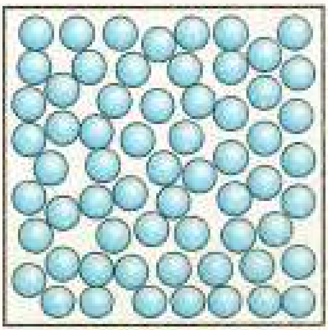
ہوتا ہے۔ ان کے مالیکیولز مضبوط کشش کی فورس کی وجہ سے ایک دوسرے کے انتہائی قریب ہوتے ہیں۔ جیسا کہ شکل (7.3) میں دکھایا گیا ہے۔ وہ ایک جگہ سے دوسری جگہ حرکت نہیں کرتے۔ تاہم اپنی وسطی پوزیشنز پر رہتے ہوئے وائبریٹ کرتے رہتے ہیں۔



شکل 7.3: ٹھوس اجسام میں مالیکیولز انتہائی قریب ہوتے ہیں۔

مائعات (Liquids)

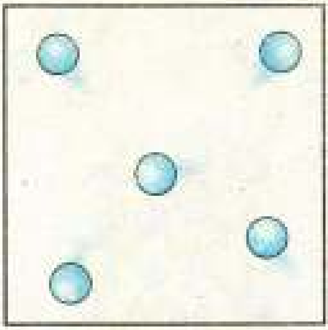
مائع میں مالیکیولز کے درمیان فاصلہ ٹھوس اجسام کی بہ نسبت زیادہ ہوتا ہے۔ لہٰذا ان کے درمیان کشش کی فورس کمزور ہوتی ہے۔ ٹھوس اجسام کی طرح مائع کے مالیکیولز بھی اپنی وسطی پوزیشن کے گرد وائبریٹ کرتے ہیں لیکن ایک دوسرے سے مضبوطی سے جڑے نہیں ہوتے۔ کمزور کشش کی فورس کے باعث وہ ایک دوسرے کے اوپر سلائیڈ کرتے رہتے ہیں۔ اسی وجہ سے مائعات بہہ جاتے ہیں۔ کسی مخصوص مقدار کے مائع کا والیوم تو وہی رہتا ہے لیکن چونکہ مائع بہہ جاتا ہے لہٰذا مائع ہر اس برتن کی شکل اختیار کر لیتا ہے جس میں اسے انڈیلا جائے۔



شکل 7.4: مائعات میں مالیکیولز نسبتاً دور ہوتے ہیں۔

گیسز (Gases)

گیسز مثلاً ہوا کی مخصوص شکل اور والیوم نہیں ہوتا اور انہیں کسی بھی شکل کے برتن میں بھرا جا سکتا ہے۔ ان کے مالیکیولز رینڈم موشن میں رہتے ہیں اور انتہائی زیادہ ولاسٹیز سے حرکت کرتے ہیں۔ ٹھوس اجسام اور مائعات کی بہ نسبت گیسز کے مالیکیولز ایک دوسرے سے زیادہ فاصلہ پر ہوتے ہیں جیسا کہ شکل (7.5) میں دکھایا گیا ہے۔ ٹھوس اور مائعات کے مقابلے میں گیسز کافی ہلکی ہوتی ہیں۔ دبانے سے ان کا والیوم کم کیا جا سکتا ہے۔ گیس کے مالیکیولز برتن کی دیواروں سے مسلسل ٹکراتے رہتے ہیں۔ لہٰذا گیس برتن کی دیواروں پر پریشر ڈالتی ہے۔



شکل 7.5: گیسز میں مالیکیولز ایک دوسرے سے کافی دور پائے جاتے ہیں۔

پلازما، مادہ کی چوتھی حالت
(Plasma, the Fourth State of Matter)

اگر کسی گیس کو مسلسل گرم کیا جائے تو اس کے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے جس کی وجہ سے گیس کے مالیکیولز کی حرکت بھی تیز تر ہوتی چلی جاتی

ہے۔ گیس کے ایٹمز اور مالیکیولز کا آپس میں ٹکراؤ شدید ہوتا چلا جاتا ہے جو گیس کے ایٹمز کے ٹوٹنے کا باعث بنتا ہے۔ ایٹمز کے الیکٹرون علیحدہ ہو جاتے ہیں اور پوزیٹیو آئن بن جاتے ہیں۔ مادہ کی اس حالت کو پلازما کہتے ہیں۔ جب کسی گیس ڈسچارج ٹیوب میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو اس میں بھی پلازما بن جاتا ہے۔

پلازما کو مادہ کی چوتھی حالت کہا جاتا ہے۔ اس میں گیس آئیونک حالت میں ہوتی ہے۔ الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز کی موجودگی کے باعث ایٹمز کے الیکٹرونز اور پوزیٹیو آئنز علیحدہ ہو جاتے ہیں۔ روشن ٹیوبز (نیون اور فلوریسنٹ) میں بھی پلازما پایا جاتا ہے۔ کائنات میں پایا جانے والا بیشتر مادہ پلازما کی حالت میں ہے۔ ستاروں مثلاً سورج میں موجود گیسز آئیونک حالت میں ہوتی ہیں۔ پلازما مادہ کی انتہائی کنڈکٹنگ (conducting) حالت ہے جو الیکٹرک کرنٹ گزرنے دیتا ہے۔

شکل 7.6: ایک پلازما بلب

ٹیبل 7.1: مختلف اشیا کی ڈینسٹی

شے	ڈینسٹی (kgm^{-3})
ہوا	1.3
فوم	89
پٹرول	800
خوردنی تیل	920
برف	920
پانی	1000
شیشہ	2500
ایلومینیم	2700
لوہا	7900
کاپر	8900
سیسہ	11200
مرکری	13600
سونا	19300
پلاٹینم	21500

7.2 ڈینسٹی (Density)

کیا لوہے کا جسم لکڑی کے جسم سے بھاری ہوتا ہے؟ ضروری نہیں کیونکہ اس کا انحصار لوہے اور لکڑی کی مقدار پر ہے جس کا آپس میں موازنہ کیا جا رہا ہے۔ مثال کے طور پر، اگر ہم مساوی والیوم میں لوہا اور لکڑی لیں تو ہم آسانی سے کہہ سکتے ہیں کہ لوہا لکڑی سے بھاری ہے۔

یہ جاننے کے لیے کہ کون سا جسم ہلکا ہے اور کون سا بھاری ہم عام طور پر مختلف اشیا کی ڈینسٹیز کا آپس میں موازنہ کرتے ہیں۔ کسی شے کی ڈینسٹی اس کے ماس اور والیوم کی نسبت سے معلوم کی جاتی ہے۔

> کسی جسم کے یونٹ والیوم کا ماس ڈینسٹی کہلاتا ہے۔

پس

$$\text{ڈینسٹی} = \frac{\text{شے کا ماس}}{\text{شے کا والیوم}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (7.1)$$

سسٹم انٹرنیشنل میں ڈینسٹی کا یونٹ کلوگرام فی کیوبک میٹر (kgm^{-3}) ہے۔ اگر ہمیں کسی میٹیریل کا ماس اور اس کا والیوم معلوم ہو تو ہم اس کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر پانچ لٹر پانی کا ماس 5 کلوگرام ہے۔ اس کی ڈینسٹی

مساوات (7.1) میں قیمتیں درج کرنے سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

چونکہ 1 لٹر $= 10^{-3}\ m^3$

$\therefore$ 5 لٹر $= 5\times10^{-3}\ m^3$

پانی کی ڈینسٹی $= \dfrac{5\ kg}{5\times10^{-3}\ m^3}$

$= 1000\ kg\ m^{-3}$

پس پانی کی ڈینسٹی $1000\ kgm^{-3}$ ہے۔

ڈینسٹی کی مساوات

ڈینسٹی = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{والیوم}}$

ماس = ڈینسٹی × والیوم

والیوم = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{ڈینسٹی}}$

مفید معلومات

1000 لٹر = 1 کیوبک میٹر ($1\ m^3$)

1 لٹر $= 10^{-3}\ m^3$

$1\ cm^3 = 10^{-6}\ m^3$

$1000\ kgm^{-3} = 1\ gcm^{-3}$

مثال 7.1

ایک $200\ cm^3$ والیوم کے پتھر کا ماس $500\ g$ ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

حل

$m = 500\ g$

$V = 200\ cm^3$

ڈینسٹی = $\dfrac{\text{ماس}}{\text{والیوم}}$

$= \dfrac{500\ g}{200\ cm^3} = 2.5\ gcm^{-3}$

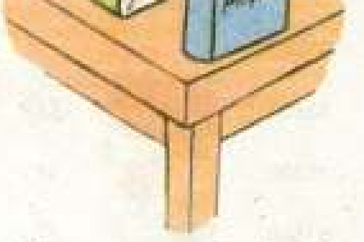
پس پتھر کی ڈینسٹی $2.5\ gcm^{-3}$ ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

زمین کا ایٹماسفیئر اوپر کی جانب چند سو کلومیٹرز تک مسلسل کم ہوتی ڈینسٹی کے ساتھ پھیلا ہوا ہے۔ اس کا قریباً نصف ماس سطح سمندر اور 10 km کے درمیان پایا جاتا ہے۔ ایٹماسفیئر کا 99% ماس سطح سمندر سے 30 km کے فاصلے تک پایا جاتا ہے۔ جوں جوں ہم اوپر کی طرف جاتے ہیں ہوا لطیف سے لطیف ہوتی جاتی ہے۔

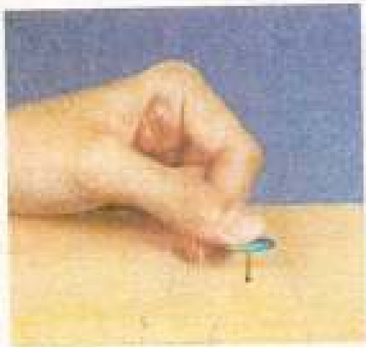
7.3 پریشر (Pressure)

ایک پنسل کے سروں کو ہتھیلیوں کے درمیان رکھ کر دبائیں۔ پنسل کی نوک سے دبنے والی ہتھیلی دوسری ہتھیلی سے زیادہ درد محسوس کرے گی۔ ہم ایک ڈرائنگ پن کو انگوٹھے کی مدد سے دبا کر لکڑی کے بورڈ میں گاڑ سکتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ڈرائنگ پن پر لگائی جانے والی فورس پن کی تیز نوک کے نیچے انتہائی کم ایریا پر مرکوز ہو



شکل 7.7: ایریا جتنا کم ہوگا فورس اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

جاتی ہے۔ ایک ڈرائنگ پن جس کی نوک تیز نہ ہو کو لکڑی کے بورڈ میں گاڑنا مشکل ہوتا ہے۔ ان مثالوں سے ہمیں پتا چلتا ہے کہ لگائی جانے والی فورس جس قدر کم ایریا پر عمل کرے گی اس قدر اس کا اثر زیادہ ہوگا۔ چونکہ پنسل یا کیل کی نوک کا ایریا انتہائی کم ہوتا ہے۔ لہٰذا فورس کا اثر بڑھ جاتا ہے۔ ایسی مقدار جس کا انحصار فورس پر ہو اور جو لگائے جانے والے ایریا میں اضافے سے کم ہو جائے، پریشر کہلاتی ہے۔



شکل 7.8: تیز نوک وار ڈرائنگ پن دبانے پر آسانی کے ساتھ لکڑی کے بورڈ میں نصب ہو جاتی ہے۔

کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عموداً لگائی جانے والی فورس، پریشر کہلاتی ہے۔

$$\text{پس} \quad \text{پریشر } P = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}}$$

$$\text{یا} \quad P = \frac{F}{A} \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ (7.2)$$

پریشر ایک سکیلر مقدار ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ Nm^{-2} ہے، اسے پاسکل (pascal) بھی کہتے ہیں۔ لہٰذا

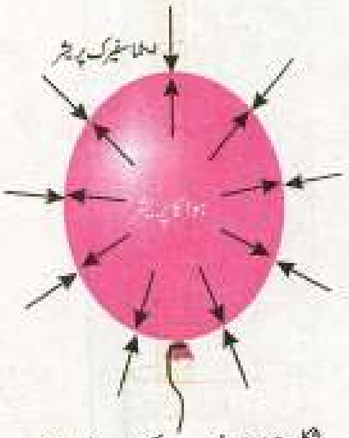
$$1\ Nm^{-2} = 1\ Pa$$

شکل 7.9: بلبلے کے اندر ہوا کا پریشر اسٹماسفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

7.4 اسٹماسفیرک پریشر (Atmospheric Pressure)

زمین کو ہوا کے غلاف نے گھیر رکھا ہے جسے اسٹماسفیئر (کرہ ہوائی) کہتے ہیں۔ یہ سطح سمندر کے اوپر چند سو کلومیٹر تک پھیلا ہوا ہے۔ جس طرح کچھ مخصوص سمندری مخلوقات سمندر کی تہ میں رہتی ہیں بالکل اسی طرح ہم ہوا کے ایک بہت بڑے سمندر کی تہ میں رہتے ہیں۔ ہوا گیسز کا مکسچر ہے۔ اسٹماسفیئر میں ہوا کی ڈینسٹی ایک جیسی نہیں ہے۔ جیسے جیسے ہم بلندی کی طرف جائیں یہ مسلسل کم ہوتی چلی جاتی ہے۔

اسٹماسفیرک پریشر ہر سمت میں عمل کرتا ہے۔ شکل (7.9) پر غور کیجیے۔ لڑکی کیا کر رہی ہے؟ صابن کے بلبلے پھیلتے ہیں یہاں تک کہ ان کے اندر ہوا کا پریشر اسٹماسفیرک پریشر کے برابر ہو جاتا ہے۔ صابن کے بلبلوں کی شکل سفیریکل کیوں ہوتی ہے؟ کیا آپ اس سے یہ نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں کہ اسٹماسفیرک پریشر بلبلے کے تمام اطراف سے یکساں عمل کرتا ہے؟



شکل 7.10: غبارے کے اندر ہوا کا پریشر اسٹماسفیرک پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

جب ہم کسی غبارے میں ہوا بھرتے ہیں تو وہ پھیل جاتا ہے۔ غبارہ کس سمت میں پھیلتا ہے؟ یہ حقیقت کہ اسٹماسفیئر پریشر ڈالتا ہے، ایک سادہ تجربے سے

بیان کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ (Experiment)

ایک ڈھکن والا خالی ٹین کا ڈبہ لیں۔ اس کا ڈھکن اتاریں اور اس میں تھوڑا سا پانی ڈالیں۔ اسے آگ کے اوپر رکھیں اور انتظار کریں یہاں تک کہ پانی ابل جائے اور بھاپ ڈبے میں موجود ہوا کو باہر نکال دے۔ اسے آگ سے اتار لیں۔ ڈبے کو ڈھکن لگا کر مضبوطی سے بند کردیں۔ اب اسے نلکے کے پانی کے نیچے رکھیں۔ ڈبہ ایٹماسفیرک پریشر کی وجہ سے پچک جائے گا۔ کیوں؟

جب ڈبے کو نلکے کے پانی سے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اس کے اندر موجود بھاپ منجمد ہو جاتی ہے۔ بھاپ کے پانی میں تبدیل ہونے پر ڈبے میں خالی جگہ پیدا ہو جاتی ہے۔ جس کی وجہ سے ڈبے کے اندر کا پریشر اس کے باہر کے ایٹماسفیرک پریشر سے کم ہو جاتا ہے۔ جس کے باعث ڈبہ تمام اطراف سے پچک جاتا ہے۔ اس تجربے سے ثابت ہوتا ہے کہ ایٹماسفیئر تمام اطراف سے پریشر ڈالتا ہے۔

شکل 7.11: ٹن پچکنے والا تجربہ

اس حقیقت کو پلاسٹک کی خالی بوتل میں سے ہوا باہر کھینچنے پر پچکنے کے عملی مظاہرہ سے بھی دکھایا جاسکتا ہے۔

ایٹماسفیرک پریشر کی پیمائش (Measuring Atmospheric Pressure)

سطح سمندر پر ایٹماسفیرک پریشر تقریباً 101,300 پاسکل یعنی $101,300\ Nm^{-2}$ ہوتا ہے۔ ایٹماسفیرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹرز کہتے ہیں۔ مرکری بیرومیٹر ایک سادہ بیرومیٹر کی مثال ہے۔ یہ ایک طرف سے بند ایک میٹر لمبی شیشے کی ٹیوب پر مشتمل ہوتا ہے۔ اسے مرکری سے بھرنے کے بعد ایک مرکری کے برتن (trough) میں عموداً الٹا کر دیا جاتا ہے۔ شیشے کی ٹیوب میں مرکری کی سطح نیچے گرتے ہوئے ایک خاص سطح پر رک جاتی ہے۔ ٹیوب میں مرکری کا کالم اس کی بنیاد (base) پر دباؤ ڈالتا ہے۔ سطح سمندر پر مرکری کالم کی بلندی تقریباً 76 cm ہوتی ہے۔ 76 cm بلند مرکری کالم کا پریشر تقریباً $101,300\ Nm^{-2}$ ایٹماسفیرک

شکل 7.12: ایک مرکری بیرومیٹر

پریشر کے برابر ہوتا ہے۔ ایٹماسفیرک پریشر کو عموماً مرکری کالم کی بلندی کے لحاظ سے ماپا جاتا ہے۔ چونکہ کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر ایک جیسا نہیں رہتا لہٰذا مرکری کالم کی بلندی ایٹماسفیرک پریشر کے بدلنے سے تبدیل ہوتی رہتی ہے۔

مرکری پانی سے 13.6 گنا زیادہ کثیف (بھاری) ہے۔ ایٹماسفیرک پریشر کسی جگہ مرکری کے کالم کی بہ نسبت پانی کے 13.6 گنا بلند کالم کو عموداً سہارا دے سکتا ہے۔ پس سطح سمندر پر پانی کے کالم کی عموداً بلندی $0.76\ m \times 13.6 = 10.34\ m$ ہوگی۔ لہٰذا پانی کے بیرومیٹر کے بنانے کے لیے 10 m سے زیادہ لمبی شیشے کی ٹیوب درکار ہوگی۔

ایٹماسفیرک پریشر میں تبدیلی
(Variation in Atmospheric Pressure)

جوں جوں ہم بلندی کی طرف جاتے ہیں، ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا چلا جاتا ہے۔ پہاڑوں پر سطح سمندر کی بہ نسبت ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا ہے۔ 30 کلومیٹر کی بلندی پر ایٹماسفیرک پریشر 7 mm مرکری کے مساوی ہو جاتا ہے جو قریباً 1000 پاسکل پریشر کے برابر ہوتا ہے۔ جس بلندی پر ہوا نہ ہو وہاں یہ صفر ہو جاتا ہے۔ پس کسی جگہ کے ایٹماسفیرک پریشر کی مدد سے ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔

ایٹماسفیرک پریشر موسم میں تبدیلی کی نشان دہی بھی کرتا ہے۔ گرمیوں کے کسی شدید گرم دن میں زمین کے اوپر کی ہوا گرم ہو کر پھیل جاتی ہے جس کی وجہ سے اس علاقے میں ایٹماسفیرک پریشر کم ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس سردیوں کی سخت سرد رات کو زمین کے اوپر کی ہوا ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ جس سے ایٹماسفیرک پریشر بڑھ جاتا ہے۔

کسی خاص جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر کی تبدیلی اس جگہ پر موسم میں آنے والی متوقع تبدیلیوں کی نشان دہی کرتی ہے۔ مثال کے طور پر کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر میں بتدریج اوسطاً کمی اس جگہ کے نزدیکی علاقے میں پریشر میں کمی کی نشان دہی کرتی ہے۔ کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر میں معمولی لیکن تیزی سے کمی اس جگہ کے

کیا آپ جانتے ہیں؟

ویکیوم کلینر کا فین اس کی بکٹ (bucket) کا پریشر کم کر دیتا ہے۔ ہوا اور اس میں شامل گرد و غبار ان ٹیک پورٹ (intake port) کے ذریعے اس میں داخل ہو جاتا ہے۔ ہوا میں شامل گرد و غبار کو فلٹر روک دیتا ہے۔ جبکہ ہوا اس میں سے باہر خارج ہو جاتی ہے۔

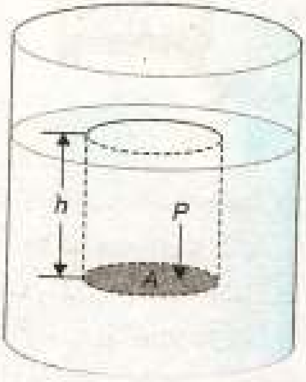
کیا آپ جانتے ہیں؟

کسی مائع میں ڈوبی بوتل کی نلی (straw) کے دوسرے سرے سے جب ہوا کو کھینچا جائے تو اس نلی میں ہوا کا پریشر کم ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے ایٹماسفیرک پریشر مائع کو نلی میں اوپر کی طرف دھکیلتا ہے۔

نزدیکی علاقے میں آندھی اور بارش کو ظاہر کرتی ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں کمی بارش کے ساتھ ہوا چلنے کا پیش خیمہ ہوتا ہے۔ جبکہ اسٹماسفیرک پریشر میں اچانک کمی کی وجہ کسی علاقے میں چند گھنٹوں کے دوران آندھی، بارش اور طوفان کے امکان کو ظاہر کرتی ہے۔

اس کے برعکس کسی جگہ پر اسٹماسفیرک پریشر میں زیادتی اور بعد میں کمی شدید موسمی حالات کو ظاہر کرتی ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں بتدریج اضافہ ایک لمبے خوش گوار موسم کی علامت ہے۔ اسٹماسفیرک پریشر میں تیزی سے اضافے کا مطلب ہے کہ بعد میں پھر اس میں کمی ہوگی اور آنے والا موسم خراب ہوگا۔

7.5 مائعات میں پریشر (Pressure in Liquids)



شکل 7.13: بلندی پر مائع کا پریشر

مائعات پریشر ڈالتے ہیں۔ مائع کا پریشر تمام اطراف میں عمل کرتا ہے۔ اگر ہم کسی مائع میں پریشر سنسر (پریشر ماپنے والا آلہ) رکھیں تو مائع کا پریشر اس میں ڈبوئے گئے پریشر سنسر کی گہرائی کے ساتھ ساتھ بدلتا رہتا ہے۔

فرض کریں کہ ایریا A کی ایک سطح کسی مائع میں h گہرائی پر ہے، جسے شکل (7.13) میں سایہ دار حصے سے دکھایا گیا ہے۔ اس سطح سے اوپر موجود مائع کے سلنڈر کی لمبائی h ہوگی۔ اس سطح کے اوپر مائع کا وزن w اس سطح پر عمل کرنے والی فورس ہے۔ اگر مائع کی ڈینسٹی ρ اور اس کے اوپر مائع کا ماس m ہو تو

مائع کے سلنڈر کا ماس m = ڈینسٹی × والیوم

$$= (A \times h) \times \rho$$

ایریا A پر عمل کرنے والی فورس $F = w = mg$

$$= A h \rho g$$

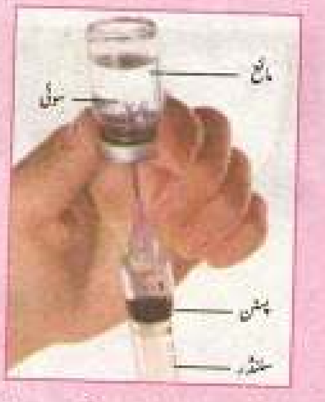
چونکہ پریشر $P = \frac{F}{A}$

$$= \frac{A h \rho g}{A}$$

∴ h گہرائی پر مائع کا پریشر $P = \rho g h \quad \dots (7.3)$

مساوات (7.3) کی مدد سے ہم ڈینسٹی ρ کے مائع کا گہرائی h پر پریشر معلوم کر سکتے ہیں۔ اس مساوات سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع میں گہرائی بڑھنے سے پریشر بڑھ جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

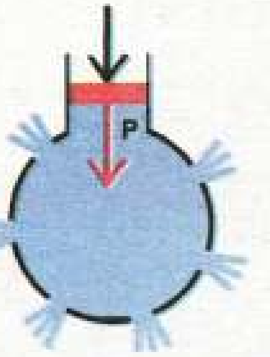


جب سرنج کے پسٹن کو باہر کی طرف کھینچا جائے تو ایسا کرنے سے سرنج کے سلنڈر میں پریشر کم ہو جاتا ہے۔ اور بوتل میں موجود مائع سوئی (nozzle) کے ذریعے سرنج کے سلنڈر میں داخل ہو جاتا ہے۔

پاسکل کا قانون (Pascal's Law)

مائع کی سطح پر بیرونی فورس لگانے سے اس کی سطح پر مائع کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ مائع کے پریشر میں اضافہ تمام اطراف میں اور برتن کی دیواروں پر جس میں یہ ڈالا گیا ہے مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔ اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں، جسے یوں بیان کیا جاتا ہے۔

> جب کسی برتن میں موجود مائع کے کسی پوائنٹ پر پریشر لگایا جاتا ہے تو یہ پریشر بغیر کسی کمی کے مائع کے دوسرے تمام حصوں کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔



شکل 7.14: پاسکل کے قانون کا عملی مظاہرہ

اس کا عملی مظاہرہ شیشے کے ایک ایسے برتن کی مدد سے کیا جا سکتا ہے جس کی تمام سطح پر سوراخ ہوں جیسا کہ شکل (7.14) میں دکھایا گیا ہے۔ اس برتن کو پانی سے بھریں اور پسٹن کو دھکیلیں۔ پانی برتن کے تمام سوراخوں سے یکساں پریشر کے ساتھ باہر خارج ہوتا ہے۔ پسٹن پر لگائی گئی فورس پانی پر پریشر ڈالتی ہے۔ یہ پریشر مائع میں تمام اطراف کی جانب مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔

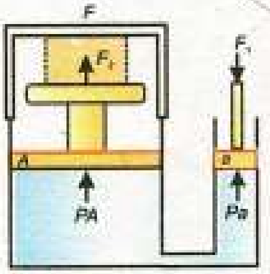
یہ قانون عموماً سیال یعنی مائعات اور گیسز دونوں کے لیے قابل عمل ہے۔

پاسکل کے قانون کا اطلاق (Applications of Pascal's Law)

شکل 7.15: ہائیڈرولک مشین

روزمرہ زندگی میں پاسکل کے قانون کا اطلاق بہت سی جگہوں پر ہوتا ہے۔ مثلاً گاڑیوں کے ہائیڈرولک بریک سسٹم، ہائیڈرولک جیک، ہائیڈرولک پریس اور دیگر ہائیڈرولک مشینوں میں جیسا کہ شکل (7.15) میں دکھایا گیا ہے۔

ہائیڈرولک پریس (Hydraulic Press)



شکل 7.16: ہائیڈرولک پریس

ہائیڈرولک پریس پاسکل کے قانون پر کام کرتا ہے۔ یہ دو مختلف کراس سیکشنل ایریا کے سلنڈروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ جیسا کہ شکل (7.16) میں دکھایا گیا ہے۔ ان سلنڈروں میں پسٹنز لگے ہوتے ہیں۔ فرض کریں ان پسٹنز کا کراس سیکشنل ایریا a اور A ہے۔ جس جسم کو دبانا مقصود ہو اسے بڑے کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر رکھا جاتا ہے۔ چھوٹے کراس سیکشنل ایریا a کے پسٹن پر فورس F_1 لگائی جاتی ہے۔ چھوٹے پسٹن کا پیدا کردہ پریشر P بڑے پسٹن پر مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے اور کراس سیکشنل ایریا A کے پسٹن پر فورس F_2 لگتی ہے جو F_1 سے کہیں زیادہ ہوتی ہے۔

چھوٹے پسٹن کے ایریا a پر لگنے والا پریشر درج ذیل ہے۔

$$P = \frac{F_1}{a}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق بڑے پسٹن کے ایریا A پر لگنے والا پریشر

اور چھوٹے پسٹن پر لگنے والا پریشر یکساں ہوگا۔ لہٰذا

$$P = \frac{F_2}{A}$$

مندرجہ بالا دونوں مساواتوں کا موازنہ کرنے سے

$$\frac{F_2}{A} = \frac{F_1}{a}$$

$$\therefore \quad F_2 = A \times \frac{F_1}{a}$$

یا

$$F_2 = F_1 \times \frac{A}{a} \quad \ldots \ldots \ldots (7.4)$$

چونکہ نسبت $\frac{A}{a}$ ایک سے بڑی ہے لہٰذا بڑے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس F_2 چھوٹے پسٹن پر عمل کرنے والی فورس F_1 سے بڑی ہے۔ اس طریقے سے کام کرنے والے ہائیڈرولک سسٹم کو فورس ملٹی پلائرز کہتے ہیں۔

مثال 7.2

ایک ہائیڈرولک پریس میں 100 N کی فورس ایک پمپ کے پسٹن پر لگائی جاتی ہے جس کا کراس سیکشنل ایریا $0.01\ m^2$ ہے۔ زیادہ کراس سیکشنل ایریا $1\ m^2$ کے پسٹن پر رکھی گئی کپاس کی گانٹھ کو دبانے والی فورس معلوم کریں۔

حل

یہاں

$$F_1 = 100N$$

$$a = 0.01\ m^2$$

$$A = 1\ m^2$$

چھوٹے سلنڈر پر پریشر

$$P = \frac{F_1}{a}$$

$$= \frac{100\ N}{0.01\ m^2}$$

$$= 10000\ Nm^{-2}$$

پاسکل کے قانون کے مطابق:

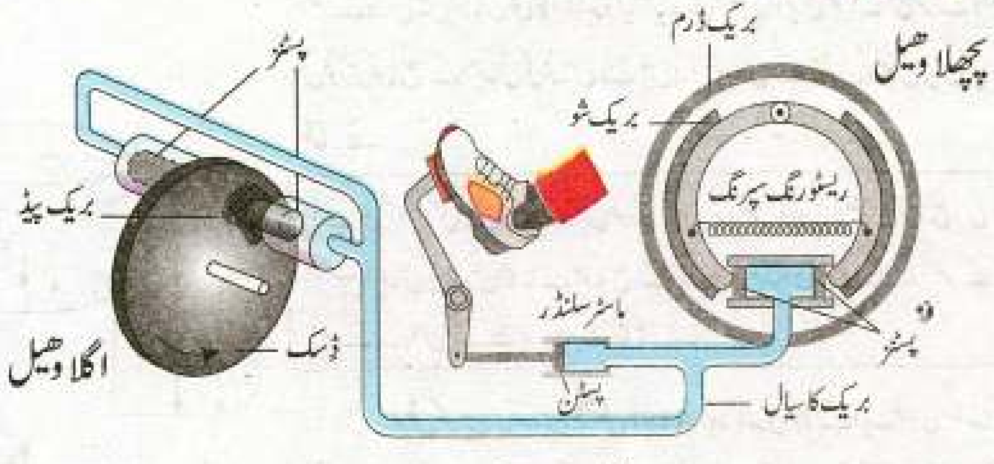
$$F_2 = PA$$ گانٹھ پر عمل کرنے والی فورس

$$= 10000\ Nm^{-2} \times 1m^2$$

$$= 10000\ N$$

ہائیڈرولک پریس گانٹھ کو 10000 N کی فورس سے دبائے گی۔

گاڑیوں کا بریک سسٹم



شکل 7.17 : کار کی ہائیڈرولک بریک

گاڑیوں مثلاً کار، بس، وغیرہ کا بریک سسٹم بھی پاسکل کے قانون کے مطابق کام کرتا ہے۔ شکل (7.17) میں دکھائے گئے بریک سسٹم میں مائع کا پریشر مائع کے اندر ہر طرف مساوی طور پر منتقل ہوتا ہے۔ جب بریک کے پیڈل کو نیچے دبایا جاتا ہے تو یہ فورس ماسٹر سلنڈر کو منتقل ہو جاتی ہے۔ اس طرح ماسٹر سلنڈر میں موجود مائع کا پریشر بڑھ جاتا ہے۔ مائع کا پریشر دھاتی پائپوں کے ذریعے دوسرے سلنڈروں کے تمام پسٹنز میں موجود مائع کو مساوی طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔ مائع کے پریشر کے اضافہ کی وجہ سے سلنڈروں میں موجود پسٹنز باہر کی طرف حرکت کرتے ہیں اور بریک پیڈز کو دباتے ہیں جو دب کر بریک ڈرمز (drums) کے ساتھ جا ملتے ہیں۔ بریک پیڈز اور بریک ڈرمز کے درمیان فرکشن کی فورس گاڑی کے پہیوں کو روک دیتی ہے۔

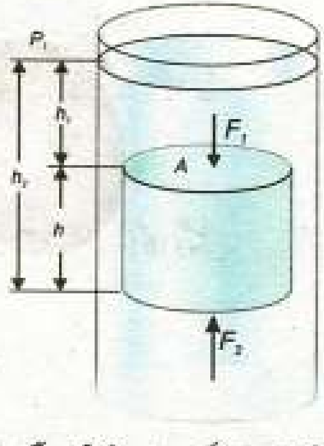
ارشمیدس کا اصول (Archimedes Principle)

گیس سے بھرے غبارے کو جونہی پانی کے اندر چھوڑا جاتا ہے وہ فوراً پانی کی سطح کی جانب اوپر اٹھتا ہے۔ اسی طرح کسی لکڑی کے ٹکڑے کو پانی کے اندر

چھوڑنے پر لکڑی کا ٹکڑا ابھی اوپر پانی کی سطح کی جانب اٹھے گا۔ آپ نے مشاہدہ کیا ہو گا کہ پانی سے بھرا مگ (mug) پانی کے اندر ہلکا محسوس ہوتا ہے۔ لیکن جونہی ہم اسے پانی سے باہر نکالتے ہیں وہ بھاری محسوس ہوتا ہے۔

دو ہزار سال سے زائد عرصہ قبل مسیح، یونانی سائنس دان ارشمیدس نے مشاہدہ کیا کہ مائع کے اندر موجود جسم پر اوپر کی طرف ایک فورس عمل کرتی ہے۔ نتیجتاً جسم کے وزن میں نمایاں کمی کا مشاہدہ کیا گیا۔ کسی جسم پر اوپر کی طرف عمل کرنے والی اس فورس کو مائع کے اچھال کی فورس کہتے ہیں۔ ارشمیدس کے قانون کو یوں بیان کیا جا سکتا ہے۔

> جب کسی جسم کو کسی مائع کے اندر مکمل طور پر یا کسی حد تک ڈبویا جاتا ہے تو مائع اس جسم پر اچھال کی فورس لگاتا ہے جو مائع کے وزن کے مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈبونے سے اس جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے۔



شکل 7.18: مائع میں ڈبوئے گئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔

فرض کریں کہ کراس سیکشنل ایریا A اور بلندی h کے ایک ٹھوس سلنڈر کو پانی میں ڈبویا گیا ہے۔ جیسا کہ شکل (7.18) میں دکھایا گیا ہے۔ فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی اور نچلی سطحوں کی مائع کی سطح سے گہرائی بالترتیب h_1 اور h_2 ہے۔ پس

$$h_2 - h_1 = h$$

اگر h_1 اور h_2 گہرائیوں پر مائع کا پریشر بالترتیب P_1 اور P_2 ہو اور مائع کی ڈینسٹی ρ ہو تو مساوات (7.3) کے مطابق:

$$P_1 = \rho g h_1$$
$$P_2 = \rho g h_2$$

فرض کریں کہ سلنڈر کی بالائی سطح پر مائع کے پریشر P_1 سے لگنے والی فورس F_1 اور سلنڈر کی نچلی سطح پر مائع کے پریشر P_2 سے لگنے والی فورس F_2 ہے۔ پس

$$F_1 = P_1 A = \rho g h_1 A$$

اور

$$F_2 = P_2 A = \rho g h_2 A$$

فورسز F_1 اور F_2 سلنڈر کی مخالف سطحوں پر لگ رہی ہیں۔ سلنڈر پر لگنے والی حاصل فورس F درحقیقت $F_2 - F_1$ ہے اور اس کی سمت فورس F_2 کی طرف ہوگی۔ سلنڈر پر لگنے والی یہ حاصل فورس F مائع کی اچھال کی فورس کہلاتی ہے۔

$$\therefore \quad F_2 - F_1 = \rho g h_2 A - \rho g h_1 A$$

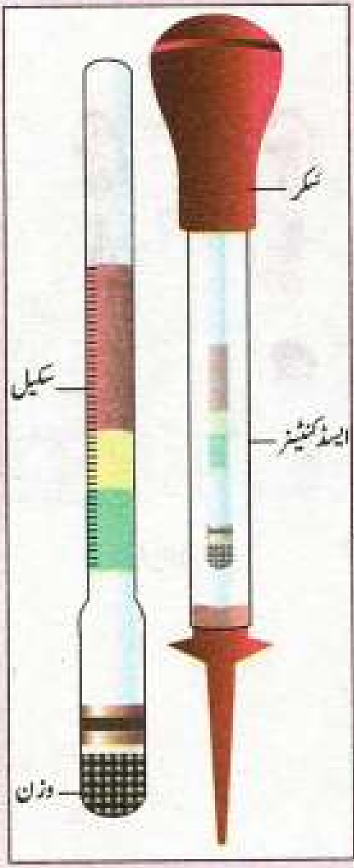
$$= \rho g A (h_2 - h_1)$$

یا　مائع کے اچھال کی فورس $= \rho g A h \; \ldots \; \ldots \; \ldots \; (7.5)$

یا　$= \rho g V \; \ldots \; \ldots \; \ldots \; (7.6)$

یہاں Ah سلنڈر کا والیوم V ہے اور یہ مائع کا وہ والیوم ہے جو سلنڈر کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے ہٹ گیا تھا۔ پس $\rho g V$ اپنی جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کا وزن ہے۔ مساوات (7.6) سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع میں ڈبوئے گئے جسم پر لگنے والی اچھال کی فورس اس جگہ سے ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے برابر ہوتی ہے اور یہی ارشمیدس کا اصول ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



ہائیڈرومیٹر شیشے کی ایک ٹیوب ہے جس کے اوپر پیمانہ بنا ہوتا ہے اور اس کے نچلے سرے پر بھاری وزن ہوتا ہے۔ جس مائع کی ڈینسٹی معلوم کرنا مطلوب ہو اس میں اس کو کسی حد تک ڈبو دیا جاتا ہے۔ ہائیڈرومیٹر کی ایک قسم سے بیٹری کے تیزاب کی ارتکازی طاقت معلوم کی جاتی ہے۔ اسے ایسڈ میٹر کہتے ہیں۔

مثال 7.3

ایک لکڑی کا کیوب جس کے ہر ضلع کی لمبائی 10 cm ہے۔ پانی میں مکمل طور پر ڈوبا ہوا ہے۔ اس پر پانی کے اچھال کی فورس معلوم کریں۔

حل

سائیڈ کی لمبائی　$L = 10\text{ cm} = 0.1\text{ m}$

والیوم　$V = L^3 = (0.1\text{ m})^3 = 1 \times 10^{-3}\text{ m}^3$

پانی کی ڈینسٹی　$\rho = 1000\text{ kgm}^{-3}$

پانی کی اچھال کی فورس　$= \rho g V$

$$= 1000\text{ kgm}^{-3} \times 10\text{m s}^{-2} \times 1 \times 10^{-3}\text{m}^3$$

$$= 10\text{ N}$$

پس لکڑی کے کیوب پر پانی کے اچھال کی فورس 10 N ہے۔

کسی جسم کی ڈینسٹی (Density of an Object)

ارشمیدس کے قانون سے ہم کسی جسم کی ڈینسٹی بھی معلوم کر سکتے ہیں۔ جسم

کے وزن اور مائع میں ان کے برابر والیوم کے وزن میں نسبت ان کی ڈینسٹیز کی نسبت کے مساوی ہوتی ہے۔

فرض کریں D = جسم کی ڈینسٹی

ρ = مائع کی ڈینسٹی

w_1 = جسم کا وزن

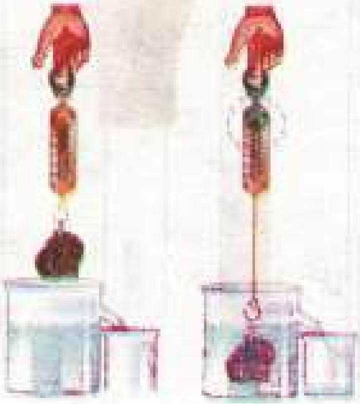
$w = w_1 - w_2$ = مائع کے برابر والیوم کا وزن

یہاں پر w_2 سے مراد مائع میں ٹھوس جسم کا وزن ہے۔ ارشمیدس کے اصول کے مطابق w_2 اپنے اصل وزن w_1 سے w مقدار کم ہوتا ہے۔

لہٰذا
$$\frac{D}{\rho} = \frac{w_1}{w}$$

$$D = \frac{w_1}{w} \times \rho$$

یا
$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho \quad \ldots\ldots (7.7)$$



شکل 7.19

پس ٹھوس جسم کا ہوا میں وزن w_1 اور پانی میں وزن w_2 معلوم ہونے پر ہم مساوات (7.7) کی مدد سے ٹھوس جسم کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں۔ جیسا کہ درج ذیل مثال میں دکھایا گیا ہے۔

مثال 7.4

ہوا میں دھاتی چمچ کا وزن 0.48 N ہے جبکہ پانی میں اس کا وزن 0.42 N ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

حل

چمچ کا وزن $w_1 = 0.48\ N$

پانی میں چمچ کا وزن $w_2 = 0.42\ N$

پانی کی ڈینسٹی $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

$D = ?$

مساوات (7.7) کو استعمال کرنے سے

$$D = \frac{w_1}{w_1 - w_2} \times \rho$$

$$= \frac{0.48\,N}{0.48\,N - 0.42\,N} \times 1000\ kg\ m^{-3}$$

$$= 8000\ kg\ m^{-3}$$

پس دھاتی چمچ کی ڈینسٹی $8000\ kgm^{-3}$ ہے۔

7.7 تیرنے کا اصول (Principle of Floatation)

اگر جسم کا وزن اس پر عمل کرنے والی مائع کے اچھال کی فورس سے زیادہ ہو تو جسم مائع کے اندر ڈوب جاتا ہے۔ اگر جسم کا وزن اچھال کی فورس کے برابر یا کم ہو تو جسم مائع کی سطح پر تیرنے لگتا ہے۔ جب جسم کسی مائع میں تیرتا ہے تو اس پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس جسم کے وزن کے برابر ہوتی ہے۔ اچھال کی فورس مائع کے اس وزن کے ہمیشہ مساوی ہوتی ہے جو جسم کے ڈوبنے سے اپنی جگہ سے پرے ہٹ جاتا ہے، اسے تیرنے کا اصول کہتے ہیں۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> کسی مائع میں تیرنے والا جسم اپنے وزن کے مساوی وزن کا مائع اپنی جگہ سے پرے ہٹاتا ہے۔

ارشمیدس کے اصول کا اطلاق مائعات اور گیسز دونوں پر ہوتا ہے۔ ہم اپنی روزمرہ زندگی میں اس اصول کے استعمال کی بے شمار مثالیں ملاحظہ کرتے ہیں۔

مثال 7.5

ایک خالی میٹرولوجیکل غبارے کا وزن 80 N ہے۔ اس میں $10\ m^3$ ہائڈروجن گیس بھری جاتی ہے۔ بتایئے یہ غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ اور کتنا وزن اٹھا سکتا ہے؟ ہائڈروجن کی ڈینسٹی $0.09\ kgm^{-3}$ اور ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔

حل

غبارے کا وزن $w = 80\ N$

ہائڈروجن کا والیوم $V = 10^3\ m^3$

ہائڈروجن کی ڈینسٹی $\rho_1 = 0.09\ kgm^{-3}$

ہائیڈروجن کا وزن $w_1 = ?$

ہوا کی ڈینسٹی $\rho_2 = 1.3\ kgm^{-3}$

اشیا کا وزن $w_2 = ?$

اچھال کی فورس $F =$ ہٹائی گئی ہوا کا وزن

$= \rho_2 V g$

$= 1.3\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$

$= 130\ N$

ہائیڈروجن کا وزن $w_1 = \rho_1 V g$

$= 0.09\ kgm^{-3} \times 10\ m^3 \times 10\ ms^{-2}$

$= 9\ N$

اٹھائے جانے والا کل وزن $= w + w_1 + w_2$

اشیا کو اٹھانے کے لیے غبارے کا کل وزن فورس F سے زیادہ نہیں ہونا چاہیے۔

پس $w + w_1 + w_2 = F$

یا $80\ N + 9\ N + w_2 = 130\ N$

$w_2 = 130\ N - 89\ N$

$= 41\ N$

پس غبارہ اپنے وزن کے علاوہ زیادہ سے زیادہ 41 N کا وزن اٹھا سکتا ہے۔

بحری جہاز اور آبدوزیں (Ships and Submarines)

لکڑی کا تختہ پانی پر تیرتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ جسم کے والیوم کے مساوی مائع کا وزن، جسم کے وزن سے زیادہ ہوتا ہے۔ تیرنے کے اصول کے مطابق کوئی جسم اس وقت پانی میں تیرتا ہے جب وہ جسم پانی میں مکمل یا نامکمل حد تک ڈوبنے کی صورت میں اپنے وزن کے مساوی وزن کا پانی اپنی جگہ سے ہٹا دے۔

شکل 7.20: پانی پر تیرتا ہوا بحری جہاز۔

بحری جہاز اور کشتیوں کے ڈیزائن تیرنے کے اصول کے مطابق بنائے جاتے ہیں۔ یہ مسافروں کو ایک جگہ سے دوسری جگہ لے جانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔ یہ پانی میں اس وقت ڈوبتی ہیں جب ان کا اور ان پر سوار مسافروں اور سامان کا وزن پانی کی اچھال کی فورس سے زیادہ ہو۔

شکل 7.21: پانی میں چلتی ہوئی آبدوز۔

آبدوز پانی کی سطح پر تیرنے کے علاوہ پانی کے اندر بھی سفر کر سکتی ہے۔ یہ بھی تیرنے کے اصول کے مطابق چلتی ہے۔ یہ پانی کی سطح پر اس وقت تیرتی ہے جب

اس کے والیوم کے مساوی پانی کا وزن اس کے اپنے وزن سے زیادہ ہوتا ہے۔ اس حالت میں یہ بحری جہاز کی مانند ہوتی ہے اور اس کا کچھ حصہ پانی کی سطح سے باہر ہوتا ہے۔ اس میں ٹینک لگے ہوتے ہیں جنھیں سمندری پانی سے بھرا اور خالی کیا جا سکتا ہے۔ ٹینکوں میں سمندری پانی بھرنے پر آبدوز کا وزن بڑھ جاتا ہے اور جونہی اس کا وزن اس پر عمل کرنے والی اچھال کی فورس سے زیادہ ہوتا ہے یہ پانی میں غوطہ لگاتی ہے اور پانی کے نیچے چلی جاتی ہے۔ پانی کی سطح پر واپس لانے کے لیے ٹینکوں میں بھرا سمندری پانی خارج کر دیا جاتا ہے۔

مثال 7.6

ایک 40 m لمبا اور 8 m چوڑا بجرا (barge) جس کی دیواریں عمودی ہیں پانی میں تیرتا ہے۔ مزید 125000 N کارگو کے اضافہ سے وہ کتنا ڈوبے گا؟

حل

بجرے کا ایریا $A = 40\text{ m} \times 8\text{ m}$

$= 320\text{ m}^2$

اضافی اٹھایا گیا وزن $w = 125000\text{ N}$

پانی کی اچھال میں ہونے والا اضافہ مزید کارگو کے وزن کے مساوی ہونا چاہیے۔

پس $F = \rho V g$

چونکہ $F = w$

اس لیے $\rho V g = w$

یا $1000\text{ kg m}^{-3} \times V \times 10\text{ ms}^{-2} = 125000\text{ N}$

$V = 12.5\text{ m}^3$

گہرائی جس تک بجرا ڈوبتا ہے $h = \dfrac{V}{A}$

$$h = \frac{12.5\text{ m}^3}{320\text{ m}^2}$$

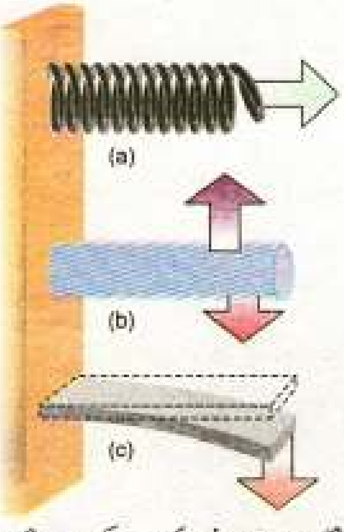
$= 0.04\text{ m}$

$= 4\text{ cm}$

پس اضافی کارگو 125000 N سے بجرا مزید 4 cm پانی میں ڈوب جائے گا۔

7.8 ایلاسٹیسٹی (Elasticity)

ہم جانتے ہیں کہ جب کسی ربڑ بینڈ کو کھینچا جائے تو اس کی لمبائی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ بالکل اسی طرح جب کسی جسم کو سپرنگ بیلنس پر رکھا جائے تو



شکل 7.22 (a) فورس کی وجہ سے کھینچا ہوا سپرنگ
(b) کیل کی وجہ سے پیدا ہونے والی ٹارک کے باعث مروڑا ہوا راڈ
(c) فورس سے مڑی ہوئی سٹرپ

سپرنگ بیلنس کا پوائنٹر نیچے آ جاتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ سپرنگ بیلنس کے ساتھ لٹکائے گئے وزن کے باعث سپرنگ بیلنس کے اندر لگے سپرنگ کی لمبائی بڑھ جاتی ہے۔ شکل (7.22) میں دکھائی گئی تصویر کو دیکھیے۔ اجسام پر لگنے والی فورسز کی وجہ سے انھیں کیا ہوگا؟

ایسی فورس جو کسی شے کی شکل، لمبائی یا والیوم میں تبدیلی پیدا کرے ڈیفارمنگ فورس (deforming force) کہلاتی ہے۔ اکثر صورتوں میں اجسام ڈیفارمنگ فورس کے ہٹانے سے اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آتے ہیں۔

> کسی جسم کی ایسی خاصیت جس میں وہ ڈیفارمنگ فورس کے ختم ہونے پر اپنی اصل جسامت اور شکل میں واپس لوٹ آئے، ایلاسٹیسٹی کہلاتی ہے۔

سٹریس (Stress)

سٹریس کا تعلق ایسی فورس سے ہے جو جسم میں بگاڑ پیدا کرتی ہے۔ اس کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> وہ فورس جو کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کر کے اس کی شکل میں بگاڑ پیدا کرے، سٹریس کہلاتی ہے۔

پس $\text{سٹریس} = \dfrac{\text{فورس}}{\text{ایریا}}$ ... ... (7.8)

سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سٹریس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر (Nm^{-2}) ہے۔

سٹرین (Strain)

سٹریس کی وجہ سے کسی جسم کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ سٹریس کی وجہ سے جسم کی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی کی نسبت کو سٹرین کہتے ہیں۔ اگر سٹرین کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی پیدا کرے تو ایسی سٹرین کو ٹینسائل سٹرین (tensile strain) کہتے ہیں۔

$\text{ٹینسائل سٹرین} = \dfrac{\text{لمبائی میں تبدیلی}}{\text{اصلی لمبائی}}$ ... ... (7.9)

سٹرین کا یونٹ نہیں ہوتا کیونکہ یہ دو ایک جیسی مقداروں کے درمیان نسبت ہے۔

7.9 ہک کا قانون (Hooke's Law)

شکل 7.23: سپرنگ کی لمبائی میں اضافے کا انحصار وزن پر ہوتا ہے۔

مشاہدات سے پتا چلتا ہے کہ کسی جسم کی لمبائی، والیوم یا شکل میں بگاڑ اس پر لگائی جانے والی سٹریس پر منحصر ہوتا ہے۔ ہک کے قانون کی تعریف یوں کی جاتی ہے۔

> ایلاسٹک لمٹ کے اندر کسی بھی جسم میں پیدا شدہ سٹرین اس پر لگائی جانے والی سٹریس کے ڈائریکٹلی پروپورشنل ہوتا ہے۔

پس سٹرین ∝ سٹریس

سٹریس = کونسٹنٹ × سٹرین

$$\frac{\text{سٹریس}}{\text{سٹرین}} = \text{کونسٹنٹ} \quad \ldots \ldots \quad (7.10)$$

ہک کا قانون ایک مخصوص ایلاسٹک لمٹ کے اندر مادہ کی تمام اقسام یعنی ٹھوس، مائعات، اور گیسز کے اندر بگاڑ پیدا کرنے کے لیے لاگو ہوتا ہے۔ ایلاسٹک لمٹ سے پتا چلتا ہے کہ کسی جسم پر احتیاطاً کتنی سٹریس لگائی جا سکتی ہے کہ اس کی لمبائی، والیوم یا شکل میں مستقل بگاڑ پیدا نہ ہو۔ دوسرے الفاظ میں یہ وہ لمٹ ہے جس کے اندر جب جسم پر سے ڈیفارمنگ فورس کو ہٹایا جائے تو جسم اپنی اصل لمبائی، والیوم یا شکل میں واپس لوٹ آتا ہے۔ جب سٹریس اس لمٹ یعنی ایلاسٹک لمٹ کی حد سے گزر جائے تو جسم میں مستقل بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے اور سٹریس ہٹانے کے باوجود وہ اپنی ابتدائی حالت میں واپس نہیں آتا۔

شکل 7.24: فورس اور لمبائی میں اضافے کے درمیان گراف۔

ینگز موڈولس (Young's Modulus)

فرض کریں کہ ایک سلاخ کی لمبائی L_o اور کراس سیکشنل ایریا A ہے۔ سلاخ کو وزن W کے برابر ایک بیرونی فورس F سے کھینچا جاتا ہے اور کھینچنے پر اس کی لمبائی L ہو جاتی ہے۔

> ہک کے قانون کے مطابق جسم کی ایلاسٹک لمٹ کے اندر اس سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کی نسبت کونسٹنٹ ہو گی۔ سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کی اس نسبت کو ینگز موڈولس کہتے ہیں۔

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے۔

$$\text{ینگز موڈولس}\ Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}} \quad \dots\ \dots\ (7.11)$$

فرض کریں کہ سلاخ کی لمبائی میں تبدیلی ΔL ہے۔ پس

$$\Delta L = L - L_o$$

چونکہ

$$\text{سٹریس} = \frac{\text{فورس}}{\text{ایریا}} = \frac{F}{A}$$

اور

$$\text{ٹینسائل سٹرین} = \frac{L - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

چونکہ

$$Y = \frac{\text{سٹریس}}{\text{ٹینسائل سٹرین}}$$

$$Y = \frac{F}{A} \times \frac{L_o}{\Delta L}$$

$$\therefore \quad Y = \frac{F L_o}{A \Delta L} \quad \dots\ \dots\ \dots\ \dots\ (7.12)$$

سسٹم انٹرنیشنل میں ینگز موڈولس کا یونٹ نیوٹن فی مربع میٹر (Nm^{-2}) ہے۔ چند عام میٹیریلز کے ینگز موڈولس ٹیبل (7.2) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 7.2: چند عام میٹیریلز کے ینگز موڈولس

میٹیریل	ینگز موڈولس $\times 10^9\ Nm^{-2}$
ایلومینیم	70
ہڈی	0.02
پیتل	91
کاپر	110
ہیرا	1120
شیشہ	60
لوہا	190
سیسہ	16
نکل	200
ربڑ	0.0007
سٹیل	200
ٹنگسٹن	400
لکڑی (متوازی حاصل کردہ)	10
لکڑی (عمودی حاصل کردہ)	1

مثال 7.7

1 میٹر لمبی سٹیل کی تار کے $5 \times 10^{-5}\ m^2$ کراس سیکشنل ایریا پر 10,000 N فورس لگانے سے اس کی لمبائی میں 1 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ سٹیل کی تار کا ینگز موڈولس معلوم کریں۔

حل

فورس $F = 10{,}000\ N$

لمبائی $L_o = 1m$

لمبائی میں اضافہ $\Delta L = 1mm = 0.001m$

کراس سیکشن ایریا $A = 5 \times 10^{-5}\ m^2$

چونکہ

$$Y = \frac{F L_o}{A \Delta L}$$

اس لیے

$$Y = \frac{10000\ N \times 1\ m}{5 \times 10^{-5}\ m^2 \times 0.001\ m}$$

$$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$$

پس سٹیل کی تار کا ینگز موڈولس $2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$ ہے۔

خلاصہ

- کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ مادہ کی تینوں حالتوں کو ذیل میں دی گئی خصوصیات کو مدنظر رکھتے ہوئے بیان کرتا ہے۔
  - مادہ ذرات سے مل کر بنا ہے جنھیں مالیکیولز کہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ہر وقت حرکت کرتے رہتے ہیں۔
  - مالیکیولز ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔
- انتہائی شدید ٹمپریچر پر ایٹمز اور مالیکیولز کے درمیان ٹکراؤ کے نتیجے میں الیکٹرون خارج ہو جاتے ہیں۔ ایٹمز پوزیٹیو آئنز میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ مادہ کی اس آئنی حالت کو مادہ کی چوتھی حالت، پلازما کہتے ہیں۔
- کسی شے کے ماس اور والیوم کی نسبت کو ڈینسٹی کہتے ہیں۔ پانی کی ڈینسٹی $1000\ kgm^{-3}$ ہے۔
- یونٹ ایریا پر لگائی جانے والی عمودی فورس، پریشر کہلاتی ہے۔ اس کا SI یونٹ Nm^{-2} یا پاسکل (Pa) ہے۔
- ایٹماسفیرک پریشر تمام سمتوں میں عمل کرتا ہے۔
- ایٹماسفیرک پریشر ماپنے والے آلات کو بیرومیٹرز کہتے ہیں۔
- جوں جوں ہم بلندی کی طرف جائیں، ایٹماسفیرک پریشر کم ہوتا جاتا ہے۔ پس کسی جگہ کا ایٹماسفیرک پریشر معلوم ہونے پر ہم اس جگہ کی بلندی معلوم کر سکتے ہیں۔
- کسی مخصوص جگہ کے ایٹماسفیرک پریشر میں تبدیلی اس جگہ کے موسم میں متوقع تبدیلیوں کی نشان دہی کرتی ہے۔
- مائعات بھی پریشر ڈالتے ہیں جسے $P=\rho gh$ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔
- مائعات تمام سمتوں میں مساوی طور پر پریشر منتقل کرتے ہیں، اسے پاسکل کا قانون کہتے ہیں۔
- جب کسی جسم کو مکمل طور پر یا کسی حد تک مائع میں ڈبویا جائے تو اس کے وزن میں ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے مساوی کمی ہو جاتی ہے۔ اسے ارشمیدس کا اصول کہتے ہیں۔
- کسی جسم کے تیرنے کے لیے ضروری ہے کہ اس جسم کا وزن اس کے اوپر لگنے والی مائع کی اچھال کی فورس کے برابر یا کم ہو۔
- ایلاسٹیسٹی مادہ کی وہ خاصیت ہے جس میں مادہ اس فورس کے خلاف مزاحمت پیش کرتا ہے جو اس کی لمبائی، والیوم یا شکل میں تبدیلی کرنے کی کوشش کرتی ہے۔
- کسی جسم کے یونٹ ایریا پر عمل کرنے والی ڈیفارمنگ فورس، سٹریس کہلاتی ہے۔
- کسی جسم کی لمبائی میں تبدیلی اور اصل لمبائی کی نسبت کو ٹینسائل سٹرین کہتے ہیں۔
- سٹریس اور ٹینسائل سٹرین کے درمیان نسبت کو ینگز موڈولس کہتے ہیں۔

سوالات

7.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) مادہ کی کون سی حالت میں مالیکیولز اپنی پوزیشن نہیں چھوڑتے؟

(a) ٹھوس (b) مائع (c) گیس (d) پلازما

(ii) کون سی شے (دھات) سب سے ہلکی ہے؟

(a) کاپر (b) مرکری (c) ایلومینیم (d) سیسہ

(iii) سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ پاسکل ہے اور ایک پاسکل برابر ہوتا ہے:

(a) 10^4 Nm^{-2} (b) 1 Nm^{-2}

(c) 10^2 Nm^{-2} (d) 10^3 Nm^{-2}

(iv) پانی کا بیرومیٹر بنانے کے لیے شیشے کی ٹیوب کی لمبائی اندازاً کتنی ہونی چاہیے؟

(a) 0.5 m (b) 1 m

(c) 2.5 m (d) 11 m

(v) ارشمیدس کے اصول کے مطابق اچھال کی فورس برابر ہوتی ہے:

(a) ہٹ جانے والے مائع کے وزن کے

(b) ہٹ جانے والے مائع کے والیوم کے

(c) ہٹ جانے والے مائع کے ماس کے

(d) ان میں سے کوئی بھی نہیں

(vi) کسی شے کی ڈینسٹی معلوم کی جاسکتی ہے۔

(a) پاسکل کے قانون کی مدد سے

(b) ہک کے قانون کی مدد سے

(c) ارشمیدس کے اصول کی مدد سے

(d) تیرنے کے اصول کی مدد سے

(vii) ہک کے قانون کے مطابق:

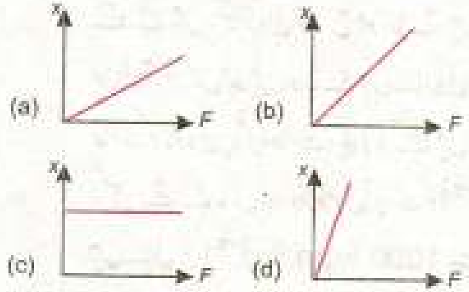
(a) کونسٹنٹ = سٹرین x سٹریس

(b) کونسٹنٹ = سٹرین / سٹریس

(c) کونسٹنٹ = سٹریس / سٹرین

(d) سٹرین = سٹریس

نیچے دیے گئے کسی سپرنگ کے فورس-ایکسٹینشن گراف کو ایک ہی سکیل پر بنایا گیا ہے۔



(viii) کون سے گراف پر ہک کا قانون لاگو نہیں ہوتا؟

(a) (b) (c) (d)

(ix) کون سے گراف میں سپرنگ کونسٹنٹ کی قیمت سب سے کم ہے؟

(a) (b) (c) (d)

(x) کون سے گراف میں سپرنگ کونسٹنٹ کی قیمت سب سے زیادہ ہے؟

(a) (b) (c) (d)

7.2 مادہ کی تینوں حالتوں میں تفریق کرنے کے لیے کائی نیٹک مالیکیولر نظریہ کس طرح معاون ثابت ہوتا ہے؟

7.3 کیا مادہ کی چوتھی حالت پائی جاتی ہے؟ اگر ہاں تو وہ کون سی ہے؟

7.4 ڈینسٹی سے کیا مراد ہے؟ سسٹم انٹرنیشنل میں اس کا یونٹ کیا ہے؟

7.5 کیا ہم ہائیڈرومیٹر کی مدد سے دودھ کی ڈینسٹی معلوم کر سکتے ہیں؟

7.6 پریشر کی اصطلاح کی تعریف کریں۔

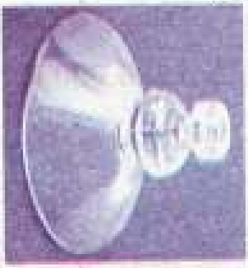
7.7 ثابت کریں کہ ایٹماسفیئر پریشر ڈالتا ہے۔

7.8 غبارے سے ہوا نکالنا انتہائی آسان ہے۔ لیکن کسی شیشے کی بوتل میں سے ہوا خارج کرنا انتہائی مشکل ہوتا ہے۔ کیوں؟

7.9 بیرومیٹر کیا ہوتا ہے؟

7.10 پانی کو بیرومیٹر میں استعمال کرنا کیوں موزوں نہیں ہوتا؟

7.11 کون سی چیز سکر (sucker) کو ہموار دیوار کے ساتھ چپکائے رکھتی ہے؟



7.12 ایٹماسفیرک پریشر بلندی کے ساتھ کیوں بدل جاتا ہے؟

7.13 کسی جگہ پر ایٹماسفیرک پریشر کا ایک دم کم ہونا کیا ظاہر کرتا ہے؟

7.14 اگر بیرومیٹر کی ریڈنگ میں یک دم اضافہ ہو جائے تو موسم میں کون سی تبدیلیاں متوقع ہوتی ہیں؟

7.15 پاسکل کے قانون کی تعریف کریں۔

7.16 ہائیڈرولک پریس کے کام کرنے کی وضاحت کریں۔

7.17 ایلاسٹیسٹی سے کیا مراد ہے؟

7.18 ارشمیدس کے اصول کی تعریف کریں۔

7.19 اچھال کی فورس سے کیا مراد ہے؟ تیرنے کے اصول کی وضاحت کریں۔

7.20 وضاحت کریں کہ آبدوز پانی کی سطح پر اور پانی کے اندر کس طرح چلتی ہے؟

7.21 پتھر کا ٹکڑا پانی میں ڈوب جاتا ہے لیکن ایک انتہائی بھاری بحری جہاز پانی پر تیرتا رہتا ہے۔ کیوں؟

7.22 ہک کا قانون کیا ہے؟ ایلاسٹک لمٹ سے کیا مراد ہے؟

7.23 ایک ربڑ بینڈ لیں۔ ربڑ بینڈ کو استعمال کرتے ہوئے اپنے خود کا ایک بیلنس بنائیے۔ اس پر مختلف اشیا کو ماپ کر اس کی درستی چیک کریں۔

مشقی سوالات

7.1 40 cm x 10 cm x 5 cm پیمائش کے ایک لکڑی کے ٹکڑے کا ماس 850 g ہے۔ لکڑی کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ ($425\ kgm^{-3}$)

7.2 1 لٹر پانی جمانے پر بننے والی برف کا والیوم کتنا ہوگا؟ (1.09 لٹر)

7.3 درج ذیل اجسام کا والیوم معلوم کریں۔

(i) 5 کلوگرام ماس کے لوہے کے گولے کا جبکہ لوہے کی ڈینسٹی $8200\ kgm^{-3}$ ہے۔

($6.1 \times 10^{-4}\ m^3$)

(ii) 200 گرام لیڈ کے ٹکڑے کا جس کی ڈینسٹی

ہے۔ $11300\ kgm^{-3}$

$(1.77 \times 10^{-5}\ m^3)$

(iii) 0.2 کلوگرام ماس کی سونے کی سلاخ کا جبکہ سونے کی ڈینسٹی $19300\ kgm^{-3}$ ہے۔

$(1.04 \times 10^{-5}\ m^3)$

7.4 ہوا کی ڈینسٹی $1.3\ kgm^{-3}$ ہے۔ 8mx5mx4m پیمائش کے کمرے میں موجود ہوا کا ماس معلوم کریں۔

(208 kg)

7.5 ایک طالب علم اپنے انگوٹھے سے 75 N کی فورس لگا کر اپنی ہتھیلی کو دباتا ہے۔ اس کے انگوٹھے کے نیچے $1.5\ cm^2$ کے ایریا پر لگنے والا پریشر کتنا ہوگا؟

$(5 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.6 ایک پن کا بالائی سرا مربع نما ہے، جس کی ایک سائیڈ 10 mm ہے۔ اس پر لگنے والی 20 N کی فورس سے پیدا ہونے والا پریشر معلوم کریں۔

$(2 \times 10^5\ Nm^{-2})$

7.7 1000 گرام ماس اور 20cm x 7.5cm x 7.5cm پیمائش کا لکڑی کا ایک یونیفارم مستطیلی بلاک افقی سطح پر اپنے لمبے کنارے کے رخ عموداً کھڑا ہے۔ معلوم کریں۔

(i) لکڑی کے بلاک کا سطح پر پریشر

(ii) لکڑی کی ڈینسٹی

$(1778\ Nm^{-2}, 889\ kgm^{-3})$

7.8 5 سینٹی میٹر سائیڈ کے ایک شیشے کے کیوب کا ماس 306 g ہے اور اس کے اندر کیویٹی (سوراخ) پائی جاتی ہے۔ اگر شیشے کی ڈینسٹی $2.55\ gcm^{-3}$ ہو تو اس کیویٹی کا والیوم معلوم کریں۔

$(5\ cm^3)$

7.9 ایک جسم کا ہوا میں وزن 18 N ہے۔ جب اس کو پانی میں ڈبویا جائے تو اس کا وزن 11.4 N ہو جاتا ہے۔ اس کی ڈینسٹی معلوم کریں۔ کیا آپ بتا سکتے ہیں کہ جسم کس میٹیریل کا بنا ہوا ہے؟

$(2727\ kgm^{-3}$, ایلومینیم$)$

7.10 لکڑی کا ایک ٹھوس بلاک جس کی ڈینسٹی $6\ gcm^{-3}$ ہے کا ہوا میں وزن 3.06 N ہے۔ معلوم کریں۔ (a) بلاک کا والیوم (b) بلاک کے اس حصہ کا والیوم جو $0.9\ gcm^{-3}$ ڈینسٹی کے مائع میں آزاد چھوڑنے پر ڈوبتا ہے۔

$(510.4\ cm^3, 340\ cm^3)$

7.11 ہائڈرولک پریس کے پسٹن کا ڈایا میٹر 30 cm ہے۔ 20,000 N وزنی کار کو اٹھانے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی اگر پمپ کے پسٹن کا ڈایا میٹر 3 cm ہو؟

(200 N)

7.12 سٹیل کے ایک تار کے $2 \times 10^{-5}\ m^2$ کراس سیکشنل ایریا پر 4000 N کی فورس لگانے سے اس کی لمبائی میں 2 mm کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ تار کا ینگز موڈولس معلوم کریں۔ جبکہ اس کی لمبائی 2 m ہے۔

$(2 \times 10^{11}\ Nm^{-2})$