بِسۡمِ اللّٰہِ الرَّحۡمٰنِ الرَّحِیۡمِ

اللہ کے نام سے شروع جو بڑا مہربان نہایت رحم فرمانے والا ہے۔

فزکس

9

امانت دیانت صداقت شرافت
پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ لاہور

پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بُک بورڈ، لاہور

یہ نصابی کتاب پاکستان کے 2023 کے اپ ڈیٹ شدہ/نظر ثانی شدہ قومی نصاب کے مطابق تیار کی گئی ہے۔

جملہ حقوق (کاپی رائٹ) بحق پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ، لاہور محفوظ ہیں۔

یہ کتاب پنجاب کریکولم اینڈ ٹیکسٹ بک بورڈ، لاہور کی تیار کردہ ہے۔ تحریری اجازت کے بغیر اس کتاب کا کوئی حصّہ کسی امدادی کتاب، خلاصہ، ماڈل پیپر یا گائیڈ وغیرہ میں شامل نہیں کیا جا سکتا۔

مصنف:

پروفیسر (ریٹائرڈ) محمد نثار

ایکسٹرنل ریویو کمیٹی ممبرز:

- پروفیسر محمد علی شاہد (اعزاز فضیلت)
  ریٹائرڈ ڈائریکٹر (ٹیکنیکل)، پی ٹی بی، لاہور
- محمد ارشد
  ہیڈ آف ڈیپارٹمنٹ، ریسرچ اینڈ ڈویلپمنٹ ڈیپارٹمنٹ، یونیک گروپ آف انسٹی ٹیوشنز، لاہور
- ڈاکٹر شاہد اقبال
  سبجیکٹ سپیشلسٹ، قائد اکیڈمی، لاہور
- ڈاکٹر آصف ندیم، ماہرِ مضمون
  پنجاب ایجوکیشن فاؤنڈیشن، گلبرگ، لاہور

سبجیکٹ کوآرڈینیٹر: عبدالرؤف زاہد

ڈائریکٹر کریکولم اینڈ کمپلائنس: عامر ریاض

ڈپٹی ڈائریکٹر کمپلائنس ہیڈ معیر: مہر صفدر ولید

ڈپٹی ڈائریکٹر (گرافکس): عائشہ صادق

کوآرڈینیٹر:

تیار کردہ: Snowman Publishers, Lahore

تجرباتی ایڈیشن

ناشر: مزمل پبلشنگ کمپنی لاہور

مطبع: اسحاق الفتح پرنٹرز

تاریخ اشاعت	ایڈیشن	طباعت	تعداد	قیمت
مئی 2025	اول	سوئم	6000	180.00

فہرست

باب نمبر	عنوانات	نمبر شمار
1	طبیعی مقداریں اور ان کی پیمائش	5
2	کائنی میٹکس	28
3	ڈائنامکس	51
4	فورس کے گھمانے کے اثرات	77
5	ورک، انرجی اور پاور	102
6	مادے کی میکینیکل خصوصیات	123
7	مادے کی حرارتی خصوصیات	143
8	میگنیٹزم	155
9	سائنس کی ماہیت	174
(i)	کتابیات	187
(ii)	اصطلاحات	188
(iii)	انڈیکس	191

About Author

Professor (Rtd) Muhammad Nisar is an esteemed and experienced author, holds M.Sc degree from University of the Punjab. He also attended a training program in Leeds University and Sheffield University UK under Columbo plan.He was a member of revision of Curricula, Textbooks and Teaching Aids Committee, constituted by the Government of Punjab in 1999. He was awarded Governor's Education Gold Medal for developing National Curricula in General Science and Physics in 2001.He has been co-author and editor of more than 20 textbooks in Physics from class 9 – 12 and General Science from class 4 – 10 published by Punjab Textbook Board. He also developed Science Lesson Plans and Teacher's Guides at Directorate of Staff Development Punjab. He also authored Outsourced Science and General knowledge textbooks based on National Curriculum 2006. He has reviewed a number of Science and Physics textbooks and SRM for PCTB. His reading material is a valuable resource for students and teachers.

باب 1

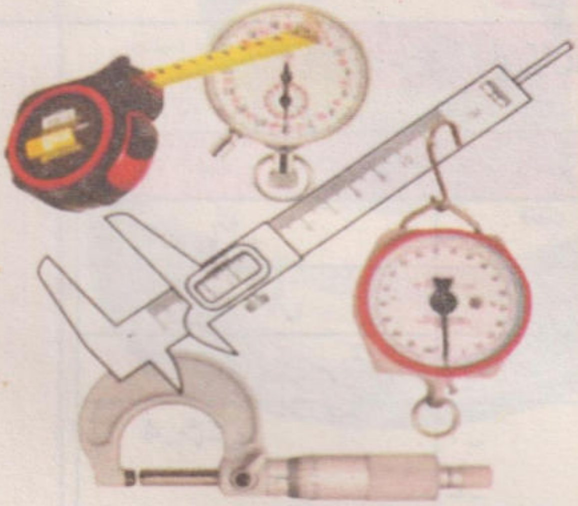
طبیعی مقداریں اور ان کی پیمائش

(Physical Quantities and Measurements)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- طبیعی اور غیر طبیعی مقداروں کے درمیان فرق کر سکیں۔
- مثالوں کے ذریعے وضاحت کر سکیں کہ فزکس طبیعی مقداروں پر مبنی ہے (جن میں ایک مقدار اور ایک یونٹ شامل ہوتا ہے)۔
- بنیادی اور ماخوذ طبیعی مقداروں اور یونٹس کے درمیان فرق کر سکیں۔
- بین الاقوامی یونٹس کے سسٹم (SI) کے سات یونٹس ان کی علامات اور طبیعی مقداروں کے ساتھ استعمال کر سکیں۔ (SI یونٹس کی معیاری تعریفیں شامل کرنے کی ضرورت نہیں۔)
- اعداد و شمار کا سائنسی نوٹیشن میں تجزیہ کر سکیں اور بیان کر سکیں۔ (پیمائش اور حسابات میں)۔
- اعداد و شمار کو پری فکسز استعمال کرتے ہوئے بیان کر سکیں۔ (بنیادی اور ماخوذ یونٹس کے لیے ملٹی پلز اور سب ملٹی پلز کو ایک دوسرے میں بدل سکیں۔)
- لمبائی کی پیمائش کے لیے عام لیب کے آلات کے استعمال کا طریقہ کار سمجھتے ہوئے ان کو استعمال کر سکیں۔
(بشمول آلات کے لیسٹ کاؤنٹ اور ٹیپ، رولرز، ورنیئر کیلی پرز اور مائیکرو میٹر سکریو گیج کا استعمال کرتے ہوئے مختلف لمبائیوں کو مناسب درستگی کے ساتھ کیسے ماپ سکیں۔ اس میں اینالوگ اور ڈیجیٹل کیلی پرز اور مائیکرو میٹرز کے پیمانے کو پڑھنا شامل ہے)۔
- والیوم ماپنے کے لیے پیمائش کے سلنڈر کا استعمال کر سکیں۔
(بشمول مائعات کے والیوم کی پیمائش اور ٹھوس کا والیوم تعین کرنے کے لیے ڈس پلیسمنٹ کین کے ذریعے)۔
- لیب آلات کا استعمال کرتے ہوئے وقت کے وقفوں کی پیمائش صحیح طور پر کر سکیں۔ (بشمول گھڑیوں اور ڈیجیٹل ٹائمرز کے)۔
- تجربات میں انسانی، بے قاعدہ اور با قاعدہ غلطیوں کے عام ذرائع کی نشاندہی اور وضاحت کر سکیں۔
(چھوٹے فاصلے اور مختصر وقت کے وقفے کے لیے اوسط قیمت معلوم کر سکیں،
بشمول پینڈولم کی وائبریشن کی مدت کی پیمائش کر کے۔)
- پیمائشوں کے نتائج کو ریکارڈ اور بیان کرنے کے لیے غیر یقینی صورتحال اور اہم ہندسوں کی ضرورت کو بیان کر سکیں۔
- صحیح پیمائش اور درستگی میں فرق کر سکیں۔
- ماپی گئی تخمینوں کو مناسب بناتے ہوئے درست اعداد تک محدود کر سکیں۔
(تجرباتی اعداد و شمار کی بنیاد پر مناسب تعداد کے اہم ہندسوں تک)۔
- ڈیٹا جمع کرنے کے آلات (اینالوگ) کے لیسٹ کاؤنٹ کا تعین کر سکیں۔



ہم سب ایک طبیعی دنیا میں رہ رہے ہیں۔ ہم اپنے اردگرد اکثر بے شمار قدرتی مظاہر اور واقعات رونما ہوتے دیکھتے ہیں۔ جن میں سورج، چاند، ستارے، سمندر، دریا، ہوائیں، بارش، پودے اور بہت سارے دوسرے عناصر شامل ہیں۔ انسان ہمیشہ قدرت کے ان عجائبات سے تحریک حاصل کرتا رہا ہے۔ وہ ہمیشہ قدرت کے راز جاننے، سچ اور حقیقت کی تلاش میں لگا رہا ہے۔ وہ مختلف مظاہر کا بغور مشاہدہ کرتا ہے۔ دلائل اور تجربات کی بنیاد پر ان کے وقوع پذیر ہونے کی وجوہات معلوم کرنے کی کوشش میں لگا رہتا ہے۔ ایسا علم جو مشاہدات، دلائل اور تجربات کی بنا پر حاصل ہوتا ہے، سائنس کہلاتا ہے۔ ہماری زندگی کے ہر عمل کا سائنس سے ربط ہے۔ سائنس دان متواتر مشاہدات اور تجربات کی روشنی میں شب و روز نئے انکشافات اور دریافتیں کرتے رہتے ہیں، عملی تجربات کے قابلِ اعتماد نتائج کی اہم ضرورت طبیعی مقداروں کی صحیح پیمائش ہے۔ وہ ان کی پیمائش کے بہتر طریقوں اور ان کے پیمائشی آلات میں جدت کی جستجو میں رہتے ہیں۔ اس باب میں ہم طبیعی مقداروں، ان کے پیمائشی طریقوں، آلات اور ان کے متعلقہ مختلف موضوعات پر بات چیت کریں گے۔

1.1 طبیعی اور غیر طبیعی مقداریں (Physical and Non-physical Quantities)

ہم قدرتی مظاہر، واقعات اور انسانی رویوں یا طرزِ عمل کو بیان کرنے کے لیے ان کی نمایاں خصوصیات یا مختلف اصطلاحات کا استعمال کرتے ہیں۔ یعنی پیار، محبت، عقل مندی، خوف، بہادری، خوبصورتی، لمبائی، چوڑائی، حجم، کثافت، وقت، ٹمپریچر، وغیرہ۔ ان میں سے کچھ کی ہم بلا واسطہ یا بالواسطہ مختلف پیمانوں اور آلات کی مدد سے پیمائش کر سکتے ہیں جیسا کہ پیمانہ (Ruler) کے ذریعے کسی جسم کی لمبائی، چوڑائی، گھڑی یا کلاک کے ذریعے وقت کا دورانیہ یا تھرمامیٹر سے کسی جسم کا ٹمپریچر وغیرہ، ایسی مقداروں کو طبیعی مقداریں کہتے ہیں۔

کوئیک کوئز

کیا کوئی غیر طبیعی مقدار جہت (Dimension) رکھتی ہے۔

فزکس کی بنیاد انھیں طبیعی مقداروں اور ان کی پیمائش پر موقوف ہے جن کی مدد سے فزکس کے مختلف اصول اور قوانین بیان کیے جاتے ہیں۔ جب کہ کچھ دوسری اصطلاحات مثلاً پیار، محبت، خوف اور خوبصورتی کو پرکھنے کا کوئی معیاری پیمانہ یا آلہ نہیں ہے۔ ان کا ادراک و تشریح کا تعلق مشاہدہ کرنے والے کی ذاتی سوچ، سمجھ و شعور پر منحصر ہوتا ہے یا ان کی کوالٹی کی درجہ بندی کا اندازہ پہلے سے طے شدہ معیار یا تقابلی جدول سے کیا جاتا ہے۔ ایسی مقداروں کو غیر طبیعی مقداریں کہتے ہیں۔ غیر طبیعی مقداروں کا تعلق عام طور سے انسانی رویوں، جذباتی کیفیت اور سماجی احساسات پر منحصر ہوتا ہے۔

ٹیبل 1.1

کوئیک کوئز: درج ذیل کو مکمل کریں

نمایاں خصوصیات	طبیعی مقدار	غیر طبیعی مقدار
1۔ پیمائش	ہاں	نہیں
2۔ آلہ کا استعمال		
3۔ عددی قیمت اور یونٹس		
4۔ مثالیں	1۔ 2۔	1۔ 2۔

1.2 بنیادی اور ماخوذ مقداریں (Basic and Derived Quantities)

فزکس طبیعی دنیا کی سائنس ہے جس میں ہمارا مختلف مادی اشیا سے واسطہ پڑتا ہے۔ ان اشیا کی پہچان، ان کی کچھ پیمائشی خصوصیات سے کی جاتی ہے جنھیں طبیعی مقداریں کہتے ہیں جیسا کہ لمبائی، چوڑائی، موٹائی، کمیت، والیوم، ڈینسٹی، وقت، ٹمپریچر، وغیرہ۔ ان میں سے سائنس دانوں نے کچھ مقداروں کو کلیدی حیثیت دے رکھی ہے، ان کو بنیادی مقداریں کہتے ہیں۔ ان میں لمبائی، ماس، وقت، ٹمپریچر، الیکٹرک کرنٹ، روشنی کی شدت اور تعداد کے حوالے سے مادے کی مقدار شامل ہیں۔ باقی وہ تمام مقداریں جن کی تعریف بنیادی مقداروں کی نسبت سے کی جاسکتی ہے، انھیں ماخوذ مقداریں کہتے ہیں۔

طبیعی مقدار کی پیمائش (Measurement of a Physical Quantity)

کسی طبیعی مقدار کی پیمائش ایک ایسا عمل ہے جس کے ذریعے ایک نامعلوم مقدار کا کسی معیاری مقدار سے موازنہ کیا جاتا ہے یعنی پیمائش کرتے وقت یہ معلوم کیا جاتا ہے کہ یہ طبیعی مقدار اس معیاری مقدار کے مقابلے میں کتنے گنا زیادہ یا کم ہے، اس معیاری مقدار کو یونٹ کہتے ہیں۔

سرگرمی 1.1 ٹیچر اس سرگرمی کے لیے سہولت فراہم کرے گا اور ہدایت کے مطابق بحث کا آغاز کرے گا۔ ایک طالب علم کلاس رُوم بورڈ کی اپنے ہاتھ کی بالشت سے لمبائی ماپے۔ اس عمل کو چار یا پانچ دوسرے طلبہ سے بھی دہرایا جائے۔ کیا تمام طلبہ کی پیمائش ایک جیسی ہے؟ اگر وہ مختلف ہیں تو ان کے مختلف ہونے کی کیا وجہ ہے؟ اس مشکل سے بچنے کے لیے کیا حل ہوسکتا ہے؟

انٹرنیشنل معیاری کلوگرام

پہلے ادوار میں لوگ اپنی بالشت یا بازو کی لمبائی، پاؤں یا قدم کے ذریعے کرتے تھے۔ ایسی پیمائش میں ابتری کا امکان رہتا تھا چونکہ مختلف افراد کے ہاتھ، پاؤں، بازو یا قدموں کی لمبائی مختلف ہوسکتی ہے۔ ایسی ابتری سے بچنے کے لیے ایک معیاری مقدار کا ہونا ضروری ہے تا کہ تمام افرد کی پیمائش ایک جیسی ہو۔ اس معیاری مقدار کو یونٹ (Unit) کہتے ہیں۔

پیمائش کے دو حصے ہوتے ہیں، پہلا اس کی عددی قیمت اور دوسرا اس کا یونٹ۔ کوئی بھی پیمائش یونٹ کے بغیر بے معنی ہوتی ہے۔

کچھ ہی عرصہ پہلے تک ہر ملک کا اپنا یونٹس کا نظام ہوتا تھا۔ جس کی وجہ سے لین دین اور تجارت میں مشکلات پیش آتی تھیں۔ بالآخر سائنس دان ایک ایسے پیمائشی نظام پر متفق ہو گئے جسے تمام دنیا کے لوگ بآسانی رائج اور استعمال کرسکیں۔ اس سے بلاشبہ استعدادی قوت، باہمی تجارت، کاروبار اور سائنسی معلومات

کے بارے میں آسانیاں پیدا ہوئی ہیں۔

1.3 یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم (International System of Unit)

1961ء میں ناپ تول کی انٹرنیشنل کمیٹی نے سفارش کی کہ دنیا کے ممالک ایک ہی قسم کے مستند یونٹس کا نظام رائج کریں۔ یہ نظام سات بنیادی یونٹس پر مشتمل ہے، جسے یونٹس کا انٹرنیشنل سسٹم کہتے ہیں۔ اس کا مخفف SI ہے جو کہ دنیا کے قریباً تمام ممالک میں رائج ہے۔ اس نظام کے رائج ہونے سے سائنس دان اپنے مشاہدات اور فنی معلومات کا تبادلہ بآسانی کر سکتے ہیں۔ یہ سات بنیادی یونٹس اور ان کی علامات ٹیبل 1.2 میں دیے گئے ہیں۔ ان کی عددی قیمت کا تعین بین الاقوامی معیاری مقداروں سے کر دیا گیا ہے۔

ٹیبل 1.2: بنیادی مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات

نمبر شمار	مقدار	یونٹ	علامت
.1	لمبائی	میٹر	m
.2	ماس	کلوگرام	kg
.3	وقت	سیکنڈ	s
.4	ٹمپریچر	کیلون	K
.5	الیکٹرک کرنٹ	ایمپیئر	A
.6	روشنی کی شدت	کنڈیلا	cd
.7	مادے کی مقدار	مول	mol

ماخوذ یونٹس

بنیادی یونٹس کو نہ ہی ایک دوسرے سے اخذ کیا جا سکتا ہے اور نہ ہی ان کو مزید بنیادی حصوں میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ جبکہ ماخوذ مقداروں یعنی سپیڈ، ایریا، والیوم، فورس، پریشر اور الیکٹرک چارج وغیرہ کو بنیادی یونٹس کے حوالے سے اخذ کیا جاتا ہے، انھیں ماخوذ یونٹس کہتے ہیں۔

مثلاً لمبائی × چوڑائی = ایریا

لمبائی کا یونٹ × چوڑائی کا یونٹ = ایریا کا یونٹ

میٹر × میٹر = ایریا کا یونٹ

مربع میٹر = ایریا کا یونٹ

یا m^2 = ایریا کا یونٹ

سپیڈ کا یونٹ = فاصلے کا یونٹ/ وقت کا یونٹ = میٹر/ سیکنڈ = $m\,s^{-1}$

چند ماخوذ یونٹس بمع ان کے مخصوص نام اور علامات ٹیبل 1.3 میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 1.3: ماخوذ مقداریں، ان کے SI یونٹس اور علامات

نمبر شمار	مقدار	یونٹ	علامت
.1	ایریا	مربع میٹر	m^2
.2	والیوم	کیوبک میٹر	m^3
.3	سپیڈ	میٹر فی سیکنڈ	$m\,s^{-1}$
.4	فورس	نیوٹن	N
.5	پریشر	پاسکل	Pa
.6	الیکٹرک چارج	کولمب	C
.7	اینگل یا زاویہ	ریڈین	rad

کوئیک کوئز

1۔ چارج کا یونٹ بنیادی یونٹس ایمپیئر اور سیکنڈ کے حوالے سے لکھیں۔

2۔ پریشر کا یونٹ 'پاسکل' بنیادی یونٹ کے حوالے سے بیان کریں۔

پری فکسز (Prefixes)

انٹرنیشنل سسٹم (SI) ایک اعشاری نظام ہے۔ اس میں چھوٹی اور بڑی عددی قیمتوں کو بآسانی 10 یا اس کی کسی مناسب پاور سے ضرب یا تقسیم کرنے سے لکھا جاسکتا ہے۔ ایک بڑی عددی مقدار 50000000 m یا چھوٹی مقدار 0.00004 m کو بآسانی بیان کرنا آسان نہیں لیکن پری فکسز کے استعمال سے ان کو بآسانی بیان کیا جاسکتا ہے۔ مثلاً 50000000 m کو 5×10^{7} m جبکہ 0.00004 m کو 4×10^{-5} m لکھا جاسکتا ہے۔ پری فکسز وہ حروف یا الفاظ ہیں جو SI یونٹس کے شروع میں اضافی طور پر شامل کیے جاتے ہیں۔ جیسے ملی، سینٹی، کلو، میگا، گیگا ہیں۔ ٹیبل 1.4 میں دی گئی پری فکسز کو SI یونٹ کے موثر استعمال کے لیے جاننا ضروری ہے۔ مثلاً ایک میٹر کا ہزارواں حصہ (1/1000) ملی میٹر ہے۔ ایک باریک تار کی موٹائی کو ملی میٹر میں جبکہ ایک طویل فاصلے کو کلومیٹر (1000 m) میں بآسانی بیان کیا اور سمجھا جاسکتا ہے۔

ماس کے ملٹی پل (Multiple) اور سب ملٹی پل (sub-multiple) ٹیبل 1.5 اور لمبائی کے ٹیبل 1.6 میں دیے گئے ہیں۔ درج ذیل مثالوں سے پری فکسز کا استعمال واضح ہو جاتا ہے:

(i) $5000\ \text{mm} = \frac{5000}{1000}\ \text{m} = 5\ \text{m}$

(ii) $50000\ \text{cm} = \frac{50000}{100}\ \text{m} = 500\ \text{m}$

(iii) $3000\text{g} = \frac{3000}{1000}\ \text{kg} = 3\ \text{kg}$

(iv) $2000\ \mu\text{s} = 2000 \times 10^{-6}\ \text{s} = 2 \times 10^{-3}\ \text{s} = 2\ \text{ms}$

1.4 سائنسی نوٹیشن (Scientific Notation)

سائنسی نوٹیشن چھوٹے یا بڑے اعداد کو لکھنے کا ایک مختصر طریقہ ہے۔ ان کے بغیر ایسے اعداد زیادہ جگہ گھیرتے ہیں۔ ان کو پڑھنا اور سمجھنا نافہم ہوتا ہے اور حسابی عمل میں بھی دشواری پیش آتی ہے۔ ان کے اعشاریہ یا ڈیسی مل پوائنٹ کو زیادہ فہم انداز میں 10 کی مناسب پاور یا پری فکس استعمال کرتے ہوئے لکھا جاتا ہے، جیسے سائنسی نوٹیشن

ٹیبل 1.4: یونٹس کے ساتھ استعمال ہونے والے پری فکسز

پری فکس	علامت	اجزائے ضربی
ایٹو	a	10^{-18}
فیمٹو	f	10^{-15}
پیکو	p	10^{-12}
نینو	n	10^{-9}
مائیکرو	µ	10^{-6}
ملی	m	10^{-3}
سینٹی	c	10^{-2}
ڈیسی	d	10^{-1}
کلو	k	10^{3}
میگا	M	10^{6}
گیگا	G	10^{9}
ٹیرا	T	10^{12}
پیٹا	P	10^{15}
ایکسا	E	10^{18}

ٹیبل 1.5

100 کلوگرام	1 کوئنٹل
10 کوئنٹل یا 1000 کلوگرام	1 ٹن

ٹیبل 1.6

1 m	100 cm
1 cm	10 mm
1 km	1000 m
1 mm	10^{-3} m
1 cm	10^{-2} m
1 km	10^{3} m

کوئیک کوئز

ایک سومیٹر برابر ہے:

(a) 1000 µm (b) 1000 cm

(c) 100,000 mm (d) 1 km

کیا آپ جانتے ہیں؟

کلوگرام واحد بنیادی یونٹ ہے جس کے ساتھ پری فکس لگا ہوا ہے۔

یا سٹینڈرڈ فارم کہتے ہیں۔ بین الاقوامی طور پر مستعمل طریقہ یہ ہے کہ ڈیسی مل پوائنٹ سے پہلے صرف ایک نان زیرو (Non-zero) ہندسہ ہونا چاہیے۔ اگر ڈیسی مل پوائنٹ کو بائیں طرف جتنے ہندسے شفٹ کیا جاتا ہے تو پاور اتنی ہی مثبت اور اگر اسے دائیں طرف لے جایا جاتا ہے تو پاور اتنی ہی منفی ہوگی۔ مثلاً سورج کا زمین سے فاصلہ 138,000,000 km ہے اسے سائنسی نوٹیشن میں 1.38×10^8 km لکھا جائے گا۔ اسی طرح ہائیڈروجن ایٹم کے ڈایا میٹر 0.000,000,000,052 m کو 5.2×10^{-11} m لکھا جائے گا۔

مثال: 1.1

درج ذیل کو حل کریں۔

(الف) $5.123 \times 10^4 \text{ m} + 3.28 \times 10^5 \text{ m}$

(ب) $2.57 \times 10^{-2} \text{ mm} - 3.43 \times 10^{-3} \text{ mm}$

حل:

(الف)
$$5.123 \times 10^4 \text{ m} + 3.28 \times 10^5 \text{ m}$$
$$= 5.123 \times 10^4 \text{ m} + 32.8 \times 10^4 \text{ m}$$
$$= (5.123 + 32.8)\, 10^4 \text{ m}$$
$$= 37.923 \times 10^4 \text{ m}$$
$$= 3.7923 \times 10^5 \text{ m}$$

(ب)
$$2.57 \times 10^{-2} \text{ mm} - 3.43 \times 10^{-3} \text{ mm}$$
$$= 2.57 \times 10^{-2} \text{ mm} - 0.343 \times 10^{-2} \text{ mm}$$
$$= (2.57 - 0.343)\, 10^{-2} \text{ mm}$$
$$= 2.227 \times 10^{-2} \text{ mm}$$
$$= 2.227 \times 10^{-2} \times 10^{-3} \text{ m}$$
$$= 2.227 \times 10^{-5} \text{ m}$$

مثال: 1.2

درج ذیل حسابی عمل کی مقدار معلوم کریں۔

(الف) $(4 \times 10^3 \text{ kg})(6 \times 10^6 \text{ m})$

(ب) $= \dfrac{6 \times 10^6 \text{ m}^3}{2 \times 10^{-2} \text{ m}^2}$

حل:

(الف)
$$(4\times10^3 \text{ kg})(6\times10^6 \text{ m}) = (4\times6)\times10^{3+6} \text{ kg m}$$
$$= 24 \times 10^9 \text{ kg m}$$
$$= 2.4 \times 10^{10} \text{ kg m}$$

آپ کی اطلاع کے لیے

منفی پاور کے حامل کسی بھی عدد کی قیمت ایک سے کم ہوتی ہے۔
مثلاً $1\times10^{-2} = 0.01$

کوئیک کوئز

درج ذیل کو سائنسی نوٹیشن میں لکھیں۔

(a) 0.00534 m (b) 2574.32 kg
(c) 0.45 m (d) 0.004 kg
(e) 186000 s

آپ کی اطلاع کے لیے

SI یونٹس استعمال کرتے وقت خاص احتیاط چاہیے خاص طور پر پری فکسز لکھتے وقت۔

- ہر یونٹ کی ایک مخصوص علامت ہے۔ مثال کے طور پر، سسٹم انٹرنیشنل کے لیے SI لکھا جاتا ہے نہ کہ S.I.۔ اسی طرح سیکنڈ کے لیے s لکھا جاتا ہے نہ کہ sec، ایمپیئر کے لیے A لکھا جاتا ہے نہ کہ amp اور گرام کے لیے g لکھا جاتا ہے نہ کہ gm۔
- علامات کی جمع نہیں ہوتی۔ مثال کے طور پر 10 mN، 100 N، 5 kg، 60 s وغیرہ۔
- علامت چھوٹے حروف میں ہوتی ہے مثلاً سیکنڈ کے لیے s، میٹر کے لیے m، سوائے لٹر کی علامت جو کہ L ہے۔
- ایسے یونٹ جو سائنسدانوں کے نام پر رکھے گئے ہیں ان کے علامات کا پہلا حرف کیپیٹل ہوگا۔ مثلاً N نیوٹن کے لیے، K کیلون کے لیے، Pa پاسکل کے لیے۔
- پری فکس بنیادی یونٹ سے پہلے اور بالکل ساتھ لگائی جاتی ہے مثلاً ms، mm، mN نہ کہ m s، m m، m N۔
- SI یونٹس کے درمیان ایک space چھوڑی جاتی ہے مثلاً N m، N s۔
- کمپاؤنڈ پری فکسز کی اجازت نہیں ہے۔ مثلاً 7 μμs کو 7 ps لکھا جائے گا اور 5×10^4cm کو 5×10^2m لکھا جائے گا۔

(ب) $\frac{6\times10^{6}\,m^{3}}{2\times10^{-2}\,m^{2}} = \frac{6}{2}\times10^{6-(-2)}\,m^{3-2}$

$= 3\times10^{8}\,m$

1.5 لمبائی کے پیمائشی آلات (Length Measuring Instruments)

میٹر رُول (Metre Rule): لیبارٹری میں عموماً لمبائی ماپنے کے لیے میٹر رُول کا استعمال کیا جاتا ہے۔اس پر کم سے کم ریڈنگ ایک ملی میٹر ہے۔یہ میٹر رُول کا لیسٹ کاؤنٹ (Least count) کہلاتا ہے۔

لیسٹ کاؤنٹ کسی بھی پیمائشی آلے کی وہ کم سے کم مقدار ہے جو اس سے ماپی جاسکتی ہے۔

کسی جسم کی لمبائی ماپنے کے لیے اگر اس کا ایک سرا رُولر کے صفر کے سامنے رکھا جائے تو دوسرے سرے کے سامنے ریڈنگ اس جسم کی لمبائی ہو گی۔ لمبائی ماپتے وقت آنکھ ہمیشہ پیمائش کے مقام کے عین سامنے عموداً اوپر ہونی چاہیے۔درست پوزیشن شکل 1.1 کے پوائنٹ B پر دکھائی گئی ہے۔اگر اسے پوائنٹ A یا C سے پڑھا جائے گا تو یہ صحیح لمبائی نہیں ہوگی۔اسے پیرالکس ایرر (Parallax error) کہتے ہیں۔

ورنیئر کیلی پرز (Vernier Callipers)

اس آلے سے کسی جسم کی لمبائی ملی میٹر کے دسویں حصے تک صحیح طور پر ماپی جاسکتی ہے۔اس کے ذریعے کسی جسم کے ڈایا میٹر، موٹائی، چوڑائی ، لمبائی یا گہرائی کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ اس پر دو سکیلز (Scales) ہوتے ہیں:

(الف) ایک مین سکیل ہوتی ہے، جس پر 1mm تک کے نشان کندہ ہوتے ہیں۔

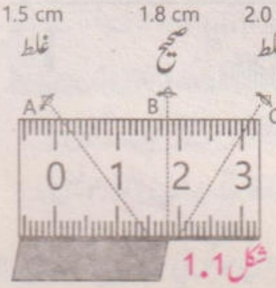
(ب) دوسری ورنیئر سکیل جو متحرک ہوتی ہے۔اسے مین سکیل کے اوپر آگے پیچھے حرکت دی جاسکتی ہے۔اس پر موجود سکیل پر 9 mm کو 10 برابر حصوں میں تقسیم کیا ہوتا ہے۔اسی طرح ورنیئر سکیل پر دو لائنوں کا درمیانی فاصلہ 0.9 ملی میٹر کے برابر ہوتا ہے۔

مین سکیل ایک درجے اور ورنیئر سکیل کے ایک درجے کے درمیان

آپ کی اطلاع کے لیے

اعداد کی جمع اور تفریق اسی وقت ہو سکتی ہے اگر ان کا قوت نما (exponents) ایک جیسا ہو۔اگر وہ ایک جیسے نہیں ہیں تو ان کے ڈیسی مل پوائنٹ کی پوزیشن بدل کر ایک جیسا کیا جاسکتا ہے۔

پیمائشی فیتہ: اسے لمبے فاصلے ماپنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ ایک ملی میٹر سے کئی میٹر تک پیمائش کرسکتا ہے۔اس کا لیسٹ کاؤنٹ ایک ملی میٹر ہوتا ہے۔



شکل 1.1

آپ کی اطلاع کے لیے

پیمائش کرتے ہوئے آنکھ کی پوزیشن صحیح نہ ہونے سے ایرر کو پیرالکس ایرر کہتے ہیں۔اس سے بچنے کے لیے آنکھ سکیل پر عموداً ہونی چاہیے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کچھ مخصوص لمبائیاں (m)	
9.1×10^{1}	فٹ بال گراؤنڈ
1.8×10^{0}	انسانی قد
1.0×10^{-4}	کتابی صفحہ کی موٹائی
7.0×10^{-3}	پنسل کا ڈایا میٹر

کیا آپ جانتے ہیں؟

ورنیئر کیلی پرز کو ایک فرانسیسی سائنسدان پیری ورنیئر (Pierre Vernier) نے 1631 میں ایجاد کیا تھا۔

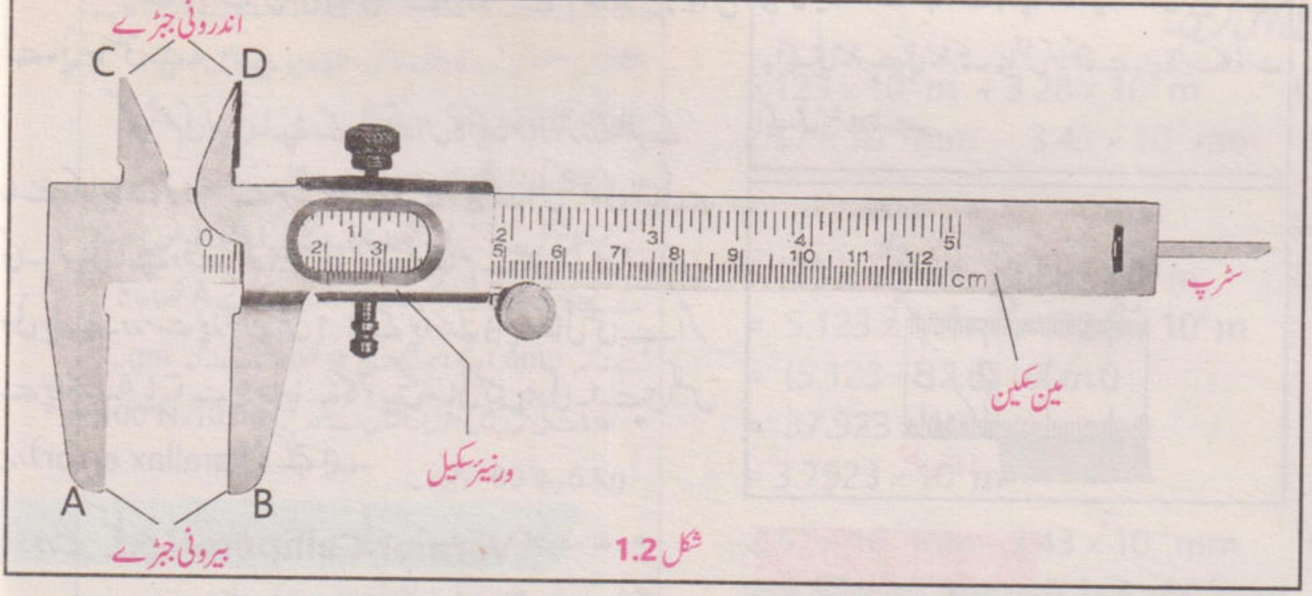
جو فرق ہوتا ہے اس کو ورنیئر کونسٹنٹ (Vernier constant) کہتے ہیں۔ یہ وہ کم از کم لمبائی ہے جسے ورنیئر سکیل کی مدد سے ماپا جا سکتا ہے۔ اسے ورنیئر کا لیسٹ کاؤنٹ بھی کہتے ہیں۔

لہٰذا ورنیئر سکیل کا ایک درجہ - مین سکیل کا ایک درجہ = لیسٹ کاؤنٹ

$$= 1mm - 0.9\ mm = 0.1\ mm$$

عام طور پر اسے معلوم کرنے کے لیے مین سکیل کے ایک درجے کی لمبائی کو ورنیئر سکیل کے کل درجوں سے تقسیم کر لیا جاتا ہے۔ یعنی درج بالا صورت میں یہ $\frac{1mm}{10} = 0.1\ mm$ ہوگا۔

ورنیئر کیلیپرز کے مختلف حصے شکل 1.2 میں دکھائے گئے ہیں۔

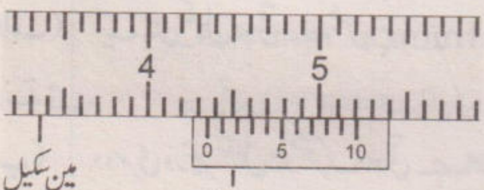


شکل 1.2

اس پر دو جبڑے (Jaws) A اور B کسی سلنڈر یا پائپ کے بیرونی ڈایا میٹر جبکہ دو اور جبڑے C اور D اندرونی ڈایا میٹر اور ایک سٹرپ یا ٹیل (Tail) اندرونی گہرائی ماپنے کے لیے ہوتی ہے۔

ورنیئر کیلی پرز کے ذریعے گہرائی ماپنا:

فرض کریں کہ ایک جسم دو بیرونی جبڑوں کے درمیان رکھنے سے اس کی پوزیشن شکل 1.3 میں دکھائی گئی ہے۔



شکل 1.3

1۔ مین سکیل پر ورنیئر کے صفر کے سامنے مین سکیل ریڈنگ 4.3 cm ہے۔

2۔ معلوم کریں کہ ورنیئر سکیل کی کون سی لائن مین سکیل کی کسی بھی لائن کے عین سامنے ہے۔ اس صورت میں:

ورنیئر سکیل ریڈنگ x لیسٹ کاؤنٹ + مین سکیل ریڈنگ = جسم کی لمبائی

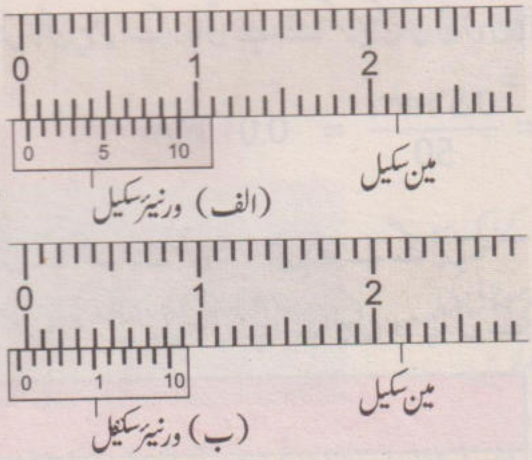
$$= 4.3 + 0.01 \times 4 = 4.34$$

3- زیرو ایرر (Zero Error) معلوم کرنا۔ کسی بھی پیمائشی آلے میں غلطی کا امکان ہوتا ہے، جسے زیرو ایرر کہتے ہیں۔ اسے معلوم کرنے کے لیے درج ذیل ہدایات پر عمل کریں:

(الف) A اور B جبڑوں کو آپس میں ملانے پر اگر مین سکیل کا صفر اور ورنیئر سکیل کا صفر بالکل آمنے سامنے ہیں تو زیرو ایرر نہیں ہوگا۔ اگر وہ ایک دوسرے کے عین سامنے نہیں تو اس آلے میں زیرو ایرر موجود ہے۔

(ب) اگر ورنیئر سکیل کا زیرو مین سکیل کے زیرو کے دائیں طرف ہے تو یہ آلہ اصل سے کچھ زیادہ پیمائش ظاہر کرے گا۔ اس لیے زیرو ایرر مشاہداتی ریڈنگ میں سے منفی کیا جائے گا۔ زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے دیکھیں کہ ورنیئر کی کون سی لائن کسی بھی مین سکیل کی لائن کے عین سامنے ہے۔ اس نمبر کو لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دے کر اس آلے کا زیرو ایرر معلوم ہوجائے گا۔ اسے مشاہداتی ریڈنگ سے منفی کرنے سے اصل لمبائی حاصل ہوجائے گی۔

(ج) اگر ورنیئر کا زیرو مین سکیل کے بائیں طرف ہے تو یہ آلہ اصل سے کچھ کم پیمائش ظاہر کرے گا۔ اس لیے زیرو ایرر مشاہداتی پیمائش میں جمع کیا جائے گا۔ مثال کے طور پر اگر زیرو ایرر کا تیسرا درجہ یا لائن کسی بھی مین سکیل کے درجے کے عین سامنے ہو تو زیرو ایرر معلوم کرنے کے لیے اسے پہلے 10 میں سے تفریق کیا جاتا ہے۔ یعنی 7 = 3 - 10 پھر اسے لیسٹ کاؤنٹ سے ضرب دی جاتی ہے اس طرح زیرو ایرر 0.7 ملی میٹر ہوگا۔ لہٰذا تصحیح کے لیے اسے مشاہداتی ریڈنگ میں جمع کرنے سے اصل لمبائی معلوم ہوجائے گی۔



شکل 1.4

لیبارٹری کے حفاظتی قواعد

- آلات اور کیمیکلز کو احتیاط اور صحیح طریقے سے استعمال کیجیے۔
- کسی بھی کیمیکل کو استعمال کرنے سے پہلے اس کا لیبل پڑھ لیں۔
- جب تک ٹیچر نہ کہے کسی کیمیکل کو مت چکھیں۔
- لیبارٹری میں لگے الیکٹرک اور دوسرے آلات مت چھیڑیں۔
- پانی کے نزدیک الیکٹریسٹی کے استعمال میں احتیاط کریں۔
- آتش گیر مادوں کو شعلوں کے قریب نہ رکھیں۔
- لیبارٹری ورک کے خاتمے پر اپنے ہاتھ دھولیں۔

سرگرمی 1.2 ٹیچر اس سرگرمی کے لیے گروپس بنا کر سہولت مہیا کریں۔ ہر گروپ دس سکّوں کو ایک دوسرے کے اوپر رکھے۔ میٹر رُول کے استعمال سے ان کی کل اونچائی ماپ کر 10 پر تقسیم کرے۔ ایک سکّے کی موٹائی کتنی ہے؟
اب ایک سکّے کی موٹائی ورنیئر کیلی پرز سے معلوم کرے۔ کیا نتیجہ نکلتا ہے؟ ہر گروپ دونوں آلات کے استعمال سے کی گئی پیمائش پر تبصرہ کرے۔

مائیکرو میٹر سکریو گیج (Micrometer Screw Gauge)

یہ آلہ بہت چھوٹی لمبائی کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ مثلاً تار کا ڈایا میٹر یا دھاتی پترے کی موٹائی وغیرہ۔ اس آلے کے دو حصے ہوتے ہیں:

(الف) ایک کھوکھلا سلنڈر یا سلیو (Sleeve) پر مین سکیل پر 0.5 mm کے درجے ہوتے ہیں۔

(ب) ایک تھمبل (Thimble) پر سرکلر سکیل (Circular scale) ہوتا ہے جس پر 50 درجے ہوتے ہیں۔ بعض سکریو گیج میں مین سکیل پر ایک ملی میٹر کے درجے اور تھمبل پر 100 درجے ہوتے ہیں۔

تھمبل کے اندر چوڑی دار سپنڈل (Spindle) لگی ہوتی ہے۔ جیسے ہی تھمبل ایک چکر مکمل کرتا ہے سپنڈل 0.5 mm

مین سکیل لائن پر حرکت کر جاتی ہے، جسے سکریو گیج کی پچ (Pitch) کہتے ہیں۔لہٰذا

$$\text{لیسٹ کاؤنٹ} = \frac{\text{سکریو گیج کی پچ}}{\text{سرکلر سکیل پر درجوں کی تعداد}} = \frac{0.5\ mm}{50} = 0.01\ mm$$

سکریو گیج کے مختلف حصے شکل 1.5 میں دکھائے گئے ہیں۔

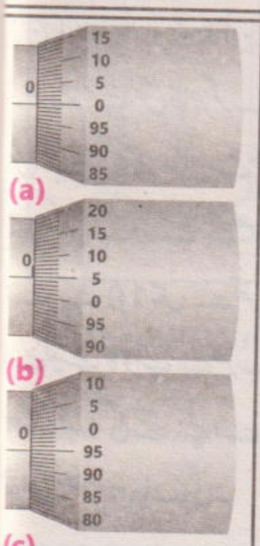
وہ جسم جس کی پیمائش کرنی ہوتی ہے اسے اینول اور سپنڈل کے سروں کے درمیان رکھا جاتا ہے۔

شکل 1.5

پیمائشی آلہ	حد	لیسٹ کاؤنٹ
پیمائشی فیتہ	سنٹی میٹر سے کئی میٹر تک	ایک ملی میٹر
میٹر رول	ایک ملی میٹر سے ایک میٹر	ایک ملی میٹر
ورنیئر کیلی پرز	0.1 ملی میٹر سے 15 سینٹی میٹر تک	0.1 ملی میٹر
سکریو گیج	0.01 ملی میٹر سے 2.5 سینٹی میٹر تک	0.01 ملی میٹر

پیمائشی آلات کی حد

زیرو ایرر (Zero Error)



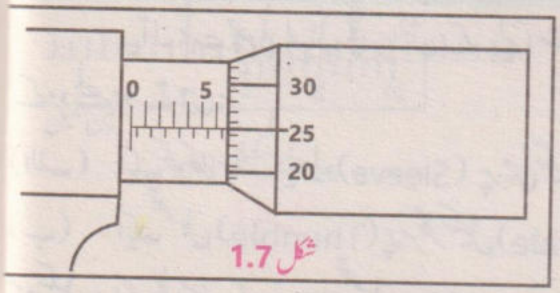
شکل 1.6

اگر سپنڈل اور سٹڈ (اینول) کو ملانے سے مین سکیل کا زیرو اور سرکلر سکیل کا زیرو ایک دوسرے کے عین سامنے ہوں تو اس میں زیرو ایرر نہیں ہوگا (شکل 6.1-a)۔

اگر وہ ایک دوسرے کے سامنے نہیں ہیں تب اس سکریو گیج میں زیرو ایرر موجود ہے۔

اگر سرکلر سکیل کا زیرو مین سکیل لائن یا افقی لائن سے نیچے موجود ہے (شکل 1.6-b) تو یہ اصل مقدار سے کچھ زیادہ پیمائش کرے گا۔اس لیے زیرو ایرر مشاہداتی ریڈنگ سے تفریق کرنا ہوگا۔اگر سرکلر سکیل کا زیرو افقی لائن کے اوپر ہے (شکل 1.6-c) تو یہ اصل پیمائش سے کم پیمائش کرے گا۔اس لیے اس میں زیرو ایرر جمع کرنا ہوتا ہے۔

سکریو گیج کے ذریعے پیمائش


شکل 1.7

فرض کریں کہ لوہے کی ایک شیٹ سپنڈل (Spindle) اور سٹڈ (Anvil) کے درمیان رکھی جانے سے سرکلر سکیل کی پوزیشن شکل 1.7 میں دکھائی گئی ہے۔تھمبل کے سرے پر مین سکیل ریڈنگ نوٹ کریں۔یہ 6.5 mm دکھائی گئی ہے جبکہ سرکلر سکیل پر جو درجہ مین سکیل لائن کے عین سامنے ہے وہ 25 ہے۔لہٰذا

شیٹ کی موٹائی = مین سکیل ریڈنگ + سرکلر سکیل ریڈنگ x (L.C)

$= 6.5\ mm + 25 \times 0.01\ mm$

$= 6.5\ mm + 0.25\ mm = 6.75\ mm$

سرگرمی 1.3

ٹیچر پوری کلاس کو گروپس میں تقسیم کر دے اور انھیں کتاب کے ایک سو اوراق کی موٹائی سکریو گیج کی مدد سے معلوم کرنے کا کہے۔ پھر موٹائی کی پیمائش کو ایک سو سے تقسیم کر کے وہ ایک ورق کی موٹائی معلوم کریں۔

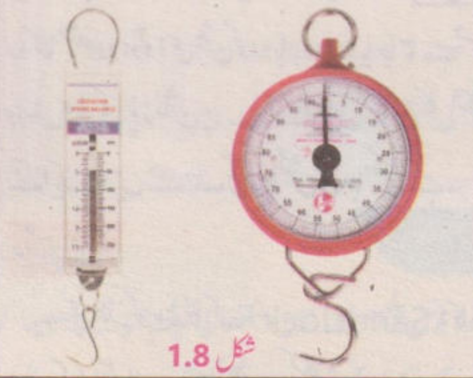
آپ کی اطلاع کے لیے

ڈیجیٹل الیکٹرونک بیلنس زیادہ صحیح پیمائش کرتا ہے۔ یہ 0.1 mg تک ماس کی صحیح پیمائش کر سکتا ہے۔

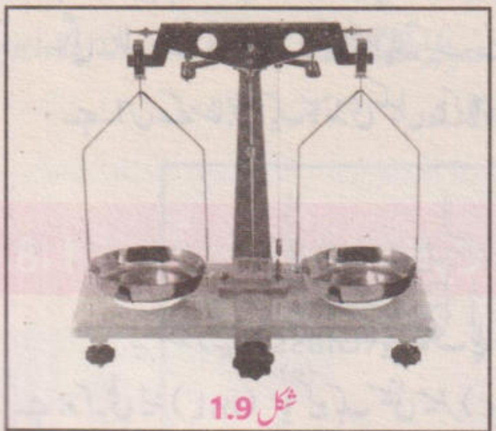
سرگرمی 1.4 ٹیچر انھیں گروپس کو ایک پیپر سکیل بنانے کا ٹاسک دے۔ جس کا لیسٹ کاؤنٹ (الف) 0.2 cm (ب) 0.5 cm ہو۔

1.6 ماس کی پیمائش کے آلات (Mass Measuring Instruments)

کسی جسم کا ماس معلوم کرنے کے لیے کئی اقسام کے آلات استعمال کیے جاتے ہیں۔ لیبارٹری میں عام طور پر ماس کی پیمائش فزیکل بیلنس (Physical Balance) سے کی جاتی ہے۔ روزمرہ زندگی میں ہم ماس کی بجائے وزن کی اصطلاح استعمال کرتے ہیں۔ جبکہ فزکس میں ان دونوں اصطلاحات کے مختلف معنی ہیں۔ ماس کسی جسم میں مادے کی مقدار کو کہتے ہیں جبکہ وزن وہ فورس ہے جس سے زمین کسی جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔ وزن سپرنگ بیلنس سے معلوم کیا جا سکتا ہے (شکل 8.1)۔ کسی جسم کا ماس معلوم کرنے کے لیے اس کا معیاری ماس سے موازنہ کیا جاتا ہے۔ لیبارٹری میں عام طور پر ماس کی پیمائش شکل 1.9 میں دکھائے گئے فزیکل بیلنس سے کی جاتی ہے۔ اس کی بنیاد لیور کے اصول پر ہے۔ اس کا طریقہ کار درج ذیل ہے:



شکل 1.8



شکل 1.9

1۔ بیلنس کے پلڑوں کو لیول کرنے کے لیے لیولنگ سکریوز کی مدد سے پلمب لائن اپنے مخصوص نشان پر لائی جاتی ہے۔

2۔ ناب (Knob) کو گھما کر بیم اور پلڑوں کو اٹھائیں۔ کیا بیم افقی حالت اور پوائنٹر یا سوئی درمیانی پوزیشن صفر پر ہے؟ اگر نہیں تو بیم کے سِروں پر متوازن کرنے والے سکریو گھما کر اسے عین افقی حالت میں لے آئیں۔

3۔ جسم کا ماس معلوم کرنے کے لیے اسے بائیں پلڑے میں رکھیں۔

4۔ مناسب معیاری باٹ چمٹی کی مدد سے دائیں پلڑے میں رکھیں۔

5۔ دائیں پلڑے میں موجود معیاری باٹ میں مناسب رد و بدل کیجیے تاکہ سوئی صفر پر رک جائے یا اس کے اردگرد برابر فاصلے تک وائبریٹ (Vibrate) کرے۔

6۔ معیاری باٹ کا کل مجموعہ بائیں پلڑے میں اس جسم کی کمیت کے مساوی ہو گا۔

1.7 وقت کے پیمائشی آلات (Time Measuring Instruments)

سٹاپ واچ (Stopwatch)

شکل 1.10: میکینیکل سٹاپ واچ

شکل 1.11: ڈیجیٹل سٹاپ واچ

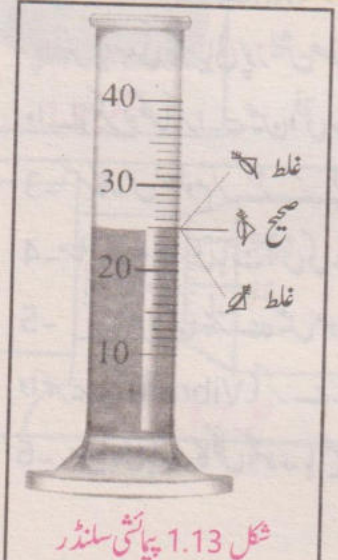
کسی تجربے میں وقت کے ایک خاص وقفے کو ماپنے کے لیے شکل 1.10 میں دکھائی گئی سٹاپ واچ استعمال کرتے ہیں۔ اس گھڑی میں دو سوئیاں ہوتی ہیں جن میں سے ایک سیکنڈ اور دوسری منٹ کو ظاہر کرتی ہے۔ اس گھڑی پر عام طور پر ڈائیل کو 30 بڑے حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ جس میں سے ہر حصہ ایک سیکنڈ کو ظاہر کرتا ہے۔ ایک سیکنڈ کو مزید دس حصوں میں تقسیم کیا ہوتا ہے جس پر چھوٹے حصوں کا درمیانی فاصلہ ایک سیکنڈ کا دسواں حصہ ہوتا ہے لہٰذا اس گھڑی کا لیسٹ کاؤنٹ 0.1 سیکنڈ ہوتا ہے۔ عام حالات میں یہ گھڑی ساکن حالت میں ہوتی ہے اور اس کی دونوں سوئیاں صفر پوزیشن پر ہوتی ہیں۔ اسے سٹاپ واچ اس لیے کہتے ہیں کہ اسے ضرورت کے تحت چلایا اور روکا جاسکتا ہے۔ جب کسی وقفے کا دورانیہ معلوم کرنا ہو تو اس کے اوپر ایک ناب (knob) یا بٹن کو دبا کر چھوڑ دیتے ہیں جس سے گھڑی چلنے لگتی ہے۔ جب اسے روکنا مقصود ہو تو اسی بٹن کو دوبارہ دبا دیا جاتا ہے جس سے گھڑی رک جاتی ہے۔ وقت کا دورانیہ نوٹ کرنے کے بعد اسے پھر دبا کر سوئیوں کو واپس صفر کی پوزیشن پر لے آتے ہیں۔ آج کل شکل 1.11 میں دکھائی گئی ڈیجیٹل سٹاپ واچ کا استعمال بھی عام ہے۔ اس میں ایک سیکنڈ کے ایک سویں حصے تک کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔

شکل 1.12 سینڈ کلاک

سرگرمی 1.5

ٹیچر طلبہ کو سینڈ کلاک (Sandclock) کا ماڈل بنانے کی سہولت فراہم کرے جیسا کہ شکل 1.12 میں دکھایا گیا ہے۔ اس میں دو کیفیں (Funnels)، جوڑنے والی ٹیپ، دودھ ڈھکن اور خشک ریت استعمال ہو گی۔ طلبہ مشاہدہ کریں کہ ریت کو ایک کیف سے مکمل طور پر دوسری کیف میں منتقل ہونے میں کتنا وقت لگتا ہے۔ اس کے مطابق ایک کاغذی سکیل بنا کر عمودی سطح پر چسپاں کر دیں۔

1.8 پیمائشی سلنڈر (Measuring Cylinder)



شکل 1.13 پیمائشی سلنڈر

یہ سلنڈر شیشے (Glass) یا شفاف پلاسٹک کا بنا ہوتا ہے۔ جس پر ایک عمودی سکیل ہوتی ہے جو کہ ملی لیٹر (mL) یا کیوبک سینٹی میٹر (cc) کو ظاہر کرتا ہے۔ یہ کسی مائع یا غیر حل پذیر ٹھوس (Solid) شے کا والیوم معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ جب مائع اس میں ڈالا جاتا ہے تو سلنڈر میں اس کی سطح کے بالمقابل مائع کا والیوم (Volume) نوٹ کر لیا جاتا ہے۔ والیوم درستی کے ساتھ معلوم کرنے کے لیے سلنڈر کو ہموار افقی سطح پر رکھنا ضروری ہے اور سکیل پڑھتے وقت آنکھ مائع کی سطح کے عین مطابق سامنے اور متوازی ہونی چاہیے جیسا کہ شکل 1.13 میں دکھایا گیا ہے۔ دراصل

پانی کی سطح گولائی میں ہوتی ہے۔اس لیے پانی اور زیادہ تر مائعات میں کنکیو (Concave) سطح کی گولائی نیچے کی طرف ریڈنگ نچلی سطح کے بالمقابل لی جاتی ہے۔مرکری (Mercury) کی سطح کی گولائی اوپر کی طرف کنویکس (Convex) حالت میں ہوتی ہے۔اس کی ریڈنگ گولائی کی ٹاپ سطح کے سامنے لی جاتی ہے۔

احتیاط

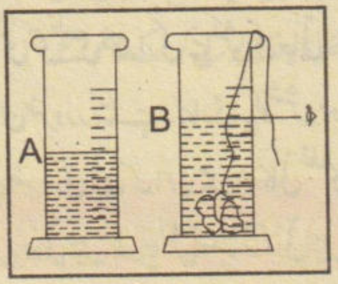
ریڈنگ لیتے وقت آنکھ پانی کی نچلی سطح کے بالمقابل رکھیں۔

سرگرمی 1.6

ٹیچرز کلاس کے گروپس کو یہ سرگرمی کرنے میں درج ذیل ہدایات کے مطابق عمل کرنے میں مدد کریں۔

1- ایک ایسی ٹھوس جسم یعنی پتھر وغیرہ لیں جو پانی میں حل نہ ہوتا ہو۔

2- سلنڈر میں پانی کی سطح کی ابتدائی پوزیشن نوٹ کریں۔



3- ٹھوس جسم کو دھاگے کے ساتھ باندھ کر پانی میں آہستہ سے ڈالیں۔سلنڈر میں پانی کی سطح بلند ہوجائے گی۔

4- پانی کی سطح کی پوزیشن دوبارہ نوٹ کریں۔

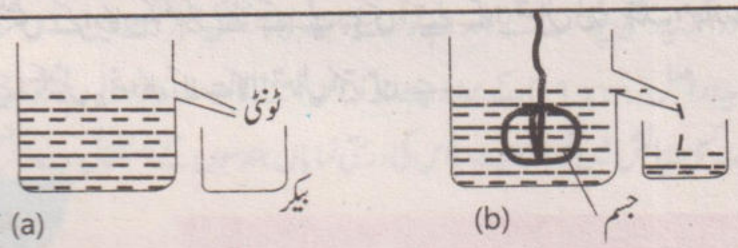
5- دونوں ریڈنگ کا فرق اس ٹھوس جسم کے والیوم کے برابر ہوگا۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

قدیم زمانے میں چائنیز لوگ اناج کے والیوم کا اندازہ دھاتی کنستروں کو بجا کر کرتے تھے۔

ڈس پلیسمنٹ کین کا طریقہ (Displacement Can Method)

اگر ٹھوس جسم بڑا ہے اور وہ سلنڈر میں نہیں ڈالا جا سکتا تو اس کے لیے کشادہ ڈس پلیسمنٹ کین استعمال کیا جاتا ہے۔جیسا کہ شکل 1.14 میں دکھایا گیا ہے۔اسے افقی میز پر رکھیں۔اس میں مائع یا پانی ڈالیں یہاں تک کہ پانی ٹونٹی سے چھلکنے لگ جائے۔اب ٹھوس جسم کو دھاگے سے باندھ کر اس کین میں ڈال دیں۔اس کی وجہ سے پانی چھلک کر ٹونٹی سے باہر نکلے گا جسے بیکر میں اکٹھا کر لیں اور اس کا والیوم سلنڈر کے ذریعے معلوم کر لیں۔اس پانی کا والیوم اس ٹھوس جسم کے والیوم کے مساوی ہوگا۔

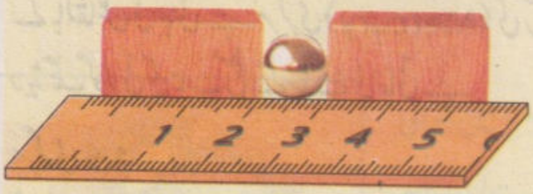


شکل 1.14 چھلکنے والا یا ڈس پلیسمنٹ کین

کیا آپ جانتے ہیں؟

SI یونٹس کے عام استعمال کے باوجود اب بھی پرنٹر ٹائپ پرانے یونٹ میں ماپا جاتا ہے۔پرنٹر کا ایک پوائنٹ انچ کا بہتر واں (1/72) حصہ ہوتا ہے جو 0.35 ملی میٹر کے برابر ہے۔

سرگرمی 1.7



ٹیچر جماعت کے گروپس کو دھاتی بال یا پینڈولم بوب (Pendulum bob) مہیا کرے۔ وہ اس کا ڈایا میٹر ماپ کر اس کا والیوم معلوم کریں۔ اب پیمائشی سلنڈر کے ذریعے اس کا والیوم سرگرمی 1.6 کی طرح معلوم کریں اور دونوں پیمائشوں کے نتائج پر اپنی رائے کا اظہار کریں۔

1.9 پیمائشوں میں غلطیاں (Errors in Measurements)

آپ کی اطلاع کے لیے

بنیادی یونٹس کی علامات یونیورسل ہیں۔ انھیں دنیا کی تمام زبانوں میں ایک جیسا ہی لکھا جاتا ہے۔

جب بھی کسی آلے یا پیمانے سے کسی بھی طبیعی مقدار کی پیمائش کی جاتی ہے وہ مکمل طور پر صحیح نہیں ہوتی۔ اس میں کچھ نہ کچھ غلطی کا امکان ضرور رہتا ہے۔ ہماری یہ کوشش ہوتی ہے کہ یہ غلطی کم سے کم ہو۔ ایک سائنسی پیمائش کے لیے ضروری ہے کہ اس میں امکانی غلطی کی نشاندہی کی جائے۔ عام طور پر تین طرح کی امکانی غلطیاں ہوتی ہیں جو پیمائش کو متاثر کرتی ہیں:

(i) انسانی غلطیاں (Human Errors)

(ii) باقاعدہ غلطیاں (Systematic Errors)

(iii) بے قاعدہ غلطیاں (Random Errors)

(i) انسانی غلطیاں

یہ کسی شخص کے ذاتی عمل کی وجہ سے وقوع پذیر ہوسکتی ہیں۔ اس میں انسانی سمجھ وشعور کی حد یعنی سکیل پر پوائنٹر کی صحیح پوزیشن کا فقدان ہوسکتا ہے۔ شخصی غلطی ریڈنگ لینے کے غلط انداز سے سرزد ہوسکتی ہے۔ مثلاً سکیل پڑھتے وقت آنکھ کا متعلقہ پوزیشن یا لیول کے عین سامنے نہ ہونا۔ ایسے تجربات جن میں وقت کی پیمائش شامل ہو اس میں کسی شخص کا ذاتی ری ایکشن ٹائم بھی سٹاپ واچ کو سٹارٹ یا سٹاپ کرنے پر اثر انداز ہوسکتا ہے۔ شخصی غلطی کے امکان کو کم کرنے کے لیے پیمائشی آلے کے استعمال کی ٹریننگ، مہارت اور طریقہ کار کا جاننا ضروری ہے۔ توجہ مرکوز کرنے کے لیے ڈیجیٹل یا خودکار آلات کا استعمال بہترین ہے۔

(ii) باقاعدہ غلطیاں

باقاعدہ غلطیاں ایک جیسے آلات سے لی ہوئی تمام پیمائشوں پر یکساں طور پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ یہ ایک باقاعدہ اصول کے تحت ہوتی ہے جو عموماً پیمائشی آلے میں کسی نقص کی وجہ سے ہوتی ہے، جسے زیرو ایرر کہتے ہیں۔ سکیل پر پیمائشی درجوں کی غیر یکسانیت یا غلط درجہ بندی بھی باقاعدہ غلطی کا سبب بن سکتی ہے۔ باقاعدہ غلطی کے تدارک کے لیے پیمائشی آلے سے حاصل کردہ ریڈنگ کا کسی دوسرے پیمائشی آلے کی ریڈنگ سے موازنہ کیا جاتا ہے جس سے تمام پیمائشوں پر ایک یکساں تصحیح لگائی جاتی ہے۔ اسی طرح زیرو ایرر کے استعمال سے بھی باقاعدہ غلطی کی اصلاح کر لی جاتی ہے۔

(iii) بے قاعدہ غلطیاں

جب ایک جیسے حالات کے تحت مشاہدات کو دہرانے سے مختلف پیمائشیں حاصل ہوں تو اسے بے قاعدہ غلطی کہتے ہیں۔ بعض دفعہ اس کی وجوہات تلاش کرنا مشکل ہوتا ہے۔ پیمائش کی جانے والی طبعی مقداروں میں قدرتی تغیر (Variation) واقع ہوسکتا ہے۔ مثلاً تجربے کے دوران ٹمپریچر، نمی اور وولٹیج میں تبدیلی رونما ہوسکتی ہے۔ بے قاعدہ غلطی کے امکان کو کم از کم کرنے کے لیے متعدد ریڈنگ لے کر اس کی اوسط مقدار لے لی جاتی ہے۔ اس طرح ایسے تجربات جن میں وقت کی پیمائش درکار ہوتی ہے ان میں مثلاً 30 وائبریشنز کا وقت نوٹ کر کے ٹائم کے لیے اس کی اوسط مقدار استعمال کر لی جاتی ہے۔

کوئیک کوئز

درج ذیل میں تخصی، بے قاعدہ اور باقاعدہ غلطیوں کی نشاندہی کریں۔

1۔ پانی کی نچلی سطح کی ریڈنگ لیتے وقت آنکھ کا لیول صحیح نہ ہونا۔

2۔ ہوا کی وجہ سے بیلنس کا صحیح اندازہ نہ کر سکنا۔

3۔ بیلنس پر صحیح طور پر نشان نہ لگے ہوں۔

4۔ پانی کا والیوم ماپتے وقت پانی کا عملِ تبخیر سے اخراج ہو جانا۔

1.10 پیمائش میں غیر یقینیت (Uncertainty in a Measurement)

گنتی کے علاوہ جب بھی کسی طبعی مقدار کو ماپا جاتا ہے تو پیمائش بالکل صحیح کبھی نہیں ہوتی۔ کسی بھی آلے کے ذریعے پیمائش میں کچھ نہ کچھ غیر یقینیت پائی جاتی ہے۔ اس کی کئی وجوہات ہوسکتی ہیں۔ اس کی ایک بڑی وجہ پیمائشی آلے کی ساخت ہوتی ہے۔ ہر آلے کی سکیل پر کم سے کم پیمائش کے درجوں کے نشان ہوتے ہیں اور یہی حد آلے کی درستگی (Accuracy) کی حد بن جاتی ہے۔ فرض کریں کہ ہم کسی سیدھی لائن کی لمبائی معلوم کرنے کے لیے ایک عام میٹر سکیل یا رُولر (Ruler) استعمال کرتے ہیں جس پر سینٹی میٹر اور ملی میٹر کے نشان لگے ہوتے ہیں۔ اب اگر لائن کا آخری سرا سکیل کے 10.3 اور 10.4 سینٹی میٹر نشان کے درمیان ہے تو ایسی صورت میں اگر یہ سرا وسطی پوائنٹ سے پیچھے ہے تو اسے ہم 10.3 سینٹی میٹر اور اگر یہ وسطی پوائنٹ کے بعد ہے تو اسے ہم 10.4 سینٹی میٹر لکھتے ہیں۔ اس مثال میں زیادہ سے زیادہ غیر یقینی 0.05 cm -+ ہے۔ یہ دراصل 0.1 cm کے برابر ہے جو کہ اس آلے کا لیسٹ کاؤنٹ ہے جو دو حصوں میں تقسیم کرنے سے آدھا زیادہ اور آدھا کم لیا جاتا ہے۔ کسی پیمائش میں غیر یقینیت یا اس کی درستی نمایاں ہندسوں کے استعمال سے واضح ہو جاتی ہے۔

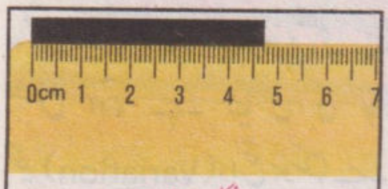
ڈیجیٹل آلات میں غیر یقینیت

کچھ جدید آلات پر ڈیجیٹل سکیل ہوتی ہے اس سکیل کا مشکوک ہندسہ وہ ہوتا ہے جو بدلتا (Fluctuate) رہتا ہے۔

1.11 نمایاں ہندسے (Significant Figures)

کسی مرتبان میں موجود ٹافیوں کی تعداد ہم گن کر صحیح طور پر معلوم کر لیتے ہیں لیکن اس مرتبان کی اونچائی کو بالکل صحیح طور پر معلوم نہیں کر سکتے۔ ہر پیمائش میں غیر یقینیت موجود ہوتی ہے جس کا انحصار پیمائشی آلے کی ساخت کی نفاست (Refinement) پر ہوتا ہے۔ سائنسی پیمائشوں میں یہ بہت اہم ہے کہ پیمائش میں اس کی غیر یقینیت ظاہر ہو جس کے لیے نمایاں ہندسوں کا استعمال کیا جاتا ہے۔

کسی پیمائش میں صحیح طور پر معلوم ہندسے بشمول پہلا مشکوک ہندسہ نمایاں ہندسے کہلاتے ہیں۔



شکل 1.15

ایک راڈ کی لمبائی کی میٹر رول کے ذریعے پیمائش شکل 1.15 میں دکھائی گئی ہے۔ لمبائی کی پیمائش 4.6 cm اور 4.7 cm کے درمیان ہے، چونکہ پیمائش 4.6 cm سے کچھ زیادہ اور 4.7 cm سے کچھ کم ہے۔ لہٰذا پہلا طالب علم لمبائی اندازاً 4.6 cm اور دوسرا طالب علم 4.7cm لیتا ہے۔ پہلا طالب علم سمجھتا ہے کہ سرا 6 ملی میٹر کے زیادہ قریب ہے جبکہ دوسرے طالب علم کا خیال ہے کہ یہ 7 ملی میٹر کے زیادہ قریب ہے۔ یہ ایک مشکل امر ہے کہ درست لمبائی کیا ہے؟ دونوں طالب علم 4 سینٹی میٹر پر تو متفق ہیں لیکن دوسرا عدد مشکوک ہندسہ ہے۔ لہٰذا مندرجہ بالا مثال میں نمایاں ہندسوں کی تعداد 2 ہے۔

حسابی سوالات میں دیے گئے اعداد میں نمایاں ہندسے معلوم کرنے کے لیے کچھ باتوں کا خیال رکھنا ضروری ہے۔ 1 تا 9 تمام اعداد نمایاں ہندسے شمار ہوتے ہیں تاہم صفر کے لیے درج ذیل اصول متعین ہیں:

(الف) دو نمایاں ہندسوں کے درمیان صفر نمایاں ہندسہ ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر 5.06 m میں نمایاں ہندسوں کی تعداد تین ہے۔

(ب) پیمائشی قیمت کے بائیں طرف صفر نمایاں ہندسوں میں شمار نہیں ہوتا۔ مثال کے طور پر 0.0034 m میں نمایاں ہندسے دو ہیں۔

(ج) اعشاریہ ہندسے میں دائیں طرف کے صفر نمایاں ہندسے ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر 2.40 mm میں نمایاں ہندسوں کی تعداد تین ہے۔

(د) اگر سائنسی نوٹیشن میں اندراج ہو تو 10 کی پاور سے پہلے تمام اعداد نمایاں ہندسے شمار ہوں گے۔ مثلاً 3.50×10^4 m میں نمایاں ہندسے 3 ہیں۔

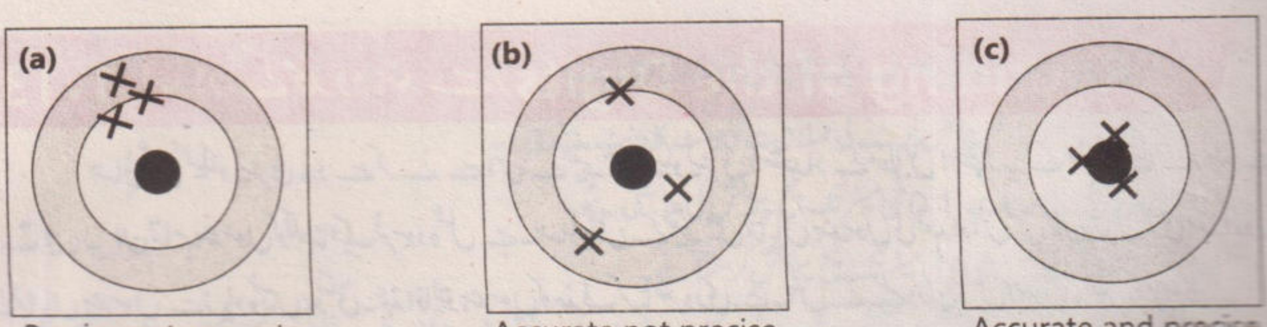
کوئیک کوئز

درج ذیل میں نمایاں ہندسوں کی تعداد کیا ہے؟

(الف) 1.25×10^2 m (ب) 12.5 cm (ج) 0.125 m (د) 0.000125 km

1.12 صحیح پیمائش اور درستگی (Precison and Accuracy)

طبعی مقدار کی پیمائش بالکل درست اور صحیح ہونی چاہیے یہ دونوں علیحدہ علیحدہ تصورات ہیں جن میں فرق واضح کرنے کی ضرورت ہے۔ عام طور سے صحیح پیمائش اسے سمجھا جاتا ہے جس میں مختلف افراد کی پیمائشوں میں یکسانیت ہو جبکہ درست پیمائش وہ ہے جو اس کی اصل قیمت کے بالکل قریب ہو۔



(شکل 1.16)

اس کی ایک روائتی مثال چاند ماری کی نشانہ بازی (شکل 1.16) ہے۔صحیح نشانہ بازی میں تیر ایک دوسرے کے قریب جا کر لگیں (شکل 1.16-a) گے۔جبکہ درست نشانہ وہ ہے جو ٹارگٹ کے بالکل قریب ہو (شکل 1.16-b) ۔متواتر مرکز میں ٹارگٹ کے نزدیک نشانہ صحیح اور درست مانا جاتا ہے(شکل 1.16-c)۔

آلات کی مدد سے طبیعی مقداروں کی پیمائش میں ان تصورات کے مطابق پیمائشی آلے کا لیسٹ کاؤنٹ جتنا کم ہو گا اتنی ہی وہ پیمائش زیادہ صحیح ہوگی۔ پیمائش بالکل درست تب ہوگی جب وہ اصل قیمت ظاہر کرے۔ یہ پیمائش میں نسبتی غیر یقینیت پر منحصر ہے۔دراصل صحیح پیمائش ہی زیادہ اہم ہے۔طبیعی مقدار کی قیمت جتنی کم ہوگی اسے ماپنے کے لیے اتنا ہی بہتر آلہ درکار ہوگا۔درست قیمت کو نمایاں ہندسوں سے ظاہر کیا جاتا ہے۔زیادہ نمایاں ہندسوں کا مطلب ہے پیمائش میں زیادہ درستگی۔

ٹیبل 1.7: کچھ ٹائمنگ آلات

ٹائپ	استعمال اور اس کی درستگی
ایٹمی کلاک	بہت ہی چھوٹے لمحے قریباً 10^{-10} سیکنڈ کے لیے
ڈیجیٹل سٹاپ واچ	منٹ اور سیکنڈ میں پیمائش سیکنڈ کے سویں حصہ تک درستگی کے لیے
عام سٹاپ واچ	منٹ اور سیکنڈ میں پیمائش سیکنڈ کے دسویں حصہ تک درستگی کے لیے
ٹیپ ٹائمر	0.02 سیکنڈ تک کے چھوٹے لمحوں کی پیمائش کے لیے
پینڈولم کلاک	گھنٹوں، منٹوں اور سیکنڈ میں وقت بتانے کے لیے
ریڈیو ایکٹوڈ کلاک	ہزاروں سال پرانے باقیات کی عمر شماری کے لیے

1.13 اعداد کے محدود ہندسے (Rounding of the Digits)

حسابی عمل کیلکولیٹر کی مدد سے کرنے سے اس کے نتیجہ میں کیکولیٹر کی استعداد کے مطابق اعشاریہ کے بعد بہت سے ہندسے ہوتے ہیں۔ ان تمام ہندسوں کولکھنا ایک فرسودہ عمل ہے۔ حسابی عمل کے نتیجہ میں نمایاں ہندسوں کی تعداداس عمل میں شامل طبیعی مقداروں کے نمایاں ہندسوں سے زیادہ نہیں ہوسکتی۔ لہٰذا فالتو ہندسوں کو حذف کرنا ضروری ہے۔ اس کے لیے درج ذیل اصول مدنظر رکھنا ہوگا۔

اگر نمایاں ہندسوں سے اگلا ہندسہ 5 سے زائد ہوتو نمایاں ہندسوں میں ایک کا اضافہ کر دیا جاتا ہے اور اگر یہ 5 سے کم ہوتو آخری نمایاں ہندسے میں کوئی تبدیلی نہیں کی جاتی۔ مثال کے طور پر

(i) 2.51×10^3 m کو دو نمایاں ہندسوں تک لکھیں۔ (2.5×10^3 m)

(ii) 3.4567×10^4 kg کو تین نمایاں ہندسوں تک لکھیں۔ (3.46×10^4 kg)

لیکن اگر یہ ہندسہ 5 ہو تو اس کے لیے یہ اصول ہے کہ 5 سے پہلا ہندسہ طاق (Odd) ہندسہ ہے تو اس کو اگلے جفت (Even) میں بدل دیا جائے گا اور اگر یہ پہلے ہی جفت ہے تو ویسے ہی رہے گا۔ اس طرح بہت سارے حسابی عملوں میں ایک اوسط قیمت نکل آتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

الیکٹرونک ٹائمر ایک سیکنڈ کے دس ہزارویں حصے کی پیمائش کرسکتا ہے۔

مثال کے طور پر

(i) عدد 4.45×10^2 m کو دو نمایاں ہندسوں تک لکھیں۔

(ii) عدد 4.55×10^2 m کو دو نمایاں ہندسوں تک لکھیں۔

جواب: (i) 4.4×10^2 m (ii) 4.6×10^2 m

بعض دفعہ منطق (logic) کے تحت 4.452×10^2 m کو دو ہندسوں تک محدود کرنا ہو تو اس میں جواب 4.5×10^2m ہوگا چونکہ 4.5×10^2 m کے زیادہ قریب ہے نہ کہ 4.4×10^2 m کے۔

اہم نکات

- ایک طبیعی مقدار کی کسی آلے کی مدد سے بلاواسطہ یا بالواسطہ پیمائش کی جاسکتی ہے۔
- غیر طبیعی مقدار کو کسی آلے کی مدد سے نہیں ماپا جاسکتا۔ اس کی کوالٹی کا تعلق مشاہدہ کرنے والے شخص کی سمجھ بوجھ پر ہوتا ہے اور یہ صرف اندازاً ہی ہوتی ہے۔
- بنیادی مقداروں میں لمبائی، ماس، وقت، ٹمپریچر، الیکٹرک کرنٹ اور روشنی کی شدت شامل ہیں۔
- ماخوذ مقداریں وہ مقداریں ہیں جنھیں بنیادی مقداروں کے حوالے سے اخذ کیا جاسکتا ہو۔
- مستند یا سٹینڈرڈ یونٹ تمام سائنسدانوں کے لیے ایک جیسا ہوتا ہے۔
- انٹرنیشنل سسٹم میں میٹر، کلوگرام، سیکنڈ، ایمپیئر، کیلون، کنڈیلا اور مول بنیادی یونٹس ہیں۔
- وہ یونٹس جن کو بنیادی یونٹس کے حوالے سے بیان کیا جاسکے، ماخوذ یونٹس کہلاتے ہیں۔
- سائنسی نوٹیشن اعداد لکھنے کا بین الاقوامی طور پر مستعمل طریقہ ہے جس میں اعداد کو دس کی مناسب پاور یا پری فکس سے لکھا جاتا ہے

اور ڈیسی مل پوائنٹ سے پہلے صرف ایک نان زیرو ہندسہ ہوتا ہے۔

- کسی آلے کی کم سے کم پیمائش کرنے کی صلاحیت کو لیسٹ کاؤنٹ کہتے ہیں۔
- ورنیئر کیلی پرز کی مدد سے 0.1 ملی میٹر تک صحیح پیمائش کی جاسکتی ہے۔
- مائیکرومیٹر سکریو گیج 0.01 ملی میٹر تک صحیح پیمائش کر سکتا ہے۔
- پیمائشی آلے کی مدد سے کوئی بھی پیمائش بالکل درست نہیں ہوتی اس کی پیمائش میں ناگزیر طور پر غلطیوں کا امکان ہوتا ہے، جس میں شخصی غلطیاں، بے قاعدہ غلطیاں اور باقاعدہ غلطیاں شامل ہیں۔
- پیمائشی آلے کی مدد سے پیمائش شدہ قیمت میں غیر یقینیت ہوتی ہے جس کا انحصار اس آلے کے لیسٹ کاؤنٹ پر منحصر ہوتا ہے۔
- کسی پیمائش میں صحیح طور پر درست ہندسے بشمول پہلا مشکوک ہندسہ، نمایاں ہندسے کہلاتے ہیں۔
- درست پیمائش کی صحت کا تعلق پیمائشی آلے پر منحصر ہوتا ہے۔ جبکہ بالکل صحیح پیمائش کا تعلق نسبتی پیمائش پر ہوتا ہے جن کو نمایاں اعداد سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

مشق (Exercise)

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

1.1 درج ذیل میں سے کون سا آلہ کارڈبورڈ کی موٹائی ماپنے کے لیے زیادہ مناسب ہے۔

(الف) میٹر رُول　(ب) پیمائشی فیتہ
(ج) ورنیئر کیلی پرز　(د) مائیکرومیٹر سکریو گیج

1.2 ایک فیمٹو میٹر برابر ہے:

(الف) 10^{-9} m　(ب) 10^{-15} m　(ج) 10^{9} m　(د) 10^{15} m

1.3 نوری سال (Light year) کس مقدار کا یونٹ ہے؟

(الف) روشنی　(ب) وقت　(ج) فاصلہ　(د) سپیڈ

1.4 درج ذیل میں سے کون سی مقدار غیر طبعی مقدار ہے؟

(الف) فاصلہ　(ب) ڈینسٹی　(ج) رنگ　(د) ٹمپریچر

1.5 سلنڈر کے ذریعے پیمائش کرتے وقت اس احتیاط پر عمل کرنا ضروری ہے:

(الف) زیرو ایرر معلوم کریں۔
(ب) پانی کی کروی سطح کے نچلے لیول کو دیکھیں
(ج) مختلف سمتوں کی طرف سے دیکھتے ہوئے کئی ریڈنگ نوٹ کریں
(د) آنکھ کی پوزیشن کروی سطح کے نچلے حصے پر مرکوز ہونی چاہیے

1.6 آپ کے روزانہ استعمال شدہ پانی کے والیوم کی پیمائش کس یونٹ میں کی جاتی ہے؟

(الف) ملی لیٹر (ب) لیٹر (ج) کلوگرام (د) کیوبک میٹر

1.7 ڈس پلیسمنٹ کین کس مقصد کے لیے استعمال ہوتا ہے؟

(الف) مائع کے ماس کی پیمائش (ب) ٹھوس جسم کے ماس کی پیمائش

(ج) مائع کی والیوم (د) ٹھوس جسم کے والیوم

1.8 12.321 cm اور 10.3 cm لمبائی کی دو سلاخیں ساتھ ساتھ پڑی ہیں۔ ان کی لمبائی میں کتنا فرق ہے؟

(الف) 2.02 cm (ب) 2.0 cm (ج) 2 cm (د) 2.021 cm

1.9 ورنیئر کیلی پرز کی مدد سے چار طلبہ نے سلنڈر کا ڈایا میٹر ماپا۔ ان میں سے کون سی پیمائش درست ہے؟

(الف) 3.4 cm (ب) 3.475 cm (ج) 3.47 cm (د) 3.5 cm

1.10 درج ذیل دی گئی لمبائیوں میں کون سی پیمائش اس کتاب کے صفحے کی موٹائی ظاہر کرتی ہے؟

(الف) 6×10^{-25} cm (ب) 1×10^{-4} cm

(ج) 1.2×10^{-15} m (د) 4×10^{-2} m

1.11 ایک ورنیئر کیلی پرز پر ورنیئر سکیل کے 10 برابر درجے مین سکیل کے 9 کم از کم درجوں کے برابر ہیں۔ اگر مین سکیل کا کم از کم درجہ 0.5 mm ہو تو اس کا ورنیئر کونسٹنٹ کیا ہوگا؟

(الف) 0.5 mm (ب) 0.1 mm

(ج) 0.05 mm (د) 0.001 mm

2 مختصر جوابات کے سوالات

1.1 کیا ایک غیر طبیعی مقدار کی پیمائش کی جاسکتی ہے؟ اگر جواب ہاں ہے تو کیسے؟

1.2 پیمائش کسے کہتے ہیں؟ اس کے دو حصوں کے نام لکھیں۔

1.3 کسی مقدار کی پیمائش کے لیے ایک یونٹ مقرر کرنا کیوں ضروری ہے؟

1.4 تین بنیادی مقداروں اور تین ماخوذ مقداروں کے نام لکھیں۔

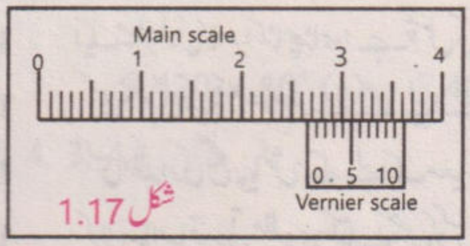
1.5 آپ اپنے ڈیسک کی اونچائی بیان کرنے کے لیے سسٹم انٹرنیشنل (SI) کا کون سا یونٹ استعمال کریں گے؟

1.6 تمام بنیادی یونٹس کے نام اور ان کی علامات لکھیں۔

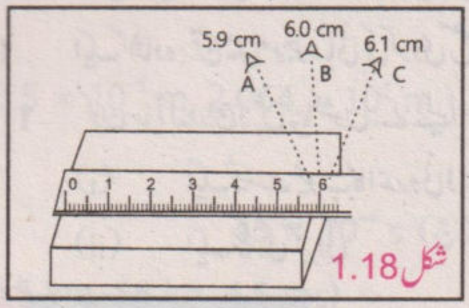
1.7 پری فکس کیوں استعمال کی جاتی ہے؟ تین ملٹی پل اور تین سب ملٹی پل پری فکسز کے نام لکھیں۔

1.8 درج ذیل کیا بیان کرتے ہیں؟

(الف) 5 Pm (ب) 15 ns (ج) 6 µs (د) 5 fs



شکل 1.17



شکل 1.18

1-9 (الف) ورنیئر کیلی پرز کس مقصد کے لیے استعمال ہوتا ہے؟

(ب) اس کے دو اہم حصے کون سے ہیں؟

(ج) لیسٹ کاؤنٹ کیسے معلوم کیا جاتا ہے؟

(د) زیرو ایرر سے کیا مراد ہے؟

1-10 شکل 1.17 میں لیسٹ کاؤنٹ اور ورنیئر سکیل ریڈنگ کیا ہے؟ اور یہ کتنی لمبائی ظاہر کرتی ہے۔

1.11 شکل 1.18 میں A، B اور C میں کون سی ریڈنگ صحیح ہوگی اور کیوں؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

1-1 درج ذیل کو آپ کون سے یونٹ سے بیان کریں گے؟

1- 5 روپے کے سکے کی موٹائی ______

2- ایک کتاب کی لمبائی ______

3- فٹ بال کے میدان کی لمبائی ______

4- دو شہروں کے درمیان فاصلہ ______

5- 5 روپے کے سکے کا ماس ______

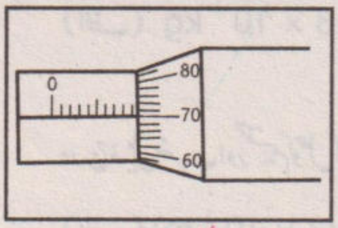
6- آپ کے سکول بیگ کا ماس ______

7- آپ کی کلاس کے پیریڈ کا دورانیہ ______

8- کار کے ٹینک میں بھرے جانے والے پٹرول کا والیوم ______

9- ایک لیٹر دودھ ابالنے کا تقریباً وقت ______

1-2 ایک مستند معیاری پیمائشی نظام ایک درزی کے لیے کیسے مددگار ہو سکتا ہے؟



شکل 1.19

1-3 مائیکرومیٹر سکریو گیج کی مین سکیل پر کم از کم ریڈنگ 1 mm ہے اور سرکلر سکیل پر 100 درجے ہیں۔ تھمبل کو جب ایک پورا چکر گھمایا جاتا ہے تو مین سکیل پر ایک ملی میٹر پیمائش ظاہر ہوتی ہے۔ آلے کا لیسٹ کاؤنٹ کیا ہے؟ شکل 1.19 ایک سٹیل راڈ کی موٹائی ظاہر کرتی ہے اس کی قیمت بتائیں۔

1-4 آپ کو ایک میٹر سکیل اور پنسلوں کا بنڈل دیا گیا ہے۔ اس کے ذریعے آپ ورنیئر کیلی پرز کی درستگی کے برابر کیسے پیمائش کر سکتے ہیں۔ مختصر طور پر بیان کریں۔

1.5 ایک میٹر سکیل کا سرا کٹا پھٹا ہوا ہے۔ پنسل کی لمبائی ماپنے کے لیے آپ اسے کہاں رکھیں گے؟

1.6 کسی جسم کی لمبائی معلوم کرنے کے لیے اسے پیمائشی پیمانے کے قریب رکھنا کیوں بہتر ہوتا ہے؟

1.7 کسی مقدار کی صحیح پیمائش کے لیے ایک معیاری یونٹ کیوں ضروری ہے؟

1.8 کون سا ایسا قدرتی مظہر ہو سکتا ہے جس کو کسی حد تک وقت کے لیے ایک معیار تصور کیا جا سکتا ہے؟

1.9 ایک کشادہ برتن میں موجود پانی کی کروی سطح کا مشاہدہ کیوں مشکل ہوتا ہے؟

1.10 کون سا آلہ درج ذیل پیمائشوں کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے؟

(i) ایک ٹیسٹ ٹیوب کا اندرونی ڈایا میٹر

(ii) ایک بیکر کی گہرائی

4 تفصیلی سوالات

1.1 بنیادی اور ماخوذ مقداروں سے کیا مراد ہے؟ بنیادی یونٹس کے نام اور ان کی علامات تحریر کریں۔

1.2 SI میں تین ماخوذ یونٹس کی مثالیں دیں۔ ان کو بنیادی یونٹس میں کیسے اخذ کیا جاتا ہے؟

1.3 ورنیئر کیلی پرز اور مائیکرو میٹر سکریو گیج میں مشابہت (یکسانیت) اور فرق بیان کریں۔

1.4 انسانی غلطیوں، بے قاعدہ غلطیوں اور باقاعدہ غلطیوں کی نشان دہی کریں اور ان کی وجوہات کی وضاحت کریں۔

1.5 درست اور صحیح پیمائش میں کیا فرق ہے؟ مثالوں سے واضح کریں۔

5 حسابی سوالات

1.1 (الف) ایک دن (ب) ایک ہفتہ (ج) ایک ماہ میں سیکنڈ کی تعداد معلوم کریں اور اپنے جوابات پری فکسز کے حوالے سے لکھیں۔

(8.64 ks, 604.8 ks, 2.592 Ms)

1.2 سوال نمبر 1.1 کو سائنسی نوٹیشن میں بیان کریں۔ $(8.64 \times 10^4 s,\ 6.048 \times 10^5 s,\ 2.592 \times 10^6 s)$

1.3 درج ذیل جمع اور تفریق کو حل کریں اور جواب سائنسی نوٹیشن میں لکھیں۔

(الف) 4×10^{-4} kg + 3×10^{-5} kg (ب) 5.4×10^{-6} m − 3.2×10^{-5} m

$(4.3 \times 10^{-4}\ kg,\ -2.66 \times 10^{-5}\ m)$

1.4 درج ذیل ضرب اور تقسیم کو حل کریں اور جواب سائنسی نوٹیشن میں لکھیں۔

(الف) $(5 \times 10^4\ m) \times (3 \times 10^{-2}\ m)$ (ب) $\dfrac{6 \times 10^8\ kg}{3 \times 10^4\ m^3}$

$(1.5 \times 10^3\ m^2,\ 2.0 \times 10^4\ kg\ m^{-3})$

1.5 درج ذیل کو حل کر کے جواب سائنسی نوٹیشن میں لکھیں۔

$$\frac{(3 \times 10^2\ kg) \times (4.0\ km)}{5 \times 10^2\ s^2}$$

$(2.4 \times 10^3\ kg\ m\ s^{-2})$

1-6 درج ذیل میں پیمائش کے نمایاں ہندسوں کی تعداد لکھیں۔

(الف) 0.0045 m (ب) 2.047 m (ج) 3.40 m (د) 3.420×10^4

(2, 4, 3, 4)

1-7 درج ذیل کو سائنسی نوٹیشن میں لکھیں۔

(الف) 0.035 m (ب) 206.4×10^2 m

(3.5×10^{-3} m, 2.064×10^4 m)

1-8 درج ذیل کو صحیح پری فکسز کو استعمال کرتے ہوئے لکھیں۔

(الف) 5.0×10^4 cm (ب) 1580×10^2 g (ج) 45×10^{-4} s

(0.5 km, 58 kg, 4.5 ms)

1-9 نوری سال (Light Year) فاصلے کا یونٹ ہے جو آسٹرونومی میں استعمال ہوتا ہے۔ یہ ایک سال میں روشنی کا طے کردہ فاصلہ ہے، روشنی کی سپیڈ 3×10^8 ms^{-1} لیتے ہوئے فاصلہ معلوم کریں۔

(9.46×10^{15} m)

1-10 مرکری کی ڈینسٹی 13.6 g cm^{-3} کو kg m^{-3} میں بیان کریں۔

(1.36×10^4 kg m^{-3})

باب 2

کائنی میٹکس (Kinematics)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- سکیلر اور ویکٹر مقداروں کے درمیان فرق کر سکیں:
(سکیلر مقدار میں صرف مقدار (سائز) ہوتی ہے، جب کہ ویکٹر مقدار میں مقدار اور سمت دونوں شامل ہوتے ہیں۔ طلبہ ویکٹرز کو گرافیکلی (Graphically) طور پر ظاہر کرنے کے قابل ہونے چاہئیں)۔
- بتا سکیں کہ فاصلہ، سپیڈ، وقت، ماس، انرجی، اور ٹمپریچر سکیلر مقداریں کیوں ہیں۔
- بتا سکیں کہ پوزیشن کی تبدیلی، فورس، وزن، ولاسٹی، اور ایکسلیریشن (acceleration) ویکٹر مقداریں کیوں ہیں۔
- گرافیکل طریقے سے دو یا زیادہ ویکٹرز کا حاصل ویکٹر معلوم کر سکیں۔
- حرکت کی مختلف اقسام کے درمیان فرق کر سکیں:
جیسا کہ ٹرانسلیٹری (خطی، بے ترتیب، اور دائرہ میں حرکت)، گردشی اور ارتعاشی حرکت۔
- فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ، سپیڈ اور ولاسٹی کے درمیان فرق کر سکیں۔
- اوسط سپیڈ کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں:
[(اوسط سپیڈ = (کل طے شدہ فاصلہ) / (کل وقت)]۔
اوسط اور لحاتی سپیڈ کے درمیان فرق کر سکیں (کسی گاڑی کے سپیڈومیٹر کی ریڈنگ کسی بھی لمحے کی لحاتی سپیڈ ہوتی ہے)۔
- یکساں اور غیر یکساں ولاسٹی کے درمیان فرق کر سکیں۔
- ایکسلریشن کی تعریف کر سکیں اور اس فارمولے سے سوال حل کر سکیں۔ ($a=\Delta v/\Delta ta$)۔ فارمولے سے ایکسلریشن کے یونٹ $m\ s^{-2}$ نکالنا اور اس فارمولے کا استعمال کرتے ہوئے سوال حل کرنا شامل ہے۔ یہ جاننا بھی شامل ہے کہ منفی ایکسلریشن کو ڈی سیلریشن کہا جاتا ہے اور اسے فارمولے میں استعمال کر سکیں)۔

- یکساں اور غیر یکساں ایکسلریشن کے درمیان فرق کر سکیں۔
- فاصلہ-وقت اور سپیڈ-وقت گرافس کے خاکے بنائیں اور وضاحت کر سکیں:
[اس میں شامل ہے کہ فاصلہ-وقت گراف کی شکل سے معلوم کریں کہ کب:
(a) جسم ساکن ہے، (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، (c) تیز ہو رہا ہے، (d) سست ہو رہا ہے۔]
سپیڈ-وقت گراف کی شکل سے معلوم کر سکیں کہ کب:
(a) جسم ساکن ہے، (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، (c) یکساں ایکسلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔ (d) ڈی سیلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔
- طلبہ سے یہ بھی درکار ہے کہ فاصلہ- وقت گراف کے گریڈیئنٹ سے سپیڈ کیسے معلوم کریں گے۔ اس میں یہ بھی شامل ہے کہ سپیڈ-وقت کے گراف کی شکل سے کیسے معلوم کریں گے کہ کوئی شے: (a) ریسٹ میں ہے (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے (c) یکساں ایکسلریشن سے حرکت کر رہی ہے۔
- زمین کے قریب آزادانہ گرتے ہوئے جسم کے لیے g کی اوسط قیمت $10 m/s^2$ استعمال کر سکیں اور سوالات حل کر سکیں۔
سپیڈ - وقت گرافس میں طے شدہ فاصلے کا تجزیہ کر سکیں:
(یکساں سپیڈ اور یکساں ایکسلریشن کی حالتوں کے لیے گراف کے نیچے کے ایریا کو معلوم کر کے)۔
- سپیڈ - وقت گراف کے گریڈیئنٹ سے ایکسلریشن کا حساب لگا سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ کائنات میں کسی بھی جسم کی سپیڈ کی ایک حد ہے، جو قریباً $3 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔
(طلبہ کو صرف اس حقیقت سے واقف ہونا چاہیے۔ گہرائی میں اس کا مطالعہ ضروری نہیں۔ مقصد یہ ہے کہ طلبہ یہ سمجھیں کہ سپیڈ کی ایک حد موجود ہے)۔

میکینکس، فزکس کی ایک ایسی برانچ ہے جس میں اجسام کی حرکت اور اس حرکت کو تبدیل کرنے والی فورس (Force) کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ عام طور پر میکینکس کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے:

1۔ کائنی میٹکس (Kinematics) 2۔ ڈائنامکس (Dynamics)

1۔ کائنی میٹکس، فورس کے حوالے کے بغیر اجسام کی حرکت کے مطالعہ کا نام ہے۔ جب کہ ڈائنامکس، فورسز اور اجسام کی حرکت پر فورسز کے اثرات کے مطالعے کا علم ہے۔ اپنی روزمرہ زندگی میں ہم بہت سے حرکت کرتے ہوئے اجسام کو دیکھتے ہیں۔ مثلاً سڑکوں پر دوڑتی ہوئی کاریں۔ بسیں، سائیکلیں، موٹر سائیکلیں، ہوا میں پرواز کرتے ہوئے ہوائی جہاز، نہروں میں بہتا ہوا پانی اور میز پر سے زمین پر گرتی ہوئی کچھ اشیا۔

2۔ ڈائنامکس ان اجسام کی حرکت کے مطالعہ کا نام ہے جو بلحاظ یا بلا لحاظ اُس فورس کے جو ان میں حرکت پیدا کرتی ہے یا ان کی حرکت کو تبدیل کرتی ہے۔

2.1 سکیلرز اور ویکٹرز (Scalars and Vectors)

کائنی میٹکس کا وضاحت سے مطالعہ کرنے سے پہلے ہمیں مختلف طبعی مقداروں کی اہمیت کو جاننا ضروری ہے۔ کچھ مقداریں سکیلرز کہلاتی ہیں اور کچھ ویکٹرز۔

سکیلر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جو صرف اس کی عددی مقدار کے ذریعے مکمل طور پر بیان کی جاسکتی ہے۔

عددی مقدار میں ایک عدد (Number) اور اُس کا ایک مناسب یونٹ شامل ہوتا ہے۔ جب ہم کسی دوکاندار سے 5 کلوگرام چینی مانگتے ہیں تو وہ بخوبی سمجھ جاتا ہے کہ ہمیں کتنی مقدار چاہیے۔ یہ چینی کے ماس (mass) کی عددی قیمت ہے۔ ماس ایک سکیلر مقدار ہے۔ سکیلر مقداروں کی کچھ مزید مثالیں، فاصلہ، لمبائی، وقت، سپیڈ، انرجی اور ٹمپریچر ہیں۔ سکیلر مقداروں کو عام اعداد (Numbers) کی طرح جمع کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر 8 میٹر = 3 میٹر + 5 میٹر۔

اس کے برعکس ویکٹر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جیسے مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے اس کی عددی مقدار کے ساتھ ساتھ اس کی سمت کی بھی ضرورت ہوتی ہے۔

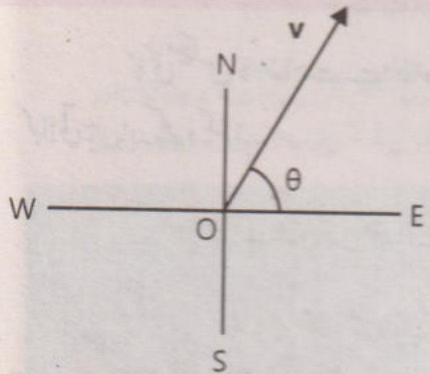
ویکٹر مقداروں کی مثالیں ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی، ایکسلریشن، وزن اور فورس ہیں۔ 90 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے شمال کی طرف چلتی ہوئی ایک کار کی ولاسٹی کو ایک ویکٹر سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے کیونکہ اس کی عددی قیمت (90 کلومیٹر فی گھنٹا) اور سمت شمال کی جانب ہے۔ ویکٹر مقداروں کو سکیلر مقداروں کی طرح جمع نہیں کیا جاسکتا۔ ویکٹرز کو جمع کرنے کے خاص طریقے ہیں۔ ان طریقوں میں ویکٹرز کی سمتوں کو بھی عمل میں لایا جاتا ہے۔

ویکٹرز کو ظاہر کرنے کا طریقہ (Representation of Vectors)

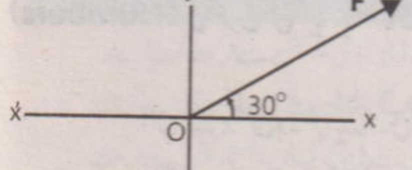
ٹیکسٹ بک میں ویکٹرز کو سیدھے جلی حروف (Bold-face letters) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ **v**، **F, A** اور **d** وغیرہ۔ چونکہ ہم کاغذ پر جلی حروف میں نہیں لکھ سکتے لہٰذا ویکٹر کو لکھنے کے لیے حرف (Letter) کے اوپر ایک چھوٹا سا تیر کا نشان بنا دیا جاتا ہے۔ جیسا کہ $\vec{v}, \vec{F}, \vec{A}$ اور $\vec{d}$۔ ویکٹر کی عددی قیمت ظاہر کرنے کے لیے حرف کو ٹیڑھا (Italic) لکھا جاتا ہے اور اس پر تیر کا نشان نہیں بنایا جاتا۔ اشکال کے ذریعے (Graphically) ویکٹر کو ایک سیدھی لائن سے ظاہر کیا جاتا ہے جس کے ایک سرے پر تیر کا نشان بنا دیا جاتا ہے۔ لائن کی لمبائی ایک مناسب سکیل کے مطابق ویکٹر مقدار کی عددی قیمت کو ظاہر کرتی ہے جبکہ تیر کی سمت، ویکٹر کی سمت بتاتی ہے۔

کسی ویکٹر کی سمت ظاہر کرنے کے لیے آپس میں عمودی دو لائنوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک لائن ہم مشرق، مغرب کی سمتوں کے لیے اور دوسری لائن شمال، جنوب کی سمتیں ظاہر کرنے کے لیے لگاتے ہیں، جیسا کہ شکل 2.1(a) میں دکھایا گیا ہے۔ ویکٹر کی سمت ان دو لائنوں کے حوالے سے بتائی جاسکتی ہے۔ زیادہ تر ہم کوئی سی بھی دو لائنیں استعمال کرتے ہیں جو ایک دوسرے پر عمود ہوں۔ افقی (Horizontal) لائن (xx')، x۔ایکسز کہلاتی ہے اور عمودی (Vertical) لائن (yy')، y۔ایکسز کہلاتی ہے (شکل 2.1-b)۔ وہ نقطہ (Point) جہاں یہ دونوں ایکسز ملتے ہیں، نقطہ آغاز (Origin) کہلاتا ہے۔ اسے عموماً O سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ ایکسز عموماً حوالہ کے ایکسز (Reference axes) بھی کہلاتے ہیں۔

ویکٹر کو ظاہر کرنے کے لیے اس کی لائن نقطہ آغاز سے مطلوبہ سمت کی طرف کھینچی جاتی ہے۔ عموماً سمت کے لیے لائن کا x۔ایکسز کے ساتھ زاویہ θ (تھیٹا) بتایا جاتا ہے۔ یہ زاویہ x۔ایکسز کی دائیں طرف سے گھڑی مخالف (Anticlockwise) سمت میں ماپا جاتا ہے۔



ویکٹر **v** مشرق سے شمال کی طرف θ زاویہ بناتے ہوئے
شکل 2.1 (a)



ویکٹر **F**، x۔ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے
شکل 2.1 (b)

آپ کی معلومات کے لیے

جغرافیائی سمت کے لیے حوالہ کی لائن شمالاً، جنوباً ہوتی ہے جبکہ کارٹیشن کوآرڈینیٹ سسٹم میں پازیٹو x۔ایکسز کا حوالہ استعمال کیا جاتا ہے۔

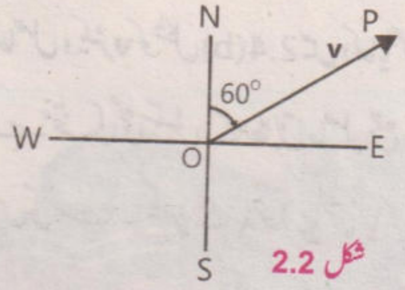
مثال 2.1:

نمائندہ لائن کھینچ کر ولاسٹی ویکٹر **v** ظاہر کریں کہ $300\ m\ s^{-1}$ ولاسٹی شمال سے مشرق کی طرف 60° کا زاویہ بنا رہی ہے۔

حل:

(i) ایک دوسرے پر عموداً، دو لائنیں کھینچیں جو کہ شمال، جنوب، مشرق اور مغرب کی نشان دہی کریں۔

(ii) ایک مناسب سکیل کا انتخاب کریں۔ اگر $100\ m\ s^{-1} = 1\ cm$ تو $300\ m\ s^{-1}$ کو 3 cm لمبی لائن ظاہر کرے گی۔



شکل 2.2

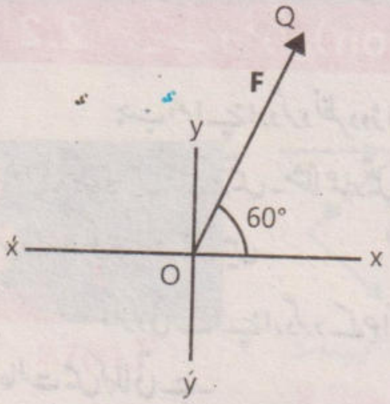
(iii) 3cm لمبی لائن OP، شمال سے مشرق کی طرف 60° کا زاویہ بناتی ہوئی کھینچیں۔

(iv) لائن کے سرے پر تیر کا نشان بنائیں۔ OP ویکٹر **v** ہے۔

مثال 2.2:

ایک فورس ویکٹر **F** کی نمائندہ لائن کھینچیں جس کی عددی قیمت 350 N ہے اور x۔ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتا ہے۔

حل:



شکل 2.3

(i) افقی اور عمودی لائنیں کھینچ کر x۔ایکسز اور y۔ایکسز بنائیں جیسا کہ شکل 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔

(ii) سکیل: اگر 100 N = 1 cm تو 350 N = 3.5 cm

(iii) 3.5 cm لمبی لائن OQ، x۔ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہوئی کھینچیں۔

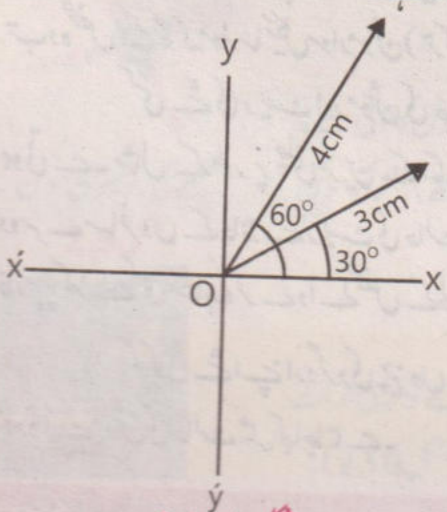
(iv) لائن OQ کے سرے پر تیر کا نشان بنائیں۔ OQ فورس ویکٹر **F** ہے۔

حاصل ویکٹر (Resultant Vector)

ہم دو یا دو سے زیادہ ویکٹرز کو جمع کر کے ایک ویکٹر حاصل کر سکتے ہیں، یہ حاصل ویکٹر کہلاتا ہے۔ اس کا وہی اثر ہوتا ہے جو جمع کیے جانے والے تمام ویکٹرز کا مجموعی اثر ہوگا۔

ہمیں حاصل ویکٹر کی عددی قیمت اور سمت دونوں معلوم کرنا ہوتی ہیں۔ اس لیے یہ سکیلرز کی جمع سے بالکل مختلف ہے۔ ویکٹرز کو جمع کرنے کے ایک طریقے کو شکل کے ذریعے اظہار گرافیکل (Graphical) کا طریقہ کہا جاتا ہے۔

شکل کے ذریعے ویکٹرز کی جمع کا طریقہ



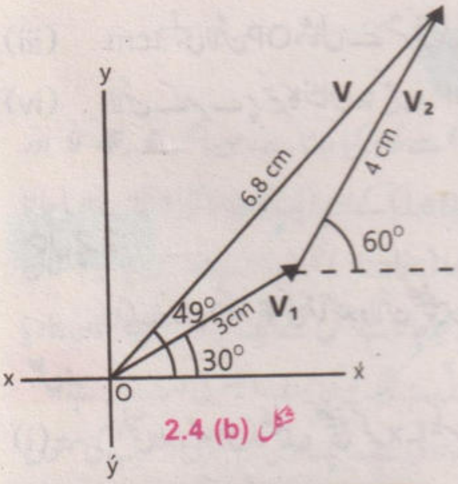
شکل 2.4 (a)

آیئے دو ویکٹرز $\mathbf{v}_1$ اور $\mathbf{v}_2$ کو جمع کریں جن کی عددی قیمتیں 300 N اور 400 N ہیں اور وہ x۔ایکسز کے ساتھ بالترتیب 30° اور 60° کے زاویے بناتے ہیں۔ ایک مناسب سکیل منتخب کر کے یعنی 100 N = 1 cm ہم ویکٹرز بنا سکتے ہیں جیسا کہ شکل 2.4(a) میں دکھایا گیا ہے۔

ان ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے ہم ایک اصول پر عمل درآمد کرتے ہیں جو ہیڈ ٹو۔ ٹیل رُول (Head-to-tail Rule) کہلاتا ہے۔ اسے الفاظ میں اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے:

بہت سے ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے اُن کی نمائندہ لائنیں اس طرح کھینچیں کہ ایک ویکٹر کا ہیڈ دوسرے ویکٹر کی ٹیل کے ساتھ جُڑے۔ اُن کا حاصل ویکٹر ایک ایسا ویکٹر ہوگا جو کہ پہلے ویکٹر کی ٹیل سے شروع ہو کر آخری ویکٹر کے ہیڈ تک جائے گا۔

حاصل ویکٹر **v** کو شکل (b) 2.4 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کی لمبائی کی پیمائش 6.8 cm ہے۔ منتخب کی گئی سکیل کے مطابق حاصل جمع ویکٹر کی عددی قیمت 680 N ہوگی۔ اور اس کی سمت x۔ ایکسز کے ساتھ (پیمائش کیا گیا) 49° کا زاویہ ہے۔



شکل (b) 2.4

ہم دو سے زیادہ ویکٹرز کا حاصل ویکٹر بھی اسی طریقے سے ان کو ہیڈ ٹو۔ ٹیل رول کے مطابق جمع کر کے معلوم کر سکتے ہیں۔

2.2 ریسٹ اور موشن (Rest and Motion)

شکل 2.5(a)

جب ہم اپنے اردگرد نظر دوڑاتے ہیں تو ہم بہت سی ایسی چیزیں دیکھتے ہیں جو اپنی جگہ تبدیل نہیں کرتیں۔ مثلاً عمارتیں، درخت، بجلی کے کھمبے وغیرہ۔ ہم کہتے ہیں کہ یہ ریسٹ کی حالت میں ہیں۔

اگر کوئی شے اپنے اردگرد کے حوالے سے اپنی جگہ تبدیل نہیں کرتی تو یہ ریسٹ کی حالت میں کہلاتی ہے۔

آیئے اب دیکھتے ہیں کہ موشن کیا ہے؟ فرض کریں کہ ایک موٹر سائیکل سوار سڑک پر کھڑا ہے (شکل 2.5-a)۔ کوئی شخص (Observer) اسے دیکھتا ہے کہ وہ اپنے اردگرد کی اشیا مثلاً قریبی عمارت، درخت یا کھمبے کے لحاظ سے اپنی جگہ تبدیل نہیں کر رہا تو وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار ریسٹ کی حالت میں ہے۔

شکل 2.5(b)

جب سوار موٹر سائیکل چلا رہا ہو (شکل 2.5-b) تو مشاہدہ کرنے والا شخص دیکھے گا کہ موٹر سائیکل سوار اپنے اردگرد کی اشیا کے لحاظ سے مسلسل اپنی جگہ بدل رہا ہے۔ تب وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار موشن (حرکت) کی حالت میں ہے۔

کسی شے کی ریسٹ اور موشن کی حالت مشاہدہ کرنے والے کے لحاظ سے ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر چلتی ٹرین کے ایک ڈبے میں کھڑا شخص ڈبے میں موجود دوسرے مسافروں کے لحاظ سے ریسٹ کی حالت میں ہے لیکن ریلوے سٹیشن کے پلیٹ فارم پر کھڑے کسی مشاہدہ کرنے والے شخص کے لحاظ سے وہ موشن کی حالت میں ہے۔

اگر کوئی شے اپنے اردگرد کی چیزوں کے لحاظ سے مسلسل اپنی جگہ تبدیل کر رہی ہو تو اُسے موشن کی حالت میں کہا جاتا ہے۔

2.3 موشن کی اقسام (Types of Motion)

ہم اپنی روزمرہ زندگی میں مختلف قسم کی موشن دیکھتے ہیں۔ ایک ریل گاڑی قریباً سیدھی لائن میں چلتی ہے، ایک پنکھے کے پر اپنے محور کے گرد گھومتے ہیں۔ ایک جُھولا اپنی جگہ سے آگے پیچھے جُھولتا ہے۔ عام طور پر اجسام کی موشن کو تین اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے:

1۔ ٹرانسلیٹر ی موشن(Translatory Motion)

2۔ روٹیٹری موشن(Rotatory Motion)

3۔ وائبریٹری موشن(Vibratory Motion)

شکل 2.6

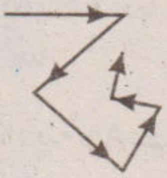
1۔ ٹرانسلیٹر ی موشن

اگر کسی جسم کی موشن اس طرح ہو کہ اس کا ہر ذرّہ بالکل ایک جیسی حرکت کرے تو وہ ٹرانسلیٹر ی موشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک ریل گاڑی یا کار کی موشن ٹرانسلیٹر ی موشن ہے (شکل 2.6)۔

ٹرانسلیٹر ی موشن تین طرح کی ہو سکتی ہے۔

(i) لی نیئر موشن(Linear Motion)

شکل 2.7(b)



بے ترتیب راستہ

شکل 2.7(a)

اگر کوئی جسم سیدھی لائن میں حرکت کرے تو اسے لی نیئر موشن کہتے ہیں۔ لی نیئر موشن کی مثال آزادانہ گرتا ہوا جسم ہے۔

(ii) رینڈم موشن(Random Motion)

اگر کوئی جسم بے ترتیب انداز میں حرکت کرے تو اسے رینڈم موشن کہتے ہیں، مثلاً شہد کی مکھی کی اُڑان (شکل 2.7)۔

(iii) سرکلر موشن(Circular Motion)

شکل 2.8 سرکلر موشن

کوئی جسم دائرے میں حرکت کرے تو اسے سرکلر موشن کہتے ہیں۔ اگر کسی ڈوری کے ایک سرے پر بندھے گیند کو گھمائیں تو وہ ایک دائرے میں حرکت کرے گا۔ فَیرس وہیل (Ferris Wheel) کی حرکت بھی سرکلر موشن ہے (شکل 2.8)۔

پنکھے کی روٹیٹری موشن

شکل 2.9

2۔ روٹیٹری موشن

اگر کسی جسم کا ہر ذرہ ایک نقطہ یا ایکسز کے گھومے تو اس جسم کی موشن روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر الیکٹرک مشین یا واشنگ مشین ڈرائر کی موشن روٹیٹری موشن ہے (شکل 2.9)۔ لٹو کی موشن بھی روٹیٹری موشن ہے۔

وائبریٹری موشن

شکل 2.10

3۔ وائبریٹری موشن

اگر کوئی جسم اپنی ریسٹ پوزیشن کے آگے پیچھے اپنی حرکت کو بار بار دہرائے تو ایسی حرکت وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔ چلڈرن پارک کے کسی جھولے کی حرکت وائبریٹری موشن ہے (شکل 2.10)۔

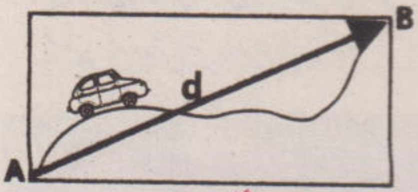
2.4 فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (Distance and Displacement)

ہم جانتے ہیں کہ موشن کسی جسم کا ایک جگہ سے دوسری جگہ جانے یا اپنی جگہ تبدیل کرنے کا عمل ہے۔ یہ بنیادی طور پر لمبائی کی پیمائش ہے۔ ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان لمبائی دو طریقوں سے ماپی جاسکتی ہے۔ یعنی فاصلہ میں یا ڈس پلیسمنٹ میں۔

فاصلہ اصل میں طے کیے گئے راستہ کی لمبائی ہے۔

فرض کریں ایک شخص کار کے ذریعے لاہور سے ملتان کے لیے سفر کر رہا ہے۔ ملتان پہنچ کر وہ میٹر کی ریڈنگ دیکھتا ہے اور نوٹ کرتا ہے کہ اُس نے 320 کلومیٹر کا فاصلہ طے کیا ہے۔ یہ اُس شخص کا اصل میں طے کردہ فاصلہ ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ لاہور سے ملتان تک کا کم سے کم فاصلہ نہیں ہے کیونکہ راستے میں کار نے کئی موڑ مڑے ہیں۔ اُس نے ایک سیدھی لائن میں سفر طے نہیں کیا ہے۔

کسی جسم کی طے کردہ ڈس پلیسمنٹ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ جس کی عددی قیمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن تک کم سے کم فاصلہ ہے اور اس کی سمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن کی طرف ہوگی۔



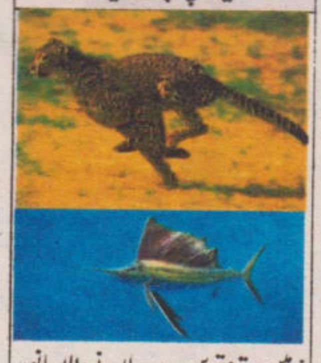
شکل 2.11

ہم اسے پوزیشن میں تبدیلی بھی کہہ سکتے ہیں۔ خیال رہے کہ ڈس پلیسمنٹ ایک ویکٹر مقدار ہے جبکہ فاصلہ ایک سکیلر مقدار ہے۔ درج ذیل مثال سے فاصلے اور ڈس پلیسمنٹ میں فرق کی بخوبی وضاحت ہو جائے گی۔

فرض کریں ایک کار پوزیشن A سے B تک سفر کرتی ہے۔ منحنی لائن کار کا طے کردہ اصل راستہ ہے (شکل 2.11)۔ کار کا طے کردہ کل فاصلہ منحنی لائن AB کی لمبائی کے برابر ہے۔ ڈس پلیسمنٹ (d)، A سے لے کر B تک سیدھی لائن AB ہے۔ جس کے سرے پر تیر کا نشان بنایا گیا ہے۔ ڈس پلیسمنٹ کا SI یونٹ وہی ہے جو کہ فاصلے کا ہے۔

2.5 سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)

کیا آپ جانتے ہیں؟



زمین پر تیز ترین دودھ پلانے والا جانور (چیتا) اور تیز ترین مچھلی (سیل فش) دونوں کی ریکارڈ شدہ تیز ترین رفتار 110 کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔

ہم اکثر یہ معلوم کرنے میں دلچسپی رکھتے ہیں کہ کوئی جسم کتنی تیزی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس مقصد کے لیے ہمیں اس کا اکائی وقت (Unit time) میں طے کردہ فاصلہ معلوم کرنا پڑتا ہے۔ اگر کوئی جسم S فاصلہ t وقت میں طے کرتا ہے تو اُس کی سپیڈ v کو اس طرح لکھا جائے گا۔

$$v = \frac{S}{t} \quad \text{یا} \quad \text{سپیڈ} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$\text{یا} \quad S = vt \quad \text{.............................(2.1)}$$

سپیڈ ایک سکیلر مقدار ہے۔ سپیڈ کا SI یونٹ $m\ s^{-1}$ یا $km\ h^{-1}$ ہے۔

دماغ لڑائیے!

گول گھومتی سڑک پر دوڑتی کار کی سپیڈ یکساں ہوتی ہے۔ لیکن اس کی ولاسٹی ہر لمحہ بدل رہی ہوتی ہے۔ کیوں؟

یقیناً کسی گاڑی کی سپیڈ تمام سفر کے دوران میں یکساں (constant) نہیں رہتی۔ اگر سپیڈومیٹر کی ریڈنگ دیکھتے رہیں تو یہ ہر وقت بدلتی رہتی ہے۔ کسی بھی لمحے کسی گاڑی کی سپیڈ جو اس کا سپیڈومیٹر ظاہر کرتا ہے، اس کی لمحاتی سپیڈ (Instantaneous Speed) کہلاتی ہے۔ عملی طور پر ہم اوسط سپیڈ ہی استعمال کرتے ہیں۔ جس کی تعریف یوں ہے:

$$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{\text{کُل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کُل وقت}} \quad \text{یا} \quad v_{av} = \frac{S}{t}$$

مثال 2.3:

ایک عقاب 300 m فاصلے سے زمین کی طرف غوطہ لگاتا ہے۔ اگر اس کی اوسط سپیڈ $60\ m\ s^{-1}$ ہو تو یہ فاصلہ طے کرنے میں اسے کتنا وقت لگے گا؟

حل:

کُل طے کردہ فاصلہ $= S = 300\ m$

اوسط سپیڈ $= v_{av} = 60\ m\ s^{-1}$

کُل وقت (جو لگے گا) $= t = ?$

یہ مساوات استعمال کرتے ہوئے $t = \frac{S}{v_{av}}$ یا $v_{av} = \frac{S}{t}$

قیمتیں درج کرنے سے $t = 300\ m / 60\ m\ s^{-1} = 5\ s$

آپ کی معلومات کے لیے

1980ء میں سینٹ ہیلنز آتش فشاں پھٹا تھا تو کئی چٹانیں $400\ km\ h^{-1}$ کی سپیڈ سے اُڑی تھیں۔

ولاسٹی

کسی جسم کی سپیڈ سے اس کی موشن کی سمت کا پتہ نہیں چلتا۔ سمت کے لیے اس میں ویکٹر کا تصور شامل کرنا پڑے گا۔ اس کے لیے ہمیں ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان ڈس پلیسمنٹ **d** معلوم کرنا پڑے گی۔

کسی جسم کی ایک یونٹ ٹائم (ایک سیکنڈ) میں کُل ڈس پلیسمنٹ کو ولاسٹی کہتے ہیں۔

اگر کوئی جسم کسی منحنی راستے کے ذریعے نقطہ A سے نقطہ B تک جاتا ہے، جیسا کہ شکل 2.11 میں دکھایا گیا ہے تو اس کی کل ڈس پلیسمنٹ **d** سیدھی لائن AB ہے۔ لہٰذا

$$\text{اوسط ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{کُل وقت}} \quad \text{یا} \quad \mathbf{v}_{av} = \frac{\mathbf{d}}{t} \quad \text{............(2.2)}$$

ولاسٹی **v** ایک ویکٹر مقدار ہے۔ مساوات (2.2) ظاہر کرتی ہے کہ ولاسٹی کی سمت وہی ہوگی جو کہ ڈس پلیسمنٹ **d** کی ہے۔ ولاسٹی کا SI یونٹ ms^{-1} یا $km\ h^{-1}$ بھی ہے۔ ایک کار کی مثال لے لیں جو کہ $70\ km\ h^{-1}$ کی سے شمال کی طرف جا رہی ہے۔ سپیڈ اور ولاسٹی میں فرق واضح کرنے کے لیے ہم کہیں گے کہ کار کی سپیڈ $70\ km\ h^{-1}$ ہے۔ جو کہ سکیلر مقدار ہے۔ کار کی ولاسٹی ویکٹر مقدار ہے جس کی عددی قیمت $70\ km\ h^{-1}$ ہے اور اس کی سمت شمال کی طرف ہے۔

یکساں اور غیر یکساں ولاسٹی (Uniform and Non-Uniform Velocity)

اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ اور سمت تبدیل نہ ہو تو اس کی ولاسٹی یکساں کہلاتی ہے۔ اگر ان میں سے کوئی ایک یعنی سپیڈ یا سمت یا پھر دونوں تبدیل ہو رہی ہوں تو ایسی ولاسٹی کو متغیر (Variable) یا غیر یکساں ولاسٹی کہتے ہیں۔ عملی طور پر کوئی گاڑی اپنے تمام سفر کے دوران

سیدھی لائن میں نہیں چلتی۔ اس کی سپیڈ یا سمت بار بار بدلتی رہتی ہے۔ یکساں ولاسٹی سے حرکت کرنے والے جسم کی ایک اچھی مثال چھاتہ بردار (Paratrooper) کی نیچے کی طرف موشن ہے۔ جب ایک چھاتہ بردار ہوائی جہاز سے چھلانگ لگاتا ہے تو وہ چند لمحے آزادانہ نیچے گرتا ہے۔ تب پیراشوٹ کھل جاتا ہے۔ اس مرحلے میں چھاتہ بردار پر نیچے کی طرف عمل کرنے والی فورس آف گریویٹی (Force of Gravity) کو چھاتہ بردار پر لگنے والی اُوپر کی طرف ہوا کی مزاحمت متوازن کردیتی ہے۔ نتیجتاً چھاتہ بردار یکساں ولاسٹی کے ساتھ نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے۔

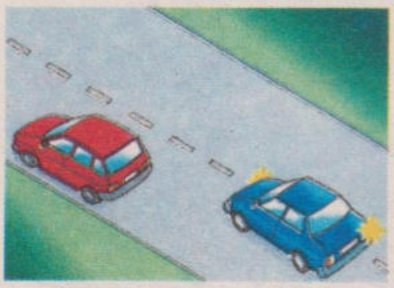
آپ کی معلومات کے لیے

موٹروے ٹریفک جام کی ٹائم لیپس فوٹو میں کاروں کی ولاسٹی سیدھی لائینوں میں ظاہر ہورہی ہے۔ سفید لائینیں ہیڈ لائٹس اور سرخ لائینیں ان گاڑیوں کی پچھلی لائٹس کی ہیں جو مخالف سمت میں جارہی ہیں۔

2.6 ایکسلریشن (Acceleration)

جب کسی شے کی ولاسٹی بڑھتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ وہ شے ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کررہی ہے۔

مثال کے طور پر، جب ایک کار کسی دوسری کار کو اوورٹیک کرتی ہے تو وہ اپنی ولاسٹی بڑھاتی ہے (شکل 2.12)۔ اس کے برعکس بائیسکل یا کار کو آہستہ کرنے کے لیے بریکیں لگائی جاتی ہیں تو ولاسٹی کم ہوتی ہے۔ دونوں صورتوں میں ولاسٹی تبدیل ہوتی ہے۔



اوورٹیکنگ کرتے ہوئے، کار اپنی ولاسٹی کو بڑھاتی ہے۔ شکل 2.12

وقت کے ساتھ کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔

ولاسٹی میں یہ تبدیلی اس کی عددی قیمت یا سمت یا پھر دونوں میں ہوسکتی ہے۔ اگر ولاسٹی بڑھ رہی ہو تو ایکسلریشن مثبت (Positive) ہوگا اور اگر ولاسٹی کم ہورہی ہو تو ایکسلریشن منفی (Negative) ہوگا۔ منفی ایکسلریشن، ڈی سیلریشن (Decelaration) یا ریٹارڈیشن (Retardation) بھی کہلاتا ہے۔

ولاسٹی کی طرح ایکسلریشن بھی ایک ویکٹر مقدار ہے لیکن اس کی سمت ولاسٹی میں تبدیلی کی سمت میں ہوگی۔ اگر ایک جسم ابتدائی ولاسٹی $\mathbf{v}_i$ سے حرکت کررہا ہو اور کچھ وقت t کے بعد اس کی ولاسٹی تبدیل ہوکر $\mathbf{v}_f$ ہوجائے تو ولاسٹی میں تبدیلی $\Delta \mathbf{v} = \mathbf{v}f - \mathbf{v}i$ ہوگی جو وقت t کے دوران واقع ہوئی۔ اس صورت میں ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یعنی ایکسلریشن، اوسط ایکسلریشن ہوگا۔

$$\text{اوسط ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت کا دورانیہ}}$$

$$\mathbf{a}_{av} = \frac{\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i}{t} \quad \text{............} \quad (2.3)$$

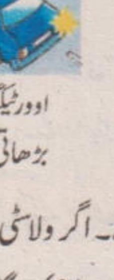
مساوات (2.3) کو ایسے بھی لکھ سکتے ہیں: $\mathbf{a}_{av} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{t}$

ایکسلریشن کا SI یونٹ $m\ s^{-2}$ ہے۔

اگر ایکسلریشن a یکساں (Constant) ہو تو مساوات (2.3) کو ایسے بھی لکھ سکتے ہیں:

$$v_f = v_i + at$$

دلچسپ فوٹوگراف



یہ ایک گرتے ہوئے سیب کی تصویر ہے، جو کچھ بلندی سے گرایا گیا ہے۔ سیب کی تصاویر جس کیمرے سے لی گئیں وہ ایک سیکنڈ میں 60 فلیش لیتا تھا۔ نیچے آتے ہوئے درمیانی بڑھتی ہوئی خالی جگہ سیب کے ایکسلریشن کو ظاہر کرتی ہے۔

یکساں اور غیر یکساں ایکسلریشن

اگر وقت کے برابر وقفوں میں ولاسٹی میں تبدیلی ایک ہی جتنی ہو تو اس صورت میں ایکسلریشن کو یکساں ایکسلریشن کہتے ہیں۔

اگر عددی قیمت یا سمت یا پھر دونوں تبدیل ہو رہے ہوں تو اسے متغیر یا غیر یکساں ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اس کلاس میں ہم صرف ایسے حسابی سوالات (Numerical Problems) حل کریں گے جن میں ایکسلریشن یکساں ہو، متغیر نہ ہو۔

مثال 2.4:

ایک ہوائی جہاز رن وے پر ریسٹ کی پوزیشن سے دوڑنا شروع کرتا ہے، جیسا کہ نیچے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ رن وے پر وہ کسی ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں $252\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی پر پہنچ جاتا ہے۔ ہوائی جہاز کا اوسط ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 0$

آخری ولاسٹی $= v_f = 252\ km\ h^{-1}$

$$= \frac{252 \times 10^3\ m}{60 \times 60 s} = 70\ m\ s^{-1}$$

وقت کا دورانیہ $= t = 20\ s$

اوسط ایکسلریشن $= a_{av} = ?$

یہ فارمولا استعمال کرتے ہوئے

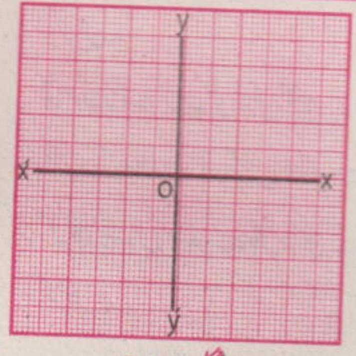
$$a_{av} = \frac{v_f - v_i}{t}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$a_{av} = \frac{70\ m\ s^{-1} - 0}{20\ s}$$

$$a_{av} = 3.5\ m\ s^{-2}$$

2.7 موشن کا گراف کی مدد سے تجزیہ (Graphical Analysis of Motion)



شکل 2.13

گراف دو طبعی مقداروں کے تعلق کو تصویر کی شکل میں ظاہر کرتا ہے۔ یہ عموماً سیدھی یا گولائی والی لائن کی صورت میں دکھایا جاتا ہے۔ عام طور پر ہم ایک ایسے کاغذ پر گراف کھینچتے ہیں جس پر برابر فاصلے سے افقی اور عمودی لائنیں کھینچی ہوتی ہیں۔ گراف پیپر پر عموماً ہر دسویں لائن موٹی ہوتی ہے۔ گراف بنانے کے لیے ایک دوسرے پر عموداً دو موٹی لائنیں xox′ اور yoy منتخب کرلی جاتی ہیں۔ ان کو ایکسز (Axes) کہتے ہیں، جیسا کہ سامنے شکل میں دکھایا گیا ہے۔

جہاں یہ دو ایکسز ایک دوسرے کو قطع کرتے ہیں اُس نقطے کو نقطہ آغاز "O" (Origin) کہتے ہیں۔ x۔ایکسز کے ساتھ مثبت قیمتیں نقطہ آغاز کے دائیں طرف لی جاتی ہیں جبکہ منفی قیمتیں بائیں طرف لی جاتی ہیں۔اسی طرح y۔ایکسز کے ساتھ مثبت قیمتیں نقطہ آغاز سے اوپر کی طرف اور منفی قیمتیں نیچے کی طرف لی جاتی ہیں۔

عموماً غیر منحصر (Independent) متغیر مقدار x۔ایکسز کے ساتھ اور منحصر (Dependent) متغیر مقدار y۔ایکسز کے ساتھ لی جاتی ہیں۔مثال کے طور پر فاصلہ – وقت کے گراف (Distance-Time Graph) میں t غیر منحصر اور S اُس پر منحصر متغیر مقدار ہے۔اس لیے t کو x۔ایکسز کے ساتھ اور S کو y۔ایکسز کے ساتھ لیا جائے گا۔

کسی بھی ایک ایکسز کے ساتھ کوئی طبعی مقدار لینے کے لیے اس مقدار کی کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ قیمت کو مدِ نظر رکھ کر مناسب سکیل کا تعین کیا جاتا ہے۔

فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

فاصلہ اور وقت کے مابین گراف، حرکت کرنے والے جسم کا طے کردہ فاصلہ S اور صرف شدہ وقت t میں تعلق ظاہر کرتا ہے۔

مثلاً موٹروے پر ایک کار سیدھی لائن میں چل رہی ہے۔فرض کریں کہ اُس کے آغاز سے ہر ایک منٹ کے بعد ہم اس کا طے کردہ فاصلہ نوٹ کرتے ہیں اور اسے نیچے دیے گئے ٹیبل میں درج کرتے ہیں۔

وقت t (منٹ)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S (km)	0	1.2	2.4	3.6	4.8	6.0

سینٹی میٹر والے گراف پیپر پر گراف بنانے کے لیے درج ذیل ترتیب پر عمل کریں۔

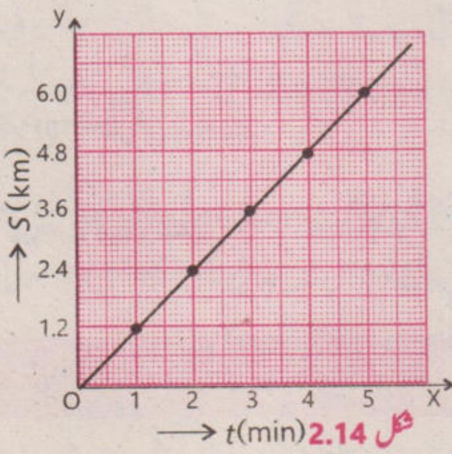
(i) وقت t x۔ایکسز کے ساتھ لیں اور فاصلہ S y۔ایکسز کے ساتھ لیں۔

(ii) مناسب سکیل منتخب کریں۔(1 منٹ = 1 cm) x۔ایکسز کے ساتھ اور (1.2 km = 1 cm) y۔ایکسز کے ساتھ۔

(iii) سکیل کے مطابق بڑے خانوں (Divisions) کے بالمقابل x۔ایکسز اور y۔ایکسز پر قیمتیں درج کریں۔

(iv) وقت اور فاصلہ کے متعلقہ جوڑوں کو ایک نقطے کی شکل میں گراف پیپر پر ظاہر کریں۔

(v) تمام نقاط کو ملا کر سیدھی لائن کھینچیں، جیسا کہ شکل 2.14 میں دکھایا گیا ہے۔



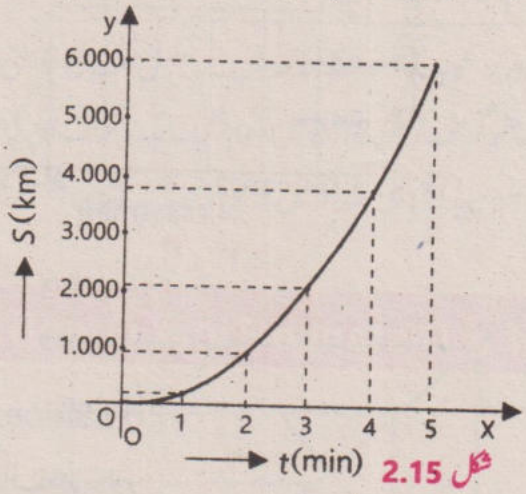
شکل 2.14

ٹیبل کے مشاہدہ سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ کار نے وقت کے برابر وقفوں میں برابر فاصلے طے کیے ہیں۔اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کار یکساں سپیڈ سے چل رہی ہے۔لہٰذا وقت اور فاصلہ کے مابین سیدھی لائن کی شکل کا گراف یکساں سپیڈ سے حرکت کو ظاہر کرتا ہے۔

اب کار کے ایک اور سفر کو زیرِ غور لائیں جو نیچے ٹیبل میں ریکارڈ کیا گیا ہے۔

وقت t(min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S(km)	0	2.40	0.960	2.160	3.840	6.000

ٹیبل سے ظاہر ہو رہا ہے کہ وقت کے برابر وقفوں میں سپیڈ بڑھتی چلی جا رہی ہے۔ یہ شکل 2.15 میں بنائے گئے گراف سے بھی ظاہر ہو رہی ہے۔ گراف کی لائن اُوپر کی طرف کو مڑتی جا رہی ہے۔ یہ وہ صورت ہے جب جسم (کار) ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کر رہا ہو۔

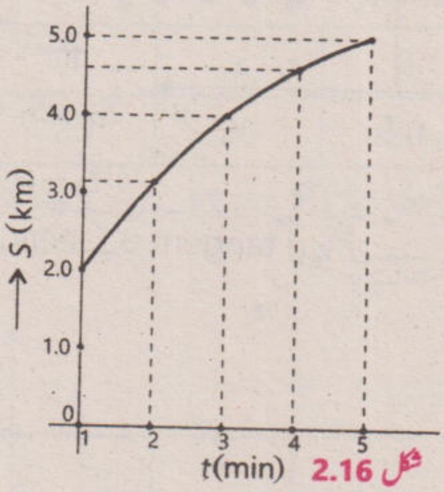


شکل 2.15

ایک اور سفر دیکھیں۔ اس سفر کے مشاہدات نیچے ٹیبل میں درج ہیں۔

وقت t(min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S(km)	0	2.0	3.1	4.0	4.6	5.0

گراف لائن نیچے کی طرف مُڑتی جاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہر دفعہ اتنے ہی وقفہ میں طے کردہ فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے۔ یہ ڈی سیلریشن یا منفی ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کی صورتِ حال ہے۔ جیسا کہ شکل 2.15 میں دکھایا گیا ہے۔

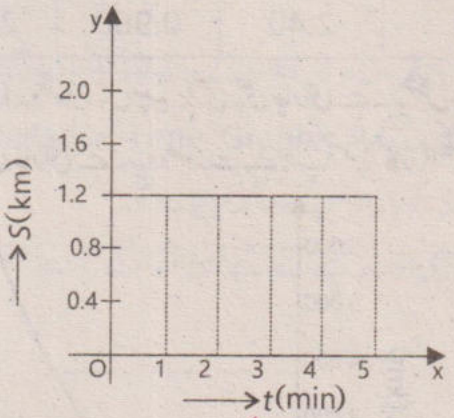


شکل 2.16

اب ایک اور صورتِ حال ملاحظہ کریں۔

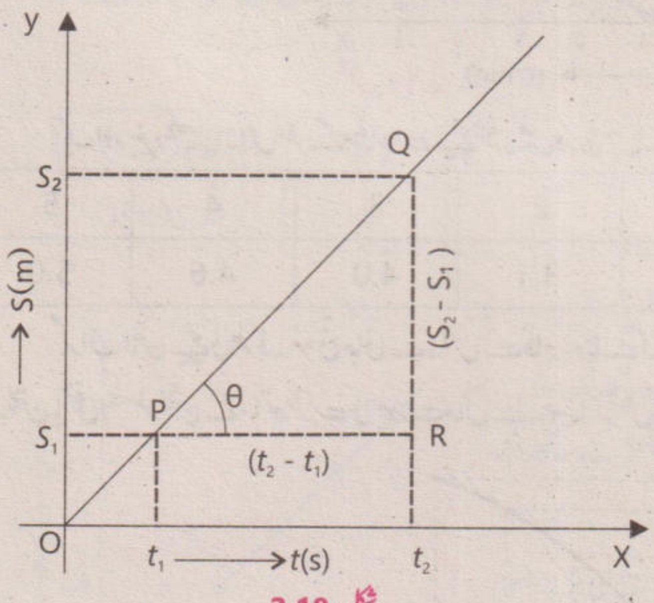
وقت t(min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S(km)	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

اس صورتِ حال میں گراف لائن افقی ہے (شکل 2.17)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ کار کا طے کردہ فاصلہ تبدیل نہیں ہو رہا۔ اس کا مطلب ہے کہ کار حرکت نہیں کر رہی ہے، یہ ریسٹ کی حالت میں ہے۔



شکل 2.17

2.8 فاصلہ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ (Gradient of a Distance-Time Graph)



شکل 2.18

گریڈیئنٹ کسی لائن کے سلوپ (Slope) کی پیمائش ہے۔ یکساں سپیڈ کا فاصلہ-وقت کا گراف دوبارہ زیرِ غور لائیں۔ اس پر وقت کی کوئی دو قیمتیں t_1 اور t_2 منتخب کریں۔ ان t_1 اور t_2 نقاط سے x-ایکسز سے گراف تک غیر مسلسل (dotted) دو عمودی لائینیں کھینچیں۔

یہ لائینیں گراف پر نقاط P اور Q پر ملتی ہیں۔ ان نقاط سے دو اُفقی لائنیں کھینچیں جو y-ایکسز کو بالترتیب S_1 اور S_2 نقاط پر ملتی ہیں، جیسا کہ شکل 2.17 میں دکھایا گیا ہے۔

اس وقت کے دورانیے میں طے کردہ فاصلہ $S_2 - S_1 = S$

وقت کا دورانیہ $t_2 - t_1 = t$

گراف کا سلوپ یا گریڈیئنٹ، مثلث PQR کے tangent θ کی پیمائش ہے۔

$$\text{سلوپ} = \frac{RQ}{PR}$$

$$\text{سلوپ} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{S}{t}$$

مساوات (2.1) کے مطابق $v_{av} = \frac{S}{t}$ وقت کے دورانیہ t میں اوسط سپیڈ ہے۔

شکل (2.17) ظاہر کرتی ہے کہ: $\text{گراف لائن کا سلوپ} = \frac{S}{t} = \tan\theta$

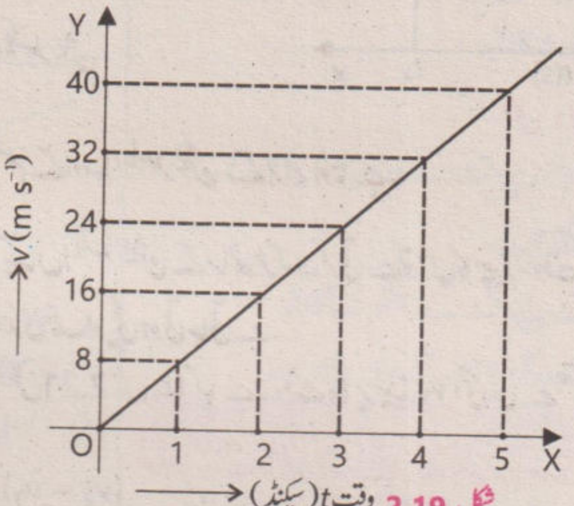
لہٰذا فاصلہ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ جسم کی اوسط سپیڈ کے برابر ہوتا ہے۔

2.9 سپیڈ-وقت گراف (Speed-Time Graph)

فرض کریں کہ ہم کسی کار کی سپیڈ ہر ایک سیکنڈ کے بعد نوٹ کر سکتے ہیں اور اسے نیچے ٹیبل میں درج کرتے ہیں۔ ہم سپیڈ v اور وقت t کے مابین گراف بنا سکتے ہیں۔ یہ سپیڈ-وقت گراف کہلاتا ہے۔

وقت t (سیکنڈ)	0	1	2	3	4	5
سپیڈ v ($m\ s^{-1}$)	0	8	16	24	32	40

t کو x-ایکسز کے ساتھ اور v کو y-ایکسز کے ساتھ لیں۔ یہ سکیل منتخب کی جا سکتی ہے۔ x-ایکسز کے ساتھ 1s = 1cm اور y-ایکسز کے ساتھ $10\ m\ s^{-1}$ = 1 cm۔ گراف کو شکل 2.18 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گراف اوپر کی طرف اُٹھتی ہوئی سیدھی لائن ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہو رہا ہے کہ ہر ایک سیکنڈ کے بعد سپیڈ اتنی ہی مقدار میں بڑھتی ہے۔ یہ یکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت ہے۔ ٹیبل سے بھی یہی مشاہدہ ہوتا ہے۔

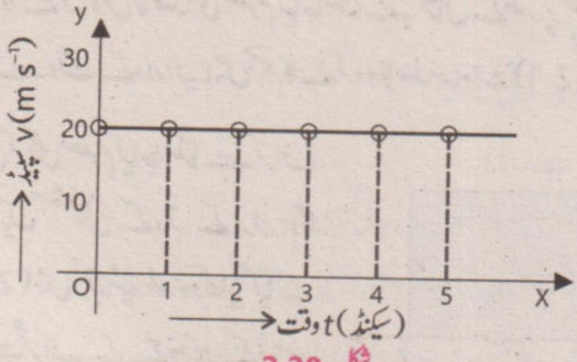


شکل 2.19

اب ایک اور صورتِ حال دیکھیں۔ مشاہدات نیچے ٹیبل میں درج کیے گئے ہیں۔

وقت t (سیکنڈ)	0	1	2	3	4	5
سپیڈ v ($m\ s^{-1}$)	20	20	20	20	20	20

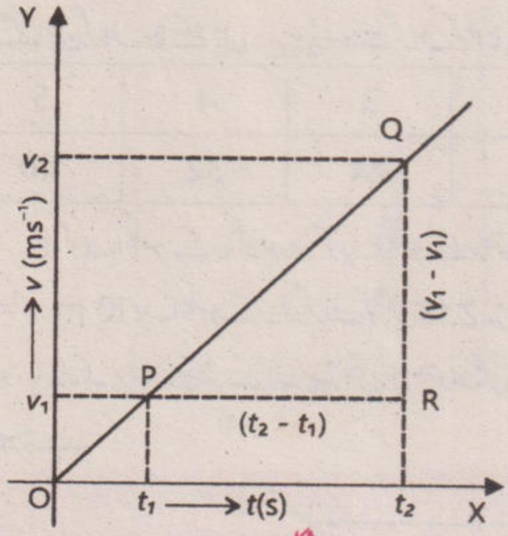
اس صورتِ حال میں گراف افقی لائن ہے (شکل 2.20)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت گزرنے کے ساتھ سپیڈ تبدیل نہیں ہو رہی۔ یہ یکساں سپیڈ کے ساتھ حرکت ہے۔



شکل 2.20

2.10 سپیڈ-وقت گراف کا گریڈئینٹ (Gradient of Speed-Time Graph)

اب سپیڈ-وقت کے گراف کو دیکھیں جو شکل 2.21 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 اور t_2 پر بالترتیب ولاسٹی v_1 اور v_2 ہے۔ وقت کے دورانیہ $(t_2 - t_1)$ میں سپیڈ میں تبدیلی $(v_2 - v_1)$ ہے۔



شکل 2.21

اس لیے

$$\text{سلوپ} = \frac{\text{سپیڈ میں تبدیلی}}{\text{کل وقت کا دورانیہ}}$$

یا

$$\text{سلوپ} = \frac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$\text{سلوپ} = \frac{\Delta v}{t}$$

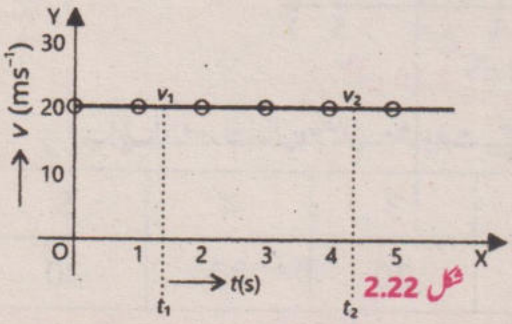
لیکن

$$\text{اوسط ایکسلریشن} = \frac{\Delta v}{t} = a$$

لہٰذا **سپیڈ بمقابلہ وقت گراف کا گریڈئینٹ جسم کے اوسط ایکسلریشن کے برابر ہوتا ہے۔**

اس یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جب ایک کار یکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتی ہے تو اس کا سپیڈ-وقت گراف ایک سیدھی لائن ہوتی ہے جو وقت کے برابر وقفوں میں ہر دفعہ اتنی ہی بلندی تک اونچی ہوتی جاتی ہے۔

شکل 2.19 کا گراف دوبارہ یہاں شکل 2.21 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 پر سپیڈ v_1 اتنی ہی ہے جتنی وقت t_2 پر سپیڈ v_2 ہے۔



شکل 2.22

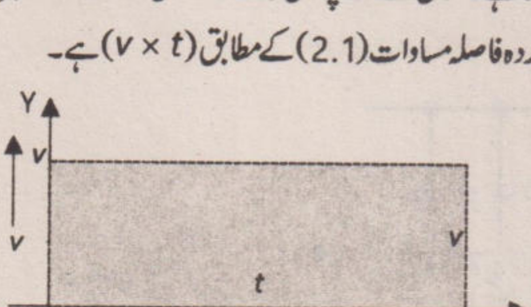
لہٰذا سپیڈ میں تبدیلی صفر ہے۔

چونکہ $v_2 - v_1 = 0$ اس لیے $\text{سلوپ} = \frac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)} = 0$

جب کسی جسم کی سپیڈ یکساں ہو تو سپیڈ-وقت کا گراف ایک افقی لائن ہوتی ہے جو کہ وقت کے ایکسز کے متوازی ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ اس حرکت کا ایکسلریشن صفر ہے۔ یہ ایک ایسی حرکت ہے جس میں سپیڈ تبدیل نہیں ہوتی۔

2.11 سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ (Area Under Speed-Time Graph)

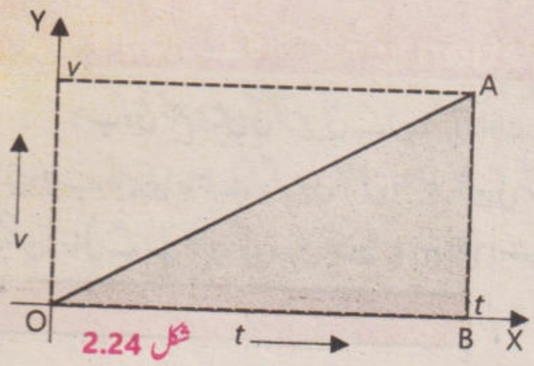
سپیڈ-وقت گراف سے کسی جسم کا طے کردہ کل فاصلہ بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر شکل (2.23) میں گراف سے ظاہر ہوتا ہے کہ جسم یکساں سپیڈ v سے حرکت کر رہا ہے۔ وقت کے دورانیہ t میں جسم کا طے کردہ فاصلہ مساوات (2.1) کے مطابق $(v \times t)$ ہے۔



شکل 2.23

یہ فاصلہ سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ نکال کر بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔ گراف کے نیچے رقبہ وقت کے دورانیہ t کے لیے ایک مستطیل کے رقبہ کے برابر ہوگا جس کے اضلاع t اور v ہوں۔ شکل (2.23) میں رقبہ شیڈ شدہ دکھایا گیا ہے جو کہ $v \times t$ کے برابر ہے۔ لہٰذا سپیڈ-وقت گراف کے نیچے وقت کے ایکسز

وقت کے ایکسز (x-ایکسز) تک کا رقبہ عددی طور پر وقت کے دورانیہ t میں جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔



شکل 2.24

اب ایک اور گراف کی مثال لیتے ہیں جو شکل (2.24) میں دکھایا گیا ہے۔ یہاں جسم کی سپیڈ وقت کے دورانیہ t میں یکساں طور پر بڑھتی ہوئی صفر سے v تک جاتی ہے۔ اوسط سپیڈ یہ ہوگی:

$$v_{av} = \frac{0 + v}{2} = \frac{1}{2} v$$

طے کردہ فاصلہ = اوسط سپیڈ × وقت کا دورانیہ = $1/2\ v \times t$

اگر ہم سپیڈ-وقت کے گراف کے نیچے کا رقبہ معلوم کریں تو شکل (2.24) کے مطابق یہ قائمۃ الزاویہ مثلث OAB کے رقبہ کے برابر ہے جسے شیڈ شدہ دکھایا گیا ہے۔ مثلث کا قاعدہ t کے برابر ہے اور عمود v کے برابر ہے۔

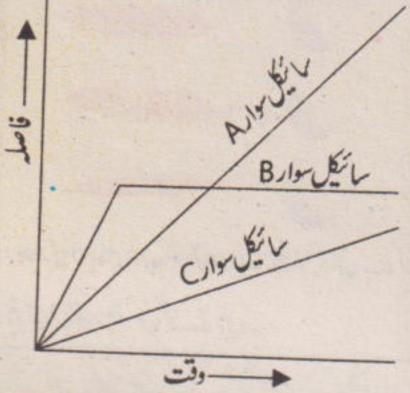
مثلث کا رقبہ = 1/2 (قاعدہ × عمود)

$= 1/2 (v \times t)$

ہم دیکھتے ہیں کہ یہ رقبہ عددی طور پر وقت کے دورانیہ t میں جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہے۔ اس لیے، ہم کہہ سکتے ہیں کہ:

سپیڈ-وقت کے گراف کے نیچے وقت کے ایکسز تک کا رقبہ عددی طور پر جسم کے طے کردہ کل فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔

مختصر مشق



فاصلہ-وقت کا گراف تین سائیکل سواروں کی حرکت کو ظاہر کر رہا ہے۔

(1) گراف میں ہر ایک لائن کیا ظاہر کر رہی ہے؟

(2) کونسے سائیکل سوار نے سب سے زیادہ فاصلہ طے کیا ہے؟

(3) کس سائیکل سوار نے سب سے زیادہ سپیڈ سے اور کس نے سب سے کم سپیڈ سے فاصلہ طے کیا ہے؟

2.12 گریویٹی کے تحت حرکت سے متعلق حسابی سوالات حل کرنا

اجسام کی حرکت سے متعلق حسابی سوالات حل کرنے کے لیے تین مساوات استعمال کی جاتی ہیں۔ اگر v_i جسم کی ابتدائی ولاسٹی، v_f اس کی آخری ولاسٹی، t وقت کا دورانیہ، S طے کردہ فاصلہ اور a ایکسلریشن ہو تو:

$$v_f = v_i + at \quad \text{------------- (1)}$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{------------- (2)}$$

$$2aS = v_f^2 - v_i^2 \quad \text{------------- (3)}$$

جب ان مساوات کو استعمال کیا جاتا ہے تو:

(i) حرکت ہمیشہ سیدھی لائن میں تصور کی جاتی ہے۔

(ii) ایکسلریشن کو یکساں تصور کیا جاتا ہے۔

(iii) ویکٹر مقداروں کی صرف عددی قیمتیں ہی استعمال کی جاتی ہیں۔

(iv) ابتدائی ولاسٹی کی سمت کو مثبت رکھا جاتا ہے۔ دوسری مقداریں جو ابتدائی ولاسٹی کی سمت میں ہوں، اُن کو بھی مثبت رکھا جاتا ہے۔ جو مقداریں، ابتدائی ولاسٹی کی سمت کے مخالف سمت میں ہوں، اُن کو منفی رکھا جاتا ہے۔

2.13 آزادانہ گرنے کا ایکسلریشن (Free Fall Acceleration)

جب کوئی جسم زمین کی گریویٹی کے زیر اثر آزادانہ نیچے گرتا ہے تو اُس پر عمل کرنے والا ایکسلریشن، گریوی ٹیشنل ایکسلریشن ہوتا ہے جسے g سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کی سمت ہمیشہ نیچے کی طرف ہوتی ہے۔ اس کی عددی قیمت $9.8\ m\ s^{-2}$ ہوتی ہے، لیکن آسانی کے لیے ہم g کی عددی قیمت $10\ m\ s^{-2}$ استعمال کریں گے۔

آپ کی معلومات کے لیے

ہلکے اور بھاری اجسام جب خلا (Vacuum) میں سے گرتے ہیں تو دونوں ساتھ ساتھ ہی گرتے ہیں۔

چونکہ آزادانہ گرنے والی اشیا یکساں ایکسلریشن g کے ساتھ نیچے کی طرف سیدھی لائن میں حرکت کرتی ہیں اس لیے ایسی اشیا پر حرکت کی تینوں مساوات کا اطلاق کیا جا سکتا ہے۔ حرکت کی مساوات استعمال کرتے ہوئے ایکسلریشن a کی جگہ g لکھا جاتا ہے۔ اس طرح آزادانہ گرتی ہوئی اشیا کے لیے حرکت کی مساوات یوں لکھی جائیں گی:

$$v_f = v_i + gt \quad \text{-------------} \quad (1)$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} g t^2 \quad \text{-------------} \quad (2)$$

$$2gS = v_f^2 - v_i^2 \quad \text{-------------} \quad (3)$$

آپ کی معلومات کے لیے

آزادانہ گرنے کا ایکسلریشن g تمام اشیا کے لیے $10\ m\ s^{-2}$ ہے۔

یاد رکھیں کہ ان مساوات کو استعمال کرتے ہوئے:

(i) اگر کوئی شے کسی بلندی سے آزادانہ گرنے کے لیے چھوڑی جاتی ہے تو اس کی ابتدائی ولاسٹی v_i کو صفر رکھا جائے گا۔

(ii) نیچے کی سمت گرتے ہوئے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کو مثبت رکھا جائے گا۔ دیگر تمام نیچے کی سمت والی مقداریں بھی مثبت رکھی جائیں گی۔ جو مقداریں ایکسلریشن کے مخالف سمت میں ہوں گی انھیں منفی رکھا جائے گا۔

(iii) اگر کوئی شے عموداً اوپر کی طرف پھینکی جائے تو اس کے لیے g کی عددی قیمت منفی ہوگی اور بلند ترین نقطہ پر اس کی آخری ولاسٹی صفر ہو جائے گی۔

مثال 2.5

لوہے کا ایک گولا کسی ٹاور پر سے گرایا گیا ہے۔ یہ زمین پر 4 سیکنڈ میں پہنچتا ہے۔ (a) ٹاور کی بلندی معلوم کیجیے۔ (b) گولے کی زمین سے ٹکراتے ہوئے ولاسٹی معلوم کیجیے۔

حل:

آزادانہ گرنے والی شے کے لیے

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 0$

ایکسلریشن $= g = 10\ m\ s^{-2}$

وقت = $t = 4\ s$

بلندی(فاصلہ) = $S = h = ?$

آخری ولاسٹی = $v_f = ?$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق:

$$S = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$h = 0 \times 4\ s + \frac{1}{2} \times 10\ m\ s^{-2} \times (4)^2\ s^2$$

$$h = 80\ m$$

(b) حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + gt$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$v_f = 0 + 10\ m\ s^{-2} \times 4s = 40\ m\ s^{-1}$$

مثال 2.6:

ایک تیر کو کمان سے عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ تیر جب کمان سے نکلا تو اس کی ولاسٹی $30\ m\ s^{-1}$ تھی۔ بلند ترین مقام تک پہنچنے کے لیے اس کا وقت معلوم کریں۔ یہ بھی معلوم کریں کہ تیر زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک پہنچا؟

حل:

یہاں ایکسلریشن منفی لیا جائے گا کیونکہ تیر اُوپر کی طرف پھینکا گیا ہے۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 30\ m\ s^{-1}$

آخری ولاسٹی $= v_f = 0$

ایکسلریشن $= g = -10\ m\ s^{-2}$

وقت $= t = ?$

بلندی $= S = h = ?$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + gt$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{g}$$

قیمتیں درج کرنے سے:

$$t = \frac{0 - 30\ m\ s^{-1}}{-10\ m\ s^{-2}} = 3\ s$$

حرکت کی تیسری مساوات کے مطابق:

$$2gS = v_f^2 - v_i^2$$

$$S = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2g}$$

قیمتیں درج کرنے سے:

$$h = \frac{0-(30)^2\ m^2\ s^{-2}}{2\times(-10\ m\ s^{-2})} = 45\ m$$

نظریہ اضافیت (Relativity)

1905ء میں معروف سائنسدان البرٹ آئن سٹائن نے ایک انقلابی تھیوری پیش کی جسے سپیشل تھیوری آف ریلیٹیویٹی کہتے ہیں جس نے فزکس سے متعلق بہت سے بنیادی نظریات کو بدل دیا۔ اس تھیوری کے مطابق روشنی کی سپیڈ یونیورسل کونسٹنٹ (Constant) ہے۔ اس کی عددی قیمت قریباً $3\times10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔ تمام قسم کی حرکات کے لحاظ سے روشنی کی سپیڈ اتنی ہی رہتی ہے۔ کسی بھی ماس رکھنے والی شے کی سپیڈ روشنی کی سپیڈ کے برابر یا اس سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔ اسے یونیورسل سپیڈ لمٹ (Limit) کہا جاتا ہے۔

اہم نکات

- سکیلر ایک ایسی طبیعی مقدار ہے جسے صرف عددی قیمت بتا کر مکمل طور پر بیان کیا جاسکتا ہے۔
- ویکٹر ایک ایسی طبیعی مقدار ہے جسے مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے اس کی عددی قیمت کے ساتھ ساتھ اس کی سمت بتانا بھی ضروری ہوتا ہے۔
- بہت سے ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے اُن کی نمائندہ لائنیں اس طرح سے کھینچیں کہ ایک کا ہیڈ دوسرے کی ٹیل سے ملے۔ حاصل جمع ویکٹر ایک ایسا ویکٹر ہوگا جو پہلے ویکٹر کی ٹیل سے شروع ہو کر آخری ویکٹر کے ہیڈ تک جاتا ہو۔
- ٹرانسلیٹری موشن، روٹیٹری موشن اور وائبریٹری موشن، موشن کی مختلف اقسام ہیں۔
- کسی جسم کی پوزیشن ایک مقام سے اس کا فاصلہ اور سمت ہے۔
- ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان کم از کم فاصلہ اس کی ڈس پلیسمنٹ کہلاتی ہے۔
- ایک سیکنڈ وقت میں کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ اس کی سپیڈ کہلاتی ہے۔
- وقت کے لحاظ سے کسی جسم کی ڈس پلیسمنٹ کی شرح اس کی ولاسٹی کہلاتی ہے۔
- اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ اور سمت تبدیل نہ ہو تو اس کی ولاسٹی یکساں کہلاتی ہے۔ بصورت دیگر یہ غیر یکساں ہوگی۔
- کسی جسم کی ولاسٹی کی تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔
- اگر کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یکساں ہو تو اس کا ایکسلریشن یکساں کہلاتا ہے۔ بصورت دیگر یہ غیر یکساں ہوگا۔
- ایسا گراف جو کسی حرکت کرتے جسم کے طے کردہ فاصلہ S اور وقت کا دورانیہ t کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے، وہ فاصلہ-وقت گراف کہلاتا ہے۔
- فاصلہ-وقت گراف کا سلوپ یا گریڈیئنٹ کسی جسم کی اوسط سپیڈ کے برابر ہوتا ہے۔ سپیڈ-وقت گراف کا سلوپ یا گریڈیئنٹ جسم کے ایکسلریشن کے برابر ہوتا ہے۔
- سپیڈ-وقت گراف کے نیچے کا رقبہ عددی طور پر جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔

- مندرجہ ذیل حرکت کی تین مساواتیں ہیں:

$$v_f = v_i + at$$
$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$
$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$

- آزادانہ نیچے گرنے والی اشیا پر گریویٹیشنل ایکسلریشن g نیچے کی طرف عمل کرتا ہے۔ g کی عددی قیمت $10\ m\ s^{-2}$ ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

2.1 ڈِس پلیسمنٹ اور فاصلہ میں عددی قیمتوں کی نسبت:

(الف) ہمیشہ ایک سے کم ہوتی ہے
(ب) ہمیشہ ایک کے برابر ہوتی ہے
(ج) ہمیشہ ایک سے بڑی ہوتی ہے
(د) ایک کے برابر یا اس سے کم ہوتی ہے

2.2 اگر کوئی جسم ایک مقام کے لحاظ سے اپنی جگہ نہ بدلے تو اس کی حالت کہلائے گی:

(الف) ریسٹ (ب) موشن (ج) یکساں موشن (د) متغیر موشن

2.3 ایک گیند کسی ٹاور پر سے گرایا گیا ہے۔ پہلے ایک سیکنڈ میں اس کا طے کردہ فاصلہ ہوگا:

(الف) 5 m (ب) 10 m (ج) 50 m (د) 100 m

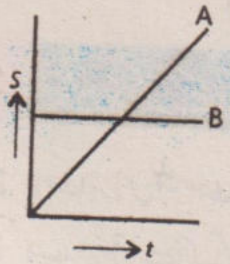
2.4 ایک جسم ریسٹ کی حالت سے ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں $144\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی پر پہنچ جاتا ہے۔ تب اس کا طے کردہ فاصلہ ہوگا:

(الف) 100 m (ب) 400 m (ج) 1400 m (د) 1440 m

2.5 ایک جسم ریسٹ کی حالت سے یکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت شروع کرتا ہے۔ وہ 4 سیکنڈ میں S فاصلہ طے کرتا ہے۔ اگر اس فاصلہ کا ایک چوتھائی فاصلہ طے کرنا ہو تو وہ کتنا وقت لے گا؟

(الف) 1 s (ب) 2 s (ج) 4 s (د) 16 s

2.6 دو اجسام A اور B کے فاصلہ - وقت گراف سامنے شکل میں ظاہر کئے گئے ہیں۔ مندرجہ ذیل میں سے درست بیان کی نشان دہی کریں۔



(الف) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی سے زیادہ ہے
(ب) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی سے کم ہے
(ج) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی کے برابر ہے
(د) اس ضمن میں گراف کوئی معلومات نہیں دیتا

2.7 سپیڈ - وقت گراف کے نیچے کا رقبہ عددی طور پر برابر ہوتا ہے:

(الف) ولاسٹی کے (ب) یکساں ولاسٹی کے (ج) ایکسلریشن کے (د) طے کردہ فاصلہ کے

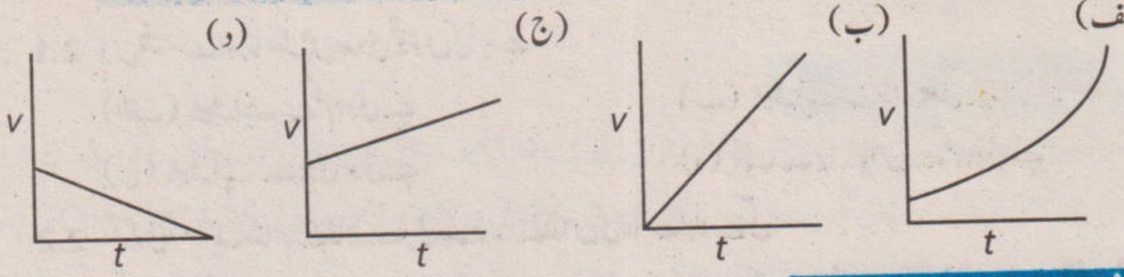
2.8 سپیڈ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ برابر ہوتا ہے:

(الف) سپیڈ کے (ب) ولاسٹی کے (ج) ایکسلریشن کے (د) طے کردہ فاصلہ کے

2.9 فاصلہ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ برابر ہوتا ہے:

(الف) سپیڈ کے (ب) ولاسٹی کے (ج) طے کردہ فاصلہ کے (د) ایکسلریشن کے

2.10 ایک کار $t = 0$ پر $80.5\ km\ h^{-1}$ ولاسٹی سے یکساں ایکسلریشن کے ساتھ $t = 9\ s$ پر $113\ km\ h^{-1}$ ولاسٹی تک پہنچ جاتی ہے۔
کون سا گراف کار کی حرکت سب سے بہتر طور پر ظاہر کرتا ہے؟



2 مختصر جوابات کے سوالات

2.1 سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی تعریف کریں۔

2.2 سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی پانچ پانچ مثالیں دیں۔

2.3 ویکٹرز کی جمع کا ہیڈ-ٹو-ٹیل رُول بیان کریں۔

2.4 فاصلہ-وقت گراف اور سپیڈ-وقت گراف کیا ہیں؟

2.5 زمین پر قریب سے گرنے والے تمام اجسام کا یکساں ایکسلریشن ایک ہی ہوتا ہے۔ کیا اس کا یہ مطلب ہے کہ بھاری جسم، ہلکے جسم کی نسبت زیادہ تیزی سے گرتا ہے؟

2.6 ویکٹر مقداریں بعض اوقات سکیلر انداز میں لکھ دی جاتی ہیں (یعنی جلی حروف میں نہیں) پھر ان کی سمت کیسے ظاہر کی جاتی ہے؟

2.7 ایک جسم یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے۔ کیا اس کی ولاسٹی بھی یکساں ہوگی؟ وجہ بیان کریں۔

2.8 کیا کسی جسم کا ایکسلریشن ہوگا؟ جب کہ وہ حرکت کر رہا ہو:

(الف) یکساں ولاسٹی کے ساتھ (ب) یکساں سپیڈ کے ساتھ

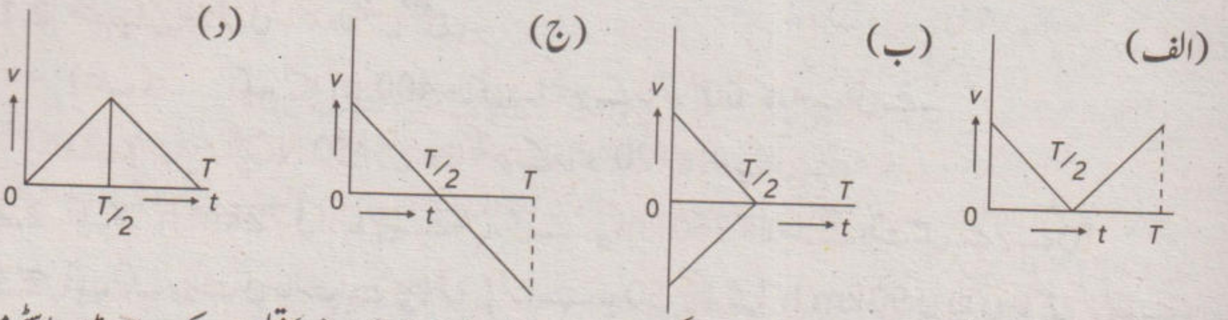
3 تعمیری فکر کے سوالات

2.1 فاصلہ اور ڈِس پلیسمنٹ کی عددی قیمتیں برابر بھی ہوسکتی ہیں اور نہیں بھی۔ اس بیان کی وضاحت کریں۔

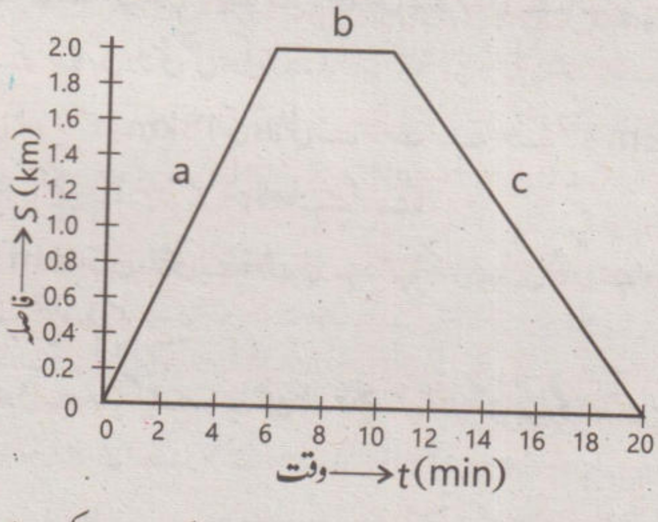
2.2 جب بندوق سے ایک گولی داغی جاتی ہے تو جس ولاسٹی سے گولی نالی سے نکلتی ہے اُسے بندوق کی مزل ولاسٹی (Muzzle Velocity) کہا جاتا ہے۔ لمبی نالی والی ایک بندوق کی مزل ولاسٹی ایک چھوٹی نالی والی بندوق کی مزل ولاسٹی سے کم ہوتی ہے۔ کس بندوق میں گولی کا ایکسلریشن زیادہ ہوگا؟ اپنے جواب کو ثابت کریں۔

2.3 ایک مکمل ٹرپ (trip) کے لیے اوسط ولاسٹی نکالی گئی۔ اس کی قیمت مثبت نکلی۔ کیا یہ ممکن ہے کہ پورے ٹرپ کے دوران میں کسی لمحے اس کی لمحاتی ولاسٹی منفی رہی ہو؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔

2.4 ایک ذرّہ ولاسٹی v کے ساتھ عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ یہ وقت کے دورانیہ T میں زمین پر واپس آ گیا۔ نیچے دیے گئے گرافس میں سے کون سا گراف اس حرکت کا صحیح اظہار کرتا ہے؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔



2.5 نیچے دی گئی شکل ایک سائیکلسٹ کے سفر کا فاصلہ - وقت گراف ہے۔ اس میں (a)، (b) اور (c) قطعوں کے دوران میں ولاسٹی معلوم کریں۔



2.6 کیا یہ ممکن ہے کہ کسی جسم کی ولاسٹی (وقت کے) کسی ایک لمحے کے لیے صفر ہو لیکن اس کا ایکسلریشن صفر نہ ہو؟ اگر ہاں، تو کسی ایک ایسی صورت حال کی مثال دیں۔

4 تفصیلی سوالات

2.1 کسی ویکٹر کو گرافیکل (Graphically) طریقے سے کیسے ظاہر کیا جاسکتا ہے؟

2.2 درج ذیل کے مابین فرق واضح کریں:

(i) ریسٹ اور موشن (ii) سپیڈ اور ولاسٹی

2.3 موشن کی مختلف اقسام بیان کریں۔ مثالیں بھی دیں۔

2.4 فاصلہ اور ڈِس پلیسمنٹ کے درمیان فرق واضح کریں۔

2.5 فاصلہ - وقت گراف کا گریڈیئنٹ اور سپیڈ - وقت گراف کا گریڈیئنٹ کیا ظاہر کرتے ہیں؟ ڈایا گرام بنا کر وضاحت کریں۔

2.6 ثابت کریں کہ سپیڈ - وقت گراف کے نیچے رقبہ کسی جسم کے طے کردہ فاصلہ کے برابر ہوتا ہے۔

2.7 گریویٹی کے زیر اثر حرکت کرنے والی اشیا کے لیے حرکت کی مساوات کیسے استعمال کی جا سکتی ہیں؟

5 حسابی سوالات

2.1 مندرجہ ذیل ویکٹرز کی نمائندہ لائینیں کھینچیں۔

(الف) ایک $400\ m\ s^{-1}$ ولاسٹی x-ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے۔

(ب) ایک 50 N فورس x-ایکسز کے ساتھ 120° کا زاویہ بناتی ہے۔

2.2 ایک کار $72\ km\ h^{-1}$ کی اوسط سپیڈ سے چل رہی ہے۔ یہ 360 km کا فاصلہ کتنے وقت میں طے کرلے گی؟ (5 h)

2.3 ایک ٹرک ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتا ہے۔ یہ 50 سیکنڈ میں $90\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ اس کا اوسط ایکسلریشن معلوم کریں۔ ($0.5\ m\ s^{-2}$)

2.4 ایک کار $5\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے چلتی ہوئی ٹریفک کے گرین سگنل سے گزرتی ہے۔ تب یہ $1.5\ m\ s^{-2}$ ایکسلریشن سے چلنا شروع کر دیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی کتنی ہوگی؟ ($12.5\ m\ s^{-1}$)

2.5 ایک موٹر سائیکل ابتدائی طور پر $18\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کرتے ہوئے $2\ m\ s^{-2}$ کے یکساں ایکسلریشن سے حرکت کرنا شروع کر دیتا ہے۔ یہ موٹر سائیکل 10 سیکنڈ میں کتنا فاصلہ طے کرے گا؟ (150 m)

2.6 ایک ویگن سڑک پر $54\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی سے دوڑ رہی ہے۔ تب یکدم بریکیں لگاتی ہے اور رُکنے سے پہلے 25 m کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ ویگن کا ایکسلریشن معلوم کریں۔ ($-4.5\ m\ s^{-2}$)

2.7 ایک پتھر 45 m کی بلندی سے گرایا گیا ہے۔ یہ زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت لے گا؟ زمین پر ٹکرانے سے ذرا پہلے اس کی ولاسٹی کتنی ہوگی؟ ($3s, 30\ m\ s^{-1}$)

2.8 ایک کار $20\ m\ s^{-1}$ کی اوسط ولاسٹی سے 10km کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ تب یہ ایک متبادل راستے (diversion) سے اُسی سمت میں $4\ m\ s^{-1}$ کی اوسط ولاسٹی سے اگلے 0.8 km تک چلتی ہے۔ کار کے کل سفر کے لیے اوسط ولاسٹی معلوم کریں۔ ($15.4\ m\ s^{-1}$)

2.9 ایک گیند کسی ٹاور پر سے گرایا جاتا ہے۔ گیند 5 سیکنڈ میں زمین پر پہنچتا ہے۔ ٹاور کی بلندی اور زمین سے ٹکراتے وقت اس کی ولاسٹی معلوم کریں۔ ($125\ m, 50\ m\ s^{-1}$)

2.10 ایک کرکٹ بال کو ایسے ہٹ لگائی گئی کہ وہ ہوا میں سیدھا اُوپر کی طرف چلا گیا۔ ایک مشاہدہ کرنے والے نے نوٹ کیا کہ اپنے بلند ترین نقطے تک پہنچنے میں اسے 3 سیکنڈ لگے۔ گیند کی ابتدائی ولاسٹی کیا تھی؟ اگر گیند زمین سے 1 m اوپر سے ہٹ کیا گیا ہو۔ تو یہ زمین سے کتنی بلندی تک گیا؟ ($30\ m\ s^{-1}$, 46 m)

باب 3

ڈائنامکس (Dynamics)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- وضاحت کر سکیں کہ ماس کسی جسم میں مادے کی مقدار کی پیمائش ہے۔
- بیان کر سکیں کہ کسی جسم کا ماس ریسٹ یا حرکت کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتا ہے (جسے جمود یا انرشیا کہتے ہیں)۔
- یونیورسل گریویٹیشن اور گریویٹی کی وضاحت کریں۔ نیوٹن کا گریویٹیشن کا قانون بیان کر سکیں۔ (گریویٹیشن سے متعلق سوال شامل کریں)۔
- وزن کی تعریف سکیں اور فارمولے سے معلوم کر سکیں۔ وزن وہ فورس ہے جو کسی کا قانون رکھنے والے جسم پر کسی سیارے کی گریویٹی کی وجہ سے لگتی ہے؛ $w=mg$ کا استعمال کر سکیں۔
- گریویٹیشنل فیلڈ کی طاقت کی تعریف کر سکیں اور اسے فارمولے سے معلوم کر سکیں۔ بیان کر سکیں کہ گریویٹیشنل فیلڈ وہ علاقہ ہے جہاں ماس کشش کی وجہ سے فورس محسوس کرتا ہے۔ گریویٹیشن کے فیلڈ کی طاقت g کو فورس فی یونٹ ماس کے طور پر بیان کر سکیں اور مساوات $g = \frac{w}{m}$ استعمال کر سکیں؛ یہ جانیں کہ یہ آزادانہ گرنے والے اجسام کے ایکسلریشن کے برابر ہے)۔
- میکینیکل اور الیکٹرانک بیلنس کا استعمال کرتے ہوئے ماس کی پیمائش کی وضاحت کر سکیں۔ (الیکٹرانک بیلنس کی اندرونی کارکردگی کو سمجھنا ضروری نہیں؛ صرف اس آلے کو مناسب حالات میں عملی طور پر استعمال کیسے کرنا ہے)۔
- وزن کی پیمائش کے لیے فورس میٹر (سپرنگ بیلنس) کے استعمال کی وضاحت کر سکیں۔
- کونٹیکٹ (Contact) اور نان کونٹیکٹ (Non-contact) فورسز کے درمیان فرق کر سکیں۔
- مختلف اقسام کی فورسز کے درمیان فرق کر سکیں: [بشمول وزن (گریویٹیشنل فورس)، فرکشن، ڈریگ، ہوا کی مزاحمت، تناؤ (لچک کی فورس)، الیکٹروسٹیٹک فورس، میگنیٹک فورس، اچھال (Thrust) یعنی (محرک فورس)، اور کونٹیکٹ فورس]۔
- بیان کر سکیں کہ چار بنیادی فورسز ہیں اور ان کی نسبتاً طاقتوں کے لحاظ سے وضاحت کر سکیں گے۔ (یہ گریویٹیشن، الیکٹرومیگنیٹک، مضبوط نیوکلیئر، اور کمزور نیوکلیئر فورسز ہیں۔ طلبہ کو معلوم ہونا چاہیے کہ ایک پاکستانی سائنسدان نے نوبل انعام جیتا کیونکہ انہوں نے یہ ثابت کرنے میں مدد دی کہ کمزور فورس اور الیکٹرومیگنیٹک فورس دراصل ایک ہی ہیں)
- فری باڈی ڈایاگرام (free body diagrams) کا استعمال کرتے ہوئے جسم پر لگنے والی فورسز کی نمائندگی کر سکیں گے۔
- نیوٹن کے پہلے قانون کو بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ فورس کے ولاسٹی پر کیا اثرات ہوتے ہیں: (کسی جسم کی ولاسٹی کو اس کی حرکت کی سمت یا اس کی تیز رفتاری کو تبدیل کر سکتی ہے)۔
- ایک ہی پلین میں عمل کرنے والی دو یا زیادہ فورسز کی حاصل فورس معلوم کر سکیں۔
- نیوٹن کے دوسرے قانون کو ایکسلریشن کے لحاظ سے بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- نیوٹن کے تیسرے قانون کو بیان اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ نیوٹن کا تیسرا قانون کس طرح ایک ہی قسم کی فورسز کے جوڑوں کو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہوئے بیان کرتا ہے۔
- نیوٹن کے قوانین حرکت کی حدود بیان کر سکیں۔
- فرکشن کا انرجی ضیائی اثر (Dissipative effect) کا تجزیہ کر سکیں۔
- کسی جسم کی حتمی ولاسٹی تک پہنچنے کی ڈائنامکس کا تجزیہ کر سکیں۔
- رولنگ اور سلائیڈنگ فرکشن کے درمیان معیاری طور پر فرق واضح کر سکیں۔
- فرکشن کو کم کرنے کے طریقوں کو جائزہ لے سکیں۔
- مومینٹم کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔
- امپلس کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔ امپلس $I = F \times \Delta t = m \times \Delta v$
- مومینٹم کنزرویشن کے اصول کو ایک جہت (One dimention) میں آسان سوال حل کرنے کے لیے استعمال کر سکیں۔
- حاصل فورس کی مومینٹم کے حوالے سے تعریف کر سکیں۔

کائنی میٹکس میں ہم نے اجسام کی موشن کا مطالعہ کیا۔ اگر کسی ایک وقت پر ایک حرکت کرنے والے جسم کی پوزیشن، ولاسٹی اور ایکسلریشن معلوم ہو تو کسی دوسرے وقت پر اس کی پوزیشن اور ولاسٹی مکمل طور پر بیان کر سکتے ہیں۔ لیکن اس بحث میں ایک چیز جس کو ہم نے شامل نہیں کیا، وہ ہے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرنے والی شے۔ اگر بلندی سے ایک پتھر کو نیچے گرایا جائے تو نیچے کی طرف اس پر ایکسلریشن عمل کرتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ پتھر پر زمین اپنی گریویٹی کی فورس لگاتی ہے جو اسے نیچے کی طرف کھینچتی ہے۔ جب ہم کار یا موٹر سائیکل چلاتے ہیں تو انجن اس پر فورس لگاتا ہے جس سے ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ہم دیکھیں گے کہ جب بھی ایکسلریشن ہو گا تو وہاں پر ہمیشہ کوئی فورس ہو گی جو ایکسلریشن پیدا کرنے کا سبب بنتی ہے۔ ڈائنامکس ان فورسز کا علم ہے جو اجسام کی حرکت میں تبدیلی پیدا کرتی ہے۔

3.1 فورس کا تصور (Concept of Force)

فورس کا ایک عام تصور ''دھکیلنا'' اور ''کھینچنا'' کا ہے جو کسی جسم کو حرکت میں لاتی ہے، روکتی ہے یا اس جسم کی ولاسٹی کی عددی قیمت یا سمت کو تبدیل کرتی ہے۔ ہمیں اپنی روزمرہ زندگی میں بہت سی فورسز سے واسطہ پڑتا ہے۔ ان میں سے کچھ ہم دوسرے اجسام پر لگاتے ہیں اور کچھ ہم پر عمل کرتی ہیں۔ مثلاً جب ہم دروازہ کھولتے ہیں تو ہم فورس لگا کر اسے دھکیلتے یا کھینچتے ہیں۔ جب ہم کسی کار یا بس میں بیٹھے ہوں تو جب یہ کسی موڑ پر مُڑتی ہے تو ہم مخالف سمت میں جُھک جاتے ہیں۔

شکل 3.1

فورس کسی جسم میں انرجی منتقل کرتی ہے۔ ایک آدمی کی مثال لے لیں جو ایک ہتھ گاڑی کو اس میں لدے وزن سمیت چلاتا ہے۔ وہ آدمی پہلے اس کو اٹھانے کے لیے فورس لگاتا ہے اور پھر اس کو دھکیلنے کے لیے فورس لگاتا ہے (شکل 3.1)۔ ہتھ گاڑی کو کسی طرف موڑتے وقت وہ دونوں ہتھیوں پر مختلف فورسز لگاتا ہے تاکہ گاڑی کسی طرف کو نہ اُلٹے۔ ہم پر لگنے والی فورسز کی مثالوں میں ایک تو گریویٹی کی فورس ہے جو نیچے کی طرف عمل کرتی ہے اور ایک فرِکشن (Friction) کی فورس ہے جو ہمیں زمین پر چلنے میں مدد دیتی ہے۔ اس کے علاوہ دیگر فورسز بھی ہیں۔

فورسز کی اقسام (Types of Forces)

فورسز کی دو بڑی قسمیں ہیں:

1- کونٹیکٹ فورسز (Contact Forces)

2- نان کونٹیکٹ فورسز (Non-Contact Forces)

1- کونٹیکٹ فورسز

کونٹیکٹ فورس اُس فورس کو کہتے ہیں جو دو اجسام کے درمیان پوائنٹ آف کونٹیکٹ (point of contact) پر عمل کرے۔ لگائی گئی فورسز (دھکیلنا، کھینچنا یا مروڑنا) کونٹیکٹ فورسز ہیں۔ کونٹیکٹ فورسز کی کچھ اور مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

(i) فرکشن (Friction)

یہ ایک ایسی فورس ہے جو ایک جسم کی سطح کی کسی دوسرے جسم کی سطح پر حرکت کے خلاف مزاحمت کرتی ہے۔

(ii) گھسیٹنا (Drag)

گھسیٹنے کی فورس ایک مزاحمتی فورس ہے جو مائع یا گیس میں کسی جسم کی حرکت کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ یہ اردگرد کی مائع یا گیس کے لحاظ سے جسم کی حرکت کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔

(iii) اُچھال (Thrust)

یہ ایک ایسی فورس ہے جو ایک جسم کو کسی مائع میں ڈبونے پر اُوپر کی طرف عمل کرتی ہے۔ جب ہم کسی شے کو پانی میں ڈبونے کی کوشش کرتے ہیں تو ہم اُس شے پر اوپر کی طرف عمل کرتی ہوئی ایک فورس محسوس کرتے ہیں۔ پانی کے اندر جتنا زیادہ گہرائی تک ہم کسی شے کو ڈبوتے چلے جاتے ہیں یہ فورس بھی اتنی زیادہ بڑھتی جاتی ہے۔ایک بحری جہاز سمندر میں اس فورس ہی کی وجہ سے تیر سکتا ہے جو اس کے وزن کے برابر ہو کر اس کو زائل کر دیتی ہے۔

(iv) عمودی فورس (Normal Force)

یہ اُس سطح کی ردِعمل (reaction) کے طور پر جسم پر لگنے والی فورس ہے جس پر جسم پڑا ہوتا ہے۔ یہ فورس اُس سطح پر عموداً باہر کی طرف عمل کرتی ہے۔ یہ جسم کو سہارا دینے والی فورس بھی کہلاتی ہے۔

(v) ہوا کی مزاحمت (Air Resistance)

یہ ہوا کی مزاحمتی فورس ہے جو اُس وقت عمل کرتی ہے جب کوئی جسم ہوا میں سے گزرتا ہے۔

(vi) تناؤ کی فورس (Tension Force)

یہ کسی رسی پر عمل کرنے والی فورس ہے جو اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب کوئی شخص یا کوئی وزن اس کو کھینچتا ہے۔

(vii) لچک کی فورس (Elastic Force)

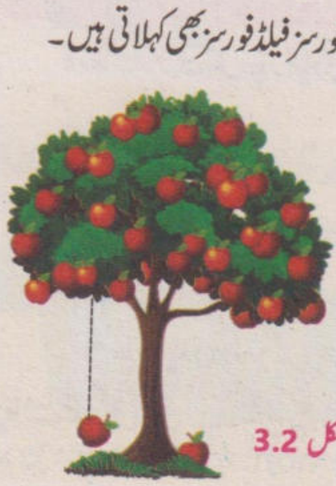
یہ وہ فورس ہے جو کسی ایسی شے کو اپنی اصل شکل میں واپس لاتی ہے جس پر کوئی فورس عمل کر کے اس کی شکل کو بگاڑ چکی ہو۔اس کی مثالیں ربڑ بینڈ، سپرنگ وغیرہ ہیں۔

2- نان کونٹیکٹ فورسز

دو اجسام کے درمیان ایک غیر اتصالی فورس اس فورس کو کہتے ہیں جو ان دونوں اجسام کو آپس میں چھوئے بغیر عمل کرے۔ نان کونٹیکٹ فورسز فاصلے سے عمل کر سکتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بعض اوقات یہ ایک فاصلے سے عمل کرنے والی فورسز بھی کہلاتی ہیں۔ نان کونٹیکٹ فورس کے ساتھ ہمیشہ ایک فیلڈ (Field) بھی منسلک ہوتا ہے۔اسی خاصیت کی وجہ سے نان کونٹیکٹ فورسز فیلڈ فورسز بھی کہلاتی ہیں۔

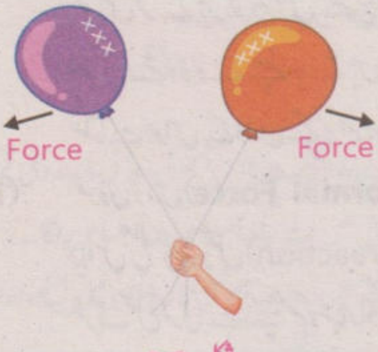
نان کونٹیکٹ فورسز کی کچھ مثالیں ذیل میں بیان کی گئی ہیں:

i- گریوی ٹیشنل فورس (Gravitational Force)


شکل 3.2

ایک سیب کا درخت سے نیچے گرنا گریوی ٹیشنل فورس کی بہترین مثالوں میں سے ایک ہے (شکل (3.2)۔ جب ہم کوئی چیز اوپر کی طرف پھینکتے ہیں تو یہ زمین کی گریوی ٹیشنل فورس ہی ہے جو اُسے واپس زمین پر لاتی ہے۔ دراصل گریوی ٹیشنل فورس ایک باہم کشش کی فورس ہے جو ماس رکھنے والی تمام اشیا کے مابین پائی جاتی ہے۔ یہ ایک لمبے فاصلے تک

عمل کرنے والی فورس ہے جسے نیوٹن کے گریوی ٹیشن کے قانون (Newton's Law of Gravitation) کے نام سے بیان کیا جاتا ہے، جو یہ ہے: $F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}$ جس میں m_1 اور m_2 دو اجسام کے ماس ہیں جو ایک دوسرے سے r فاصلے پر ہیں اور G گریوی ٹیشن کا کونسٹنٹ (Constant) ہے۔ اس کی قیمت $6.67\times10^{-11}\ N\ m^2kg^{-2}$ ہے۔ سورج کی گریوی ٹیشنل فورس ہی زمین اور ہمارے نظامِ شمسی کے دیگر سیّاروں کو اپنے اپنے مقررہ مدار میں رکھتی ہے۔ اسی طرح زمین کی گریوی ٹیشنل فورس، چاند کو اپنے مدار میں رکھتی ہے۔ حتیٰ کہ زمین پر پڑی ہوئی کوئی بھی شے زمینی کشش کے باعث نیچے کی طرف فورس لگاتی ہے جو اس کا وزن کہلاتا ہے۔ زمین کی اس کشش کو گریویٹی بھی کہتے ہیں۔

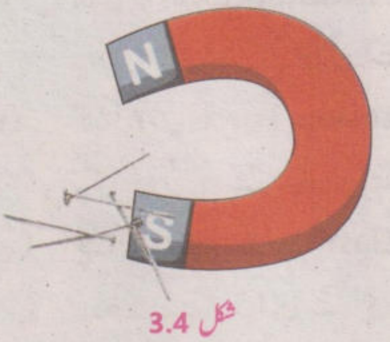


شکل 3.3

(ii) الیکٹروسٹیٹک فورس (Electrostatic Force)

الیکٹروسٹیٹک فورس دو ایسے اجسام پر عمل کرتی ہے جن پر الیکٹرک چارج ہو۔ مخالف چارج ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اور مشابہ چارج ایک دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں، جیسا کہ شکل (3.3) میں دکھایا گیا ہے۔ گریوی ٹیشنل فورس کی طرح الیکٹروسٹیٹک فورس بھی لمبے فاصلے سے عمل کرنے والی فورس ہے۔

(iii) میگنیٹک فورس (Magnetic Force)



شکل 3.4

یہ وہ فورس ہے جو کوئی میگنیٹ دوسرے میگنیٹس پر اور میگنیٹک میٹریل مثلاً لوہا، نِکل اور کوبالٹ پر لگاتا ہے۔ آپ نے بغیر چھوئے بھی لوہے کی پنوں کو کسی میگنیٹ کی موجودگی میں اس کی طرف کھنچتے دیکھا ہوگا (شکل 3.4)۔ دو میگنیٹس کے پولز کے درمیان فورس کشش کی بھی ہو سکتی ہے اور دفع کی بھی۔ اس کا مشاہدہ دو میگنیٹس کے مختلف پولز کو ایک دوسرے کے قریب لا کر کیا جا سکتا ہے۔ مشابہ پولز ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور مخالف پولز ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔

(iv) طاقتور اور کمزور نیوکلیئر فورسز (Strong and Weak Nuclear Forces)

یہ بھی ایٹم کے اندر چھوٹے ذرّات کے مابین ایک دوسرے کو بغیر چھوئے عمل کرنے والی فورسز ہیں۔ اگلے سیکشن میں ہم ان فورسز کے بارے میں پڑھیں گے۔

3.2 بنیادی فورسز (Fundamental Forces)

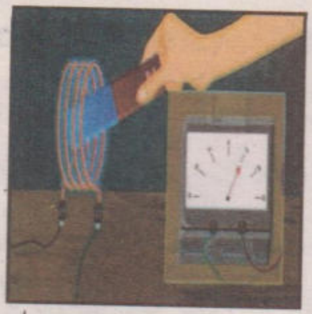
کارخانہ قدرت میں چار بنیادی فورسز رُوبہ عمل ہیں:

1۔ گریوی ٹیشنل فورس
2۔ الیکٹرومیگنیٹک فورس
3۔ طاقتور نیوکلیئر فورس
4۔ کمزور نیوکلیئر فورس

1۔ گریوی ٹیشنل فورس

یہ تمام چار بنیادی فورسز میں سب سے کمزور فورس ہے۔ لیکن یہ ایک لمبے فاصلے تک عمل کرنے والی فورس ہے۔ ایک لحاظ سے یہ لامحدود فاصلے تک عمل کرتی ہے۔ لیکن یہ فورس فاصلہ بڑھنے سے کمزور سے کمزور تر ہوتی چلی جاتی ہے۔

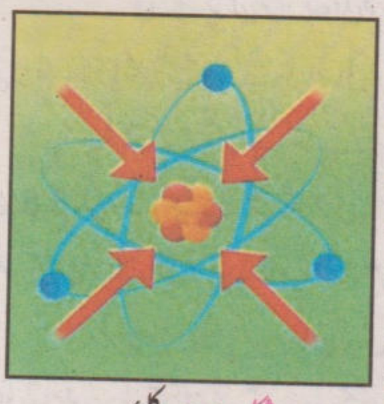
2۔ الیکٹرومیگنیٹک فورس



شکل 3.5 ایک حرکت کرتا ہوا مقناطیس بجلی پیدا کرتا ہے

یہ وہ فورس ہے جو اُن ذرات پر عمل کرتی ہے جن پر کوئی الیکٹرک چارج ہوتا ہے۔ اس زمرے (Category) میں الیکٹروسٹیٹک اور میگنیٹک فورسز آتی ہیں۔ یہ لمبے فاصلے سے عمل کرنے والی فورسز ہیں۔ جس علاقے میں یہ فورسز عمل کرتی ہیں اسے الیکٹرومیگنیٹک فیلڈز کہا جاتا ہے۔ الیکٹرومیگنیٹک فورس، گریوی ٹیشنل فورس اور کمزور نیوکلیئر فورس سے طاقتور ہوتی ہیں۔ تمام کیمیائی تعاملات اسی کی وجہ سے ہوتے ہیں۔ یہ ایٹمز کو مالیکیولز اور کرسٹلز میں جکڑے رکھتی ہے مائیکروسکوپک (Microscopic) لیول پر دو سطحوں کے درمیان نسبتی حرکت سے رگڑ یا فرکشن کا پیدا ہونا بھی اسی کی وجہ سے ہے۔

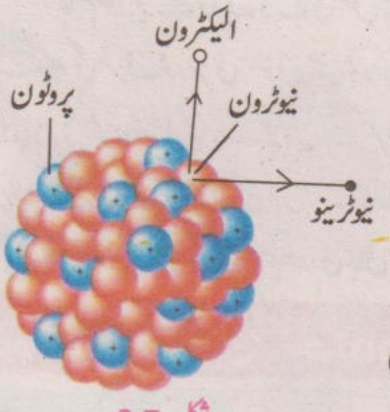
3۔ طاقتور نیوکلیئر فورسز



شکل 3.6 نیوکلیئس

طاقتور نیوکلیئر فورس ایک بہت چھوٹے فاصلے سے عمل کرنے والی فورس ہے جو نیوکلیئس (Nucleus) کے اندر بنیادی ذرات کے مابین اثر کرنے والی فورس ہے۔ (شکل 3.6)۔ اس کا الیکٹرک چارج سے کوئی تعلق نہیں۔ یہ پروٹون اور پروٹون کے مابین، نیوٹرون اور پروٹون کے مابین اور نیوٹرون اور نیوٹرون کے مابین برابر طور پر عمل کرتی ہے۔ طاقتور نیوکلیئر فورس کارخانہ قدرت میں سب سے زیادہ طاقتور فورس ہے۔ یہی طاقتور نیوکلیئر فورس نیوکلیئس کے اندر پروٹونز اور نیوٹرونز کو باہم اکٹھا رکھنے کی ذمہ دار ہے۔ اگرچہ مثبت چارج رکھنے کی وجہ سے پروٹونز کو ایک دوسرے سے پرے دھکیل دینا چاہیے لیکن طاقتور نیوکلیئر فورس اتنی زیادہ طاقتور ہوتی ہے کہ یہ اُن کو ایک دوسرے سے دُور نہیں جانے دیتی۔ لیکن اس فورس کا حلقہ اثر 10^{-14} m تک کا فاصلہ ہے۔ جیسے ہی فاصلہ اس سے بڑھتا ہے یہ فورس بے اثر ہو جاتی ہے۔

4۔ کمزور نیوکلیئر فورس



شکل 3.7

یہ وہ فورس ہے جو کسی نیوکلیئس کے ٹوٹنے کے عمل کی ذمہ دار ہے۔ مثال کے طور پر اس فورس کی وساطت سے کسی نیوٹرون میں سے بیٹا پارٹیکل (β-Particle) خارج ہوتا ہے۔ اس عمل کو بیٹا ڈِیکے (β-decay) کہتے ہیں۔ اس میں ایک نیوٹرون، بیٹا پارٹیکل یعنی الیکٹرون کو خارج کر کے پروٹون میں تبدیل ہو جاتا ہے (شکل 3.7)۔ اس عمل کے دوران ایک بیٹا پارٹیکل (الیکٹرون) اور ایک بغیر چارج والا پارٹیکل نیوٹرینو (Neutrino) باہر نکلتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ کمزور نیوکلیئر فورس کی وجہ سے ایٹموں کی تابکاری (Radiactivity) وقوع پذیر ہوتی ہے۔ بہر حال کمزور نیوکلیئر فورس، گریوی ٹیشنل فورس کی نسبت زیادہ طاقتور ہوتی ہے لیکن الیکٹرومیگنیٹک فورس سے کم طاقتور ہوتی ہے۔ یہ بھی ایک شارٹ رینج فورس ہے جس کا حلقہ اثر صرف 10^{-17} m تک ہوتا ہے۔

کمزور نیوکلیئر فورس اور الیکٹرومیگنیٹک فورس کی یونیفیکیشن
(Unificiation of Weak Nuclear and Electromagnetic Forces)

ایک پاکستانی سائنسدان ڈاکٹر عبدالسلام اور ان کے ساتھ شیلڈن گلاشو (Sheldon Glashow) اور سٹیون وین برگ

(Steven Weinberg) کو بنیادی ذرّات (Fundamental Particles) کے مابین کمزور نیوکلیئر فورس اور الیکٹرو میگنیٹک فورس کی یونیفکیشن (ایک ہی چیز کے دو رُخ) ثابت کرنے کے لیے اُن کی خدمات کے اعتراف میں 1979 میں فزکس کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ اسے وین برگ۔ سلام تھیوری (Weinberg-Slam Theory) کہا جاتا ہے۔ اگر چہ یہ دو فورسز مختلف دکھائی دیتی ہیں لیکن اس تھیوری کے مطابق یہ ایک فورس کے دو مختلف پہلو ہیں۔ بہت زیادہ ٹمپریچر پر الیکٹرو میگنیٹک فورس اور کمزور نیوکلیئر فورس دونوں کو ایک فورس ''الیکٹرو وِیک فورس'' (Electroweak Force) کہا جاتا ہے۔

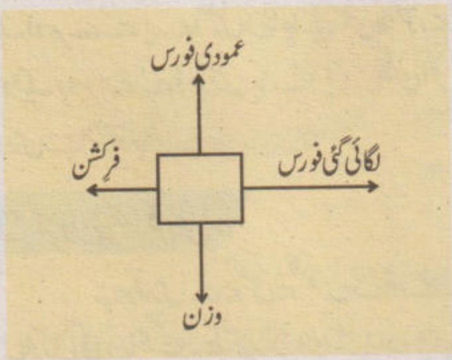
3.3 فری باڈی ڈایاگرام میں فورسز (Forces in Free-Body Diagram)

کسی شے پر عمل کرنے والی فورسز میں فرکشن، گریویٹی، عمودی فورس، رسّی میں تناؤ یا پھر دھکیلنے یا کھینچنے کی انسانی فورسز شامل ہیں۔

شکل 3.8(a)

فرض کریں کہ ایک کتاب کو میز کی سطح پر دھکیلا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 3.8(a) میں دکھایا گیا ہے۔ تب ہم فری باڈی ڈایاگرام استعمال کرتے ہوئے کس طرح اس پر لگنے والی فورسز کو ظاہر کر سکتے ہیں؟

فری باڈی ڈایاگرام بیان کی گئی صورتِ حال میں کسی شے پر عمل کرنے والی تمام فورسز کی نسبتی انداز سے عددی قیمتیں اور سمتیں ظاہر کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ دوسرے لفظوں میں فری باڈی ڈایاگرام ویکٹر ڈایاگرامز کی ایک خاص مثال ہے۔



شکل 3.8(b)

عام طور پر شے کو ایک ڈبے کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے اور ڈبے کے مرکز سے باہر کی طرف فورسز کی سمتوں میں فورسز کے تیر کھینچے جاتے ہیں، جیسا کہ شکل 3.8(b) میں دکھایا گیا ہے۔ فورس کے تیر (لائن) کی لمبائی فورس کی عددی قیمت ظاہر کرتی ہے اور تیر کا نشان اس سمت کو ظاہر کرتا ہے جس طرف فورس عمل کرتی ہے۔ ہر فورس پر اس کی صحیح قسم لکھ دی جاتی ہے۔

3.4 نیوٹن کے قوانین حرکت (Newton's Laws of Motion)

نیوٹن کا پہلا قانونِ حرکت

یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ کسی جسم کو حرکت دینے یا روکنے کے لیے فورس درکار ہوتی ہے۔ میز پر پڑی ہوئی کوئی کتاب اُس وقت تک وہیں پڑی رہتی ہے جب تک کہ اس کو حرکت دینے کے لیے فورس نہ لگائی جائے (شکل 3.9)۔ اگر فرش پر ایک گیند لڑھکتی جا رہی ہے تو اُسے اُسی ولاسٹی کے ساتھ چلتے رہنا چاہیے جب تک کہ اُس پر کوئی فورس نہ لگے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ ایسا نہیں ہے۔ گیند کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رک جاتی ہے۔ دراصل ایک مخالف

کیا آپ جانتے ہیں؟
آئزک نیوٹن لنکن شائر میں 4 جنوری 1643ء کو پیدا ہوئے اس کی معروف کتاب کا نام پرنسپیا میتھی میٹیکا (Principia Mathematica) ہے۔

فورس (فرکشن) اس کو روکتی ہے۔ نیوٹن نے ایسے مشاہدات کو نیوٹن کے پہلے قانونِ حرکت میں بیان کیا ہے۔

شکل 3.9

کوئی جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خطِ مستقیم میں یکساں ولاسٹی سے حرکت اُس وقت تک جاری رکھتا ہے جب تک کہ کوئی بیرونی فورس اس پر عمل نہ کرے۔

جب ایک تیز چلتی بس یکدم رکتی ہے تو مسافر آگے کی طرف جُھک جاتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ اپنی حرکت کو جاری رکھنا چاہتے ہیں۔ دوسری طرف، جب بس ریسٹ کی حالت سے یکدم چلنا شروع کرتی ہے تو مسافر پیچھے سیٹ کی بیک کی طرف دب جاتے ہیں۔ اس مرتبہ مسافروں کا رجحان اپنی ریسٹ کی حالت کو برقرار رکھتا ہوتا ہے۔ حرکت کے پہلے قانون کے مطابق سڑک پر چلتی ایک بس کو انجن کی فورس کے بغیر اپنی حرکت کو متواتر جاری رکھنا چاہیے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ اگر انجن کام کرنا بند کر دے تو بس کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رُک جاتی ہے۔ یہ ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔ زمین پر چلنے والے تمام اجسام فرکشن کی فورس سے رُک جاتے ہیں۔ اگر آپ کہیں بیرونی خلا میں ہوں اور کوئی چیز دُور پھینک دیں جہاں اس پر کوئی فورس عمل نہ کرتی ہو تو وہ چیز ہمیشہ کے لیے اپنی یکساں ولاسٹی کے ساتھ حرکت میں رہے گی۔

پہلا قانونِ حرکت ہمیں فورس کی ایک اور تعریف بھی مہیا کرتا ہے جو کہ درج ذیل ہے:

فورس ایک ایسی عامل ہے جو کسی جسم کی ریسٹ کی حالت یا یکساں حرکت کو تبدیل کرتی یا کرنے کی کوشش کرتی ہے۔

آسان لفظوں میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ فورس، ایکسیلریشن پیدا کرتی ہے۔

اِنرشیا (Inertia)

اجسام کی ولاسٹی کو تبدیل کرنے کے لیے ایک حاصل (Net) فورس درکار ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک حاصل فورس سے کوئی بائیسکل فوری طور پر اپنی سپیڈ کو بڑھا سکتا ہے۔ لیکن اگر وہی فورس ایک ٹرک پر لگائی جائے تو شاید اس کی سپیڈ میں ذرا بھی فرق نظر نہ آئے۔ ہم کہیں گے کہ ٹرک کا اِنرشیا بائیسکل کے انرشیا سے زیادہ ہے۔ کسی جسم کا ماس اس کے اِنرشیا کی پیمائش ہے جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اُس کا اِنرشیا زیادہ ہوگا۔

انرشیا کی خاصیت کا عملی مظاہرہ

جب ایک ٹیبل کلاتھ کو یکدم کھینچا جائے تو چیزیں میز پر اپنی اصل جگہوں پر ہی پڑی رہتی ہیں۔

کسی جسم کی وہ خصوصیت جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ کی حالت یا یکساں ولاسٹی کو برقرار رکھنے کی کوشش کرتا ہے، اس کا اِنرشیا کہلاتی ہے۔

نیوٹن کے پہلے قانون حرکت میں انرشیا کے کردار کی وجہ سے بعض اوقات اسے انرشیا کا قانون (Law of Inertia) بھی کہا جاتا ہے۔

نیوٹن کا دوسرا قانونِ حرکت

نیوٹن کا پہلا قانون یہ بتاتا ہے کہ اگر کسی جسم پر کوئی حاصل فورس عمل نہ کرے تو جسم کی ولاسٹی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ دوسرا

قانون کسی جسم پر حاصل فورس لگنے سے پیدا ہونے والے ایکسلریشن سے تعلق رکھتا ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے:

جب ایک حاصل فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ ایکسلریشن کی عددی قیمت، فورس کی عددی قیمت کے راست متناسب اور جسم کے ماس کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔

اگر ماس m رکھنے والے کسی جسم پر ایک حاصل فورس جس کی عددی قیمت F ہو، عمل کر کے، عددی قیمت a کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے تو حسابی طریقے سے دوسرے قانون کو ایسے لکھا جاتا ہے:

$$a \propto F$$

اور

$$a \propto \frac{1}{m}$$

اس لیے

$$a \propto \frac{F}{m}$$

یا

$$a = (\text{constant}) \frac{F}{m}$$

SI یونٹس کے مطابق، اگر $m = 1\,\text{kg}$، $a = 1\text{ m s}^{-2}$ اور $F = 1\text{ N}$ تو کونسٹنٹ کی قیمت 1 ہوتی ہے۔ اس لیے مندرجہ بالا مساوات کو ایسے لکھا جاسکتا ہے:

$$a = 1 \times \frac{F}{m}$$

یا

$$F = m\,a \quad ....(3.1)$$

حرکت کا پہلا قانون، فورس کی تعریف مہیا کرتا ہے۔ یعنی فورس کسی جسم میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ دوسرے قانون $(F = m\,a)$ کی مدد سے ہم حسابی طور پر یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ ماس m رکھنے والے کسی جسم میں ایک مطلوبہ ایکسلریشن پیدا کرنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی۔

فورس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے۔

ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1kg ماس والے جسم میں 1 m s^{-2} کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔

مساوات (3.1) کے مطابق:

$$1\text{ N} = 1\text{ kg m s}^{-2}$$

ولاسٹی پر فورس کا اثر

نیوٹن کا دوسرا قانون ہمیں یہ بھی بتاتا ہے کہ فورس کسی جسم میں ایکسلریشن یا ڈی سیلریشن پیدا کر کے اس کی ولاسٹی کو تبدیل کر سکتی ہے۔ چونکہ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے اس لیے تبدیلی اس کی عددی قیمت، سمت یا ان دونوں میں ہو سکتی ہے۔

نیوٹن کا تیسرا قانونِ حرکت

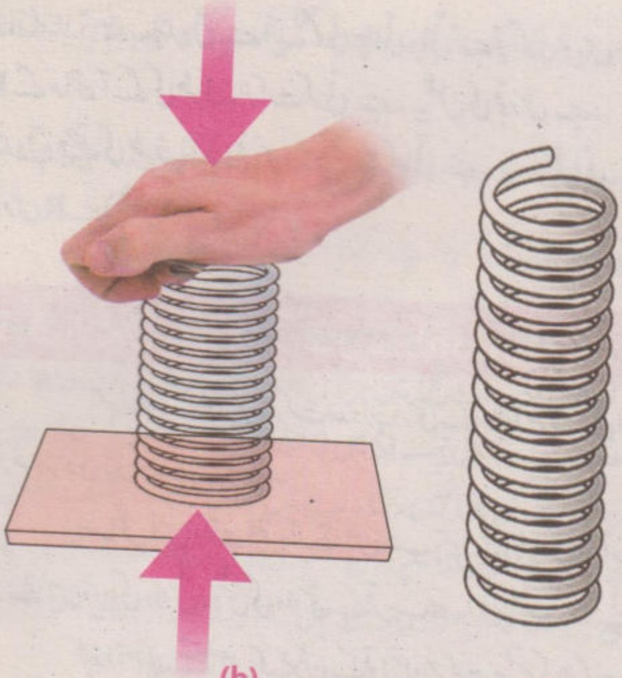
جب کبھی دو اجسام A اور B کے مابین باہمی عمل اس طرح ہو کہ جسم A جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس جسم A کا عمل (Action) کہلاتا ہے۔ اس عمل کے نتیجے میں جسم B جسم A پر بھی فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس جسم B کا جسم A پر ردِ عمل (Reaction) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ہم ایک سپرنگ کو دباتے ہیں تو ہمارے ہاتھ سے سپرنگ پر لگائی گئی فورس عمل ہے۔ ہمارے ہاتھ کو سپرنگ کی

جانب سے فورس لگتی ہے۔ یہ ''ردِعمل'' کی فورس ہے (شکل 3.10)۔ نیوٹن نے ان عمل اور ردِعمل کی فورسز کو تیسرے قانونِ حرکت میں اس طرح بیان کیا ہے:

> ہمیشہ ہر عمل کا اُس کے برابر اور مخالف سمت میں ایک ردِعمل ہوتا ہے۔

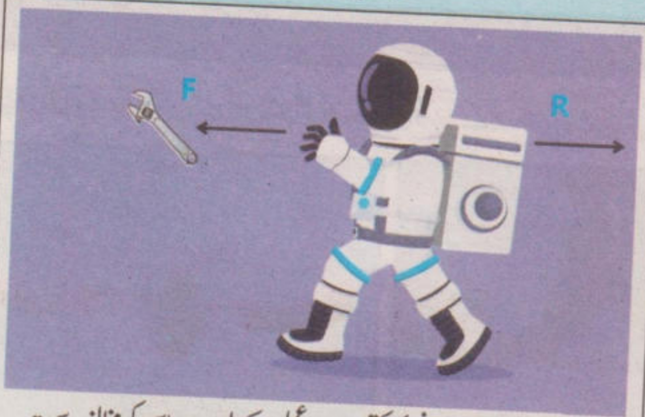
چونکہ عمل اور ردِعمل کسی ایک ہی جسم پر عمل نہیں کرتے بلکہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں، اس لیے یہ کبھی ایک دوسرے کو زائل (Balance) نہیں کر سکتے۔ پس نیوٹن کا تیسرا قانونِ حرکت یوں بھی بیان کیا جا سکتا ہے:

اگر ایک جسم کسی دوسرے جسم پر فورس لگائے تو دوسرا جسم بھی پہلے جسم پر اس کے برابر اور مخالف سمت میں فورس لگاتا ہے۔



شکل 3.10

کیا آپ جانتے ہیں؟

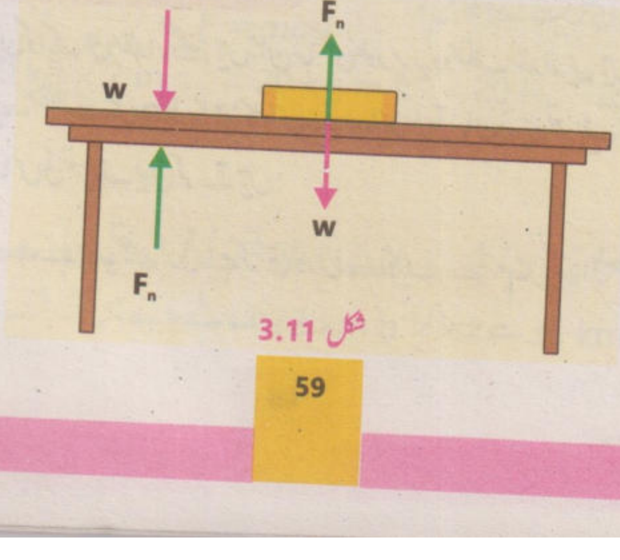


خلا میں، خلانورد ایک رنچ پھینکتا ہے۔ ردِعمل کے طور پر وہ اس کی مخالف سمت میں حرکت کرتا ہے۔

فورسز جوڑوں کی شکل میں عمل کرتی ہیں

پچھلے سیکشن میں ہم اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ جب دو اجسام باہمی عمل کرتے ہیں تو فورسز جوڑوں کی شکل میں عمل کرتی ہیں یعنی ''عمل'' اور ''ردِعمل'' کی فورسز۔ ہم اکثر مشاہدہ کرتے ہیں کہ اگر کوئی ایک فورس کچھ عمل کر رہی ہو تو عام طور پر اس میں ملوث دوسری فورس کو نوٹ نہیں کرتے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے تحت جوڑوں کی شکل میں عمل کرنے والی فورسز کی چند مثالیں درج ذیل ہیں:

(i) ایک بلاک میز پر پڑا ہوا ہے، جیسا کہ شکل 3.11 میں دکھایا گیا ہے۔ بلاک پر نیچے کی طرف عمل کرنے والی فورس اس کا وزن ہے۔ بلاک نیچے کی طرف میز پر وزن **w** کے برابر فورس لگاتا ہے۔ میز بھی ردِعمل کی عمودی فورس F_n اوپر کی طرف بلاک پر لگاتا ہے۔ یہ دونوں فورسز ایک دوسری کو زائل کر دیتی ہیں اور بلاک ریسٹ کی حالت میں رہتا ہے۔



شکل 3.11

شکل 3.12

(ii) جب بندوق سے ایک گولی چلائی جاتی ہے تو گولی فورس **F** کے ساتھ آگے کی طرف حرکت کرتی ہے۔ یہ عمل کی فورس ہے۔ بندوق پیچھے کی طرف ایک فورس سے دھکا کھاتی ہے۔ یہ ردِ عمل کی فورس **R** ہے (شکل 3.12)۔

3.5 نیوٹن کے قوانینِ حرکت کی حدود (Limitations of Newton's Laws of Motion)

ہم نیوٹن کے قوانین حرکت حد درجہ درستی کے ساتھ صرف ان اجسام کی حرکت اور ولاسٹی کے لیے استعمال کر سکتے ہیں جن سے ہمیں روزمرہ زندگی میں واسطہ پڑتا ہے۔

مسائل اُس وقت پیش آتے ہیں جب ہم ایسے بنیادی ذرّات (Elementary Particles) کی حرکت پر ان کا اطلاق کرتے ہیں جن کی ولاسٹی روشنی کی ولاسٹی کے قریب ہو۔ اس مقصد کے لیے البرٹ آئن سٹائن کی اضافیاتی میکینکس کا اطلاق ہوتا ہے۔

لہٰذا ہم کہہ سکتے ہیں کہ نیوٹن کے قوانین حرکت ہر قسم کی حرکت کے لیے بالکل درست نہیں ہیں لیکن یہ اس حد تک بہت اچھے نتائج دیتے ہیں جب تک کہ اجسام نہایت ہی چھوٹے یا ایسی سپیڈ سے حرکت کرنے والے نہ ہوں جو روشنی کی سپیڈ کے قریب ہو۔

مختصر مشق

نیچے دی گئی تصاویر کو دیکھیں۔ ہر تصویر میں عمل کرنے والی فورسز کے جوڑوں کی نشان دہی کریں۔

شکل 3.13

شکل 3.14

شکل 3.15

3.6 ماس اور وزن (Mass and Weight)

عام طور پر ہم ماس اور وزن کو ایک ہی مقدار سمجھتے ہیں لیکن سائنسی طور پر یہ دو مختلف مقداریں ہیں۔ جب ہم کہتے ہیں کہ اس چیز کا وزن 5 kg ہے تو یہ درست نہیں ہے۔ حقیقت میں 5 kg چیز کا ماس ہے۔ ماس کی آسان ترین تعریف یہ ہے کہ یہ کسی چیز میں مادے کی مقدار ہے۔ سائنسی طور پر کسی چیز کے ماس کی تعریف یوں کرتے ہیں:

ماس کسی جسم کی وہ خاصیت ہے جو یہ تعین کرتی ہے کہ کسی فورس کے لگانے سے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا ہوگا۔

ماس ایک سکیلر مقدار ہے جسے "m" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ ہر جگہ ایک جتنا ہی رہتا ہے۔ عملی طور پر ماس ایک عام ترازو سے ماپا جاتا ہے۔ ماس کا SI یونٹ کلوگرام (kg) ہے۔

وزن کسی جسم پر عمل کرنے والی گریوی ٹیشنل فورس ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے جس کی سمت نیچے زمین کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔

کسی جسم کا وزن اُس فورس کے برابر ہوتا ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔

گریوی ٹیشنل فیلڈ: یہ کسی بھی ماس کے گرد ایک ایسا حلقہ ہے جس میں ایک دوسرا ماس کشش کی وجہ سے گریوی ٹیشنل فورس محسوس کرتا ہے۔ گریوی ٹیشنل فیلڈ کی شدت فورس کی وہ مقدار ہے جو یونٹ ماس پر عمل کرتی ہے۔ لہٰذا سطح زمین ہر ماس m پر لگنے والی فورس کو وزن **w** کہتے ہیں۔ یعنی $w = mg$ یہاں **g** اس مقام پر گریوی ٹیشنل فیلڈ کی شدت ہے۔ اس کی قیمت SI میں 10 نیوٹن فی کلوگرام ہے۔ چونکہ **g** کی قیمت ہر جگہ اور بلندی کے ساتھ ساتھ بدلتی رہتی ہے اس لیے وزن ہر جگہ ایک ہی جتنا نہیں رہتا۔ یہ **g** میں تبدیلی کے ساتھ مختلف جگہوں پر بدلتا رہتا ہے۔ اگرچہ کسی چیز کا وزن مختلف جگہوں پر مختلف ہوسکتا ہے۔ لیکن کسی ایک مقام پر وزن، جسم کے ماس کے متناسب ہوتا ہے۔ لہٰذا کسی بھی مقام پر ہم دو اجسام کے اوزان کا موازنہ کر کے بآسانی اُن کے ماسز کا بھی موازنہ کر سکتے ہیں۔ وزن عام ترازو سے معلوم نہیں کیا جاسکتا۔ وزن معلوم کرنے کے لیے سپرنگ بیلنس استعمال کی جاتا ہے۔

وزن کا SI یونٹ نیوٹن (N) ہے۔

مثال 3.1:

ایک 10 kg بلاک $2\ m\ s^{-2}$ ایکسلریشن کے ساتھ ایک بے فرکشن افقی سطح پر حرکت کر رہا ہے۔ بلاک پر عمل کرنے والی فورس معلوم کریں۔

حل:

بلاک کا ماس $= m = 10\ kg$

ایکسلریشن $= a = 2\ m\ s^{-2}$

فورس $= F = ?$

نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے مطابق،

$$F = ma$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$F = 10\ kg \times 2\ m\ s^{-2} = 20\ kg\ m\ s^{-2} = 20\ N$$

مثال 3.2:

ایک 3000 kg ماس کے ٹرک کو چلانے کے لیے 7500 N کی فورس لگائی جاتی ہے۔ ٹرک میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن معلوم کریں۔ ٹرک کی سپیڈ $36\ km\ h^{-1}$ سے بڑھا کر $72\ km\ h^{-1}$ تک لے جانے میں کتنا وقت لگے گا؟

حل:

ٹرک کا ماس $= m = 3000\ kg$

لگائی گئی فورس $= F = 7500\ N$

ایکسلریشن $= a = ?$

ابتدائی سپیڈ $= v_i = 36\ km\ h^{-1}$

$$= \frac{36 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s} = 10\ m\ s^{-1}$$

آخری سپیڈ $= v_f = 72\ km\ h^{-1} = \frac{72 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s} = 20\ ms^{-1}$

وقت $= t = ?$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$F = ma \quad \text{یا} \quad a = \frac{F}{m}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$a = \frac{7500\ N}{3000\ kg} = 2.5\ m\ s^{-2}$$

اب حرکت کی پہلی مساوات استعمال کرتے ہوئے

$$v_f = v_i + at$$

یا

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$t = \frac{20\ m\ s^{-1} - 10\ m\ s^{-1}}{2.5\ m\ s^{-2}} = 4\ s$$

3.7 میکینیکل اور الیکٹرونک بیلینسز (Mechanical and Electronic Balances)

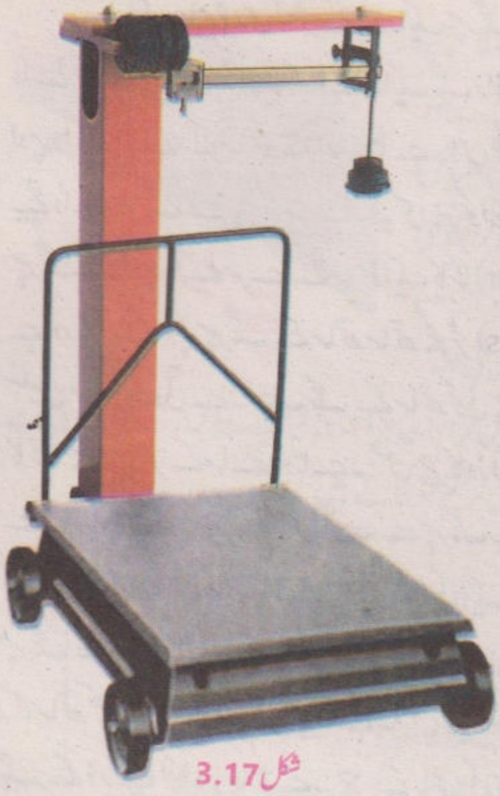
بیلنس سکیلز عام طور پر چیزوں کے ماسز کا موازانہ کرنے یا ان کو معیاری اوزان کے برابر تول کر ان کا وزن معلوم کرنے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔

میکینیکل بیلنسز

شکل 3.16

میکینیکل بیلنس ایک دھاتی افقی بیم (ڈنڈی) پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک فلکرم (Fulcrum) پر جھولتا ہے۔ مرکز سے برابر فاصلے پر اس کے دونوں سروں پر بھی دو نوک دار چوٹیاں بنی ہوتی ہیں۔ ان نوکوں پر بال بیئرنگ کی مدد سے دو پلڑے لگائے گئے ہوتے ہیں (شکل 3.16)۔ جس مٹیریل کا وزن کرنا ہو اُسے ایک پلڑے میں ڈال دیا جاتا ہے۔ دوسرے پلڑے میں معیاری اوزان رکھ دیے جاتے ہیں۔ بیم کے عین درمیان میں ایک کانٹا (Pointer) لگا ہوتا ہے جو بیم کے جھکاؤ کی نشان دہی کرتا ہے۔ بیم کو افقی حالت میں لانے کے لیے معیاری اوزان کم یا زیادہ کیے جاتے ہیں۔

ایک اور قسم کے میکینیکل بیلینس کو زیادہ وزنی اشیا مثلاً آٹے کی بوریاں، سیمنٹ کی بوریاں، لوہے کا سریا وغیرہ کا وزن معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے (شکل 3.17)۔ اس قسم کے بیلنس کو استعمال کرنے کے لیے معیاری اوزان کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس کا فلکرم بیم کے ایک سرے کے بہت قریب رکھا جاتا ہے۔ اس لیے بیم کو افقی حالت میں لانے کے لیے اس کے دوسرے سرے پر بہت چھوٹے اوزان رکھنے پڑتے ہیں۔ ان چھوٹے اوزان کو پہلے ہی نسبت کے لحاظ سے معیاری اوزان کے نام دے دیے جاتے ہیں۔


شکل 3.17

الیکٹرونک بیلینسز

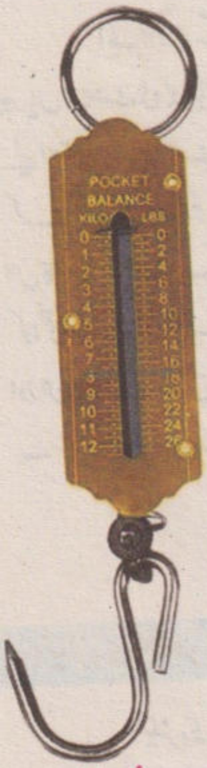
الیکٹرونک بیلنس کو استعمال کرنے کے لیے کسی قسم کے معیاری اوزان کی ضرورت نہیں ہوتی (شکل 3.18)۔ اسے صرف پاور سپلائی سے جوڑنا ہوتا ہے۔ بہت سے ایسے ماڈلز بھی ہیں جو ڈرائی سیل بیٹری سے کام کرتے ہیں۔ جب کوئی شے اس کے پلیٹ فارم پر رکھی جاتی ہے تو اس کا ماس سکرین پر ظاہر ہوتا ہے۔ الیکٹرونک بیلنس، مکینیکل بیلنس کی نسبت زیادہ درست پیمائش کرتا ہے۔ آج کل ایسے الیکٹرونک بیلینس بھی استعمال میں ہیں جن پر فی کلوگرام ریٹ لکھ دیا جائے تو مٹیریل کی کل قیمت بھی سکرین پر ظاہر ہو جاتی ہے۔

شکل 3.18

فورس میٹر (Force Meter)

فورس میٹر ایک سائنسی آلہ ہے جو فورس کی پیمائش کرتا ہے۔ یہ نیوٹن میٹر یا سپرنگ بیلنس بھی کہلاتا ہے (شکل 3.19)۔ آج کل ڈیجیٹل فورس میٹرز بھی دستیاب ہیں۔ میکینیکل اور الیکٹرونک بیلنسز اشیا کا کلوگرامز میں یا اس کے حاصل ضرب میں وزن کی پیمائش کرتے ہیں۔ جبکہ فورس میٹر براہِ راست وزن کی (N) میں پیمائش کرتا ہے۔

ایک عام فورس میٹر کے اندر ایک سپرنگ ہوتا ہے۔ میٹر کے اوپر والے سرے پر ایک ہینڈل لگا ہوتا ہے۔ ایک ہُک راڈ، کے ذریعے سپرنگ کے اوپر والے سرے کے ساتھ جڑا ہوا ہوتا ہے۔ اس طرح ہُک فورس میٹر کے نیچے والے سِرے سے باہر رہتا ہے۔ یہ کسی چیز کو لٹکانے کے لیے ہوتا ہے۔ سپرنگ کے اوپر والے سرے کے ساتھ ایک کانٹا (Pointer) لگایا گیا ہوتا ہے اور میٹر کے اوپر سپرنگ کے ساتھ ساتھ نیوٹنز (newtons) میں ایک سکیل مہیا کی ہوتی ہے۔ جب ہُک کے ساتھ کوئی چیز نہیں لٹکائی گئی ہوتی تو کانٹا سکیل پر صفر کے سامنے ہوتا ہے۔ جس چیز کا وزن معلوم کرنا ہو اسے ہُک سے لٹکا دیا جاتا ہے۔ چیز کے ماس کی وجہ سے سپرنگ نیچے کو دب جاتا ہے۔ تب کانٹا، وزن کی پیمائش ظاہر کرتا ہے۔ فورس میٹر کی ایک اور قسم میں کانٹا اور ہُک سپرنگ کے نچلے سِرے کے ساتھ جُڑے ہوتے ہیں۔ اس میں سپرنگ وزن کے ساتھ کھینچا جاتا ہے اور کھُل جاتا ہے۔ جس چیز کا وزن معلوم کرنا ہو اسے ہُک کے ذریعے لٹکا دیا جاتا ہے۔ چیز کے ماس کی وجہ سے سپرنگ نیچے کی طرف کھنچ جاتا ہے۔ اس طرح کانٹا وزن کی پیمائش بتا دیتا ہے۔ کچھ سپرنگ بیلنس ایسے بھی ہوتے ہیں جو ماس کی پیمائش kg میں بتاتے ہیں۔ بہر حال kg میں اس ماس کو $g = 10\ N\ kg^{-1}$ سے ضرب دے کر فوری طور پر نیوٹنز (N) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ڈیجیٹل فورس میٹر کسی چیز کا وزن براہ راست نیوٹنز میں ظاہر کرتا ہے (شکل 3.20)۔



شکل 3.19
فورس میٹر

شکل 3.20

کیا آپ جانتے ہیں؟

100g ماس کا وزن 1N ہوتا ہے۔

3.8 فرکشن (Friction)

جب ایک کرکٹ بال کو بلے سے ہٹ کیا جاتا ہے تو وہ خاصی زیادہ ولاسٹی کے ساتھ زمین پر دوڑتا ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کے مطابق بال کو یکساں ولاسٹی سے دوڑتے رہنا چاہیے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ وہ کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد آخر کار رُک جاتا ہے۔ کیا بال پر مخالف سمت میں کوئی فورس عمل کرتی ہے جو اسے روک دیتی ہے؟ ہاں، یہ بال اور گراؤنڈ کے درمیان فرکشن کی فورس ہے جو بال کی حرکت میں مزاحمت پیدا کرتی ہے۔

فرکشن کا انرجی ضیائی اثر (Dissipative Effect of Friction)

فرکشن ایک ضیاع توانائی فورس ہے۔ خواہ یہ ٹھوس سطحوں کے درمیان ہو یا مائع و گیس میں کسی شے کی حرکت کے دوران میں گھسیٹنے کی فورس ہو۔ فرکشن کے خلاف ورک کرنے میں انرجی ضائع ہوتی ہے۔ ضائع ہونے والی یہ انرجی حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔

انرجی ضائع ہونے کی ایک بہت عام سی مثال ہاتھوں کو ملنا ہے (شکل 3.21)۔ جب ہم اپنے ہاتھوں کو ملتے ہیں تو فرکشن کی وجہ سے حرارت پیدا ہوتی ہے اور ہمارے ہاتھ گرم ہو جاتے ہیں۔ فرکشن سے مشینوں کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے جو کئی قسم کے مسائل پیدا کرتا ہے۔ ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی وجہ سے گاڑیوں کے ٹائر گرم ہو کر جلدی گھس جاتے ہیں۔ رات کے وقت آسمان پر جو ٹوٹتے ہوئے چمکدار ستارے نظر آتے ہیں ان کا سبب بھی ہوا کی فرکشن ہے۔ اصل میں یہ ایسٹیرائڈز (Asteroids) ہیں جو زمین کی فضا (Atmosphere) میں داخل ہو جاتے ہیں۔ جب یہ ہوا میں تیزی سے گرتے ہیں تو ہوا کی مزاحمت کی وجہ سے حرارت پیدا ہوتی ہے۔ اس سے ان کا ٹمپریچر اتنا زیادہ بڑھ جاتا ہے کہ وہ جلنا شروع ہو جاتے ہیں اور بالآخر جل کر ختم ہو جاتے ہیں۔

شکل 3.21 ہاتھ رگڑنا

کیا آپ جانتے ہیں؟

گیلی سڑک پر ٹائر کی گڈیوں کے درمیان خالی جگہوں میں پانی اکٹھا ہو جاتا ہے۔ اس لیے پانی ٹائروں کی سطح اور سڑک کی سطح کے درمیان گیلی تہ نہیں بنا پاتا جس سے فرکشن کم ہو جائے اور ٹائر پھسل جائیں۔ اس طرح ٹائر کی گڈیاں گاڑی کے پھسلنے کا خطرہ کم کر دیتی ہیں۔

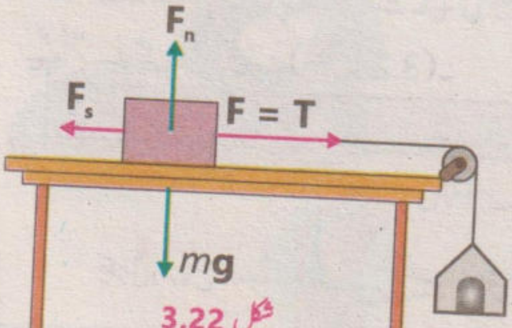
سلائیڈنگ فرکشن (Sliding Friction)

دو سطحوں کے درمیان فرکشن کو سلائیڈنگ فرکشن کہتے ہیں جس کو دو قسموں میں تقسیم کر سکتے ہیں:

1۔ سٹیٹک فرکشن (Static Friction) 2۔ کائی نیٹک فرکشن (Kinetic Friction)

سٹیٹک فرکشن:

آیئے! ایک بلاک کی افقی سطح پر حرکت کو زیرِ غور لاتے ہیں۔ تمام ترتیب شکل 3.22 میں دکھائی گئی ہے۔ جب پلڑے میں ایک باٹ ڈالا جاتا ہے تو ایک فورس $F = T$ جو کہ باٹ اور پلڑے کے مجموعی وزن کے برابر ہے، بلاک پر عمل کرتی ہے۔ یہ فورس بلاک کو اپنی طرف کھینچنے کی کوشش کرتی ہے۔ اس کے ساتھ ہی ایک مخالف فورس عمل میں آتی ہے جو بلاک کو حرکت کرنے سے روکتی ہے۔ یہ مخالف فورس سٹیٹک فرکشن F_s ہے۔



شکل 3.22

کائی نیٹک فرکشن:

اگر ہم پلڑے میں ایک ایک کر کے چھوٹے چھوٹے مزید باٹ ڈالتے جائیں تو ایک مرحلہ ایسا آئے گا کہ جب بلاک افقی سطح پر گھسٹنا شروع ہو جائے گا۔ یہ سٹیٹک فرکشن کی حد ہے جو کہ پلڑے سمیت کل وزن کے برابر ہوتی ہے۔ جب بلاک حرکت کر رہا ہو تو فرکشن اس وقت بھی موجود ہوتی ہے۔ یہ کائی نیٹک فرکشن کہلاتی ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

کچھ مینڈک عمودی سطح پر بھی چمٹ سکتے ہیں جیسا کہ اس پتے پر دکھایا گیا ہے۔ یہ مینڈک کے پاؤں اور سطح کے درمیان سٹیٹک فرکشن کی وجہ سے ممکن ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب کوئی کوشٹل (Shuttle) خلا سے واپسی پر زمین کی فضا میں داخل ہوتی ہے تو ہوا کی فرکشن اس کی سطح کا ٹمپریچر 950°C تک بڑھا دیتی ہے۔

ٹرمینل ولاسٹی (Terminal Velocity)

جب کوئی شے آزادانہ نیچے گرتی ہے تو اس میں $g = 10\ m\ s^{-2}$ کے برابر ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ عملی طور پر ایکسلریشن مختلف ہوسکتا ہے۔ کسی گرتی ہوئی شے میں ایکسلریشن کے تعین میں ہوا کی مزاحمت بڑا اہم کردار ادا کرتی ہے۔

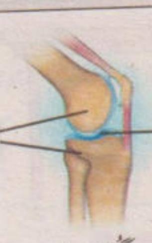
اگر ہم ایک کرکٹ بال اور اُسی وزن کا سٹائروفوم کا ٹکڑا ایک ہی بلندی سے گرائیں تو وہ زمین پر ایک جتنے وقت میں اُسی صورت میں گریں گے اگر درمیان میں ہوا کی مزاحمت نہ ہو۔ دونوں کو ایک ہی جتنے ایکسلریشن سے گرنا چاہیے لیکن عملی طور پر ہوا میں سے کرکٹ بال نسبتاً تیزی سے گرے گا۔ سٹائروفوم زیادہ سطحی رقبہ رکھنے کی وجہ سے ہوا کی زیادہ مخالف فورس کا سامنا کرے گا۔

اس ضمن میں تجربات کیے گئے ہیں اور اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ کوئی شے جتنی زیادہ تیزی کے ساتھ گرتی ہے اس کو اتنا ہی زیادہ ہوا کی مزاحمت پیش آتی ہے۔ حتیٰ کہ آخر میں وہ شے ایک ایسی سپیڈ حاصل کر لیتی ہے جہاں پر اوپر کی طرف ہوا کی مزاحمت کی فورس نیچے کی طرف گریویٹی کی فورس کے برابر ہو کر اسے زائل کر دیتی ہے۔ جب ایسا ہوتا ہے تو اس شے میں ایکسلریشن باقی نہیں رہتا اور یہ یکساں ولاسٹی سے گرنا جاری رکھتی ہے۔ کسی شے کی حاصل کی گئی یہ یکساں ولاسٹی ٹرمینل ولاسٹی کہلاتی ہے۔ یہاں تک کہ شہابِ ثاقب کے ٹکڑے جیسی بھاری شے بھی زمین پر گرتے ہوئے، لامحدود ولاسٹی حاصل نہیں کر پاتی۔ یہ اصول چھاتہ برداروں پر بھی لاگو ہوتا ہے۔ ہوا کی مزاحمت پیرا شوٹ کے بڑے رقبہ کی سطح پر مخالف سمت میں عمل کر کے انھیں ایک محفوظ ولاسٹی کے ساتھ نیچے اُترنے میں مدد کرتی ہے (شکل 3.23)۔

ایک چھاتہ بردار ٹرمینل ولاسٹی کے ساتھ گر رہا ہے۔
شکل 3.23

کیا آپ جانتے ہیں؟

انسانوں میں جسم کے جوڑوں کے درمیان فرکشن بہت کم ہوتی ہے کیونکہ ہمارے جسموں کے اندر قدرتی طور پر ان کو چکنا رکھنے کا سسٹم موجود ہے۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اگرچہ ہماری حرکت کے دوران میں ہماری ہڈیاں ایک دوسری کے ساتھ رگڑ کھاتی ہیں لیکن عام طور پر سالہا سال کے استعمال کے بعد بھی یہ گھس کر خراب نہیں ہوتیں۔



گھٹنے کا جوڑ

رولنگ فرکشن (Rollig Friction)

سٹیٹک اور کائی نیٹک فرکشن جن کا ہم نے ابھی تک مطالعہ کیا ہے سلائیڈنگ فرکشن ہیں۔ ایک اور قسم کی بھی فرکشن ہے جسے رولنگ فرکشن کہا جاتا ہے۔ جب کوئی شے کسی سطح پر لڑھکتی ہے تو اس پر عمل کرنے والی فرکشن،

آپ کی معلومات کے لیے

عملی طور پر ٹائر گولائی میں زمین کے ساتھ نہیں چھوتا بلکہ یہ پریشر سے نیچے سے تھوڑا چپٹا ہو جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پہیے کا یہ چپٹا حصہ سطح کے ساتھ گھسٹنے کا رجحان رکھتا ہے۔ جس سے فرکشن پیدا ہوتی ہے۔

رولنگ فرکشن کہلاتی ہے۔رولنگ فرکشن کا تصور پہیے کے ساتھ ہے۔اپنی روزمرہ زندگی میں ہم دیکھتے ہیں کہ پہیوں والی چیز کو اُسی جسامت کی بغیر پہیوں والی چیز کے مقابلے میں کم فرکشن کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔

بال بیئرنگ بھی وہی کردار ادا کرتے ہیں جو پہیے ادا کرتے ہیں۔انڈسٹری میں بہت سی مشینوں کو ایسے ڈیزائن کیا جاتا کہ اُن میں بال بیئرنگ استعمال ہوں۔تاکہ حرکت کرنے والے پُرزے بال بیئرنگ کی مدد سے حرکت کریں،جس سے فرکشن کم ہوجاتی ہے۔

رولنگ فرکشن،سلائیڈنگ فرکشن سے 100 گُنا تک کم ہوتی ہے۔سلائیڈنگ فرکشن کی نسبت رولنگ فرکشن اس لیے کم ہوتی ہے کیونکہ پہیے اور وہ سطح جس پر یہ لڑھکتا ہے کے درمیان باہم گھسٹنے کی حرکت نہیں ہوتی۔پہیہ صرف ایک نقطے پر سطح کو چھوتا ہے۔یہ گھسٹتا نہیں ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

ہوور کرافٹ (Hovercraft) بحری جہاز کی ایک قسم ہے جو پانی اور خشکی دونوں کی سطحوں پر چلتا ہے۔طاقتور پنکھوں کی مدد سے اس کے نیچے ہوا خارج کی جاتی ہے جو اس کے نیچے ہوا کی ایک تہ بنا دیتی ہے۔ہوور کرافٹ ہوا کی اس تہ کے اوپر چلتا ہے جس کی وجہ سے اُسے بہت کم فرکشن کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔

ہوور کرافٹ

فرکشن کم کرنے کے طریقے (Methods to Reduce Friction)

فرکشن کم کرنے کے لیے مندرجہ ذیل طریقے استعمال کیے جاتے ہیں:

1۔ ایک دوسرے کے ساتھ رگڑ کر چلنے والے پرزوں کو پالش کرکے زیادہ ملائم بنا دیا جاتا ہے۔

2۔ چونکہ ٹھوس سطحوں کی نسبت مائعات کی فرکشن کم ہوتی ہے، اس لیے مشینری کے پرزوں کے درمیان تیل یا گریس لگا دی جاتی ہے۔

3۔ سلائیڈنگ فرکشن کی نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔س لیے مشینوں میں سلائیڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کرنے کے لیے بال بیئرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔اسی طرح بھاری اشیا کے نیچے پہیے لگا دیے جاتے ہیں۔

شکل 3.24

4۔ فرکشن کی فورس صرف ٹھوس اشیا کے درمیان ہی نہیں ہوتی بلکہ تیز رفتار گاڑیاں، ہوائی جہاز اور بحری جہاز بھی ہوا یا پانی میں سے گزرتے ہوئے فرکشن کا سامنا کرتے ہیں۔اگر کسی سواری کا فرنٹ چپٹا ہو تو اسے ہوا یا پانی کی زیادہ مزاحمت کا سامنا کرنا پڑے گا۔اس لیے ہوا یا پانی میں سے گزرنے والی سواری کی باڈی سٹریم لائن یعنی ترچھی یا نوک دار بنائی جاتی ہے تاکہ ہوا یا پانی کی مزاحمت کم سے کم ہو۔اس طرح ہوا گاڑی کی ترچھی سطح کے اُوپر سے بآسانی گزر جاتی ہے۔اس انداز سے ہوا کے گزرنے کو

تیز رفتار کار کے اوپر سے سٹریم لائن کی شکل میں گزرتی ہوا
شکل 3.25

سٹریم لائن (Streamline) بہاؤ کہا جاتا ہے۔ ایک کار کے اُوپر سے سٹریم لائن کا بہاؤ شکل 3.25 میں دکھایا گیا ہے۔ جو گاڑیاں اس طرح ڈیزائن کی جاتی ہیں کہ اُن کا فرنٹ نوک دار ہو، انھیں سٹریم لائنڈ کہا جاتا ہے۔

3.9 مومینٹم اور امپلس (Momentum and Impulse)

فرض کریں کہ ایک سائیکل سوار اور ایک بھاری ٹرک ایک ہی سپیڈ سے چل رہے ہیں۔ کس کو آسانی سے روکا جا سکتا ہے؟ یہ چلتے جسم کی حرکت کی مقدار پر منحصر ہے۔ یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ کسی چلتے جسم میں حرکت کی مقدار اس کے ماس اور ولاسٹی پر منحصر ہوتی ہے۔ جتنا زیادہ ماس ہوگا اتنی ہی زیادہ حرکت کی مقدار ہوگی۔ اسی طرح جتنی زیادہ ولاسٹی ہوگی اتنی ہی زیادہ حرکت کی مقدار ہوگی۔ اس حرکت کی مقدار کو مومینٹم کہا جاتا ہے اور اسے **p** سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں گی:

حرکت کرتے ہوئے کسی جسم کا مومینٹم اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوگا۔

لہٰذا

$$\mathbf{p} = m \times \mathbf{v} \quad \text{.................} \quad (3.2)$$

ولاسٹی کی طرح مومینٹم بھی ایک ویکٹر مقدار ہے۔ مومینٹم کا SI یونٹ kg m s^{-1} ہے۔ اسے (N s) بھی لکھا جا سکتا ہے۔ جب ایک بال کو بلے سے ہٹ کیا جاتا ہے تو بال پر بہت چھوٹے وقفے کے لیے فورس لگتی ہے۔ ایسی صورتوں میں فورس کی بالکل صحیح عددی قیمت معلوم کرنا بہت مشکل ہوتا ہے۔ بہر حال بال کی ابتدائی ولاسٹی $\mathbf{v}_i$ اور ہٹ لگنے کے بعد فائنل ولاسٹی $\mathbf{v}_f$ آسانی سے معلوم کی جا سکتی ہے۔

وقت کے دورانیہ Δt میں اوسط ایکسلریشن **a** یہ ہوگا:

$$\mathbf{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i}{\Delta t} \quad \text{.................} \quad (3.3)$$

نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے مطابق دورانیہ Δt میں عمل کرنے والی اوسط فورس یہ ہوگی:

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a} = m\left(\frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}\right)$$

یا

$$\mathbf{F} \times \Delta t = m(\Delta \mathbf{v}) = m(\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i) \quad \text{.................} \quad (3.4)$$

مساوات (3.4) ظاہر کرتی ہے کہ **F** اور Δt بالکل صحیح معلوم نہیں ہیں لیکن ان کا حاصل ضرب جو کہ مومینٹم میں تبدیلی کے برابر ہے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ ایسی صورتوں میں حاصل ضرب $\mathbf{F} \times \Delta t$ فورس کی امپلس کہلاتا ہے۔

جب ایک بڑی فورس F کسی جسم پر ایک چھوٹے وقفے کے لیے عمل کرتی ہے تو امپلس جسم کی مومینٹم میں تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔

لہٰذا

$$\text{امپلس} = \mathbf{F} \times \Delta t = ma \times \Delta t = m\,\frac{(\Delta \mathbf{v})}{\Delta t} \times \Delta t \;\; m(\Delta v)$$

مساوات کی دونوں اطراف کو Δt پر تقسیم کرنے سے

$$\mathbf{F} = \frac{m(\Delta \mathbf{v})}{\Delta t} \quad \text{.................} (3.5)$$

یہاں $m(\Delta \mathbf{v})$ مومینٹم میں تبدیلی $\Delta \mathbf{p}$ ہے۔ مساوات (3.5) ہمیں مومینٹم کے لحاظ سے فورس کی قیمت بتاتی ہے۔ یعنی کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس یونٹ ٹائم (ایک سیکنڈ) میں مومینٹم کی تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔

$$\mathbf{F} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta t} \quad \text{.................} (3.6)$$

مساوات (3.6) ہمیں نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کی تعریف بلحاظ مومینٹم مہیا کرتی ہے۔ یعنی

کسی جسم کی مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس پر عمل کرنے والی فورس کے برابر ہوتی ہے۔

مومینٹم میں تبدیلی کی سمت وہی ہوگی جو فورس کی ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

تیر سیب میں گھس جاتا ہے اور نتیجتاً سیب کا مومینٹم تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس سیب تیر پر ایک مخالف فورس لگاتا ہے اور نتیجتاً تیر کا مومینٹم تبدیل ہو جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کرکٹر گیند کی چوٹ کو کم کرنے کے لیے کیچ کرتے وقت ہاتھوں کو پیچھے کھینچتا ہے تاکہ وقت کا دورانیہ بڑھ جائے۔

نازک اشیا کی پیکنگ

نازک اشیا مثلاً شیشے کے برتن نقل و حمل کے دوران میں جھٹکوں سے یا ٹھوس اشیا کے ساتھ ٹکرانے سے آسانی سے ٹوٹ جاتے ہیں۔ ان کو محفوظ رکھنے کے لیے نرم پیکنگ میٹریل استعمال کیا جاتا ہے۔ اس قسم کے میٹریل مومینٹم میں فوری تبدیلی کے اثر کو کم کر دیتے ہیں۔ جس کے نتیجے میں نازک اشیا پر لگنے والی فورس بہت کم ہو جاتی ہے۔ خاص طرح کے میٹریل مثلاً سٹائروفوم، نالی دار گتے، بلبلے دار شیٹ وغیرہ اشیا کی پیکنگ میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

کرمپل زونز (Crumple Zones)

کرمپل زون گاڑیوں کی ساخت کے ایسے ڈیزائن ہیں جس میں حادثے کی صورت میں وہ حصے دب جائیں اور ٹکر سے بگاڑ پیدا کرنے والی انرجی کو جذب کر لیں۔ عمومی طور پر کرمپل زون گاڑی کے اگلے اور پچھلے حصے میں رکھے جاتے ہیں۔ کرمپل زون ایسے کام کرتے ہیں کہ ٹکراؤ کی انرجی کو باڈی کے باہر والے حصوں میں جذب کر لیا جائے بہ نسبت اس کے کہ گاڑی میں سوار شخص تک یہ براہ راست پہنچ جائے۔ اس کے لیے بیرونی حصے (پلاسٹک کے بمپر وغیرہ) کمزور یعنی نرم بنائے جاتے ہیں اور مسافروں کے بیٹھنے کا کیبن مضبوط بنایا جاتا ہے۔

مثال 3.3:

ایک 15 g ماس کی گولی بندوق سے چلائی گئی ہے۔ اگر گولی کی ولاسٹی $150\ m\ s^{-1}$ ہو تو اس کا مومینٹم کتنا ہوگا؟

حل:

گولی کا ماس = $m = 15\ g = 0.015\ kg$

گولی کی ولاسٹی $= v = 150\ m\ s^{-1}$

مومینٹم $= p = ?$

یہ فارمولہ استعمال کرنے سے $p = mv$

قیمتیں درج کرنے سے $p = 0.015\ kg \times 150\ m\ s^{-1}$

$$p = 2.25\ kg\ m\ s^{-1}$$

مثال 3.4:

ایک 160 g ماس کے کرکٹ بال کو بلے سے ہٹ کیا گیا۔ بلے کو چھوڑتے وقت بال کی ولاسٹی $52\ m\ s^{-1}$ ہے۔ اگر بال بلا لگنے سے پہلے بلے کے ساتھ (مخالف سمت میں) $28\ m\ s^{-1}$– ولاسٹی کے ساتھ ٹکراتا ہے تو بلے سے بال پر لگائی گئی اوسط فورس معلوم کریں۔ بال 4×10^{-3} s تک بلے کے ساتھ کونٹیکٹ میں رہتا ہے۔

حل:

بال کا ماس $= m = 160\ g = 0.16\ kg$

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = -28\ m\ s^{-1}$

آخری ولاسٹی $= v_f = 52\ m\ s^{-1}$

چھوتے رہنے کا وقت $= t = 4 \times 10^{-3}\ s$

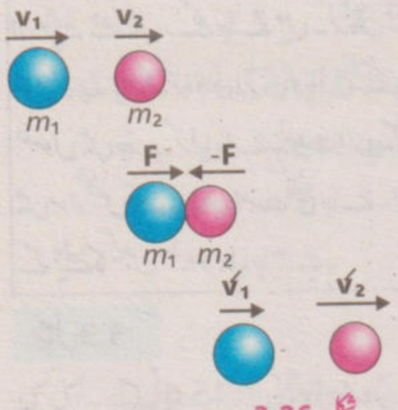
اوسط فورس $= F = ?$

مساوات (3.6) استعمال کرنے سے $F = \dfrac{m(v_f - v_i)}{t}$

قیمتیں درج کرنے سے $F = \dfrac{0.16\ kg\ [52\ m\ s^{-1} - (-28\ m\ s^{-1})]}{4 \times 10^{-3}\ s}$

یا $F = 3200\ N$

3.10 مومینٹم کنزرویشن کا اصول (Principle of Conservation of Momentum)



شکل 3.26

کچھ اشیا کا مجموعہ ایک سسٹم کہلاتا ہے۔ اگر سسٹم کی کسی شے پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کرے تو اسے الگ تھلگ (Isolated) سسٹم کہتے ہیں۔ دو بالز کے ایک سسٹم پر غور کریں۔ جن کے ماس m_1 اور m_2 ہیں۔ فرض کریں کہ یہ بال ولاسٹی $\mathbf{v}_1$ اور $\mathbf{v}_2$ کے ساتھ ایک سیدھی لائن میں ایک ہی سمت میں حرکت کر رہے ہیں۔ اگر $\mathbf{v}_1 > \mathbf{v}_2$ تو بال آپس میں ٹکرا جائیں گے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ اگر ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاسٹی بالترتیب $\mathbf{v}'_1$ اور $\mathbf{v}'_2$ ہو جائے تو

ٹکرانے سے پہلے سسٹم کی کل مومینٹم $= m_1\mathbf{v}_1 + m_2\mathbf{v}_2$

ٹکرانے کے بعد سسٹم کی کل مومینٹم $= m_1\mathbf{v}'_1 + m_2\mathbf{v}'_2$

مومینٹم کنزرویشن کا اصول بیان کرتا ہے کہ

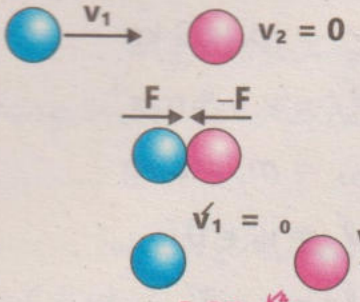
اگر کسی الگ تھلگ سسٹم پر کوئی بیرونی فورس عمل نہیں کرتی تو سسٹم کا آخری کل مومینٹم، سسٹم کے ابتدائی کُل مومینٹم کے برابر ہوگا۔

اس کا مطلب ہے کہ:

ٹکراؤ کے بعد سسٹم کا کُل مومینٹم = ٹکراؤ سے پہلے سسٹم کا کُل مومینٹم

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$$

اس اصول کی وضاحت کے لیے ایک ہی جیسے دو بالز کے ٹکراؤ پر غور کریں جن میں سے دوسرا بال ریسٹ کی حالت میں ہو۔



شکل 3.27

جب دو بالز کا ٹکراؤ ہو تو ایک بال سے مومینٹم دوسرے بال میں منتقل ہو جاتی ہے۔ جو بال ریسٹ کی حالت میں ہے مومینٹم حاصل کرے گا اور حرکت کرنا شروع کر دے گا۔ جب کہ ٹکرانے والا بال آہستہ ہو جائے گا۔ اگر بالز ایک جیسے ہوں تو ہم دیکھیں گے کہ تمام کا تمام مومینٹم منتقل ہو جائے گا۔ ٹکرانے والا بال رُک جائے گا اور دوسرا بال پہلے والے کی ولاسٹی کے ساتھ حرکت شروع کر دے گا (شکل 3.27)۔ اس کا مطلب ہے کہ دوسرے بال نے کُل اتنا مومینٹم حاصل کیا جتنا کہ پہلے بال نے گنوایا۔ اگر پہلا بال ٹکراؤ کے بعد رُک جاتا ہے تو دوسرا بال پہلے والے کے مومینٹم کے ساتھ چلنا شروع کر دیتا ہے اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ دو بالز کا کل مومینٹم ٹکراؤ کے بعد اتنا ہی رہتا ہے جتنا کہ ٹکراؤ سے پہلے اُن کا کُل مومینٹم تھا۔

مومینٹم کنزرویشن کا اصول صرف بڑے سائز کی اشیا پر ہی لاگو نہیں ہوتا بلکہ انتہائی چھوٹی اشیا مثلاً ایٹمز اور مالیکیولز پر بھی لاگو ہوتا ہے۔

سیٹ بیلٹس

جب ایک چلتی کار یکدم رُکتی ہے تو مسافر ونڈ شیلڈ کی طرف آگے کو جُھک جاتے ہیں۔ سیٹ بیلٹس مسافروں کو آگے کی طرف گرنے سے روکتی ہے۔ اس طرح مسافروں کا ونڈ شیلڈ یا سٹیرنگ وھیل کے ساتھ ٹکرانے کا خطرہ کم ہو جاتا ہے۔

مثال 3.5:

ایک m_1 ماس کی گولی ایک m_2 ماس کی بندوق سے داغی گئی ہے۔ فائرنگ کے فوراً بعد گولی کی ولاسٹی v_1 کے لحاظ سے بندوق کی ولاسٹی معلوم کریں۔

حل:

فائرنگ سے پہلے گولی کی ولاسٹی اور بندوق کی ولاسٹی صفر تھی۔ اس لیے گولی اور بندوق کا کل مومینٹم بھی صفر تھا۔ فائرنگ کے بعد گولی ولاسٹی v_1 کے ساتھ آگے کی طرف چلتی ہے۔ جبکہ بندوق ولاسٹی v_2 کے ساتھ حرکت کرتی ہے۔

مومینٹم کنزرویشن کے اصول کے مطابق

فائرنگ کے بعد کل مومینٹم = فائرنگ سے پہلے کل مومینٹم

$$0 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$v_2 = \frac{-m_1v_1}{m_2}$$

اس مساوات میں منفی کی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ بندوق پیچھے کی طرف یعنی گولی کے مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے۔ بندوق کی پیچھے کی طرف حرکت ہی کی وجہ سے بندوق چلانے والے کے کندھے پر جھٹکا لگتا ہے۔

مثال 3.6:

ایک 3 kg ماس کا بال $5\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کرتا ہوا ایک 2 kg ماس کے کھڑے بال سے ٹکراتا ہے۔ تب دونوں اکٹھے حرکت کرتے ہیں۔ اگر فرکشن نہ ہونے کے برابر ہو تو وہ ولاسٹی معلوم کریں جس سے وہ ٹکراؤ کے بعد اکٹھے حرکت کرتے ہیں۔

حل:

پہلے بال کا ماس $= m_1 = 3\ kg$

ٹکراؤ سے پہلے بال کی ولاسٹی $= v_1 = 5\ m\ s^{-1}$

دوسرے بال کا ماس $= m_2 = 2\ kg$

ٹکراؤ سے پہلے دوسرے بال کی ولاسٹی $= v_2 = 0$

ٹکراؤ کے بعد دونوں بالز کی اکٹھی ولاسٹی $= v = ?$

ٹکراؤ کے بعد بالز کا کل ماس $= m_1 + m_2$

مومینٹم کنزرویشن کے اصول کے مطابق: ٹکراؤ کے بعد کُل مومینٹم = ٹکراؤ سے پہلے کُل مومینٹم

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)\, v$$

$$3\ kg \times 5\ m\ s^{-1} + 0 = (3\ kg + 2\ kg)\, v$$

$$15\ kg\ m\ s^{-1} = 5\ kg \times v$$

$$v = 3\ m\ s^{-1}$$

اہم نکات

- فورس ایک ''دھکیلنا'' اور ''کھینچنا'' ہوتی ہے جو کسی جسم کو حرکت دیتی یا روکتی ہے یا اس کی ولاسٹی کی عددی قیمت اور سمت کو تبدیل کرتی ہے۔
- کونٹیکٹ فورس وہ ہوتی ہے جو دو اجسام کے درمیان پوائنٹ آف کونٹیکٹ پر عمل کرتی ہے۔
- دو اجسام کے درمیان نان کونٹیکٹ فورس اُس فورس کو کہتے ہیں جو ان دونوں کو چھوئے بغیر عمل کرے۔
- کائنات میں ہر جسم دوسرے جسم پر ایک فورس لگاتا ہے جو ان کے ماسز کے حاصل ضرب کے راست متناسب اور ان کے درمیان فاصلے کے مربع کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔
- گریویٹیشنل فورس، الیکٹرومیگنیٹک فورس، طاقتور نیوکلیئر فورس اور کمزور نیوکلیئر فورس یہ چار فورسز کارخانہ قدرت میں بنیادی فورسز ہیں۔
- نیوٹن کا پہلا قانونِ حرکت یہ بیان کرتا ہے کہ کوئی جسم اپنی ریسٹ کی حالت یا خطِ مستقیم میں یکساں ولاسٹی سے حرکت اُس وقت تک جاری رکھتا ہے جب تک کہ کوئی بیرونی فورس اس پر عمل نہ کرے۔
- کسی جسم کی وہ خصوصیت جس کی وجہ سے وہ اپنی ریسٹ کی حالت یا یکساں ولاسٹی کو برقرار رکھنے کی کوشش کرتا ہے، اس کا انرشیا کہلاتی ہے۔
- دوسرا قانونِ حرکت بیان کرتا ہے کہ جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ ایکسلریشن کی عددی قیمت فورس کی عددی قیمت کے راست متناسب اور جسم کے ماس کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔
- حرکت کا تیسرا قانون بیان کرتا ہے کہ ہر عمل کا ہمیشہ اُس کے برابر اور مخالف سمت میں ہمیشہ ایک ردِعمل ہوتا ہے۔
- عمل اور ردِعمل کسی ایک جسم پر عمل نہیں کرتے بلکہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں۔
- کسی جسم کا ماس اس میں مادے کی مقدار ہے۔ ماس کسی جسم کی وہ خاصیت ہے جو یہ تعین کرتی ہے کہ کسی فورس کے لگانے سے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا ہوگا۔ ماس تبدیل نہیں ہوتا۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے، جس کا یونٹ کلوگرام ہے۔
- کسی جسم کا وزن اس فورس کے برابر ہوتا ہے، جس سے زمین اس جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔
- فورس میٹر ایک سائنسی آلہ ہے جو فورس کی نیوٹنز (N) میں پیمائش کرتا ہے۔
- فرکشن ایک فورس ہے جو ایک سطح کی کسی دوسری پر حرکت کے خلاف مزاحمت کرتی ہے۔
- حرکت شروع ہونے سے پہلے دو سطحوں کے درمیان فرکشن، سٹیٹک فرکشن کہلاتی ہے۔
- حرکت کرنے کے دوران میں عمل کرنے والی فرکشن کائنیٹک فرکشن کہلاتی ہے۔
- جب کوئی چیز پہیوں کی مدد سے حرکت کرتی ہے تو اس صورت میں فرکشن کو رولنگ فرکشن کہا جاتا ہے۔ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے بہت کم ہوتی ہے۔
- فرکشن کے خلاف ورک کرنے میں انرجی ضائع ہوتی ہے جو حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔
- کسی گرتے ہوئے جسم پر جب اوپر کی طرف ہوا کی مزاحمتی فورس نیچے کی طرف عمل کرنے والی گریویٹی کی فورس کے برابر ہو کر اسے زائل کر دیتی ہے تو جسم ایک (محفوظ) یکساں ولاسٹی کے ساتھ نیچے گرتا ہے۔ اسے ٹرمینل ولاسٹی کہا جاتا ہے۔
- مومینٹم کنزرویشن کا اصول بیان کرتا ہے کہ اگر ایک الگ تھلگ سسٹم پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کرے تو سسٹم کا آخری کل مومینٹم، اس کے ابتدائی کل مومینٹم کے برابر ہوتا ہے۔
- امپلس کی تعریف یوں کی جاتی ہے: $F \times \Delta t = m \times \Delta v$ یا امپلس = مومینٹم میں کل تبدیلی

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

3.1 جب ہم ایک پتھر کو پاؤں سے ٹھوکر مارتے ہیں تو ہمیں چوٹ لگتی ہے۔اس کی وجہ ہے:

(الف) انرشیا (ب) ولاسٹی (ج) مومینٹم (د) ردِعمل

3.2 کوئی جسم یکساں ایکسلریشن کے ساتھ اپنی حرکت جاری رکھے گا جب تک کہ اس پر:

(الف) حاصل فورس کم ہونا نہ شروع ہو جائے (ب) حاصل فورس صفر نہ ہو جائے

(ج) حاصل فورس بڑھنا نہ شروع ہو جائے (د) حاصل فورس اس کی مماسی (tangential) اور ولاسٹی پر عمودا نہ ہو جائے

3.3 مندرجہ ذیل میں کون سی نان کونٹیکٹ فورس ہے؟

(الف) فرکشن (ب) ہوا کی مزاحمت (ج) الیکٹروسٹیٹک فورس (د) رسی میں تناؤ

3.4 ایک بال ابتدائی مومینٹم p کے ساتھ دیوار سے ٹکراتا ہے اور اُسی ولاسٹی سے واپس پلٹ آتا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد اُس کا مومینٹم p' ہوگا:

(الف) $p' = p$ (ب) $p' = -p$ (ج) $p' = 2p$ (د) $p' = -2p$

3.5 ایک ذرّہ جس کا ماس m ہے ولاسٹی v سے حرکت کرتا ہوا اُسی جتنے ماس والے ایک اور کھڑے ذرّے سے ٹکراتا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد پہلے ذرّے کی ولاسٹی ہوگی:

(الف) v (ب) $-v$ (ج) 0 (د) $-\frac{1}{2}$

3.6 مومینٹم کنزرویشن مساوی ہے:

(الف) نیوٹن کے پہلے قانونِ حرکت کے (ب) نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے

(ج) نیوٹن کے تیسرے قانونِ حرکت کے (د) ان تینوں قوانین میں سے کسی کے بھی نہیں

3.7 ایک 5 kg ماس کی شے $10\ m\ s^{-1}$ کی یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اب ایک کونسٹنٹ فورس 5 سیکنڈ کے لیے اُس پر عمل کرتی ہے اور اس کی ولاسٹی مخالف سمت میں $2\ m\ s^{-1}$ تک لے آتی ہے۔ اُس شے پر لگنے والی فورس ہوگی:

(الف) 5 N (ب) −10 N (ج) −12 N (د) −15 N

3.8 ایک بڑی فورس، بہت تھوڑے وقفے کے لیے کسی شے پر عمل کرتی ہے، اس صورتِ حال میں معلوم کرنا آسان ہے:

(الف) فورس کی عددی قیمت (ب) وقت کا دورانیہ

(ج) فورس اور وقت کا حاصل ضرب (د) ان میں سے کوئی نہیں

3.9 دو سطحوں کے درمیان فرکشن کم کرنے کے لیے عام طور پر ایک چکنا کرنے والا مادہ ڈالا جاتا ہے۔ یہ چکنا کرنے والا مادہ:

(الف) ٹمپریچر کم کرتا ہے (ب) بال بیئرنگ کا کام کرتا ہے

(ج) سطحوں کو براہِ راست آپس میں چھونے سے روکتا ہے (د) رولنگ فرکشن پیدا کرتا ہے

2 مختصر جوابات کے سوالات

3.1 حرکت میں کوئی فورس کیا تبدیلیاں لاسکتی ہے؟

3.2 کونٹیکٹ فورسز کی 5 مثالیں دیں۔

3.3 خلا میں کوئی شے یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔اس ولاسٹی کے ساتھ وہ کتنے وقت تک حرکت جاری رکھے گی؟

3.4 فورس کی امپلس کی تعریف کریں۔

3.5 زمین پر نیوٹن کا پہلا قانون کیوں ثابت نہیں ہوتا؟

3.6 آپ ایک کار میں بیٹھے ہوں تو جب وہ ریسٹ کی حالت سے یکدم حرکت شروع کرتی ہے تو آپ پیچھے سیٹ کی بیک کی طرف دبائے جاتے ہیں۔کیوں؟

3.7 نیوٹن کے دوسرے قانون میں جو فورس بیان کی گئی ہے وہ حاصل فورس ہے۔ایسا کیوں ہے؟

3.8 آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے کم ہوتی ہے؟

3.9 کسی شے کی ٹرمینل ولاسٹی کی تعریف کریں۔

3.10 ایک خلانورد خلا میں چلتے ہوئے اپنے سپیس شپ (Spaceship) کو واپس جانے کے لیے ایک دستی راکٹ فائر کرتا ہے۔وہ کس سمت میں راکٹ فائر کرتا ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

3.1 برف پر سکیٹنگ کرنے والے دو اشخاص جن کے وزن 60 kg اور 80 kg ہیں برف کے ٹریک پر ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں۔ 60 kg والا سکیٹر $4\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔تمام قسم کے حساب کتاب کو مدِنظر رکھتے ہوئے وضاحت کریں کہ اس صورتِ حال پر نیوٹن کے تیسرے قانون کا اطلاق کیسے ہوتا ہے؟

3.2 ائیر بیگ حفاظت کے طور پر گاڑیوں میں لگائے جاتے ہیں۔مومینٹم کے لحاظ سے سیٹ بیلٹس کی نسبت ائیر بیگ زیادہ فائدہ مند کیوں ہیں؟

3.3 ایک گھوڑا، گاڑی کو کھینچنے سے انکار کر دیتا ہے۔گھوڑا یہ دلیل دیتا ہے۔''نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق میں گاڑی پر جتنی فورس لگاؤں گا، گاڑی اتنی ہی فورس مخالف سمت میں مجھ پر لگا دے گی۔چونکہ مجموعی طور پر فورس صفر ہوگی اس لیے گاڑی میں ایکسلریشن پیدا کرنے (کھینچنے) کا میرے پاس کوئی موقع نہیں ہے۔'' اس دلیل میں کیا غلط ہے؟

3.4 جب ایک کرکٹ بال کو اونچی ہٹ لگائی جاتی ہے تو کوئی فیلڈر اس کو کیچ کرنے کی کوشش کرتا ہے۔بال کو دبوچتے ہوئے وہ ہاتھوں کو پیچھے کی طرف کھینچتا ہے۔کیوں؟

3.5 جب کوئی شخص ایک چھوٹی کشتی میں سے دریا کے کنارے پر چھلانگ لگاتا ہے تو اکثر چھلانگ لگانے والا پانی میں گر جاتا ہے۔اس کی وضاحت کریں۔

3.6 تصور کریں کہ جب ہر شے میں فرکشن ختم ہو جائے تو روزمرہ زندگی کا منظر کیا ہو سکتا ہے؟

4 تفصیلی سوالات

3.1 عملی مثالوں کے ساتھ فورس کے تصور کی وضاحت کریں۔

3.2 نیوٹن کے قوانینِ حرکت بیان کریں۔

3.3 مومینٹم کی تعریف کریں اور مومینٹم کے لحاظ سے نیوٹن کا دوسرا قانونِ حرکت بیان کریں۔

3.4 مومینٹم کنزرویشن کا اصول بیان کریں اور اس کی وضاحت کریں۔

3.5 دو سطحوں کے درمیان فرکشن کو مدِ نظر رکھتے ہوئے میز پر کسی بلاک کی حرکت بیان کریں۔ سٹیٹک فرکشن اور کائی نیٹک فرکشن کیا ہوتی ہیں؟

3.6 ٹائر کی سطح اور بریک لگانے کی فورس کے سیاق و سباق کے ساتھ گاڑیوں کی حرکت میں فرکشن کے اثرات کی وضاحت کریں۔

5 حسابی سوالات

3.1 ایک 10 kg ماس کا بلاک ایک ہموار افقی سطح پر پڑا ہوا ہے۔ 5 N کی ایک افقی فورس بلاک پر لگائی جاتی ہے۔ معلوم کریں:
(الف) بلاک میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن (ب) 5 سیکنڈ کے بعد بلاک کی ولاسٹی
($0.5\ m\ s^{-2}$, $2.5\ m\ s^{-1}$)

3.2 ایک شخص کا ماس 80 kg ہے۔ زمین پر اُس کا وزن کتنا ہوگا؟ چاند پر اس کا وزن کتنا ہوگا؟ چاند پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کی قیمت $1.6\ m\ s^{-2}$ ہے۔
(800 N, 128 N)

3.3 800 kg کار کی ولاسٹی 10 سیکنڈ میں $10\ m\ s^{-1}$ سے بڑھا کر $30\ m\ s^{-1}$ تک لے جانے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟
(1600 N)

3.4 5 g ماس کی ایک گولی بندوق سے چلائی گئی ہے۔ گولی $300\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے نکلتی ہے۔ اگر بندوق کا ماس 10 kg ہو تو بندوق کی پیچھے کی طرف سپیڈ کتنی ہوگی؟
($-0.15\ m\ s^{-1}$)

3.5 ایک خلانورد کا ماس 75 kg ہے۔ وہ 300 g کا ایک رنچ $3.5\ m\ s^{-1}$ کی سپیڈ سے پھینکتا ہے۔ معلوم کریں:
(الف) خلانورد کی سپیڈ جس سے وہ پیچھے کی طرف حرکت کرتا ہے۔ (ب) خلانورد کا 30 منٹ میں طے کردہ فاصلہ۔
($-1.5 \times 10^{-2}\ m\ s^{-1}$, 27 m)

3.6 ایک مال گاڑی کی 6.5×10^3 kg ماس کی بوگی $0.8\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ ایک اور 9.2×10^3 kg ماس کی بوگی $1.2\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کرتی ہوئی پیچھے سے آ کر پہلی بوگی سے ٹکراتی ہے اور اس کے ساتھ جڑ جاتی ہے۔ جڑنے کے بعد دونوں بوگیوں کی مشترکہ ولاسٹی معلوم کریں۔
($1.03\ m\ s^{-1}$)

3.7 ایک 55 kg ماس کا سائیکل سوار 5 kg ماس کے بائیسکل کی سواری کرتا ہے۔ وہ ریسٹ کی حالت سے چلتا ہے اور 8 سیکنڈ تک 90 N کی فورس لگاتا ہے۔ اب وہ اگلے 8 سیکنڈ تک یکساں سپیڈ سے حرکت جاری رکھتا ہے۔ سائیکل سوار کا کُل طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔
(144 m)

3.8 0.4 kg ماس کا ایک گیند 1.8 m کی بلندی سے فرش پر گرایا جاتا ہے۔ گیند عموداً اُوپر کی طرف 0.8 m تک اُچھلتا ہے۔ فرش کی بال پر لگائی گئی امپلس کی عددی قیمت اور سمت کیا ہوگی؟
(4N s، اُوپر کی طرف)

3.9 0.2 kg اور 0.4 kg کے دو بال بالترتیب $20\ m\ s^{-1}$ اور $5\ m\ s^{-1}$ کی ولاسٹی سے ایک دوسرے کی طرف جا رہے ہیں۔ ٹکراؤ کے بعد 0.2 kg بال کی ولاسٹی $6\ m\ s^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ 0.4 kg بال کی ولاسٹی کیا ہوگی؟
($2\ m\ s^{-1}$)

باب 4

فورس کے گھمانے کے اثرات
(Turning Effects of Force)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- لائنگ اور ان لائنگ پیرالل فورسز کے درمیان فرق کر سکیں۔
- فورسز کے گھمانے کے اثرات پر مبنی مسائل کا تجزیہ کر سکیں:

(طلبہ کو معلوم ہونا چاہیے کہ ٹارک = فورس × محور سے عمودی فاصلہ اور اسے آسان مسائل میں استعمال کرنے کے قابل ہوں۔ حقیقی زندگی میں گھمانے کے اثرات کی مثالیں اور اطلاقات بتا سکیں)

- سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریویٹی کے معنی بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ پلمب لائن کا استعمال کرتے ہوئے پلین تختے کے سینٹر آف گریویٹی کی پوزیشن کیسے معلوم کی جائے۔
- توازن کی مختلف حالتوں کی وضاحت اور شناخت کر سکیں:

(اس میں توازن کی اقسام، شرائط اور حالتیں شامل ہیں، اور ان کی روزمرہ زندگی سے مثالوں کی نشاندہی کریں۔)

- سادہ اجسام کے (توازن میں) قیام پذیری پر سنٹر آف گریویٹی کی پوزیشن کے اثرات کا معیاری طور پر تجزیہ کر سکیں۔
- تجویز کر سکیں کہ کسی جسم کی قیام پذیری کو کیسے بہتر بنایا جا سکتا ہے: (سنٹر آف ماس کو نیچے کر کے اور جسم کے بنیادی ایریا کو بڑھا کر)۔
- قیام پذیری کی فزکس کے حقیقی زندگی میں اطلاقات کی وضاحت کر سکیں:

(یہ تصور انجینئرنگ ٹیکنالوجی میں متوازن کھلونوں اور ریسنگ کاروں کے لیے مرکزی حیثیت رکھتا ہے)۔

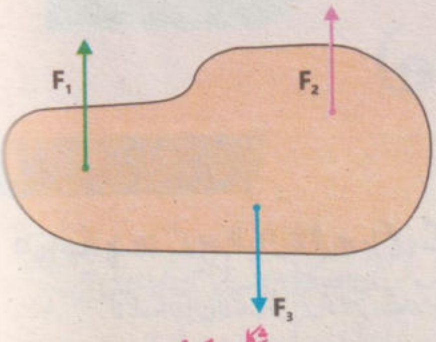
- گھومنے والے اجسام کی حرکت کی معیاری طور پر پیش گوئی کریں: (وضاحت کریں کہ نیوٹن کے پہلے قانون کی طرح، ایک جسم جو گھوم رہا ہے وہ اسی سپیڈ سے گھومتا رہے گا جب تک کہ اس پر حاصل مومنٹ عمل نہ کرے، جس کی وجہ سے وہ اپنی گھومنے کی سپیڈ کو بڑھا یا کم کر سکے گا۔)
- سنٹری پیٹل فورس کی وجہ سے دائرہ میں حرکت کو معیاری طور پر بیان کر سکیں۔
- سنٹری پیٹل فورس کے ذرائع کی حقیقی زندگی کی مثالوں سے نشاندہی کر سکیں:

(جیسے پتھر کو گھمانے کے لیے رسی میں تناؤ، یا زمین کے گرد چاند کی مدار میں حرکت کے لیے گریویٹی)۔

ہم جانتے ہیں کہ فورس ایک ویکٹر مقدار ہے، اس لیے یہ صرف کسی خاص سمت ہی میں عمل کرتی ہے۔ کچھ فورسز کسی جسم میں ایکسلریشن یا ڈی سیلریشن پیدا کرتی ہیں، کچھ اسے کسی نقطے کے گرد گھماتی ہیں اور کچھ فورسز مخالف سمتوں میں عمل کرتے ہوئے ایک دوسری کا اثر زائل کر دیتی ہیں۔

وہ تمام فورسز جو ایک دوسری کے متوازی عمل کرتی ہیں انھیں پیرالل فورسز (Parallel Forces) کہا جاتا ہے۔ جن نقاط پر یہ فورسز عمل کرتی ہیں وہ مختلف ہو سکتے ہیں۔

4.1 لائک اور اَن لائک پیرالل فورسز (Like and Unlike Forces)



شکل 4.1

اگر پیرالل فورسز ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہوں تو انھیں لائک پیرالل فورسز کہا جاتا ہے اور اگر ان کی سمتیں ایک دوسری کے مخالف ہوں تو انھیں اَن لائک پیرالل فورسز کہا جاتا ہے۔ تین فورسز F_1 ، F_2 اور F_3 شکل (4.1) میں دکھائی گئی ہیں جو کہ ایک ٹھوس جسم کے مختلف نقاط پر عمل کر رہی ہیں۔ یہاں پر F_1 اور F_2 فورسز لائک پیرالل فورسز ہیں لیکن F_2 اور F_3 اَن لائک پیرالل فورسز ہیں۔

4.2 فورسز کی جمع (Addition of Forces)

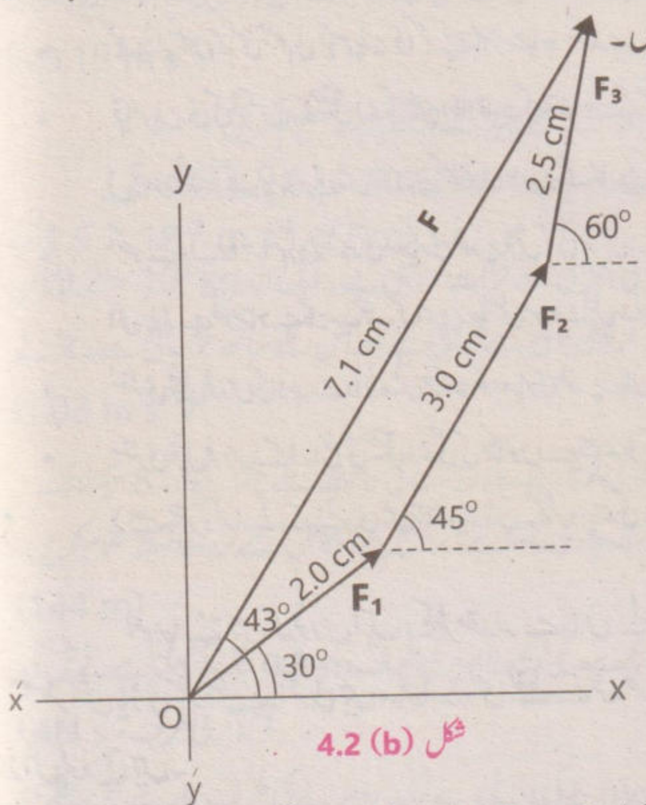
باب 2 میں ہم نے ویکٹرز اور انھیں ظاہر کرنے کا طریقہ پڑھا ہے۔ یاد رہے کہ اگر ویکٹرز کو کسی بھی ترتیب سے جمع کیا جائے تو حاصل جمع اُتنا ہی ہوگا۔ چونکہ فورسز بھی ویکٹرز ہیں لہٰذا فورسز بھی ہیڈ۔ٹو۔ٹیل رُول کی مدد سے جمع کی جا سکتی ہیں۔

ایک ہی پلین (Plane) میں عمل کرنے والی دو یا دو سے زیادہ فورسز کا حاصل جمع معلوم کرنے کا طریقہ نیچے دی گئی مثال واضح کردے گی۔

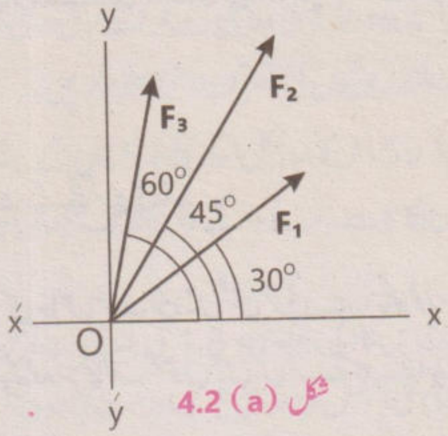
مثال 4.1:

تین فورسز F_1 ، F_2 اور F_3 کو جمع کرنا ہے۔ ان کی عددی قیمت بالترتیب 200 N ، 300 N اور 250 N ہے اور یہ فورسز x۔ایکسز کے ساتھ 30° ، 45° اور 60° کے زاویے بناتی ہیں۔

ایک مناسب سکیل کا انتخاب کرتے ہوئے یعنی 100 N = 1cm ،ہم فورس ویکٹرز ظاہر کر سکتے ہیں جیسا کہ شکل (4.2a) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 4.2 (b)



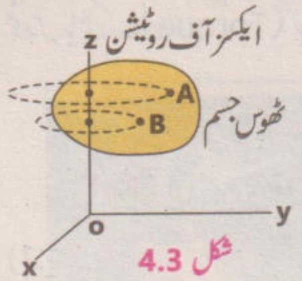
شکل 4.2 (a)

حاصل جمع فورس ویکٹر کی لمبائی 7.1 cm ہے۔ منتخب کی گئی سکیل کے مطابق حاصل جمع فورس **F** کی عددی قیمت 710 N بنتی ہے اور اس کی سمت x۔ایکسز کے ساتھ 43° کا زاویہ ہے۔

4.3 فورس کے گھمانے کا اثر (Turning Effect of a Force)

ابھی تک ہم نے یہ پڑھا ہے کہ ایک مجموعی (Net) فورس کسی شے میں ایکسلریشن پیدا کر کے اس کی سیدھی حرکت پر اثر انداز ہوتی ہے۔ چونکہ ٹھوس چیزیں گھوم بھی سکتی ہیں، اس لیے ہمیں اپنے تصور کو کسی فورس کے گھمانے کے اثر تک بڑھانا ہوگا۔ جب ہم کوئی دروازہ کھولتے یا بند کرتے ہیں تو ہم فورس لگاتے ہیں۔ فورس دروازے کو اس کے قبضے (hinge) کے گرد گھماتی ہے۔ اسے فورس کے گھمانے کا اثر کہا جاتا ہے۔ اسی طرح جب ہم پانی کی ٹونٹی کھولتے یا بند کرتے ہیں تو فورس کے گھمانے کا اثر استعمال کرتے ہیں۔ آیئے فورس کے گھمانے کے اثر کا مطالعہ کرنے کے لیے پہلے ہم چند اصطلاحات کی تعریف کریں۔

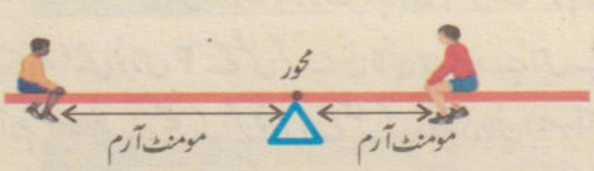
اگر کسی جسم پر فورس لگنے کے باوجود اس کے کوئی سے دو نقاط کے درمیان فاصلہ وہی رہتا ہے تو ایسے جسم کو ٹھوس جسم کہتے ہیں۔



شکل 4.3

گھومتے ہوئے ٹھوس جسم کے تمام ذرّات فکسڈ دائروں ہی میں گھومتے ہیں، جیسا کہ شکل (4.3) میں دکھایا گیا ہے۔ ان دائروں کے مرکزوں کو ملانے والی سیدھی لائن ایکسز آف روٹیشن یا محود کہلاتی ہے۔ اس شکل میں یہ OZ ہے۔ آیئے ہم کسی فورس کے گھمانے کے اثر کا مشاہدہ کرنے کے لیے ایک سرگرمی کرتے ہیں۔

سرگرمی 4.1:



ٹیچر اپنی کلاس کو کھیلنے کے لیے میدان میں لے جائیں جہاں کوئی "سی۔سا" موجود ہو۔ ایک ہلکے بچے کو بائیں طرف اور ایک بھاری بچے کو سی۔سا کے دائیں طرف بٹھادیں۔ محور سے دونوں بچوں کا فاصلہ برابر ہونا چاہیے۔ ہر بچہ اپنے وزن کے برابر نیچے کی طرف فورس لگاتا ہے۔ کیا بھاری بچہ نیچے جُھک جاتا ہے؟ ہاں! کیونکہ وہ زیادہ فورس لگا رہا ہے۔ اب بھاری بچے کو محور کے قریب کردیں اور ہلکے بچے کو محور سے دُور کردیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پھر طلبہ سے پوچھیں کہ انھوں نے کیا مشاہدہ کیا؟

آپ دیکھیں گے کہ "سی۔سا" اب مخالف سمت میں جُھک جاتا ہے اور ہلکا بچہ نیچے جُھک جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی فورس کے گھمانے کا اثر صرف اُس کی عددی قیمت پر منحصر نہیں ہوتا بلکہ اُس لوکیشن (مقام) پر بھی ہوتا ہے جہاں یہ عمل کرتی ہے۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ جتنی زیادہ فورس ہوگی اتنا ہی زیادہ اس کا گھمانے کا اثر بھی ہوگا۔ علاوہ ازیں ایکسز آف روٹیشن سے فورس کا عمودی فاصلہ جتنا زیادہ ہوگا اتنا ہی زیادہ اس کا گھمانے کا اثر ہوگا۔

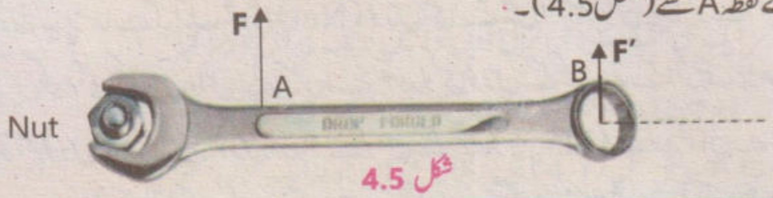
وہ لائن جس کے ساتھ فورس عمل کرتی ہے اسے فورس کے عمل کی لائن کہا جاتا ہے۔

کسی فورس کے عمل کرنے کی لائن کا ایکسز آف روٹیشن سے عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم یا صرف مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔

شکل 4.4

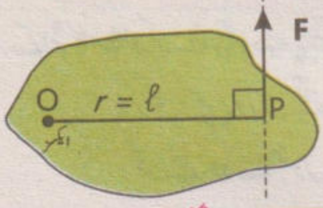
دونوں بچوں کے مومنٹ آرم اوپر دی گئی شکل میں دکھائے گئے ہیں۔ کسی فورس کے گھمانے کے اثر کا مشاہدہ کرنے کے لیے اور بھی بہت سی مثالیں ہیں۔ کسی دروازے کو قبضے کے قریب سے دھکیل کر کھولنا مشکل ہے بہ نسبت اس کے ہینڈل کے ذریعے (شکل 4.4)۔ یہی وجہ ہے کہ دروازوں اور کھڑکیوں کے ہینڈل قبضے سے دُور فاصلے پر لگائے جاتے ہیں تاکہ کم فورس لگا کر فورس کا مومنٹ بڑھایا جائے۔ اس سے دروازے کھولنا یا بند کرنا آسان

ہو جاتا ہے۔ اسی طرح کسی نٹ (nut) کو رنچ (Spanner) سے کھولنے کے لیے زیادہ فورس لگانا پڑے گی اگر آپ اسے نٹ کے قریب سے پکڑیں مثلاً B کی بجائے نقطہ A سے (شکل 4.5)۔



شکل 4.5

مومنٹ آف فورس (Moment of Force)



شکل 4.6

کسی فورس کے گھمانے کے اثر کی پیمائش ایک ایسی مقدار سے کی جاتی ہے جسے مومنٹ آف فورس یا ٹارک (Torque) کہا جاتا ہے۔

کسی فورس کا مومنٹ یا ٹارک، فورس اور اس کے مومنٹ آرم کے حاصلِ ضرب کے برابر ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

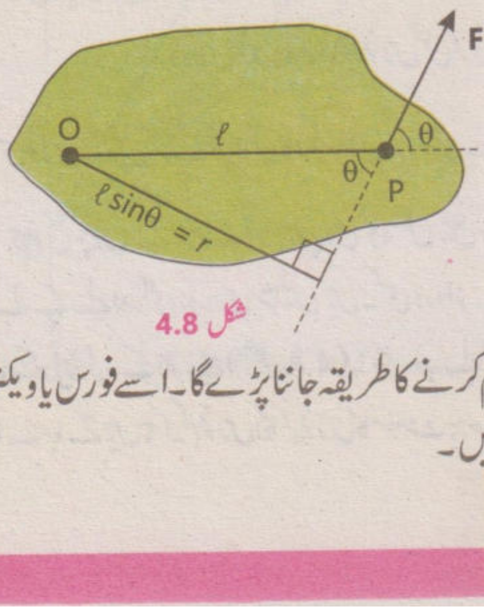
فورس کی مومنٹ، بوتل کا ڈھکن کھولنے میں استعمال ہوتی ہے۔ بوتل کھولتے وقت لمبے آرم پر لگائی گئی تھوری فورس بھی زیادہ ٹارک پیدا کرتی ہے۔

ٹارک کی عددی قیمت یہ ہوگی:

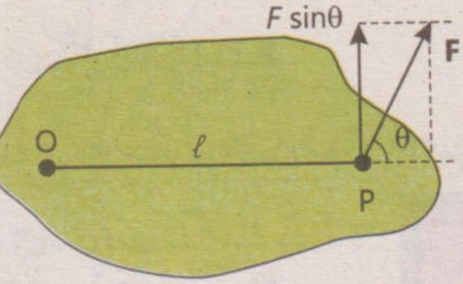
$$\tau = F \times \ell \quad ....(4.1)$$

جس میں τ (ٹا) ٹارک ہے اور ℓ مومنٹ آرم ہے۔ شکل (4.6) میں فورس **F** کے عمل کرنے کی لائن r پر عمود ہے اس لیے مومنٹ آرم $r = \ell$ یاد رکھیں کہ اگر فورس کے عمل کرنے والی لائن ایکسز آف روٹیشن میں سے گزرے تو فورس کا ٹارک صفر ہوگا کیونکہ اس کا مومنٹ آرم صفر ہو جاتا ہے۔ اگر فورس کسی شے کو ایکسز کے گرد اینٹی کلاک وائز (Anticlockwise) گھمانے کی کوشش کرتی ہے تو ٹارک مثبت (Positive) ہوگا اور اگر کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرے تو ٹارک منفی (Negative) ہوگا۔ ٹارک کا SI یونٹ نیوٹن میٹر (N m) ہے۔

کئی صورتوں میں ایکسز سے نقطہ P جہاں فورس لگ رہی ہے کو ملانے والی لائن فورس **F** پر عمود نہیں ہوتی۔ اس لیے ℓ = OP فورس **F** کا مومنٹ آرم نہیں ہوگا۔ ایسی صورتوں میں ہمیں فورس **F** کا وہ جزو معلوم کرنا پڑے گا جو لائن ℓ = OP پر عمود ہو (شکل 4.7) یا پھر ℓ کا جزو (Component) r معلوم کرنا ہوگا جو فورس **F** کے عمل کرنے والی لائن پر عمود ہو (شکل 4.8)۔



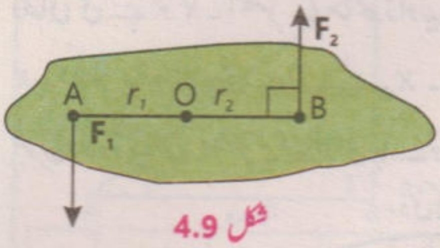
شکل 4.8



شکل 4.7

اس کے لیے ہمیں کسی فورس یا ویکٹر کے عمودی اجزا معلوم کرنے کا طریقہ جاننا پڑے گا۔ اسے فورس یا ویکٹر کو عمودی اجزا میں تقسیم کرنا (Resolution of Forces) بھی کہتے ہیں۔

کپل (Couple)



شکل 4.9

کپل ایک خاص قسم کا ٹارک ہے۔ہم اپنی روزمرہ زندگی میں کئی جگہوں پر دیکھتے ہیں کہ جہاں پر دو برابر مخالف پیرالل فورسز لگا کر ٹارک پیدا کیا جاتا ہے۔مثال کے طور پر جب ہم پانی کی ٹونٹی کھول یا بند کر رہے ہوں، تالے میں چابی گھمار ہے ہوں، کسی جار کا ڈھکن کھول رہے ہوں یا کسی موٹر کار کے سٹیئرنگ وھیل کو گھمار ہے ہوں تو ہم دو برابر اور مخالف سمتوں میں فورسز لگاتے ہیں۔اس طریقے سے پیدا کیا گیا ٹارک کپل کہلاتا ہے۔

جب دو برابر اور مخالف سمتوں میں پیرالل فورسز کسی جسم کے دو مختلف نقاط پر عمل کرتی ہیں تو وہ کپل بناتی ہیں۔

گاڑیوں کا سٹیئرنگ وھیل

کسی گاڑی کو موڑنے کے لیے اس کے سٹیئرنگ وھیل پر کپل لگایا جاتا ہے۔دلچسپ بات یہ ہے کہ آج کل گاڑیوں میں چھوٹے قطر کا سٹیئرنگ وھیل لگایا جاتا ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ زیادہ تر گاڑیوں میں پاور سٹیئرنگ ہوتا ہے۔جس میں ایک پمپ کے ذریعے ایک قسم کا مائع دھکیلا جاتا ہے تاکہ وھیل کو گھمانے کے لیے کم فورس لگانی پڑے۔نتیجتاً سٹیئرنگ وھیل بہت آسانی سے گھوم جاتا ہے۔

مثال 4.2

شکل 4.10

25 cm لمبا ایک رینچ ،نٹ کھولنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ اگر رینچ کے دوسرے سرے پر 400 N کی فورس لگائی جائے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے،تو نٹ پر لگنے والا ٹارک کتنا ہوگا؟

حل:

رینچ کی لمبائی $= \ell = 25\text{ cm} = 0.25\text{ m}$

فورس $= F = 400\text{ N}$

ٹارک $= \tau = ?$

مساوات (4.1) کی رُو سے $\tau = F \times \ell$

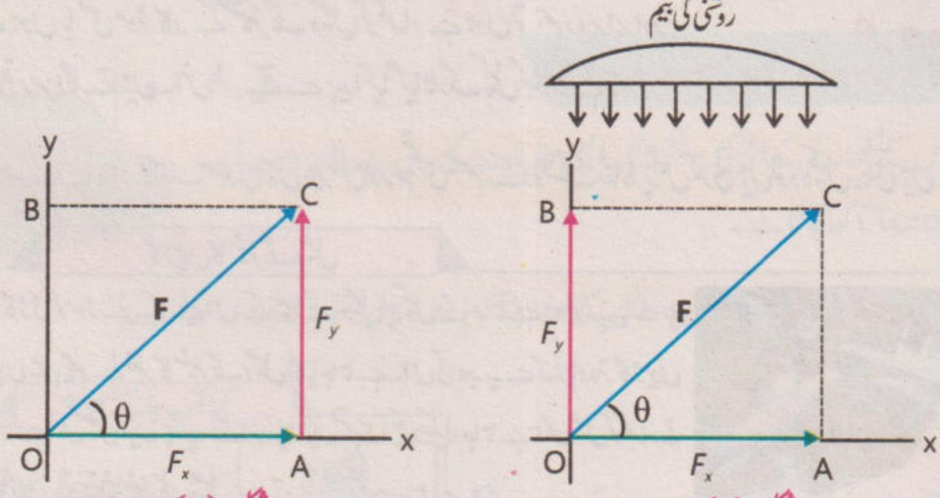
قیمتیں درج کرنے سے $\tau = 400\text{ N} \times 0.25\text{ m} = 100\text{ N m}$

4.4 ویکٹرز کے عمودی اجزا (Resolution of Vectors)

ہیڈ۔ٹو۔ٹیل رُول سے دو یا زیادہ ویکٹرز کو جمع کر کے حاصل ویکٹر معلوم کیا جاسکتا ہے۔اس کے برعکس کسی دیے گئے ویکٹر کو دو یا دو سے زیادہ حصوں میں تقسیم بھی کیا جاسکتا ہے۔تب یہ حصے دیے گئے ویکٹر کے اجزا (Components) کہلاتے ہیں۔اگر ان اجزا کو جمع کیا جائے تو ان اجزا کا حاصل ویکٹر دیے گئے ویکٹر کے برابر ہوگا۔کسی فورس کو اس کے اجزا میں تقسیم کرنا ریزولیوشن آف فورس (Resolution of Force) کہلاتا ہے۔

عام طور پر کسی فورس کو دو اجزا میں تقسیم کیا جاتا ہے جو ایک دوسرے پر عمود ہوتے ہیں۔یہ اُس (فورس) کے عمودی اجزا کہلاتے ہیں۔

آیئے ایک فورس ویکٹر **F** کو اس کے عمودی اجزا میں تقسیم کریں۔ کسی جسم پر عمل کرنے والی ایک فورس **F** شکل (a) 4.11 میں دکھائی گئی ہے جو x ۔ ایکسز کے ساتھ زاویہ θ بناتی ہے۔ تصور کریں کہ ویکٹر **F** کے اوپر روشنی کی ایک بیم رکھی گئی ہے۔ چونکہ روشنی x ۔ ایکسز پر عموداً پڑ رہی ہے اس لیے یہ x ۔ ایکسز پر ویکٹر **F** کا سایہ بنا رہی ہے۔ ہم اس سائے کو ویکٹر **F** کا x ۔ جُزو کہتے ہیں۔ اسی طرح اگر روشنی y ۔ ایکسز پر عموداً ڈالی جائے تو y۔ ایکسز پر ویکٹر **F** کا سایہ اس کا y ۔ جُزو ہوگا۔



شکل (b) 4.11　　　　شکل (a) 4.11

کسی ویکٹر کا کسی مطلوبہ سمت میں جُزو اُس کی موثر قیمت کے برابر ہوتا ہے۔

عملی طور پر x اور y اجزا، ویکٹر **F** کے سرے سے دونوں ایکسز پر عمود گرا کر کھینچے جا سکتے ہیں۔ ویکٹر **F** کے x ۔ جُزو کو افقی جزو F_x لکھا جاتا ہے اور y ۔ جُزو کو عمودی جزو F_y لکھا جاتا ہے۔ شکل (b) 4.11 سے بخوبی پتہ چل رہا ہے کہ **F** ویکٹر اس کے اجزا F_x اور F_y کا حاصل جمع ویکٹر ہے۔ اس لیے F_x اور F_y ویکٹر **F** کے عمودی اجزا ہیں۔

عمودی اجزا کی عددی قیمتیں شکل (b) 4.11 میں قائمۃ الزاویہ مثلث OAC سے معلوم کی جا سکتی ہیں۔

$$\frac{OA}{OC} = \cos\theta$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$\frac{F_x}{F} = \cos\theta$$

$$F_x = F\cos\theta \qquad \text{...... (4.2)}$$

اسی طرح

$$\frac{AC}{OC} = \sin\theta$$

یا

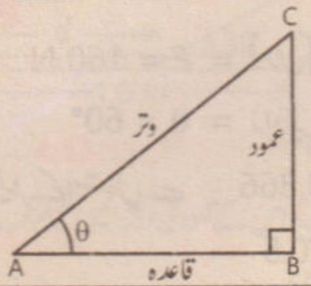
$$\frac{F_y}{F} = \sin\theta$$

$$F_y = F\sin\theta \qquad \text{... .... (4.3)}$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

تنی ہوئی رسی پر چلنے والا اپنے ہاتھ میں بانس پکڑ کر توازن برقرار رکھتا ہے۔ یہ ''مومنٹس کے اصول'' کا اطلاق ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے



θ	sinθ	cosθ	tanθ
0°	0	1.0	0
30°	$\frac{1}{2}$ = 0.5	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0.866	$\frac{1}{\sqrt{3}}$ = 0.577
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ = 0.707	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ = 0.707	1.0
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0.866	$\frac{1}{2}$ = 0.5	$\sqrt{3}$ = 0.866
90°	1.0	0	∞ لامحدود

ٹرگنومیٹری کی نسبتیں (Trignometric Ratios)

ٹرگنومیٹری، ریاضی کی ایک برانچ ہے جو قائمۃ الزاویہ مثلث کی خصوصیات سے متعلق ہے۔ سامنے شکل میں قائمۃ الزاویہ مثلث ABC دکھائی گئی ہے۔ زاویہ A کو θ سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ضلع AB کو قاعدہ، ضلع BC کو عمود اور ضلع AC کو وتر کہتے ہیں۔ کوئی سی بھی دو اضلاع کی نسبت کو یہ نام دیے گئے ہیں۔

$$\frac{\text{عمود}}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AC} = \text{sine}\ \theta$$

$$\frac{\text{قاعدہ}}{\text{وتر}} = \frac{AB}{AC} = \text{cosine}\ \theta$$

$$\frac{\text{عمود}}{\text{قاعدہ}} = \frac{BC}{AB} = \text{tangent}\ \theta$$

آسانی کے لیے sine θ ، cosine θ اور tangent θ کو بالترتیب sin θ ، cos θ اور tan θ لکھا جاتا ہے۔ بار بار استعمال ہونے والے زاویوں کی نسبتوں کی قیمتیں سامنے ٹیبل میں دی گئی ہیں۔

4.5 عمودی اجزا سے فورس معلوم کرنا (Determination of a Force from its Perpendicular Components)

اگر کسی فورس کے عمودی اجزا دیے گئے ہوں تو اُس فورس کی عددی قیمت اور سمت معلوم کی جا سکتی ہے۔ قائمۃ الزاویہ مثلث OAC (شکل 4.11 b) پر فیثاغورث کا قانون استعمال کریں۔

$$(OC)^2 = (OA)^2 + (AC)^2$$

$$F^2 = F_x^{\,2} + F_y^{\,2}$$

$$F = \sqrt{F_x^{\,2} + F_y^{\,2}} \quad ....(4.4)$$

لہٰذا مساوات (4.4) استعمال کر کے مطلوبہ ویکٹر **F** کی عددی قیمت *F* معلوم کی جا سکتی ہے۔ ویکٹر **F** کی سمت کے لیے

$$\tan\theta = \frac{F_y}{F_x}$$

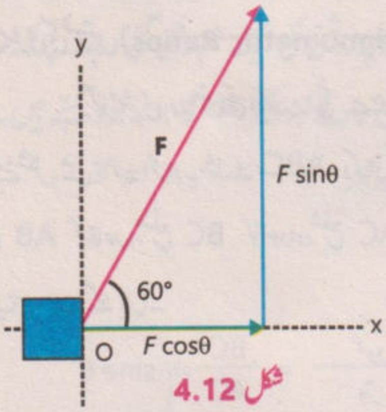
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) \quad ....(4.5)$$

ٹرگنومیٹری کی نسبتوں کا ٹیبل دیکھ کر یا کیلکولیٹر سے زاویہ θ (تھیٹا) کی قیمت معلوم کی جا سکتی ہے۔

مثال 4.3:

ایک 160 N کی فورس لکڑی کے ایک بکس پر افقی سمت کے ساتھ 60° کا زاویہ بنا کر عمل کر رہی ہے۔ اس کے *x* اور *y* اجزا معلوم کریں۔

حل:



شکل 4.12

$F = 160\ N$ = فورس کی عددی قیمت

$\theta = 60°$ = زاویہ

کیلکولیٹر کے استعمال سے $\sin\theta = \sin 60° = 0.866$

$\cos\theta = \cos 60° = 0.5$

مساوات (4.2) کے مطابق x ۔جُزو $F_x = F\cos\theta$

قیمتیں درج کرنے سے $F_x = 160\ N \times 0.5 = 80\ N$

مساوات (4.3) کے مطابق y ۔جُزو $F_y = F\sin\theta$

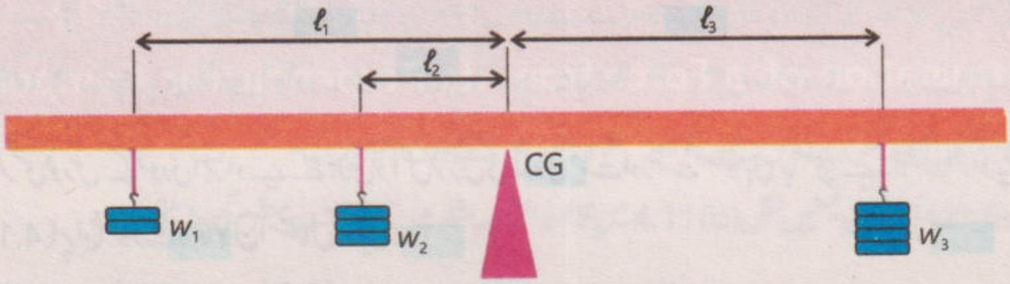
قیمتیں درج کرنے سے $F_y = 160N \times 0.866 = 138.6\ N$

4.6 مومنٹس کا اصول (Principle of Moments)

مومنٹس کا اصول سمجھنے کے لیے ایک سرگرمی کرتے ہیں:

سرگرمی 4.2

ایک میٹر رُول کو اس کے سنٹر آف گریویٹی (CG) کے نیچے فانا (Wedge) رکھ کر اس طرح بیلنس کریں کہ رُول افقی حالت میں رہے۔ دو باٹ w_1 اور w_2 میٹر رُول کے ایک طرف سنٹر سے ℓ_1 اور ℓ_2 کے فاصلے پر لٹکائیں اور ایک تیسرا باٹ w_3 دوسری طرف ℓ_3 فاصلے پر لٹکائیں کہ میٹر رُول دوبارہ بیلنس ہو جائے۔



اوزان w_1 اور w_2 میٹر رُول کو CG کے گرد اینٹی کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرتے ہیں جبکہ w_3 اسے کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرتا ہے۔ اوزان کے مومنٹس کی قیمتیں $w_1 \times \ell_1$ ، $w_2 \times \ell_2$ اور $w_3 \times \ell_3$ ہیں۔ جب میٹر رُول بیلنس ہو گا تو:

کل کلاک وائز مومنٹس = کل اینٹی کلاک وائز مومنٹس

$$w_1 \times \ell_1 + w_2\,\ell_2 = w_3 \times \ell_3 \quad \text{.................................(4.6)}$$

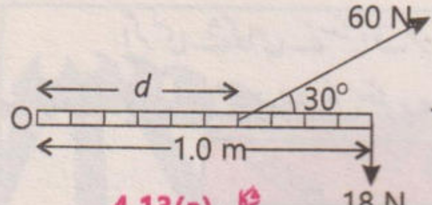
یہ مومنٹس کا اصول کہلاتا ہے۔ جس کو یوں بیان کریں گے:

> جب کوئی شے توازن کی حالت میں ہو گی تو کسی نقطے کے گرد کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ، اُس نقطے کے گرد اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے مجموعہ کے برابر ہو گا۔

مثال 4.4:

ایک میٹر رُول کو میز پر رکھ کر اُس کے ایک سرے میں ایسے پن لگا دی گئی ہے کہ یہ افقی طور پر آزادانہ گھوم سکے۔ میٹر رُول کے آزاد سرے پر

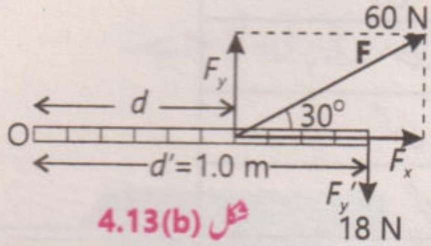
18 N کی ایک فورس اس پر عموداً لگائی گئی ہے۔ایک 60 N کی دوسری فورس میٹر رُول کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے لگائی گئی ہے جیسا کہ شکل (4.13-a) میں دکھایا گیا ہے۔ دوسری فورس میٹر رُول کے پن والے سرے سے کتنے فاصلے پر لگنی چاہیے کہ میٹر رُول نہ گھومے؟



شکل 4.13(a)

حل:

افقی سطح پر میٹر رُول کا وزن اثر انداز نہیں ہوگا۔فورس **F** جس کی قیمت 60 N ہے کو اس کے عمودی اجزا میں تقسیم کرتے ہیں جو نقطہ O سے d فاصلے پر عمل کرتے ہیں۔اجزا یہ ہیں:



شکل 4.13(b)

$$F_x = 60\text{ N} \times \cos 30^\circ = 60\text{ N} \times 0.866 = 51.96\text{ N}$$

$$F_y = 60\text{ N} \times \sin 30^\circ = 60\text{ N} \times 0.5 = 30\text{ N}$$

چونکہ جزو F_x، ایکسز آف روٹیشن سے گزرتا ہے، اس کا ٹارک صفر ہوگا۔30 N فورس کا ٹارک τ_1 مثبت ہوگا جب کہ 18 N فورس کا ٹارک τ_2 منفی ہوگا۔ جب یہ دو ٹارک ایک دوسرے کو زائل (Balance) کر دیں گے، تب یہ میٹر رُول نہیں گھومے گی۔یعنی

$$\tau_1 = \tau_2 \qquad F_y \times d = F_y' \times d'$$

$$30\text{ N} \times \text{d} = 18\text{ N} \times 1\text{ m}$$

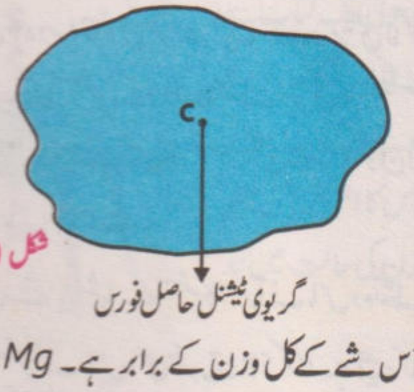
یا

$$d = \frac{18\text{ N} \times 1\text{ m}}{30\text{ N}} = 0.6\text{ m}$$

4.7 سنٹر آف گریویٹی اور سنٹر آف ماس (Centre of Gravity and Centre of Mass)

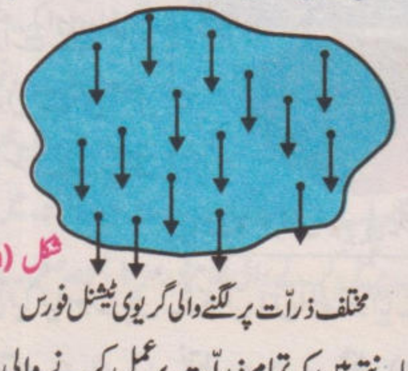
کوئی بھی شے چھوٹے چھوٹے بہت زیادہ ذرّات سے مل کر بنی ہوتی ہے۔ ہر ذرّے پر زمین کے مرکز کی طرف گریوی ٹیشنل فورس عمل کرتی ہے (شکل 4.14-a)۔کوئی بھی شے زمین کے مقابلے میں بہت چھوٹی ہے اس لیے تمام ذرّات پر g کی قیمت یکساں ہوگی۔ لہٰذا ہر ذرّے پر اتنی ہی فورس mg لگتی ہے۔ چونکہ یہ تمام فورسز متوازی ہیں اور ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں اس لیے ان کی حاصل فورس ان تمام فورسز کے مجموعہ کے برابر ہوگی جیسا کہ شکل (4.14-b) میں دکھایا گیا ہے،

یعنی Σmg = حاصل فورس، جس میں Σ (سِگما) کا مطلب مجموعہ ہے۔



شکل 4.14(b)

گریوی ٹیشنل حاصل فورس


شکل 4.14(a)

مختلف ذرّات پر لگنے والی گریوی ٹیشنل فورس

ہم جانتے ہیں کہ تمام ذرّات پر عمل کرنے والی فورسز کا مجموعہ اُس شے کے کل وزن کے برابر ہے۔ $w = Mg$ جس میں $M = \Sigma m$ یعنی شے کا ماس۔

سنٹر آف گریویٹی کسی شے میں وہ نقطہ ہے جہاں اُس کا سارا وزن عمل کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔

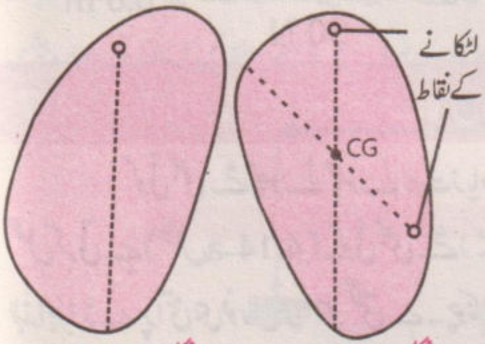
اگر کسی شے کو اس کے سنٹر آف گریویٹی پر سہارا دیا جائے تو وہ وہاں بغیر گھومے کھڑی رہتی ہے۔ باقاعدہ شکل والی کسی بھی شے کا سنٹر آف گریویٹی اُس کے جیومیٹریکل سنٹر پر ہوتا ہے۔ کچھ جیومیٹریکل شکلوں کے سنٹرز آف گریویٹی ٹیبل (4.1) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 4.1

اشیا	سنٹر آف گریویٹی
مربع، مستطیل	وتروں کو ملانے والا نقطہ
مثلث	وسطانیوں کو ملانے والا نقطہ
گول پلیٹ	پلیٹ کا مرکز
کُرّہ	کُرّہ کا مرکز
سلنڈر	ایکسز کا سنٹر
میٹر رُول	رُول کا سنٹر

ہموار تختے کا سنٹر آف گریویٹی (Centre of Gravity of a Plane Lamina)

کسی بے قاعدہ شکل والے ہموار تختے کا سنٹر آف گریویٹی اسے مختلف نقاط سے آزادانہ لٹکا کر معلوم کیا جاسکتا ہے (شکل 4.15 a)۔ ہر دفعہ جب شے کو لٹکایا جائے گا تو اس کا سنٹر آف گریویٹی لٹکانے کے لیے نقطہ سے نیچے کی طرح پلمب لائن (Plumb line) کے ذریعے کھینچی گئی عموی لائن میں واقع ہوگا۔ اس طرح دو لائنیں جہاں ایک دوسری کو قطع کریں وہی نقطہ اس کے سنٹر آف گریویٹی کا صحیح مقام ہوگا، جیسا کہ شکل (4.15 b) میں دکھایا گیا ہے۔ سنٹر آف گریویٹی کسی شے کے اندر بھی ہوسکتا ہے اور باہر بھی، جیسا کہ پیالے کا۔

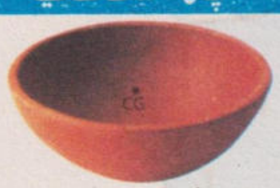


شکل 4.15(a) شکل 4.15(b)

بے قاعدہ شکل کا ہموار تختہ

سنٹر آف ماس (Centre of Mass)

آپ کی معلومات کے لیے

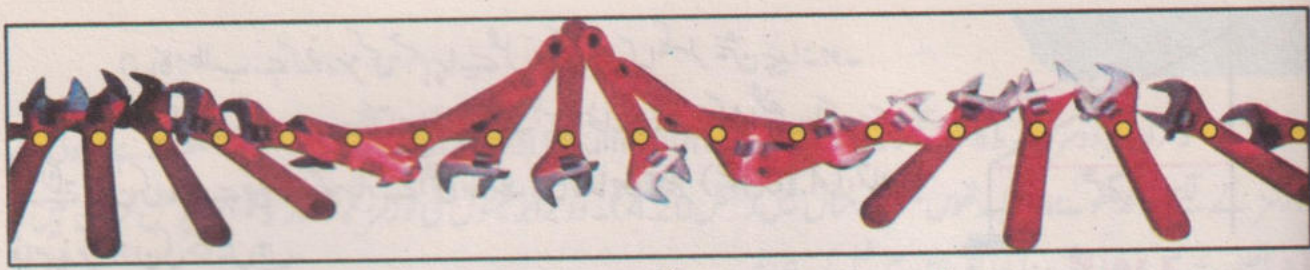


پیالے کا سنٹر آف گریویٹی میٹریل کے باہر ہے۔

نیوٹن کا دوسرا قانونِ حرکت ایک ذرّے پر بھی لاگو ہوتا ہے اور ذرّات کے سسٹم پر بھی۔ حتیٰ کہ جب کسی سسٹم کے ذرّات مختلف ولاسٹی اور ایکسلریشن رکھتے ہوں تب بھی سسٹم میں ایک نقطہ بہر حال ہوتا ہے جس کا ایکسلریشن دوسرا قانون لگا کر معلوم کیا جاسکتا ہے۔ یہ نقطہ سسٹم کا سنٹر آف ماس کہلاتا ہے۔

کسی شے یا اشیا کے سسٹم کا سنٹر آف ماس وہ نقطہ ہے جہاں قیاس کیا گیا ہو کہ وہاں شے کا کُل ماس اکٹھا ہو گیا ہے۔

لہٰذا سنٹر آف ماس اسی طرح برتاؤ کرتا ہے جیسے کہ شے یا سسٹم کا تمام ماس اس ایک نقطے پر موجود ہو۔ شکل (4.16) میں ایک گھومتا ہوا رنچ ایک غیر مزاحمتی فرش پر پھسلتا ہوا (Sliding) دکھایا گیا ہے۔ رنچ پر کوئی حاصل فورس عمل نہیں کر رہی۔ اس لیے پیلا موٹے نقطے کی شکل میں دکھایا گیا سنٹر آف ماس ایک سیدھی لائن میں یکساں سپیڈ سے جا رہا ہے۔



شکل 4.16 غیر مزاحمتی فرش پر گھومتا ہوا رینچ پھسلتا جا رہا ہے۔

زمین کی سطح پر جہاں g قریباً یکساں ہے، کسی شے کا سنٹر آف ماس اس کے سنٹر آف گریویٹی پر ہی واقع ہوتا ہے۔

4.8 توازن (Equilibrium)

کیا آپ جانتے ہیں؟

یہ توازن کا ایک دلکش منظر ہے۔

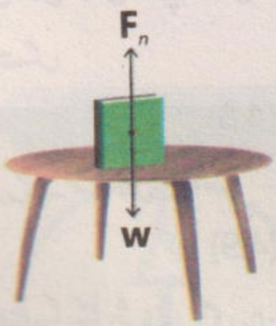
ہم پڑھ چکے ہیں کہ کس طرح بیرونی فورس لگنے سے ٹرانسلیٹری اور روٹیٹری موشن پیدا ہوتی ہے۔ اب ہم جائزہ لیں گے کہ بیرونی فورسز کو کس طرح زائل (Balance) کیا جائے کہ کوئی ٹرانسلیٹری یا روٹیشنل موشن پیدا نہ ہو۔ ہم جانتے ہیں کہ اگر کسی جسم پر بہت سی فورسز عمل اس طرح کریں کہ ان کا حاصل فورس صفر ہو تو جسم حالت ریسٹ میں رہتا ہے اور اگر پہلے سے حرکت کر رہا ہے تو یکساں ولاسٹی سے حرکت جاری رکھے گا۔ جسم کی یہ حالت توازن کہلاتی ہے، جسے یوں بیان کیا جاسکتا ہے۔

اگر جسم میں ایکسلریشن نہ ہو تو وہ توازن کی حالت میں کہلاتا ہے۔

توازن کی دو اقسام ہیں:

(i) جامد توازن (Static Equilibrium) (ii) حرکی توازن (Dynamic Equilibrium)

ریسٹ کی حالت میں کوئی جسم جامد توازن میں ہوتا ہے جب کہ یکساں ولاسٹی سے حرکت کرتا ہوا کوئی جسم حرکی توازن میں ہوتا ہے، جیسا کہ اُوپر ذکر کیا گیا ہے، جامد اور حرکی توازن دونوں ایک ہی عنوان (Heading) انتقالی توازن (Translational Equilibrium) کے تحت آتے ہیں۔ جامد توازن کی ایک مثال میز پر پڑی ہوئی ایک کتاب ہے جیسا کہ شکل (4.17) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پر صرف دو فورسز عمل کر رہی ہیں۔ ایک اس کا وزن **w** ہے جو نیچے کی طرف عمل کر رہا ہے اور دوسری عمودی فورس F_n ہے جو کتاب پر میز اُوپر کی طرف لگا رہا ہے۔ چونکہ کتاب ریسٹ کی حالت میں ہے اس لیے اس کا ایکسلریشن صفر ہے۔ اب کتاب پر عمل کرنے والی تمام فورسز کا مجموعہ صفر ہے لہٰذا کتاب توازن کی حالت میں ہو گی۔ پس



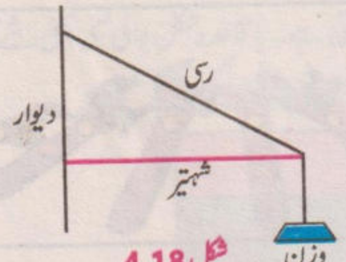
کتاب جامد توازن میں ہے
شکل 4.17

$$F_n - w = 0$$

یا
$$F_n = w$$

اس کا مطلب ہے کہ فورسز کسی جسم پر ایسے عمل کر سکتی ہیں کہ ایکسلریشن پیدا نہ ہو۔

کسی کمرے کی چھت سے لٹکتا ہوا بلب، ایک بکس اٹھائے ہوئے کھڑا شخص، ایک رسی اور لٹکتے وزن کی مدد سے دیوار کے سہارے افقی حالت میں رکھا ہوا شہتیر (شکل 4.18)، تمام قیام پذیر توازن کی مثالیں ہیں۔



شکل 4.18 دیوار کے باہر کی طرف کو رکھا ہوا ایک شہتیر بھی جامد توازن میں ہے

حرکی توازن کی ایک بہت اچھی مثال چھاتہ بردار کی ہے (شکل 4.19)۔ آزادانہ گرنے کے چند سیکنڈ بعد پیراشوٹ کھل جاتا ہے اور تھوڑی سی دیر بعد چھاتہ بردار ایک یکساں ولاسٹی سے نیچے اترنا شروع ہو جاتا ہے۔ اس صورت میں چھاتہ بردار پر نیچے کی طرف لگنے والی فورس آف گریویٹی کو عموداً اوپر کی طرف عمل کرنے والی ہوا کی مزاحمت برابر ہو کر زائل کر دیتی ہے۔

شکل 4.19 ایک چھاتہ بردار حرکی توازن میں ہے

4.9 توازن کی شرائط (Conditions of Equilibrium)

توازن کی دو شرائط ہیں:

توازن کی پہلی شرط

مسحور کن آزادانہ گرنا

چھاتہ برداروں کا ایک گروپ خاص تشکیل میں گرتا ہوا حرکی توازن کی ایک مثال ہے

پہلی شرط کا تعلق انتقالی توازن سے ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے مطابق $F = ma$۔ اگر جسم انتقالی توازن میں ہے تو $a = 0$۔ اس لیے مجموعی فورس F صفر ہونی چاہیے۔ یعنی

$$\sum F = 0 \quad \text{........ (4.7)}$$

یہ توازن کی پہلی شرط کی حسابی صورت ہے جو یوں بیان کی جائے گی:

> کوئی جسم صرف اُسی صورت میں انتقالی توازن میں ہوگا اگر اس پر عمل کرنے والی تمام بیرونی فورسز کی حاصل فورس صفر ہوگی۔

اگر بہت سی ایک ہی پلین میں (عمل کرنے والی) فورسز F_1, F_2, F_3, ... جن کی حاصل فورس $\mathbf{F}$ ہو کسی جسم پر عمل کر رہی ہوں، تو اُن کو اپنے عمودی اجزا میں تقسیم کیا جا سکتا ہے۔ تب توازن کی پہلی، شرط یوں لکھی جائے گی:

x۔سمت میں

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \ldots\ldots = 0$$

یا

$$\sum F_x = 0 \quad \ldots\ldots (4.8)$$

اسی طرح y۔سمت میں

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \ \ldots\ldots = 0$$

یا

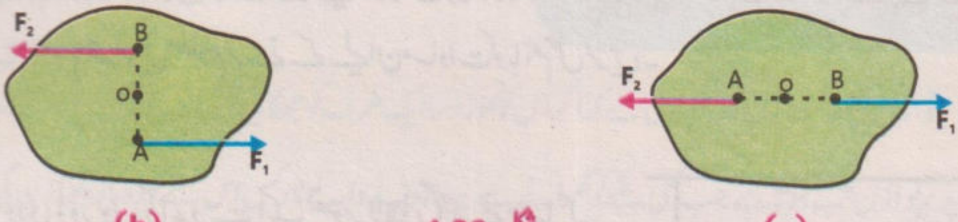
$$\sum F_y = 0 \quad \ldots\ldots (4.9)$$

لہٰذا توازن کی پہلی شرط یوں بھی بیان کی جا سکتی ہے:

> x۔ایکسز اور y۔ایکسز کے ساتھ تمام فورسز کے اجزا کا مجموعہ صفر ہو۔

توازن کی دوسری شرط

توازن کی دوسری شرط کا تعلق گھمانے کے توازن (Rotatinal Equilibrium) سے ہے، جس کا مطلب ہے کہ کوئی جسم فورسز کے لگنے پر نہ گھومے۔ ایک ٹھوس جسم کی مثال لیں (شکل 4.20)۔ دو برابر قیمتوں کی فورسز F_1 اور F_2 اس پر عمل کر رہی ہیں۔ (a) صورت میں دونوں فورسز ایک ہی لائن میں عمل کر رہی ہیں۔



(b) شکل 4.20 (a)

(b) صورت میں دونوں فورسز مختلف لائنوں میں عمل کر رہی ہیں۔ چونکہ F_1 اور F_2 کی قیمتیں برابر ہیں اس لیے دونوں صورتوں میں حاصل فورس صفر ہے۔ اس طرح توازن کی پہلی شرط پوری ہو رہی ہے۔ لیکن آپ دیکھ سکتے ہیں کہ (b) صورت میں فورسز ایک کپل بنا رہی ہیں جو ٹارک لگا کر جسم کو نقطہ O کے گرد گھما سکتا ہے۔ اس لیے کسی جسم کو مکمل طور پر توازن میں ہونے کے لیے ایک دوسری شرط بھی درکار ہے۔ یعنی جسم پر کوئی ٹارک عمل نہیں کرنا چاہیے۔ یہ توازن کی دوسری شرط ہے جسے یوں بیان کیا جاسکتا ہے:

کسی جسم پر کسی نقطے کے گرد عمل کرنے والے تمام ٹارکس کا ویکٹر مجموعہ صفر ہونا چاہیے۔

حسابی طریقے سے ہم یوں لکھ سکتے ہیں: ......(4.10) $\sum \tau = 0$

پس کوئی جسم مکمل طور پر توازن میں اُس وقت ہوگا جب

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \end{cases}$$

اور $\sum \tau = 0$

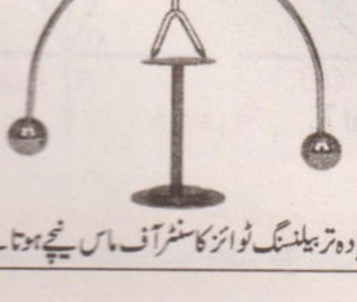
توازن کی شرائط کے ذریعے حسابی سوالات حل کرنا

توازن کی شرائط استعمال کر کے حسابی سوالات حل کرنے کے لیے مندرجہ ذیل اقدام مدد کریں گے:

1۔ سب سے پہلے ان اشیا کا انتخاب کریں جن پر مساوات (4.8) اور (4.9) لاگو ہوتی ہیں۔ ہر شے پر الگ الگ عمل درآمد کریں۔

2۔ اشیا اور ان پر عمل کرنے والی فورسز کو ظاہر کرنے کے لیے ڈایا گرام بنائیں۔ صرف اشیا پر عمل کرنے والی فورسز کو شامل کیا جائے۔ وہ فورسز جو اشیا اپنے اردگرد لگاتی ہیں ان کو شامل نہ کیا جائے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



زیادہ تر بیلنسنگ ٹوائز کا سنٹر آف ماس نیچے ہوتا ہے۔

3۔ x اور y- ایکسز کا ایک ایسا سیٹ منتخب کریں کہ x یا y- ایکسز کی سمتوں میں زیادہ سے زیادہ فورسز آ جائیں۔اس سے اجزا میں تقسیم کرنے والی فورسز کی تعداد کم رہ جائے گی۔

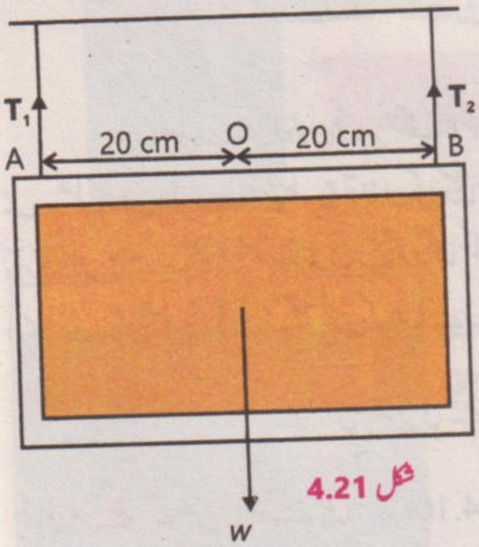
4۔ وہ تمام فورسز جو کسی بھی ایکسز کے متوازی نہیں ہیں، ان کو اپنے عمودی اجزا میں تقسیم کر لیں۔

5۔ $\sum F_x = 0$ اور $\sum F_y = 0$ درج کر کے مساوات (4.8) اور (4.9) استعمال کریں اور دو مساوات حاصل کر لیں۔

6۔ اگر ضرورت ہو تو $\sum \tau = 0$ لگانے کے لیے مساوات (4.10) استعمال کریں تاکہ ایک اور مساوات مل جائے۔

7۔ مطلوبہ نامعلوم مقداریں معلوم کرنے کے لیے ان مساوات کو باہم حل کریں۔

مثال 4.5:



شکل 4.21

دو عمودی ڈوریوں کی مدد سے ایک تصویر لٹکائی گئی ہے جیسا کہ شکل (4.21) میں دکھایا گیا ہے۔تصویر کا وزن 5N ہے اور یہ اس کے سنٹر آف گریویٹی پر عمل کرتا ہے۔دونوں ڈوریوں میں تناؤ (Tension) T_1 اور T_2 معلوم کریں۔

حل:

اوپر کی طرف کل فورس $= T_1 + T_2$

نیچے کی طرف کل فورس $= w = 5\ N$

ڈوریوں میں تناؤ $T_1 = ?\ ,\ T_2 = ?$

چونکہ کوئی افقی فورس نہیں ہے،اس لیے $\sum F_x = 0$

پہلے ہی سے $\sum F_x = 0$

یہ مساوات استعمال کریں $\sum F_y = 0$

قیمتیں درج کرنے سے

$$T_1 + T_2 - w = 0 \quad ....(4.11)$$

اب $\sum \tau = 0$ استعمال کریں۔نقطہ B کو ایکسز آف روٹیشن بنالیں تو T_1 کا ٹارک τ_1 منفی ہوگا جبکہ w کا ٹارک نقطہ B کے گرد τ_2 مثبت ہوگا۔ T_2 کا ٹارک صفر ہوگا۔کیونکہ یہ ایکسز آف روٹیشن میں سے گزر رہی ہے۔لہٰذا $\tau_2 - \tau_1 = 0$

یا

$$w \times BO - T_1 \times AB = 0$$

$$w \times 0.2\ m - T_1 \times 0.4\ m = 0$$

$$5\ N \times 0.2\ m - T_1 \times 0.4\ m = 0$$

$$T_1 = \frac{5\ N \times 0.2\ m}{0.4\ m} = 2.5\ N$$

T_1 اور w کی قیمتیں مساوات (4.11) میں درج کرنے سے

$$2.5\ N + T_2 - 5\ N = 0$$

$$T_2 = 2.5\ N$$

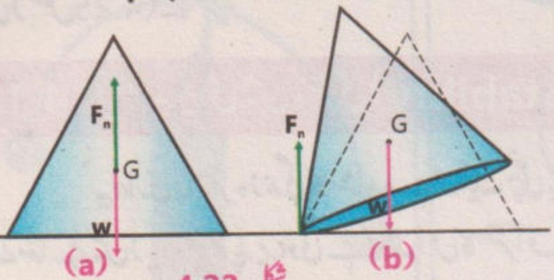
4.10 توازن کی حالتیں (Sates of Equilibrium)

کوئی شے اس وقت توازن کی حالت میں ہوتی ہے جب اس کا سنٹر آف ماس اور سہارے کا نقطہ ایک ہی عمودی لائن میں واقع ہوں۔ تب ہر طرف کی فورسز زائل ہو جاتی ہیں اور شے توازن میں کہلاتی ہے۔ متوازن ہونے والی اشیا کے استحکام کے حوالے سے توازن کی تین حالتیں ہوتی ہیں:

قیام پذیر توازن (Stable Equilibrium)

کوئی شے قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہلاتی ہے کہ اگر اس کو تھوڑا سا ایک طرف کو جھکایا جائے تو یہ واپس اپنی اصلی حالت میں آجائے۔

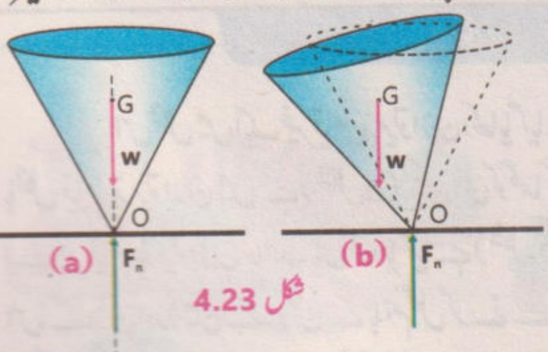
قیام پذیر توازن تب ہوتا ہے جب کسی شے کو گھمانے سے پیدا ہونے والے ٹارکس اس شے کو دوبارہ توازن کی حالت میں آنے پر مجبور کر دیں۔ شکل (a) 4.22 میں دکھائی گئی مخروط (Cone) قیام پذیر توازن کی حالت میں ہے۔ سنٹر آف گریویٹی پر نیچے کی طرف عمل کرنے والا اس کا وزن **w** اور اوپر کی طرف اس پر عمل کرنے والا ردِ عمل F_n ایک ہی عمودی لائن میں واقع ہیں۔ چونکہ یہ فورسز برابر اور مخالف سمتوں میں ہیں اس لیے یہ ایک دوسری کو زائل کر دیتی ہیں اور توازن کی دونوں شرائط پوری ہو جاتی ہیں۔ جب آپ مخروط کو ذرا سا جھکا کر گرانے کی کوشش کرتے ہیں تو اس کا سنٹر آف گریویٹی تھوڑا اوپر اُٹھ جاتا ہے لیکن اب بھی یہ مخروط کی بنیاد (Base) کے اوپر ہی رہتا ہے، اس سے باہر نہیں جاتا۔ تب وزن **w** اور عمودی فورس F_n ایک ہی لائن میں نہیں رہتے لیکن اَن لائک پیرالل فورسز کی طرح عمل کرتے ہیں۔ پھر مخروط توازن میں نہیں رہتی۔ اَن لائک پیرالل فورسز ایک کلاک وائز ٹارک پیدا کرتی ہیں جو مخروط کو واپس اپنی اصل حالت میں واپس لے آتا ہے۔ یہ بات نوٹ کرنے والی ہے کہ کوئی شے اسی وقت تک توازن میں رہے گی جب تک اُس کا سنٹر آف ماس اس کی بنیاد کے اندر رہتا ہے۔



شکل 4.22

غیر قیام پذیر توازن (Unstable Equilibrium)

مخروط کو اس کے نوک دار سرے کے سہارے توازن میں کھڑا کرنے کی کوشش کریں۔ یہ صرف ایک لمحے کے لیے کھڑی ہو سکے گی کیونکہ **w** اور F_n ایک ہی لائن میں واقع ہیں۔ اگر اسے ذرا سا بھی جھکائیں تو یہ خود بخود اپنی اصلی حالت میں واپس نہیں آئے گی۔ بلکہ یہ گرِ جائے گی کیونکہ اس کا سنٹر آف ماس زیادہ دیر اس کی بنیاد کے اوپر نہیں رہے گا۔ یہ اس لیے اُلٹ جائے گی کیونکہ **w** کی عمل کرنے کی لائن مخروط کی بنیاد O کے اندر نہیں رہے گی (شکل 4.23)۔ اس صورت میں ذرا سا جھکانے سے اس کا سنٹر آف گریویٹی نیچا ہو جائے گا اور یہ مزید گرتی چلی جائے گی۔ یہ دوبارہ کھڑی نہیں ہو سکتی۔ کیونکہ پیدا کی گئی اینٹی کلاک وائز ٹارک اس کو اور نیچے لے جائے گی۔

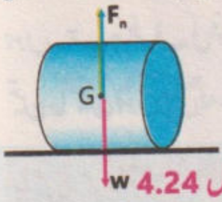


شکل 4.23

کوئی شے غیر قیام پذیر توازن میں تب ہوتی ہے جب اسے ذرا سا بھی جھکائیں تو یہ اپنی اصل حالت سے مزید دُور ہوتی جاتی ہے۔

نیوٹرل توازن (Neutral Equilibrium)

شکل (4.24) میں دکھایا گیا ایک سلنڈر افقی سطح پر پڑا ہوا نیوٹرل توازن میں ہے۔ اگر سلنڈر کو ذرا سا گھمایا جائے تو کوئی فورس یا ٹارک اس پر عمل کرنے والی نہیں ہے جو اسے اپنی اصلی جگہ پر واپس لے آئے یا اسے دور لے جائے۔



شکل 4.24

جب سلنڈر گھومتا ہے تو اس کے سنٹر آف ماس کی اونچائی تبدیل نہیں ہوتی۔ سلنڈر کی کسی بھی پوزیشن پر اس کا وزن اور فرش کا ردِعمل ایک ہی عمودی لائن میں رہتے ہیں۔

اگر کسی شے کو ہلانے سے وہ نئی جگہ پر دوبارہ ریسٹ کی حالت میں آ جائے اور اس کے سنٹر آف ماس کی اونچائی نہ بدلے تو ایسی شے کو نیوٹرل توازن میں ہونا کہا جائے گا۔

نیوٹرل توازن کی دیگر مثالوں میں افقی سطح پر لڑھکنے والا بال یا اپنی گول سطح کے بل پڑی ہوئی مخروط ہیں (شکل 4.25)۔

شکل 4.25

4.11 قیام پذیری میں بہتری (Improvement of Stability)

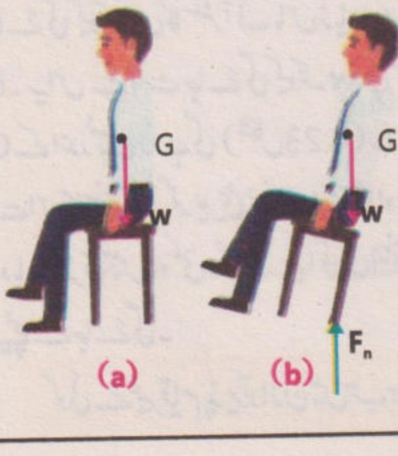
دلچسپ معلومات

ایک ڈبل ڈیکر بس کو اس کا استحکام جانچنے کے لیے اسے جھکایا جا رہا ہے۔

یہ ہماری روزمرّہ زندگی کا مشاہدہ ہے کہ ایک نیچی بازو دار کرسی ایک اونچی کرسی کے مقابلے میں زیادہ قیام پذیر ہوتی ہے کیونکہ اُس کا سنٹر آف گریویٹی نیچا ہوتا ہے۔ جب ہم قیام پذیری کی بات کرتے ہیں تو سنٹر آف گریویٹی کی پوزیشن بہت اہم ہے۔ کوئی بس قیام پذیر ہے یا غیر قیام پذیر، یہ اس بات پر منحصر ہے کہ اُس پر وزن کیسے لادا گیا ہے۔ اگر بھاری اوزان بس کے فرش پر رکھے گئے ہیں تو اس کا سنٹر آف گریویٹی نیچا ہوگا۔ اب اگر یہ تھوڑا سا ایک طرف کو جھکتی ہے تو ایک ٹارک اُس کو اپنی اصلی حالت میں واپس لے آئے گا۔

اس صورت میں بس قیام پذیر توازن میں ہے۔ اگر اسی بس کی چھت پر سٹیل کی شیٹیں لدی ہوں تو سنٹر آف گریویٹی اوپر چلا جائے گا۔ اب یہ غیر قیام پذیر توازن کے قریب چلی جائے گی۔ اگر اسے تھوڑا سا بھی جھکایا جائے گا تو ایک کپل اس کو اُلٹا دے گا۔ یہی صورتِ حال بحری جہازوں اور کشتیوں کی ہوگی۔ ہم کسی شے کے سنٹر آف گریویٹی کو نیچا کر کے یا اس کی بنیاد کو چوڑا کر کے اس کی قیام پذیری کو بہتر کر سکتے ہیں۔

دلچسپ معلومات

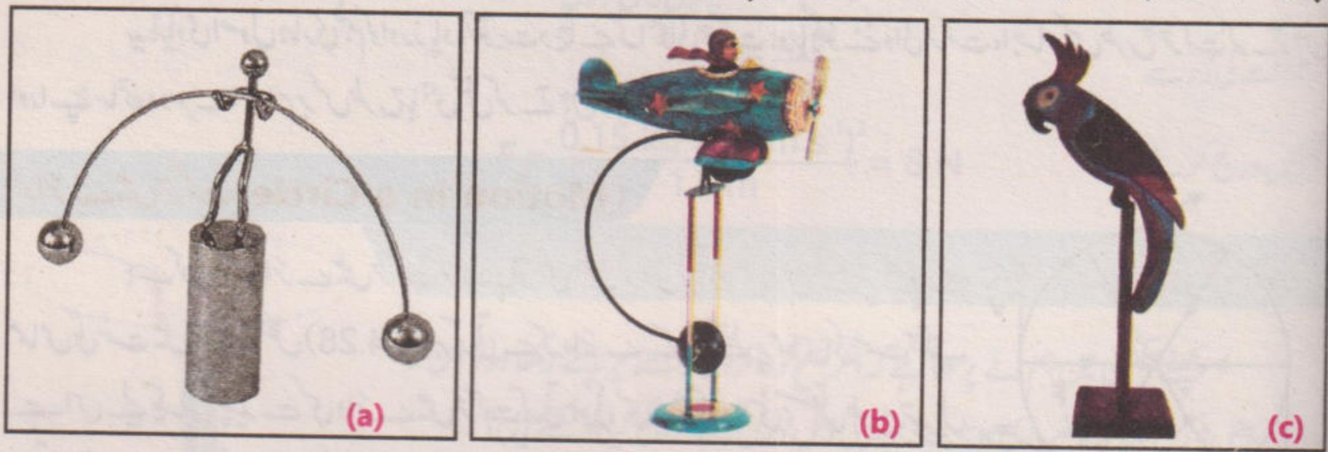


اس شکل میں ایک غیر قیام پذیر توازن دکھایا گیا ہے۔ عام حالت میں ایک کُرسی بالکل قیام پذیر توازن میں ہے (شکل a) لیکن اس کو گھما کر پچھلی ٹانگوں پر سہارا دے کر اسے غیر قیام پذیر توازن حالت میں کر دیا گیا ہے (شکل b)۔ اس جُھکی ہوئی حالت میں اس کے وزن اور زمین کے ردِعمل کے باہم عمل کرنے سے ایک کپل بن گیا ہے۔ یہ کلاک وائز کپل کرسی کو پیچھے کی طرف الٹانے کی کوشش کرتا ہے۔

4.12 عملی زندگی میں قیام پذیری کا اطلاق (Applications of Stability in Real Life)

قیام پذیری کے تصور کو انجینئرنگ ٹیکنالوجی میں وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے خاص طور پر ریسنگ کاروں اور بیلنسنگ کھلونوں کی مینوفیکچرنگ تیاری میں۔

چونکہ ریسنگ کاروں کو بہت زیادہ سپیڈ سے دوڑایا جاتا ہے اور ان کے راستے میں تیز موڑ بھی ہوتے ہیں، اس لیے ان کے الٹنے کا خطرہ زیادہ ہوتا ہے۔ ریسنگ کاروں کی قیام پذیری کو بڑھانے کے لیے جہاں تک ہو سکے ان کے سنٹر آف ماس نیچے رکھے جاتے ہیں۔ ان کے پہیوں کو ان کی اصل باڈیز سے باہر لگا کر ان کی بنیادوں کا رقبہ بھی بڑھایا جاتا ہے۔ بیلنسنگ کھلونے (Balancing Toys) بھی بچوں اور بڑوں سب کے لیے دلچسپی کا باعث ہوتے ہیں۔ نیچے دکھائے گئے کچھ بیلنسنگ کھلونوں کو دیکھیں۔



شکل 4.26 بیلنسنگ ٹوائز

اس قسم کے کھلونے کے پیچھے فزکس یہ ہے کہ بیلنسنگ کھلونوں میں قیام پذیری پیدا کرنے کا عمل اِن کے اندر ہی نصب کیا ہوتا ہے۔ بنیادی طور پر یہ کھلونے مکمل طور پر قیام پذیر حالت میں ہوتے ہیں۔ اس طرح کہ ان کے سنٹرز آف گریویٹی ہمیشہ نقطہ محور سے نیچے رہتے ہیں۔ اگر اِن کھلونوں کو کسی بھی طرف جھکایا جائے تو ان کا سنٹر آف گریویٹی اوپر چلا جاتا ہے اور یہ ایک لمحے کے لیے غیر قیام پذیر حالت میں آجاتے ہیں۔ لیکن یہ اپنے سنٹر آف گریویٹی کو نیچا کر کے خود بخود اپنی ابتدائی قیام پذیر توازن کی حالت میں واپس آجاتے ہیں۔ بچے ان کھلونوں سے قیام پذیر سسٹم اور کس طرح ان کو جھکانے کے بعد یہ اپنی ابتدائی ریسٹ کی حالت میں واپس آتے ہیں سیکھتے ہیں۔ بچوں کے لیے بیلنسنگ کھلونوں کی بنیاد پر تعلیمی گیمز بھی بنائی گئی ہیں جیسا کہ شکل (4.27) میں دکھائی گئی ہیں۔

شکل 4.27

دلچسپ معلومات

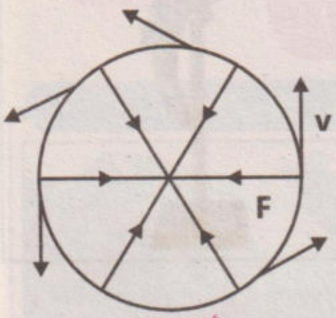
ریسنگ کار کے قیام پذیری کو بڑھانے کے لیے جہاں تک ہو سکے اس کا سنٹر آف ماس نیچا رکھا جاتا ہے اور اس کی بنیاد کا رقبہ بڑھانے کے لیے اس کے پہیے اصل باڈی سے باہر لگائے جاتے ہیں۔

گھومنے کی حرکت بمقابلہ انتقالی حرکت (Rotational Motion Vs Translational Motion)

انتقالی حرکت میں ولاسٹی، ایکسلریشن، فورس اور مومینٹم کے ہم منصب (Counterparts) مقداریں گھومنے والی حرکت میں بالترتیب اینگولر (Angular) ولاسٹی، اینگولر ایکسلریشن، مومنٹ آف فورس (ٹارک) اور اینگولر مومینٹم ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ گھومنے والی حرکت میں ٹارک وہی کردار ادا کرتا ہے جو انتقالی حرکت میں فورس ادا کرتی ہے۔ اس لیے ہم یہ پیش گوئی کرنے میں حق بجانب ہیں کہ نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کی طرح ایک گھومنے والا جسم اپنی حرکت اسی اینگولر ولاسٹی سے جاری رکھے گا جب تک اس پر کوئی حاصل ٹارک عمل نہ کرے۔ بہر حال اگر کسی گھومتے جسم پر کوئی حاصل ٹارک لگایا جاتا ہے تو یہ اس کی سپیڈ کو بڑھائے یا گھٹائے گا، اس کا انحصار ایکسز آف روٹیشن کے لحاظ سے ٹارک کی سمت پر ہوگا۔

یہ بنیادی اصول ہماری فہم کو اور زیادہ تقویت دیتا ہے کہ انتقالی حرکت ہو یا گھومنے والی حرکت، اجسام کس طرح حرکت کرتے ہیں اور اپنے ساتھ دوسرے اجسام پر کس طرح باہمی عمل کرتے ہیں۔

دائرے میں حرکت (Motion in a Circle)



شکل 4.28

جب کوئی جسم دائرے میں حرکت کرتا ہے تو کسی نقطے پر اس کی ولاسٹی اس نقطے پر کھینچے گئے مماس کی سمت میں ہوگی۔ شکل (4.28) ظاہر کرتی ہے کہ دائرے کے ہر نقطے پر مماس کی سمت مختلف ہے۔ اس لیے یکساں سپیڈ سے کسی دائرے میں حرکت کرتی ہوئی کسی شے کی ولاسٹی مستقل طور پر تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ اس لیے اس شے کو یکساں سپیڈ کے ساتھ دائروی راستے پر حرکت میں رکھنے کے لیے اس کی سمت پر عموداً ایک فورس ہمیشہ درکار ہوگی۔

اس بات کو نوٹ کیا جائے کہ **F** لازماً **v** پر عمود ہو۔ ایک لمحے کے لیے فرض کریں کہ اگر یہ **v** پر عمود نہ ہو تو فورس **F** کا **v** کی سمت میں کچھ نہ کچھ جزو (Component) ضرور بنے گا اور یہ ولاسٹی کی قیمت کو بدل دے گا۔ چونکہ وہ جسم یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، اس لیے یہ اسی صورت میں ممکن ہے اگر **v** کی سمت میں فورس کا جزو $F \cos 90° = 0$ ہو۔

4.13 سینٹری پیٹل فورس (Centripetal Force)

ہم نے اوپر یہ پڑھا ہے کہ کوئی جسم دائروی راستے پر یکساں سپیڈ سے صرف اسی صورت میں حرکت کر سکتا ہے اگر اس پر ولاسٹی کے عموداً کوئی فورس مسلسل عمل کرتی رہے۔ یہ فورس ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔ اسے سینٹری پیٹل فورس کہا جاتا ہے اور اس کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے:

وہ فورس جو کسی جسم کو ایک دائرے میں یکساں سپیڈ سے گھمائے رکھتی ہے، سینٹری پیٹل فورس کہلاتی ہے۔

ماس m رکھنے والا کوئی جسم جو r نصف قطر کے دائرے میں یکساں سپیڈ v سے گھوم رہا ہو اس پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس F_c درج ذیل مساوات استعمال کر کے معلوم کی جاسکتی ہے:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad ....(4.11)$$

مثال 4.5:

150 g کا ایک پتھر ایک ڈوری کے ساتھ باندھ کر ایک افقی دائرے میں یکساں سپیڈ $8\ m\ s^{-1}$ سے گھمایا گیا ہے۔ ڈوری کی لمبائی 1.2 m ہے۔ پتھر پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کریں۔ گریویٹی کے اثرات کو نظر انداز کر دیں۔

حل:

پتھر کا ماس = $m = 150\ g = 0.15\ kg$

پتھر کی سپیڈ = $v = 8\ m\ s^{-1}$

دائرے کا ریڈیس = $r = 1.2\ m$

سینٹری پیٹل فورس = $F_c = ?$

مساوات کی رُو سے

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

قیمتیں درج کرنے سے

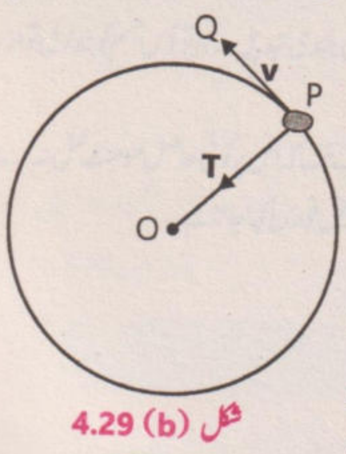
$$F_c = \frac{0.15\ kg \times (8\ m\ s^{-1})^2}{1.2\ m} = 8\ N$$

سینٹری پیٹل فورس کے ذرائع (Sources of Centripetal Force)

شکل 4.29 (a) ڈوری کے ساتھ پتھر کو دائرے میں گھماتے ہوئے

پچھلے سیکشن میں ہم نے پڑھا ہے کہ اگر جسم کو دائروی راستے پر چلتے رکھنا ہو تو اس کو سینٹری پیٹل فورس مہیا کرنا ضروری ہوتا ہے۔ سینٹری پیٹل فورس کے ذرائع کیا ہو سکتے ہیں؟

اگر ہم کسی ڈوری کے ایک سرے پر ایک پتھر باندھ دیں اور دوسرے سرے سے پکڑ کر اسے گھمائیں تو ہمیں ڈوری کے ذریعے پتھر پر ایک فورس لگانا پڑے گی۔ اگر ہم ڈوری کو کسی نقطہ P پر چھوڑ دیں تو پتھر دائرے پر مماس (PQ) کی سمت میں اُڑ جائے گا۔ تب یہ اُسی سیدھی لائن میں یکساں ولاسٹی کے ساتھ حرکت کرتا رہے گا جب تک کہ اس پر کوئی حاصل فورس عمل نہ کرے۔



شکل 4.29 (b)

اصل میں پتھر کو دائروی راستے پر چلتے رکھنے کے لیے ڈوری کا تناؤ **T** اُسے درکار سینٹری پیٹل فورس مہیا کر رہا تھا۔ جب ہم ڈوری کو چھوڑتے ہیں تو ہم پتھر پر فورس لگانا ختم کر دیتے ہیں اور نتیجتاً یہ سیدھی لائن میں حرکت کرتا چلا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 4.29(b) میں دکھایا گیا ہے۔

اب چاند کی حرکت پر غور کریں جو یکساں سپیڈ سے زمین کے گرد گھومتا ہے۔ زمین کی گریویٹی کی فورس اسے اپنے مدار میں رکھنے کے لیے درکار سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔ یہی صورتِ حال مصنوعی سیاروں (Satellites) کی ہے جو زمین کے گرد یکساں سپیڈ سے دائروں میں گھومتے ہیں۔ زمین کی گریویٹیشن کی کشش انھیں سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

شکل 4.30 ایک سیٹلائٹ زمین کے گرد گھومتا ہوا

روزمرّہ زندگی میں اس کی مثال واشنگ مشین ڈرائیر کی ہے۔ ڈرائیر سلنڈر کی شکل کا ایک دھاتی ڈرم ہوتا ہے جس کی دیواروں میں بہت سے سوراخ ہوتے ہیں۔ گیلے کپڑے اس میں ڈالے جاتے ہیں۔

جب سلنڈر تیزی سے گھومتا ہے تو ڈرم کی دیواروں اور کپڑوں کے درمیان فرکشن سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔ چونکہ پانی کے قطرات حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتے ہیں اس لیے وہ دائروں میں حرکت کرنے کے لیے سینٹری پیٹل فورس حاصل نہیں کر پاتے اور ڈرم میں سے سوراخوں کے ذریعے باہر نکل جاتے ہیں۔ نتیجتاً کپڑے جلد خشک ہو جاتے ہیں۔

شکل 4.31 واشنگ مشین

ایک اور دلچسپ مثال دُودھ میں سے کریم نکالنے والی مشین ہے، جسے کریم سیپریٹر (Cream Separator) کہتے ہیں۔ اس میں دُودھ کو تیزی سے گھمایا جاتا ہے۔ چونکہ کریم کے ہلکے ذرّات پر کم سینٹری پیٹل فورس لگتی ہے اور وہ مشین کے درمیان والے حصّے میں جمع ہو جاتے ہیں۔ دُودھ کے بھاری ذرّات کو چھوٹے نصف قطر r کے دائروں میں رہنے کے لیے زیادہ سینٹری پیٹل کی ضرورت ہوتی ہے، اس لیے وہ (مرکز سے) دُور مشین کی دیواروں کی طرف چلے جاتے ہیں۔

شکل 4.32 کریم سیپریٹر

اہم نکات

- اگر پیرالل فورسز ایک ہی سمت میں عمل کر رہی ہوں تو وہ لائک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔ اور اگر یہ مخالف سمتوں میں عمل کر رہی ہوں تو یہ اَن لائک پیرالل فورسز کہلاتی ہیں۔
- کوئی فورس جو تمام فورسز کے مجموعہ کے برابر ہو وہ حاصل فورس کہلاتی ہے۔
- وہ لائن جس کی سمت میں کوئی فورس عمل کر رہی ہو وہ اس فورس کی عمل کرنے کی لائن کہلاتی ہے۔
- فورس کے عمل کرنے کی لائن سے ایکسز آف روٹیشن تک کا عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔
- کسی فورس کا ٹارک یا مومنٹ آف فورس اس فورس اور اس کے مومنٹ آرم کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔
- جب ایک ہی جسم کے دو مختلف نقاط پر دو برابر اور مخالف فورسز عمل کر رہی ہوں تو وہ کپل بناتی ہیں۔
- سنٹر آف گریویٹی کسی جسم کے اندر یا باہر ایک ایسا نقطہ ہے جہاں پر جسم کا کل وزن عمل کرتا ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف ماس وہ نقطہ ہے جہاں یہ فرض کیا جا سکے کہ جسم کا تمام ماس وہاں اکٹھا ہو گیا ہے۔
- ایک جسم توازن کی حالت میں ہوگا اگر اس میں کوئی ایکسلریشن نہ ہو۔
- کوئی جسم انتقالی توازن میں صرف اسی وقت ہوگا جب اس پر عمل کرنے والی بیرونی تمام فورسز کا ویکٹر مجموعہ صفر ہو۔ یہ توازن کی پہلی شرط کہلاتی ہے۔ ایک جسم پر کسی ایکسز کے گرد عمل کرنے والے ٹارکس کا ویکٹر مجموعہ صفر ہونا چاہیے یہ توازن کی دوسری شرط ہے۔
- جب کوئی جسم حالتِ توازن میں ہو تو کسی نقطہ کے گرد اینٹی کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ، اس نقطہ کے گرد کلاک وائز مومنٹس کے مجموعہ کے برابر ہوتا ہے۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اس کو ذرا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ واپس اپنی ابتدائی حالت میں آ جائے تو اُس جسم کو قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اس کو ذرا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ واپس اپنی ابتدائی حالت میں نہ آئے تو اُس جسم کو غیر قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اگر اس کو ذرا سا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور اپنی نئی جگہ پر اس کے سنٹر آف گریویٹی کی بلندی تبدیل نہ ہو تو اُس جسم کو نیوٹرل توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کے مماثل کوئی گھومتا ہوا جسم یکساں اینگولر ولاسٹی سے اپنی حرکت جاری رکھے گا جب تک کہ اس پر کوئی حاصل مومنٹ عمل نہ کرے۔
- وہ فورس جو کسی شے کو دائرے میں یکساں سپیڈ کے ساتھ حرکت کرتے رہنے کا سبب ہوتی ہے، اسے سینٹری پیٹل فورس کہا جاتا ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

4.1 ایک ذرّے پر بیک وقت 3 اور 4 نیوٹن کی دو فورسز لگ رہی ہیں۔ ذرّے پر حاصل فورس ہوگی:

(الف) 1 N (ب) 1 N اور 7 N کے درمیان (ج) 5 N (د) 7 N

4.2 ایک فورس **F** x-ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے۔ اس کا y-جزو ہوگا:

(الف) F (ب) $F\sin 60°$ (ج) $F\cos 60°$ (د) $F\tan 60°$

4.3 مومنٹ آف فورس کو کہا جاتا ہے:

(الف) مومنٹ آرم (ب) کپل (ج) کپل آرم (د) ٹارک

4.4 اگر کسی جسم پر F_1 اور F_2 فورسز عمل کر رہی ہوں اور اس میں ٹارک τ پیدا ہو تو جسم مکمل طور پر توازن کی حالت میں تب ہو گا جب:

(الف) $\sum F = 0$ اور $\sum \tau = 0$ (ب) $\sum F = 0$ اور $\sum \tau \neq 0$

(ج) $\sum F \neq 0$ اور $\sum \tau = 0$ (د) $\sum F \neq 0$ اور $\sum \tau \neq 0$

4.5 ایک دوکاندار اپنی چیزیں ایسے ترازو سے تول کر بیچتا ہے جس کے دونوں پلڑوں کے آرم (arms) برابر نہیں ہیں۔ اگر وہ چھوٹے آرم والے پلڑے میں چیزیں ڈالتا ہے تو وہ:

(الف) نقصان میں ہے (ب) فائدے میں ہے (ج) نہ ہی نقصان میں اور نہ ہی فائدے میں ہے (د) پتہ نہیں

4.6 ایک آدمی تنے ہوئے رسّے پر چلتا ہے۔ وہ اپنا توازن برقرار رکھنے کے لیے ایک بانس کو افقی حالت میں پکڑے رکھتا ہے۔ یہ اطلاق ہے:

(الف) مومینٹم کنزرویشن کے قانون کا (ب) نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کا

(ج) مومنٹس کے اصول کا (د) نیوٹن کے تیسرے قانونِ حرکت کا

4.7 قیام پذیر توازن میں جسم کا سنٹر آف گریویٹی ہوتا ہے:

(الف) بلند ترین مقام پر (ب) گہرے ترین مقام پر

(ج) کسی بھی مقام پر (د) جسم سے باہر

4.8 کسی جسم کا سنٹر آف ماس:

(الف) ہمیشہ جسم کے اندر واقع ہوتا ہے (ب) ہمیشہ جسم کے باہر واقع ہوتا ہے

(ج) ہمیشہ جسم کی سطح پر واقع ہوتا ہے (د) جسم کے اندر، باہر یا سطح پر واقع ہو سکتا ہے

4.9 ایک سلنڈر اپنے گول پیندے کے بل پڑا ہوا ہے یہ:

(الف) قیام پذیر توازن میں ہے (ب) غیر قیام پذیر توازن میں ہے

(ج) نیوٹرل توازن میں ہے (د) ان تینوں میں سے کسی میں نہیں

4.10 سینٹری پیٹل فورس ہوتی ہے:

(الف) rF (ب) $rF\cos\theta$ (ج) $\frac{mv^2}{r}$ (د) $\frac{mv}{r^2}$

2 مختصر جوابات کے سوالات

4.1 لائک اور اَن لائک پیرالل فورسز کی تعریف کریں۔

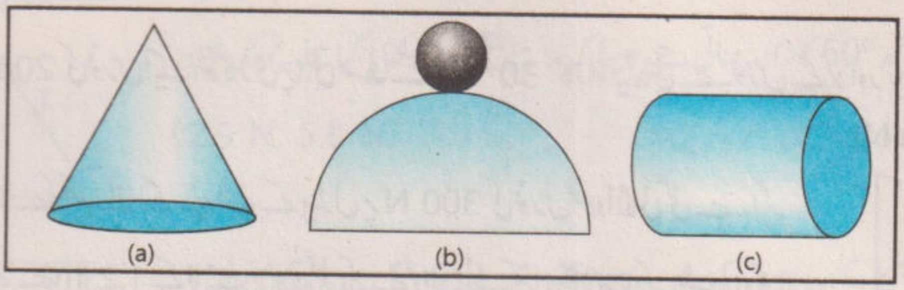
4.2 کسی ویکٹر کے عمودی اجزا کیا ہوتے ہیں اور ان کی قیمتیں کیا ہوتی ہیں؟

4.3 کسی فورس کے عمل کرنے کی لائن کیا ہوتی ہیں؟

4.4 مومنٹ آف فورس کی تعریف کریں۔ ثابت کریں کہ $\tau = rF\sin\theta$ جس میں θ، r اور F کے درمیان زاویہ ہے۔

4.5 ایک ڈایا گرام کی مدد سے ظاہر کریں کہ حاصل فورس صفر ہے لیکن حاصل ٹارک صفر نہیں ہے۔

4.6 نیچے دی گئی شکل میں ہر ایک کے لیے حالتِ توازن کی قسم کی پہچان کریں۔



4.7 کسی ایسے جسم کی مثال دیں جو حرکت کر رہی ہو لیکن توازن کی حالت میں ہو۔

4.8 کسی جسم کے سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریویٹی کی تعریف کریں۔

4.9 توازن کے دو بنیادی اصول کیا ہیں جن کا اطلاق بیلنسنگ کھلونوں اور ریسنگ کاروں کے ڈیزائننگ میں کیا جاتا ہے؟

4.10 آپ یہ کیسے ثابت کریں گے کہ سینٹری پیٹل فورس ولاسٹی پر ہمیشہ عموداً عمل کرتی ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

4.1 ایک کار دو مختلف ریڈیس کے موڑوں سے ایک جتنی سپیڈ سے گزرتی ہے۔ کس نصف قطر والے موڑ میں اس پر زیادہ سینٹری پیٹل فورس لگتی ہے؟ اپنے جواب کو ثابت کریں۔

4.2 ایک پکا ہوا آم عام طور پر خود بخود درخت پر سے نہیں گرتا۔ لیکن جب درخت کی شاخ کو ہلایا جاتا ہے تو آم آسانی سے گر جاتا ہے۔ کیا آپ اس کی وجہ بتا سکتے ہیں؟

4.3 اشیا کو اُلٹنے کے حوالے سے توازن اور سنٹر آف گریویٹی کے کردار پر بحث کریں۔ کوئی مثال پیش کریں جس میں کسی شے کا سنٹر آف گریویٹی اس کے (توازن کی) قیام پذیری پر اثر انداز ہوتا ہو اور وضاحت کریں کہ کس طرح اس کے سہارے کی بنیاد تبدیل کرنے سے اس کے قیام پذیری پر اثر پڑتا ہے۔

4.4 کسی ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرنے والے جسم کو توازن کی حالت میں کیوں نہیں کہہ سکتے؟

4.5 دو برابر وزن رکھنے والے لیکن مختلف اونچائی کے ڈبے (Boxes) ایک ٹرک کے فرش پر پڑے ہیں۔ اگر ٹرک چلتا ہوا ایک دم رُک جائے تو کس ڈبے کے اُلٹنے کا زیادہ امکان ہے؟ اور کیوں؟

4 تفصیلی سوالات

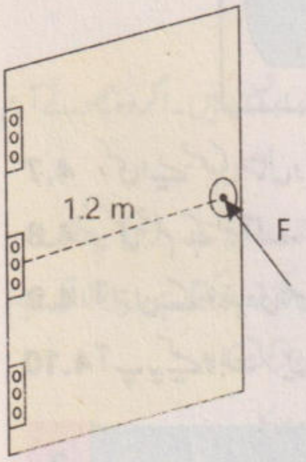
4.1 کسی ایک مثال کے ذریعے مومنٹس کے اصول کی وضاحت کریں۔

4.2 بیان کریں کہ کسی بے قاعدہ شکل کے تختہ کا سنٹر آف گریویٹی عملی طور پر آپ کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟

4.3 توازن کی دو شرائط بیان کریں اور اُن کی وضاحت کریں۔

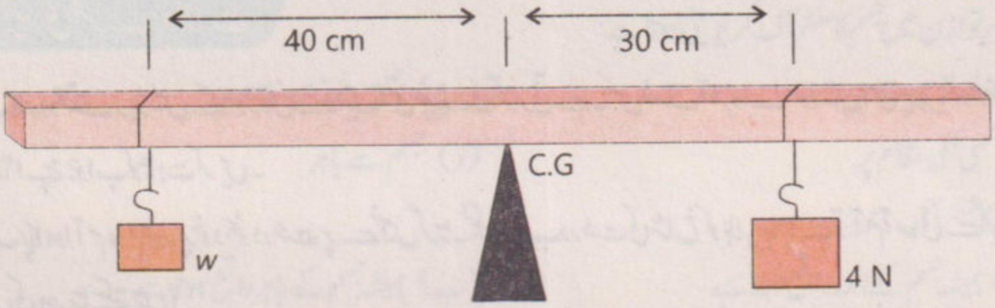
4.4 کسی شے کی قیام پذیری کو کیسے بہتر کیا جا سکتا ہے؟ اپنے جواب کی حمایت میں چند مثالیں پیش کریں۔

4.1 ایک N 200 کی فورس ایک ہتھ گاڑی پر افقی سمت کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتی ہے۔ فورس کے x اور y اجزا معلوم کریں۔
(173.2 N ، 100 N)



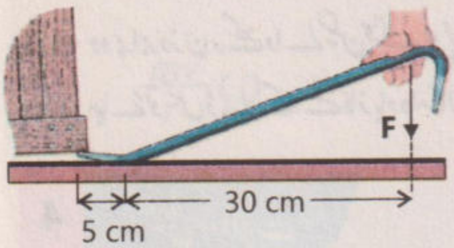
4.2 ایک دروازے کو کھولنے کے لیے اس کے ہینڈل پر N 300 کی فورس عموداً لگائی گئی ہے۔ اگر ہینڈل قبضے سے m 1.2 کے فاصلے پر ہو تو عمل کرنے والا ٹارک کتنا ہوگا؟ یہ ٹارک مثبت ہوگا یا منفی؟
(360 Nm، مثبت)

4.3 ایک میٹر رُول پر نیچے شکل میں ظاہر کیے گئے نقاط پر دو اوزان لٹکائے گئے ہیں۔ اگر میٹر رُول کو اس کے سنٹر آف گریویٹی (C.G) پر سہارا دے کر متوازن کیا گیا ہو تو نامعلوم وزن *W* معلوم کریں۔
(3 N)



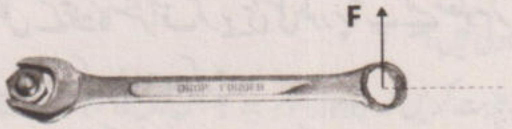
4.4 ایک سی۔ سا کے سروں کے نزدیک دو بچوں کو بٹھا کر متوازن کیا گیا ہے۔ بچے A کا ماس kg 30 ہے اور وہ محور سے 2m کے فاصلے پر بیٹھا ہے، جبکہ بچے B کا ماس kg 40 ہے اور وہ محور سے m 1.5 کے فاصلے پر بیٹھا ہے۔ دونوں طرف مومنٹ معلوم کریں اور یہ بھی معلوم کریں کہ آیا سی۔ سا توازن کی حالت میں ہے۔
(60 N)

4.5 ایک کروبار (Crowbar) کسی بکس کو اٹھانے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ اگر اس کے سرے پر نیچے کی طرف N 250 کی فورس لگائی جائے تو دوسرا سرا کتنا وزن اُٹھا سکتا ہے؟ کروبار کا اپنا وزن نہ ہونے کے برابر ہے۔

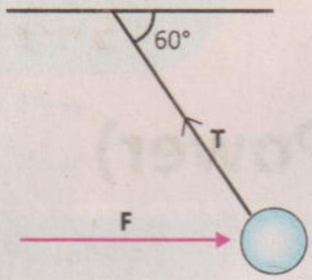


(1500 N)

4.6 ایک cm 30 لمبا رینچ کسی کار کا نٹ کھولنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ اگر اس کے لیے Nm 150 کا ٹارک درکار ہو تو رینچ پر کتنی فورس F لگانا پڑے گی؟
(500 N)

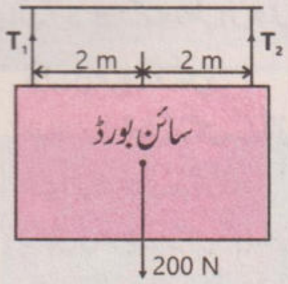


4.7 رسّی سے لٹکے ہوئے ایک 5 N بال کو ایک افقی فورس **F** کے ذریعے دائیں طرف کھینچا گیا ہے۔ رسّی چھت کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے، جیسا کہ سامنے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ فورس **F** اور رسّی میں تناؤ **T** کی عددی قیمتیں معلوم کریں۔ (2.9 N, 5.8 N)

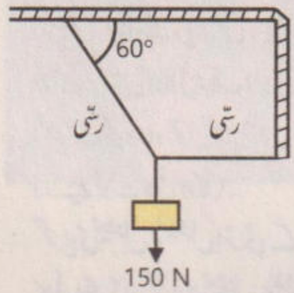


4.8 ایک سائن بورڈ کو سٹیل کی دو تاروں کی مدد سے لٹکایا گیا ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اگر بورڈ کا وزن 200 N ہو تو رسّیوں میں تناؤ معلوم کریں۔

(100 N, 100 N)



4.9 ایک 30 kg ماس والی لڑکی سی۔سا کے محور سے 1.6 m کے فاصلے پر بیٹھی ہے۔ 40 kg کی ایک اور لڑکی دوسری طرف اس طرح بیٹھنا چاہتی ہے کہ سی۔سا توازن کی حالت میں رہے۔ دوسری لڑکی محور سے کتنے فاصلے پر بیٹھے گی؟ (1.2 m)



4.10 سامنے شکل میں دونوں رسّیوں میں تناؤ معلوم کریں جب کہ بلاک کا وزن 150 N ہو۔

(86.6 N, 173.2 N)

باب 5

ورک، انرجی اور پاور
(Work, Energy And Power)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- ورک کی تعریف کر سکیں۔
- مساوات استعمال کر سکیں گے یعنی ورک = فورس × فورس کی سمت میں طے شدہ فاصلہ ($W = F \times S$) (حسابی سوالات حل کرنے کے لیے اس کا اطلاق کر سکیں)۔

- انرجی کی تعریف کر سکیں یعنی انرجی ورک کرنے کی صلاحیت ہے۔
- وضاحت کر سکیں کہ انرجی ذخیرہ کی جا سکتی ہے: (جیسے گریوی ٹیشنل پوٹینشل، کیمیکل، ایلاسٹک پوٹینشل، نیوکلیئر، الیکٹروسٹیٹیک اور انٹرنل (تھرمل) انرجی۔
- ثابت کر سکیں کہ کائی نیٹک انرجی $E_k = \frac{1}{2} mv^2$ ۔ (حرکت کی مساواتوں کا استعمال درکار نہیں۔ کائی نیٹک گرافس کے ذریعے ثبوت کافی ہوگا)۔
- گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کے لیے فارمولے کو ثابت کر سکیں اور استعمال کر سکیں۔
- کائی نیٹک اور گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کے فارمولوں کو انرجی کے تبادلوں سے متعلق سادہ حسابی سوالات حل کرنے کے لیے استعمال کر سکیں: (جیسے انرجی کی ایک شکل سے دوسری میں تبدیلی، بشمول انرجی کا ماحول میں ضیاع)۔
- وضاحت کر سکیں کہ انرجی کس طرح واقعات اور عمل کے دوران منتقل اور ذخیرہ ہوتی ہے: (مثال کے طور پر: مکینیکل ورک کے ذریعے، الیکٹرک ورک کے ذریعے، یا حرارت کے ذریعے)۔
- انرجی کنزرویشن کے اصول کو بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ کیوں مسلسل یا لگاتار ورک کرنے والی مشین بنانا ناممکن ہے۔
- قابل تجدید اور غیر قابل تجدید انرجی کے ذرائع میں فرق کر سکیں اور ان کی فہرست بنا سکیں۔
- بیان کر سکیں کہ قدرتی وسائل سے مفید انرجی کیسے حاصل کی جا سکتی ہے: [بشمول (a) فوسل فیولز میں کیمیائی انرجی، (b) بائیو فیولز میں ذخیرہ شدہ کیمیائی انرجی، (c) ہائیڈرو الیکٹرک ذرائع، (d) سولر انرجی، (e) نیوکلیئر انرجی، (f) جیوتھرمل انرجی، (g) ونڈ انرجی، (h) مدوجزر کی انرجی، (i) سمندری ویوز، جبکہ بوائلر، ٹربائن، اور جنریٹر کا ذکر ہو]۔
- انرجی پیدا کرنے کے طریقوں کے فوائد اور نقصانات بیان کر سکیں: (محدود رکھیں آیا یہ قابل تجدید ہے یا نہیں، دستیاب ہے یا نہیں، اور اس کے ماحولیاتی اثرات)۔
- پاور کی تعریف کر سکیں اور اسے معلوم کرنے کا فارمولا لکھ سکیں۔ (جیسا کہ ورک فی یونٹ وقت اور انرجی کی منتقلی فی یونٹ وقت۔ اس میں ان مساوات کا اطلاق شامل ہے: (a) پاور = ورک/ وقت یعنی $P=W/t$ (b) پاور = وقت/ منتقل کی گئی انرجی۔
- ایفی شینسی کی تعریف کر سکیں اور اس کو معلوم کرنے کی مساوات لکھ سکیں (بشمول:

  (a) (100%) x کل انرجی ان پٹ/ مفید انرجی آؤٹ پٹ = ایفی شینسی

  (b) (100%) x کل پاور ان پٹ / مفید پاور آؤٹ پٹ = ایفی شینسی

  انرجی کی منتقلی سے متعلق مسائل میں ایفی شینسی کے تصور کو لاگو کر سکیں۔

  بیان کر سکیں کہ کوئی بھی سسٹم 100% ایفی شینسی حاصل نہیں کر سکتا: (جو ناگزیر انرجی کے ضیاع کی وجہ سے ہوتا ہے۔)

شکل 5.1

ورک اور انرجی ہماری روزمرہ زندگی اور فزکس کے اہم تصورات ہیں۔ عام طور پر ہر قسم کی جسمانی یا ذہنی سرگرمی کو ہم روزمرہ زندگی میں ورک کہتے ہیں مثلاً لڑکی مطالعہ کر رہی ہے (شکل 5.1)۔ ایک شخص اینٹوں کا لوڈ اٹھائے کھڑا ہے (شکل 5.2)۔ ہم کہتے ہیں کہ وہ کام کر رہے ہیں۔ لیکن فزکس میں ورک کی ایک مخصوص تعریف ہے۔ ورک اسی صورت میں ہوتا ہے جب کوئی فورس کسی جسم پر عمل کر کے اسے کچھ فاصلے تک حرکت میں لاتی ہے۔

شکل 5.2

انرجی کا ورک سے بہت قریبی تعلق ہے۔ جب ایک سسٹم دوسرے سسٹم پر ورک کرتا ہے تو ان میں انرجی کا تبادلہ ہوتا ہے۔

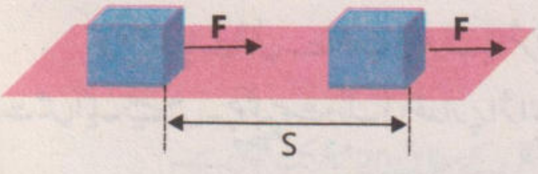
اس باب میں ہم ورک، انرجی، پاور اور ایفی شینسی کے مفہوم اور ان کے باہمی تعلق کو واضح کریں گے۔

5.1 ورک (Work)

فورس اور فاصلہ ورک کے دو لازمی حصے ہیں۔ جب ایک مستقل فورس کسی جسم پر عمل کرتے ہوئے اسے کچھ فاصلے تک حرکت میں لاتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ فورس نے ورک کیا ہے۔ ورک کی تعریف ہم یوں کرتے ہیں:

فورس اور فورس کی سمت میں طے کردہ فاصلے کا حاصلِ ضرب ورک کے برابر ہوتا ہے۔

فرض کریں لکڑی کا ایک بلاک میز پر پڑا ہے (شکل 5.3)۔ اگر ایک فورس F اس پر لگانے سے وہ فورس کی سمت میں فاصلہ S طے کرتا ہے تو

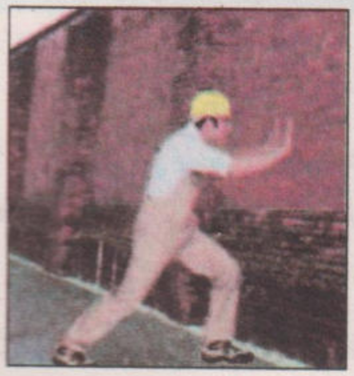


شکل 5.3

ورک = فورس × فاصلہ

$$W = F \times S \quad \text{.............} \quad (5.1)$$

مساوات 5.1 سے ظاہر ہے کہ اگر ڈس پلیسمنٹ طے نہیں ہوتا تو ورک نہیں ہوتا۔

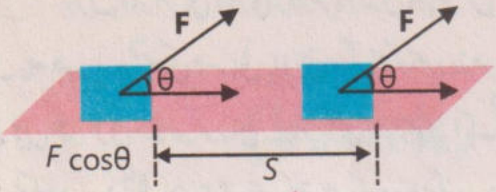


شکل 5.4

مثال کے طور پر اگر ایک شخص کسی دیوار کو دھکیل رہا ہے لیکن دیوار اپنی جگہ قائم رہتی ہے (شکل 5.4) تو ایسی صورت میں وہ شخص کام نہیں کر رہا۔ اسی طرح اگر کوئی جسم یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے لیکن اس پر کوئی فورس عمل نہیں کر رہی تب بھی ورک صفر ہوگا۔

چونکہ $F = 0$ لہٰذا $W = 0 \times S = 0$

کتنا ورک ہوگا اگر ایک فورس کسی جسم کی حرکت کی سمت کے ساتھ زاویہ 0 بنا رہی ہو؟ ایسی صورت میں ورک فورس کے اس جزو کی وجہ سے ہوگا جو حرکت کی سمت میں عمل کر رہا ہے (شکل 5.5)۔



شکل 5.5

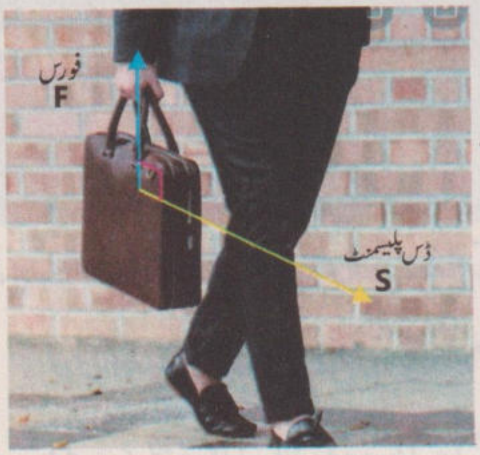
فورس F کو اس کے عمودی جزو میں تقسیم کرنے سے یہ جزو Fcosθ ہے جو حرکت کی سمت میں عمل کر رہا ہے۔ اس لیے

$$W = (F\cos\theta)\, S$$

or $$W = FS\cos\theta \qquad ....(5.2)$$

اگر $\theta = 0$ تب $\cos 0° = 1$

اس لیے $W = FS\,(1) = FS$



شکل 5.6

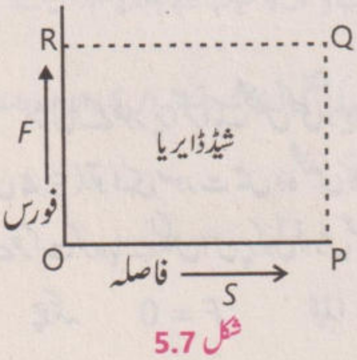
یہ وہ صورت ہے جب فورس اور طے کردہ فاصلے کی سمت ایک جیسی ہے۔ اب اگر $\theta = 90°$ تب $\cos 90° = 0$، اس کا مطلب ہے کہ فاصلے کی سمت میں فورس کا کمپونینٹ صفر ہے۔ لہٰذا

$$W = FS\,(0) = 0$$

یہ وہ صورت ہے جب فورس ڈس پلیسمینٹ کے ساتھ عموداً عمل کر رہی ہو۔ شکل 5.6 پر غور کریں جب ایک شخص بیگ اٹھا کر کچھ فاصلے تک لے جاتا ہے تو یہ ورک صفر ہوگا، چونکہ فورس ڈس پلیسمنٹ کے عموداً عمل کر رہی ہے۔

کسی جسم کو چاہے شمال سے جنوب کی طرف یا مشرق سے مغرب کی طرف دھکیلیں تو ورک برابر ہوگا کیونکہ فورس اور فاصلہ دونوں صورت میں ایک جیسے ہیں۔ چونکہ سمت ورک کی مقدار پر اثر انداز نہیں ہوتی اس لیے یہ ایک سکیلر مقدار ہے۔

گراف کے ذریعے ورک کی مقدار معلوم کرنا



شکل 5.7

ایک مستقل فورس F کسی جسم پر S فاصلے تک عمل کرتی ہے۔ اس فورس اور فاصلے کے درمیان گراف شکل 5.7 میں دکھایا گیا ہے۔ اگر فورس اور فاصلے کی سمت ایک ہی تو اس صورت میں:

ورک $W = F \times S$

اس شکل میں گراف OPQR کا ایریا بھی $F \times S$ کے برابر ہے۔ لہٰذا فورس اور فاصلے کی لائن کے نیچے والا ایریا ورک کو ظاہر کرے گا۔

ورک کے یونٹس (Units of Work)

ورک کا SI یونٹ جول (J) کہلاتا ہے۔

یہ ورک کی وہ مقدار ہے جو ایک نیوٹن فورس کسی جسم پر عمل کرتے ہوئے اسے ایک میٹر تک حرکت دیتی ہے۔

مساوات 5.1 کے مطابق:

$$1\,J = 1\,N \times 1\,m$$

یا

$$1\,J = N\,m$$

اس کے ملٹی پل یونٹس کلوجول اور میگا جول ہیں۔

$1\,kJ = 10^3\,J$ اور $1\,MJ = 10^6\,J$

مثال 5.1

ایک شخص ایک جسم کو 5 میٹر تک دھکیلنے کے لیے 200 J ورک کرتا ہے۔ اس کی لگائی گئی فورس معلوم کریں۔

حل:

اس مثال میں

ورک $= W = 200\,J$

فاصلہ $= S = 5\,m$

فورس $= F = ?$

مساوات 5.1 کے مطابق

$$W = F \times S \quad or \quad F = \frac{W}{S}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$F = \frac{200\,J}{5\,m} = 40\,N$$

مثال 5.2

ورک کی مقدار معلوم کریں جب 65 N فورس ایک سوٹ کیس کو دی گئی شکل کے مطابق 20 میٹر تک کھینچتی ہے۔

حل:

شکل 5.8

عمل کردہ فورس $= F = 65\,N$

طے کردہ فاصلہ $= S = 20\,m$

زاویہ $= \theta = 30°$

ورک $= W = ?$

مساوات (5.2) استعمال کرتے ہوئے

$$W = FS\cos 30°$$

$$W = 65\,N \times 20\,m \times 0.866$$

ورک $= W = 1125.8\,N\,m = 1125.8\,J$

5.2 انرجی (Energy)

آپ کی معلومات کے لیے

ایک تنے ہوئے تیر کمان میں انرجی ہوتی ہے جو تیر کو منتقل ہوجاتی ہے۔ بعض تیر کمان 1 کلومیٹر فاصلے تک بھی تیر پھینک سکتے ہیں۔

ہماری روزمرہ زندگی میں انرجی ایک عام لفظ ہے۔ ہمیں کوئی بھی ورک کرنے کے لیے انرجی کی ضرورت ہوتی ہے۔ ہم اپنے جسم کو حرکت نہیں دے سکتے جب تک ہمارے جسم میں انرجی نہ ہو۔ ہم یہ انرجی غذا سے حاصل کرتے ہیں۔ ایک موٹر کار تبھی چلتی ہے جب تک اسے پیٹرول کے جلنے سے انرجی نہ ملے۔ فیکٹریوں میں مشینیں اس وقت تک نہیں چلتیں جب تک الیکٹریسٹی انھیں انرجی فراہم نہ کرے۔ کسی بھی حرکت میں تبدیلی کے لیے انرجی کی ضرورت پڑتی ہے۔ جب ہم کہتے ہیں کہ کسی جسم میں انرجی موجود ہے تو اس کا مطلب ہے اس جسم میں کام کرنے کی صلاحیت ہے۔

کسی جسم کے ورک کرنے کی صلاحیت کو انرجی کہتے ہیں۔

جب کوئی شخص ورک کر رہا ہوتا ہے تو انرجی خرچ ہوتی ہے دراصل ورک کرنے والے کی انرجی اس جسم میں منتقل ہوجاتی ہے۔ جس پر ورک ہو رہا ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر جب آپ چلڈرن پارک میں جھولے کو دھکیلتے ہیں تو آپ کے کے جسم کی کیمیائی انرجی اس جھولے کو منتقل ہو کر اس جھولے کی حرکت میں ظاہر ہوتی ہے۔ ورک کی طرح انرجی بھی ایک سکیلر مقدار ہے اور اس کا SI یونٹ بھی جول (J) ہے۔

جب کسی جسم پر ایک جول ورک کیا جاتا ہے تو خرچ ہونے والی انرجی ایک جول ہوتی ہے۔

انرجی مختلف اشکال میں ظاہر ہوتی ہے۔ الیکٹریکل انرجی، کیمیکل انرجی، نیوکلیئر انرجی، حرارت، روشنی انرجی کی زیادہ مشہور اشکال ہیں، جنھیں ہم آگے چل کر پڑھیں گے۔ انرجی کی دو بنیادی اقسام درج ذیل ہیں:

(i) کائی نیٹک انرجی (Kinetic energy)

(ii) پوٹینشل انرجی (Potential energy)

کائی نیٹک انرجی (Kinetic Energy)

کسی جسم میں حرکت کی وجہ سے موجود انرجی کائی نیٹک انرجی کہلاتی ہے۔

یہ معلوم کرنے کے لیے کہ کسی متحرک جسم میں کائی نیٹک انرجی کی مقدار کتنی ہے جسم کو روکنے کے لیے مخالف سمت میں فورس لگائی جاتی ہے جس سے جسم کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رُک جاتا ہے۔ یعنی جسم پر ورک کرنا پڑتا ہے جو اس کی کائی نیٹک انرجی کے برابر ہوتا ہے۔

$$W = \text{ورک} = E_k = \text{کائی نیٹک انرجی}$$

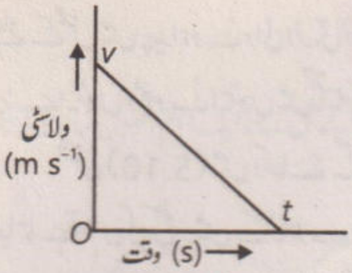
فرض کریں کے ماس m کا ایک جسم ولاسٹی v سے حرکت کر رہا ہے اس پر مخالف سمت میں فورس F فاصلہ S تک لگانے سے یہ رُک جاتا ہے، اس لیے

$$E_k = \text{ورک} = F \times S$$

چونکہ $F = ma$ اور وقت × اوسط ولاسٹی = S لہٰذا

$$S = (\frac{v+0}{2})t = \frac{v}{2} \times t$$

یا $$E_k = ma \times \frac{vt}{2} = \frac{1}{2}\ ma \times vt$$



شکل 5.9

ولاسٹی۔ٹائم گراف (شکل 5.9) کا سلوپ یا گریڈینٹ ایکسلریشن "a" کے برابر ہوتا ہے۔ چونکہ $a = \frac{v}{t}$ ولاسٹی اور فورس مخالف سمت میں ہیں، لہٰذا سلوپ منفی ہے۔

اس لیے $$E_k = \frac{1}{2}\ m\ \left(\frac{v}{t}\right)\ vt$$

یا $$E_k = \frac{1}{2}\ mv^2 \quad \text{--------} \ (5.3)$$

آپ کی اطلاع کے لیے

- انسانی دل کی ایک دھڑکن میں 0.5 J ورک ہوتا ہے۔
- دوسری جنگ عظیم میں ہیروشیما جاپان میں گرائے جانے والے نیوکلیئر بم سے 8.0×10^{13} J جول انرجی پیدا ہوئی تھی۔
- ایک عام بجلی گھر کی سالانہ پیداوار 10^{16} J تک ہوتی ہے۔

مثال 5.3

3000 کلوگرام کا ایک ٹرک یکساں ولاسٹی $54\ km^{-1}$ سے سڑک پر حرکت کر رہا ہے۔اس کی کائی نیٹک انرجی معلوم کریں۔

حل:

ٹرک کا ماس $m = 3000\ kg$

ولاسٹی $v = 54\ km\ h^{-1} = 15\ m\ s^{-1}$

کائی نیٹک انرجی $E_k = ?$

جیسا کہ $$E_k = \frac{1}{2}\ mv^2$$

فارمولے میں قیمتیں درج کرنے سے $$E_k = \frac{1}{2} \times 3000\ kg \times (15)^2\ m^2\ s^{-2}$$

$$E_k = 337500\ J = 337.5\ kJ$$

پوٹینشل انرجی

ہم پڑھ چکے ہیں کہ کسی جسم پر ورک کرنے سے اس کی کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے۔ بعض اوقات ورک کرنے سے اس جسم کی کائی نیٹک انرجی نہیں بڑھتی بلکہ ورک کی وہ مقدار اس جسم میں سٹور ہو جاتی ہے جس سے اس جسم کی پوزیشن یا ساخت میں تبدیلی آ جاتی ہے۔

کسی جسم میں پوزیشن یا ساخت میں تبدیلی کی وجہ سے ورک کرنے کی صلاحیت کو پوٹینشل انرجی کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

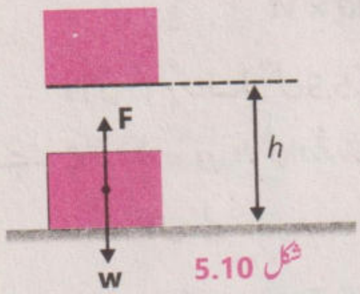
رولر کوسٹر میں ٹرین کی پوٹینشل انرجی ہر لمحے تبدیل ہوتی ہے۔

پوٹینشل انرجی کی اقسام:

پوٹینشل انرجی کی بہت ساری اقسام ہیں۔ سطح زمین کے لحاظ سے کسی جسم کی پوزیشن میں تبدیلی سے کام کرنے کی صلاحیت پیدا ہو جانے کو گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کہتے ہیں۔

ایک سپرنگ میں دباؤ یا پھیلاؤ کی وجہ سے سٹور ہونے والی انرجی کو ایلاسٹک پوٹینشل انرجی (Elastic Potntial Energy) کہتے ہیں۔ الیکٹرک بیٹری کے کیمیکلز میں موجود انرجی کیمیکل پوٹینشل انرجی کہلاتی ہے جو کیمیائی تعامل سے الیکٹرک انرجی میں تبدیل ہوتی ہے۔ فوسل فیولز (Fossil Fuels)

کے جلنے کے عمل میں پیدا ہونے والی انرجی تھرمل یا انٹرنل انرجی کہلاتی ہے۔ ایٹم کے نیوکلیئس میں موجود مخفی انرجی کو نیوکلیئر انرجی کہتے ہیں۔ جب بڑے ایٹموں کو چھوٹے ایٹموں میں تقسیم کیا جاتا ہے تو یہ انرجی حرارت اور دوسری ریڈی ایشنز کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔



شکل 5.10

شکل (5.10) میں دکھائے گئے ایک وزن w کے بلاک کو جب کسی بلندی h تک اٹھایا جاتا ہے تو اس کی سطح زمین کے لحاظ سے بلند پوزیشن پر پوٹینشل انرجی آجاتی ہے۔

جب بھی اسے گرنے دیا جائے گا اس میں ورک کرنے کی صلاحیت ہوگی۔ یہ انرجی کیسے معلوم کی جاسکتی ہے؟

بلاک کو اوپر لے جانے کے لیے جو ورک کیا گیا تھا وہی اس کی پوٹینشل انرجی ہوگی۔ لہٰذا

بلند پوزیشن پر لے جانے کے لیے کیا گیا ورک = E_p پوٹینشل انرجی

اس بلاک کو یکساں ولاسٹی سے بلندی h تک اوپر اٹھانے کے لیے فورس F کا اس کے وزن w کے برابر ہونا ضروری ہے، لہٰذا $w = mg$

اس لیے بلندی h پر بلاک کی پوٹینشل انرجی ہو جاتی ہے:

$$E_p = wh$$

یا

$$E_p = mgh \quad \text{.............. (5.4)}$$

شکل 5.11 آبشار

گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کی ایک واضح مثال آبشار (شکل 5.11) کی ہے۔ آبشار کی بلند پوزیشن پر پانی میں پوٹینشل انرجی موجود ہے۔ جب پانی نیچے گرتا ہے تو پوٹینشل انرجی پانی کی کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہوتی ہے اور تیزی سے گرتا ہوا پانی ٹربائن چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کرتا ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

آئن سٹائن کی تھیوری کے مطابق مادہ اور انرجی ایک دوسرے میں تبدیل ہوسکتے ہیں۔ نیوکلیائی تعاملات کے دوران ماس میں کچھ کمی بہت زیادہ انرجی کی صورت میں ظاہر ہوتی ہے اسی طرح انرجی کو میٹیریل پارٹیکل میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ لہٰذا مادہ اور انرجی کنزرویشن کے قانون کو علیحدہ علیحدہ بیان کرنے کی بجائے اسے ماس اور انرجی کنزرویشن کا قانون کہتے ہیں۔

مثال 5.4:

180 گرام کی ایک بال عموداً اوپر 12 میٹر کی بلندی تک پھینکی گئی۔ اس بال نے کتنی پوٹینشل انرجی حاصل کی؟

حل:

بال کا ماس $m = 180\ \text{g} = 0.18\ \text{kg}$

بلندی $h = 12\ \text{m}$

پوٹینشل انرجی $E_p = ?$

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

مساوات 5.4 کے مطابق

$$E_p = mgh$$

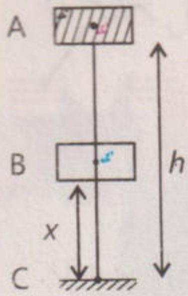
قیمتیں درج کرنے سے

$$E_p = 0.18\ \text{kg} \times 10\ \text{m s}^{-2} \times 12\ \text{m} = 21.6\ \text{J}$$

5.3 انرجی کنزرویشن (Conservation of Energy)

مختلف اقسام میں انرجی کے مطالعہ اور کسی ایک قسم کی انرجی کو دوسری قسم میں تبدیلی کے عمل سے ایک اہم اصول سامنے آتا ہے جسے انرجی کنزرویشن اصول کہتے ہیں، جسے ہم یوں بیان کرتے ہیں:

> انرجی نہ ہی پیدا کی جاسکتی ہے اور نہ ہی فنا کی جاسکتی ہے۔ تاہم اس کو ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیل کیا جاسکتا ہے، لیکن انرجی کی کل مقدار کبھی تبدیل نہیں ہوتی۔



شکل 5.12

انرجی کی ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیلی کے عمل کے دوران بعض دفعہ ایسا لگتا ہے کہ کچھ انرجی کہیں کھوگئی ہے دراصل یہ انرجی تبدیلی کے عمل کے دوران متحرک حصوں میں مزاحمت یا فرکشن کے خلاف ورک کرنے میں خرچ ہوجاتی ہے جو حرارت کی شکل میں اردگرد کے ماحول میں منتشر ہوجاتی ہے یہ انرجی عملی نقطہ نظر سے کارآمد انرجی نہیں رہتی، لہٰذا اسے فاضل انرجی (Waste Energy) کہتے ہیں۔ انرجی کی باہمی تبدیلی اور کنزرویشن کے عمل کو ہم درج ذیل مثال سے واضح کرسکتے ہیں: فرض کریں کہ ماس m کا ایک جسم سطح زمین سے h بلندی پر ریسٹ پوزیشن میں ہے، جیسا کہ شکل (5.12) میں دکھایا گیا ہے، لہٰذا اس کی کل انرجی mgh کے برابر ہوگی۔ چونکہ کائی نیٹک انرجی صفر ہے۔ اس لیے

$$E_p = mgh$$

اور

$$E_k = 0$$

جب جسم کو مقام A سے B تک گرایا جاتا ہے جس کی سطح زمین سے بلندی "x" ہے، تو جسم کے نیچے گرنے کی وجہ سے اس کی پوٹینشل انرجی کم ہوجاتی ہے جبکہ کائی نیٹک انرجی میں اضافہ ہوجاتا ہے۔ چونکہ نیچے گرنے سے یہ سپیڈ حاصل کرلیتا ہے، اگر ہوا کی مزاحمت کو نظرانداز کردیا جائے:

$$E_p = mg(h - x)$$

پوٹینشل انرجی میں کمی کائی نیٹک انرجی میں اضافہ کی صورت میں ہوگی۔

لہٰذا پوائنٹ B پر $\quad E_k = mgx$

پوائنٹ B پر کل انرجی $\quad E = mg(h - x) + mgx = mgh$

مقام C پر سطح زمین سے ٹکرانے سے ذرا پہلے تمام پوٹینشل انرجی کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہوجاتی ہے، اس لیے اب:

$$E_p = 0 \text{ اور } E_k = mgh$$

لہٰذا کل انرجی mgh ہی رہتی ہے۔ سطح زمین سے ٹکرانے پر یہ انرجی حرارت اور آواز کی شکل میں ماحول میں منتشر ہوجاتی ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے

الیکٹریسٹی کی ایجاد سے پہلے فوسل فیول کا بنیادی استعمال روشنی اور حرارت کا حصول تھا۔

5.4 انرجی کے ذرائع (Sources of Energy)

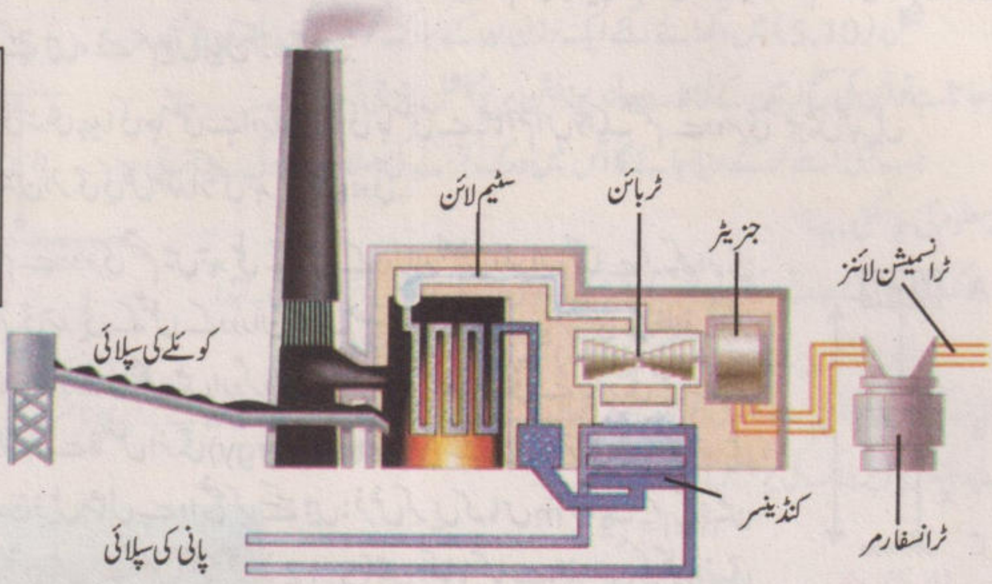
فوسل فیول انرجی (Fossil Fuel Energy)

تیل، کوئلہ اور گیس کو فوسل فیولز کہتے ہیں ان سے جو انرجی حاصل ہوتی ہے اسے فوسل فیول انرجی کہتے ہیں۔ ان کے جلانے سے جو حرارت پیدا ہوتی ہے اسے سٹیم بنانے میں استعمال کرتے ہیں اور

سٹیم سے ٹربائن چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کی جاتی ہے۔ اس سارے عمل کو (شکل 5.13) میں ایک بلاک ڈایاگرام کی صورت میں دکھایا گیا ہے۔

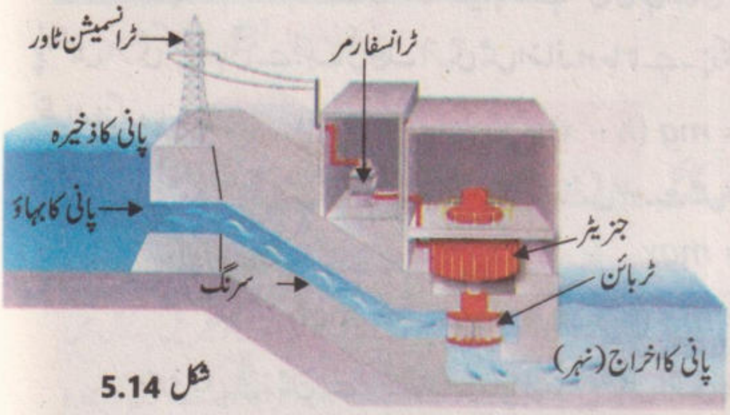
کیا آپ جانتے ہیں؟

پچھلی صدی تک کوئلہ کا بڑا استعمال اسے بوائلر میں جلا کر ٹرین چلانے کے لیے سٹیم کا حصول تھا۔



شکل 5.13

ہائڈروالیکٹرک انرجی جنریشن (Hydroelectric Generation)



شکل 5.14

بلندی سے گرتے ہوئے پانی کی پاور سے الیکٹریسٹی کی پیداوار کو ہائڈروالیکٹرک انرجی جنریشن کہا جاتا ہے۔ ایک بلند جھیل یا پانی کا وسیع ذخیرہ گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کا حامل ہوتا ہے۔ جب پانی کو بلندی سے نیچے گرایا جاتا ہے تو اس کی پوٹینشل انرجی کائی نیٹک انرجی میں تبدیل ہوتی ہے (شکل 5.14)۔ سرنگیں بنا کر بلند جھیل کے پانی کو نشیبی جگہ کی طرف بہایا جاتا ہے۔ ایسی تعمیر کو ڈیم کہتے ہیں۔ ڈیم میں تیزی سے بہتے ہوئے پانی کی کائی نیٹک انرجی سے ٹربائن گھما کر الیکٹرک جنریٹر چلایا جاتا ہے جس سے الیکٹریسٹی حاصل ہوتی ہے۔

سولر انرجی (Solar Energy)

سورج سولر انرجی کا سب سے بڑا ذریعہ ہے۔ سورج کی روشنی سے حاصل ہونے والی انرجی کو سولر انرجی کہتے ہیں۔ اسے دو طریقوں سے استعمال کیا جاتا ہے۔ اس سے یا تو کسی سسٹم کے لیے حرارت حاصل کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے یا اس سے براہ راست الیکٹریسٹی پیدا کر لی جاتی ہے۔ ایک طریقہ کار میں سولر پینلز سورج کی انرجی کو جذب کرتے ہیں جو بڑی میٹل پلیٹس پر مشتمل ہوتے ہیں ان کا رنگ سیاہ ہوتا ہے۔ ان سے پائپوں میں بہتا ہوا پانی گرم کیا جاتا ہے، جسے عمارات کو گرم رکھنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ اگر سورج کی

شکل 5.15 چھت پر لگائے گئے سولر پینلز

شکل 5.16 سولر سیل پینل

شعاعوں کو ریفلیکٹرز یا آئنوں کی مدد سے کسی چھوٹے ایریا پر مرکوز کر لیا جائے تو اس سے خاطر خواہ ایک بلند ٹمپریچر حاصل کر کے پانی کو بوائلر کے ذریعے سٹیم میں تبدیل کیا جاسکتا ہے، جس سے الیکٹریسٹی حاصل کی جاسکتی ہے۔

ایک دوسرے طریقے میں سولر سیلز کی مدد سے سورج کی روشنی کو براہ راست الیکٹریسٹی میں تبدیل کر لیا جاتا ہے۔ سولر سیلز کو فوٹو وولٹک سیلز (Photo Voltaic Cells) بھی کہتے ہیں۔ایک سیل سے بہت کم وولٹیج پیدا ہوتی ہے۔عملی طور پر زیادہ ہائی وولٹیج حاصل کرنے کے لیے بہت زیادہ تعداد میں سولر سیلز کو سلسلہ وار جوڑ لیا جاتا ہے جنھیں سولر پینل کہتے ہیں، جیسا کہ شکل (5.16) میں دکھایا گیا ہے۔آجکل سولر سیلز کیلکولیٹرز بھی دستیاب ہے جو سولر سلز سے الیکٹریکل انرجی حاصل کر کے کام کرتے ہیں۔ بہت بڑے بڑے سولر پینلز سے خلائی سیٹلائٹس کو بھی پاور مہیا کی جاتی ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے

سولر پاور سے چلنے والی کار جس نے 1993 میں آسٹریلیا میں کار ریس جیتی۔

زمینی سیٹلائٹس سولر پینلز سے انرجی حاصل کرتے ہیں۔

نیوکلیئر انرجی (Nuclear Energy)

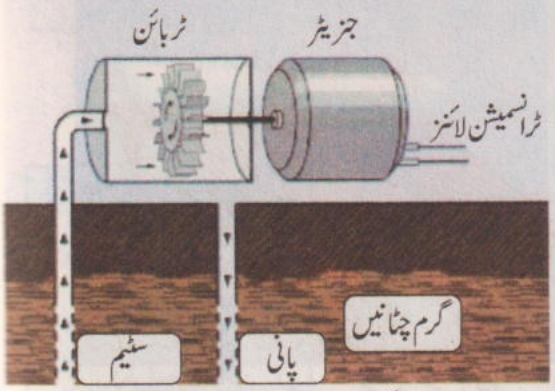
جب ایک بھاری نیوکلیس کو چھوٹے حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے تو نیوکلیئر انرجی حاصل ہوتی ہے۔ نیوکلیئر پاور سٹیشن نیوکلیئر فیول استعمال کرتے ہیں جیسا کہ یورینیم اور پلوٹونیم ۔فشن ری ایکشن کے دوران انرجی کی ایک بڑی مقدار حرارت کی شکل میں خارج ہوتی ہے جس سے سٹیم بنا کر ٹربائن چلائی جاتی ہے جو الیکٹریسٹی پیدا کرتی ہے۔ یہ عمل نیوکلیئر ری ایکٹر میں انجام پاتا ہے۔ پاکستان میں کراچی اور چشمہ کے مقام پر نیوکلیئر پاور سٹیشن کام کر رہے ہیں۔

آپ کی اطلاع کے لیے

جاپان، روس، اٹلی، نیوزی لینڈ اور امریکہ میں جیوتھرمل انرجی کافی مقدار میں استعمال ہو رہی ہے، جبکہ آئس لینڈ میں 85 فیصد گھروں کو گرم کرنے کے لیے یہی انرجی استعمال ہوتی ہے۔اس کا خرچ تیل کی نسبت ایک تہائی ہوتا ہے۔

جیوتھرمل انرجی (Geothermal Energy)

دنیا کے بعض حصوں میں زمین کے نیچے کم گہرائی پر پگھلی ہوئی شکل میں گرم چٹانیں پائی جاتی ہیں جو تابکاری مادوں سے خارج ہونے والی انرجی سے حرارت حاصل کرتی ہیں۔ ان کا ٹمپریچر قریباً 250°C ہوتا ہے۔ اس انرجی کو جیوتھرمل انرجی کہتے ہیں۔ جس کو پانی کے پائپوں کے ذریعے سٹیم کی صورت میں نکال کر الیکٹریسٹی ٹربائن چلائے جاتے ہیں۔ ایک ایسا ہی جیوتھرمل پاور پلانٹ شکل (5.17) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 5.17 جیوتھرمل پلانٹ

بعض جگہ گرم چٹانوں میں سوراخ کر کے ان میں سے پانی کے پائپ گزارے جاتے ہیں جن کا پانی گرم ہو کر سٹیم میں تبدیل ہو جاتا ہے جس سے جنریٹر چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کی جاتی ہے۔ ایسی گرم چٹانوں میں جہاں پانی پہلے سے ہی موجود ہو تو یہ گرم چشموں کی صورت میں سطح زمین پر نمودار ہو جاتے ہیں جنھیں گیزرز کہتے ہیں، جیسا کہ ایک گیزر شکل (5.18) میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 5.18

وِنڈ انرجی (Wind Energy)

جہاں تیز ہوا چلتی ہے وہاں صدیوں پہلے سے لوگ وِنڈمل یا ہوائی چکیوں میں اناج پیسنے اور پانی کو کنوؤں سے نکالنے کے لیے استعمال کرتے آ رہے ہیں۔ جدید وِنڈمل سے جنریٹر چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کی جاتی ہے۔ وِنڈ جنریٹر پاور سٹیم جنریٹر کی طرح کام کرتے ہیں۔ شکل (5.19) میں ایک وِنڈ ملز فارم دکھایا گیا ہے جس میں بہت سی وِنڈ مشینوں کو آپس میں ملا دیا جاتا ہے۔ اس سے بہت بڑے پیمانے پر الیکٹریسٹی پیدا کر لی جاتی ہے۔

شکل 5.19 وِنڈ ملز فارم

مدوجزر سے انرجی (Energy from Tides)

چاند کی گریوی ٹیشنل فورس کی وجہ سے ایک دن میں سمندر کے پانی کا دو مرتبہ چڑھنا اور اترنا مدوجزر کہلاتا ہے۔ پانی کے اس اتار چڑھاؤ کو استعمال کر کے انرجی پیدا کر لی جاتی ہے۔ کسی خلیج پر ڈیم تعمیر کر کے اسے بلند ٹائیڈ کے وقت بھرا اور پست ٹائیڈ کے وقت خالی کیا جا سکتا ہے۔ اس طرح خلیج کا پانی ہائیڈرو الیکٹرک پاور کی طرح ٹربائن چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اگلی بلند ٹائیڈ پر اندر آتے ہوئے پانی سے بھی ٹربائن چلا کر الیکٹریسٹی پیدا کی جا سکتی ہے۔

سمندری ویوز سے انرجی (Energy from Waves in Sea)

مدوجزر اور تیز ہوائیں سمندر میں طاقتور ویوز پیدا کرتی ہیں، ان کی انرجی سے بھی الیکٹریسٹی پیدا کی جا سکتی ہے۔

شکل 5.20

اس مقصد کے لیے بڑے بڑے فلوٹس (Floats) استعمال کیے جاتے ہیں جو ویوز کے ساتھ اوپر نیچے حرکت کرتے ہیں۔ ایسے ہی پروفیسر سالٹر کی ایجاد کردہ ایک ترکیب سالٹرز ڈک (Salter's Duck) کہلاتی ہے شکل (5.20)۔ یہ دو حصوں پر مشتمل ہوتی ہے۔

(i) ڈک فلوٹ (Duck Float)

(ii) بیلنس فلوٹ (Balance Float)

ویوز کی انرجی سے ڈک فلوٹ بیلنس فلوٹ کی نسبت حرکت کرتی ہے۔ ڈک فلوٹ کی نسبتی حرکت (Relative motion) سے الیکٹریسٹی کے جنریٹر چلائے جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

1986ء میں چرنوبل کے نیوکلیئر ری ایکٹر کے حادثہ میں بہت سارے لوگ، جانور و مویشی اور فصلیں متاثر ہوئیں۔ اگرچہ اموات صرف 31 تھیں لیکن چھ لاکھ لوگ شدید متاثر ہوئے۔

بائیوفیول انرجی (Biofuel Energy)

یہ انرجی بائیوماس (Biomass) سے حاصل کی جاتی ہے۔ یہ نامیاتی میٹریل پودوں، گلی سڑی سبزیوں، پھلوں، جانوروں کا فضلہ، کوڑا کرکٹ، گندے گٹر کے پانی وغیرہ پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ میٹریل براہ راست فیول کے طور پر استعمال کرلیا جاتا ہے، یا اسے دیگر فیولز میں تبدیل کرلیا جاتا ہے۔ براہ راست اس کو بوائلر میں جلا کر الیکٹریسٹی پیدا کرنے کے لیے سٹیم بنائی جاتی ہے۔ جبکہ ایک اور طریقہ کار عمل میں گلے سڑے نباتات کو ایک بڑے برتن جسے ڈائی جیسٹر کہتے ہیں میں بند کرکے میتھین گیس بنائی جاسکتی ہے (شکل 5.21)۔

شکل 5.21 بائیوڈاجسٹر

اس عمل میں مائکرو آرگنزم آکسیجن کی موجودگی میں اس نامیاتی میٹریل کو توڑ پھوڑ کر بائیوگیس بناتے ہیں جسے قدرتی گیس کی طرح جلانے اور کھانا بنانے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

بائیوماس سے بائیوفیول یعنی ایتھانول الکوحل بھی بنایا جاتا ہے۔ جو پٹرول کی جگہ گاڑیوں میں استعمال ہوسکتا ہے۔ اس عمل میں بیکٹیریا بائیوماس کو بائیوفیول میں تبدیل کرتے ہیں۔

ذرائع انرجی کے معاشی، سماجی اور ماحولیاتی اثرات

انرجی کا ایک عام ذریعہ فوسل فیولز ہیں جو بہت مہنگے ہیں اور پولیوشن کے ذمہ دار ہیں جس سے انسانی صحت شدید متاثر ہوتی ہے۔ اس کے مقابلے میں ہائیڈروالیکٹرک سستی پڑتی ہے اور پولیوشن بھی پیدا نہیں کرتی۔ اس کا ایک ہی منفی اثر ہے کہ اس کے قریبی علاقے سیم زدہ ہوجاتے ہیں۔ سولر ونڈ اور ٹائڈل انرجی (Tidal Energy) بھی پولیوشن پیدا نہیں کرتیں لیکن ان کا ابتدائی خرچہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ نیوکلیئر انرجی بھی ایک اچھا ذریعہ ہے یہ سستا بھی پڑتا ہے اور بڑھتی ہوئی ضروریات کو باآسانی پورا کرسکتا ہے۔

5.5 انرجی کے قابل تجدید اور ناقابل تجدید ذرائع (Renewable and Non Renewable Energy Sources)

انرجی کے ایسے ذرائع جن کے استعمال ہونے کے بعد ان کا بدل موجود ہو، قابل تجدید ذرائع کہلاتے ہیں۔ اور اگر ان ذرائع کی تجدید نہ کی جاسکے اور مسلسل استعمال کے بعد ان میں مسلسل کمی آتی رہے تو انھیں ناقابل تجدید ذرائع کہتے ہیں۔ یہ اگر ایک دفعہ ختم ہوجائیں تو آسانی سے ان کا بدل

نہیں مل سکتا۔ قابلِ تجدید انرجی کے ذرائع میں ہائڈروالیکٹرک، سولر، ونڈ، مدوجزر، سمندری ویوز اور جیوتھرمل انرجی کے ذرائع شامل ہیں۔ استعمال کے ساتھ ساتھ ان کی تجدید ہوتی رہتی ہے۔ مثلاً بارش اور برفباری جاری عمل ہے لہٰذا ڈیم کی جھیل کو پانی کی سپلائی جاری رہتی ہے اور ہائڈروالیکٹرک پاور کے ختم ہونے کا خدشہ نہیں رہتا۔ اسی طرح سولر انرجی کا حصول بھی ہمیشہ رہتا ہے۔ ونڈ انرجی اور مدوجزر کے ذرائع سے انرجی کا حصول بھی اسی طرح ہے۔ مستقبل میں ان کے ختم ہونے کا خدشہ نہیں ہے۔

ناقابلِ تجدید ذرائع میں فوسل فیولز اور نیوکلیئر انرجی شامل ہیں۔ فوسل فیولز دراصل ان قدیم پودوں اور جانوروں سے وجود میں آتے ہیں جو زمین میں دب گئے اور لاکھوں سال کے عمل کے بعد وہ فوسل فیولز میں تبدیل ہو گئے۔ ان کے ذخائر محدود ہیں۔ ایک دفعہ یہ ختم ہو جائیں تو ان کی تجدید کے لیے لاکھوں سال انتظار کرنا پڑے گا۔ اسی طرح نیوکلیئر انرجی کے لیے ضروری فیول بھی محدود ہیں۔ چونکہ انرجی کی طلب بڑھتی جا رہی ہے اس لیے غیر روایتی قابلِ تجدید ذرائع کو ترقی دینا ضروری ہے۔

5.6 انرجی پیدا کرنے والے ذرائع کے فوائد اور نقصانات
The Advantages and Disadvantages of Method of Energy Production

شکل 5.22

ہائڈروالیکٹرک پاور سستی، محفوظ اور صاف ستھری ہے۔ اس سے ماحولیاتی آلودگی بھی نہیں ہوتی۔ سولر، ونڈ، مدوجزر اور سمندری ویوز سے ابتدائی طور پر انرجی کا حصول مہنگا ضرور ہے لیکن یہ ذرائع بھی ماحولیاتی آلودگی پیدا نہیں کرتے۔ اور بعد ازاں ان سے انرجی کا حصول کافی سستا پڑتا ہے۔ جبکہ فوسل فیولز اور نیوکلیئر انرجی سے پاور جنریشن بہت زیادہ ماحولیاتی آلودگی کا باعث بنتی ہے۔ فوسل فیولز کے جلانے سے دھواں، کاربن ڈائی آکسائڈ اور حرارت پیدا ہوتی ہے (شکل 5.22)۔ یہ ذرائع براہ راست ہوا کی آلودگی کے ذمہ دار ہیں۔ ونڈ ملز بہت زیادہ شور کا سبب بنتی ہیں اور کچھ لوگوں کا خیال ہے کہ ان سے دلکش زمینی مناظر کی خوبصورتی متاثر ہوتی ہے۔

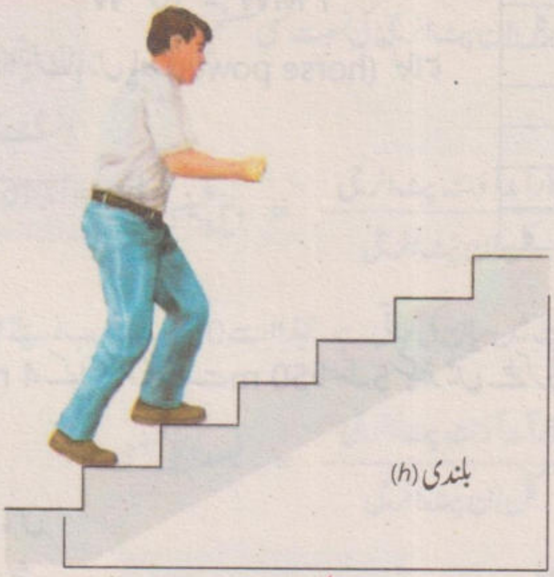
کیا آپ جانتے ہیں؟

فوسل فیولز کے جلانے سے ہر سال بلین ٹن کاربن ڈائی آکسائڈ کا ہماری فضا میں اضافہ ہوتا ہے۔

نیوکلیئر پاور جنریشن میں نیوکلیائی عمل سے پیدا ہونے والی حرارت سے سٹیم بنائی جاتی ہے۔ حرارت اپنے طور پر پولیوشن کی ایک شکل ہے، جسے تھرمل پولیوشن کہتے ہیں۔ اس سے زمین کا اوسط ٹمپریچر دن بدن بڑھتا جاتا ہے جسے گلوبل وارمنگ (Globle Warming) کہتے ہیں۔ مزید اس طریقہ کار کا ایک اور مسئلہ یہ ہے کہ اس میں تابکاری کے پھیلاؤ کا خدشہ رہتا ہے جو جانداروں کے لیے مضر ہے۔ نیوکلیئر پلانٹ کے ارد گرد رہنے والے لوگوں کے لیے ہمیشہ کسی ممکنہ حادثے کا ڈر برقرار رہتا ہے جبکہ نیوکلیئر ویسٹ میٹریل کو مناسب طور پر ٹھکانے لگانا بھی ایک بڑا مسئلہ ہے۔

5.7 پاور (Power)

بہت ساری صورتوں میں وقت کے لحاظ سے ورک کرنے کی شرح اتنی ہی اہم ہوتی ہے جتنا اہم ورک کی مقدار ہے۔ فرض کریں آپ سیڑھی پر چڑھتے ہوئے ایک بلندی h تک پہنچتے ہیں (شکل 5.23)۔ لہٰذا آپ نے ورک کیا چونکہ آپ اپنے جسم کو اوپر لے کر جاتے ہیں۔ اگر آپ اسی سیڑھی پر دوڑ کر چڑھیں تو آپ اسی بلندی پر کم وقت میں پہنچ جائیں گے۔ دونوں صورتوں میں کام کرنے کی مقدار برابر ہے چونکہ آپ ایک ہی w وزن کے جسم کو بلندی h تک لے کر جاتے ہیں لیکن جب آپ دوڑ کر چڑھتے ہیں تو زیادہ تھکاوٹ محسوس کرتے ہیں۔ برعکس اس کے جب آپ آہستہ سے چل کر جاتے ہیں۔ ہم کہتے ہیں کہ آپ نے تیزی سے اوپر جانے میں زیادہ انرجی خرچ کی ہے۔



شکل 5.23

پاور کے تصور کو ہم ایک الیکٹرک موٹر یا واٹر پمپ کی مثال سے بھی واضح کر سکتے ہیں۔ ایک چھوٹی موٹر کی نسبت بڑی موٹر اسی وقت میں زیادہ پانی اوپر کھینچتی ہے۔ اسے یوں بیان کیا جا سکتا ہے کہ بڑی موٹر کی پاور چھوٹی موٹر کی نسبت زیادہ ہے۔ لہٰذا

وقت کے لحاظ سے ورک کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں۔

حسابی طور پر

$$\text{پاور} = \frac{\text{ورک}}{\text{وقت}}$$

اگر ورک W اور ٹائم t ہو تو پاور P کو ہم یوں لکھ سکتے ہیں:

$$P = \frac{W}{t} \quad .... (5.5)$$

پاور کی تعریف ایسے بھی کی جا سکتی ہے کہ یونٹ ٹائم میں انرجی کی تبدیلی پاور کہلاتی ہے۔

پاور کے یونٹس (Units of Power)

چونکہ ورک اور وقت دونوں سکیلر مقداریں ہیں لہٰذا مساوات 5.5 کے حوالے سے پاور بھی ایک سکیلر مقدار ہے۔ اس کا SI یونٹ واٹ (watt) ہے۔ اسے علامت W سے لکھا جاتا ہے۔

ایک جول فی سیکنڈ ورک کی شرح ایک واٹ ہوتی ہے۔

$$1\ W = \frac{1\ J}{1\ s} \quad \text{یا} \quad 1\ J\ s^{-1}$$

پاور کے بڑے یونٹس:

پاور کے بڑے یونٹس کلوواٹ اور میگاواٹ ہیں۔

$$1\ kW = 10^3\ W$$

$$1\ MW = 10^6\ W$$

برٹش انجینئرنگ سسٹم میں پاور کا یونٹ ہارس پاور (horse power) کہلاتا ہے، جو 746 W واٹ کے برابر ہوتا ہے۔

$$1\ hp = 746\ W$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

برقی آلات	واٹس
انرجی سیور	23
ٹیوب لائٹ	40
الیکٹرک فین	80
بلب	100
ٹیلی وژن	200
واشنگ مشین	250
ریفریجریٹر	600
الیکٹرک استری	1000
ٹاؤسٹر	1000
مائیکرو ویو اوون	1200
ائیر کنڈیشنر	2500

مثال 5.5:

1000 کلوگرام کی کار $4\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے 50 m فاصلہ 5 سیکنڈ میں طے کرتی ہے۔ اس کے انجن کی پاور کتنی ہوگی؟

حل:

کار کا ماس $m = 1000\ kg$

ایکسلریشن $a = 4\ m\ s^{-2}$

فاصلہ $S = 50\ m$

وقت $t = 5\ s$

پاور $P = ?$

پہلے ہم نیوٹن کے دوسرے قانون کو استعمال کر کے عمل کردہ فورس معلوم کریں گے:

$$F = ma = 1000\ kg \times 4\ m\ s^{-2} = 4000\ N$$

مساوات 5.1 سے ورک $W = F \times S$

یا $W = 4000\ N \times 50\ m = 2.0 \times 10^5\ J$

مساوات 5.5 کی رُو سے $P = \frac{W}{t}$

W اور t کی قیمتیں درج کرنے سے

$$P = \frac{2.0 \times 10^5\ J}{5\ s} = 4 \times 10^4\ W = 40\ kW$$

آپ کی اطلاع کے لیے

سکاٹش انجینئر جیمز واٹ (1736-1819) کو خراجِ تحسین پیش کرنے کے لیے پاور کے یونٹ کا نام واٹ رکھا گیا۔ وہ سٹیم انجن کا موجد تھا۔

5.8 ایفی شینسی (Efficiency)

کسی ورکنگ سسٹم کی ایفی شینسی سے ہمیں یہ پتہ چلتا ہے کہ اسے مہیا کردہ انرجی میں سے کتنی کارآمد انرجی ورک میں تبدیل ہوتی ہے اور کتنی انرجی ضائع ہو جاتی ہے۔ مہیا کردہ انرجی کو اِن پٹ انرجی (Input Energy) اور مطلوبہ شکل میں تبدیل ہونے والی انرجی کو آؤٹ پٹ انرجی (Output Energy) کہتے ہیں۔ کسی سسٹم کی ایفی شینسی کی تعریف یہ ہے:

کارآمد آؤٹ پٹ انرجی اور کل اِن پٹ انرجی کی نسبت کسی سسٹم کی ایفی شینسی کہلاتی ہے۔

$$\text{ایفی شینسی} = \frac{\text{کارآمد آؤٹ پٹ انرجی}}{\text{کل اِن پٹ انرجی}}$$

ایفی شینسی اکثر فیصد کی صورت میں بیان کی جاتی ہے۔ لہٰذا اسے 100 سے ضرب دیتے ہیں:

$$\text{فیصد ایفی شینسی} = \frac{\text{کارآمد آؤٹ پٹ انرجی}}{\text{کل اِن پٹ انرجی}} \times 100$$

اسے یوں بھی لکھا جاسکتا ہے:

$$\text{فیصد ایفی شینسی} = \frac{\text{کارآمد آؤٹ پٹ پاور}}{\text{کل اِن پٹ پاور}} \times 100 \quad ....(5.6)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

سرگرمی	اوسط ایفی شینسی (%)
ڈیزل انجن	35
پیٹرول انجن	25
الیکٹرک موٹر	80
بائیسکل	15

آپ کی اطلاع کے لیے

ایسی مشین جسکی کارآمد آؤٹ پٹ اس کی کل اِن پٹ انرجی کے برابر ہو، یعنی ایفی شینسی 100 فیصد ہو۔ ایک آئیڈیل مشین کہلاتی ہے۔

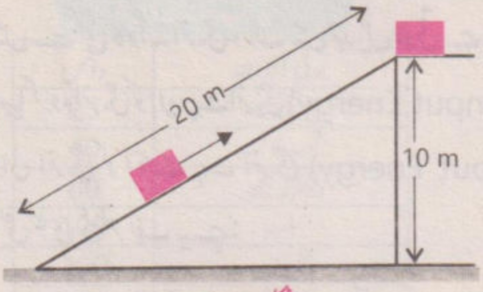
یہ دیکھا گیا ہے کہ کارآمد آؤٹ پٹ انرجی ہمیشہ کل اِن پٹ انرجی سے کم ہوتی ہے۔ کسی بھی انرجی تبادلے کی صورت میں کچھ انرجی حرارت کی شکل میں ضائع ہو جاتی ہے۔ کوئی ایسی مشین ابھی تک ایجاد نہیں ہوئی جو تمام اِن پٹ انرجی کو کارآمد یا مطلوبہ آؤٹ پٹ انرجی میں تبدیل کردے۔ اس لیے کوئی بھی سسٹم 100 فیصد ایفی شینٹ نہیں ہوسکتا۔ کیونکہ انرجی کا ضائع ہونا ناگزیر عمل ہے۔ ہر سسٹم کے متحرک حصوں میں فرکشن کی وجہ سے انرجی ضائع ہوتی ہے جو حرارت وغیرہ کی شکل میں اِردگرد کے ماحول میں منتشر ہو جاتی ہے۔ لہٰذا ایک مثالی یا لگاتار کام کرنے والی مشین نہیں بنائی جاسکتی۔

لگاتار انرجی پیدا کرنے والی مشین (Perpetual Energy Machine)

یہ ایک مفروضی مشین ہے جو بغیر کسی بیرونی ذریعہ انرجی کے لگاتار کام کرسکتی ہو۔ جو خرچ کردہ انرجی سے زیادہ انرجی پیدا کرسکے یعنی بغیر کسی اِن پٹ کے انرجی پیدا کرسکے جو کہ ناممکن ہے۔ کسی بھی سسٹم میں کچھ نہ کچھ انرجی ہمیشہ اس کے متحرک حصوں میں فرکشن یا ہوا کی مزاحمت کے خلاف کام کرتے ہوئے حرارت کے طور پر اِردگرد کے ماحول میں منتشر ہو جاتی ہے۔ لہٰذا کوئی بھی مشین بغیر کسی بیرونی انرجی سپلائی کے متواتر کام نہیں کرسکتی۔ دراصل یہ انرجی کنزرویشن کے اصول کا منطقی نتیجہ ہے کہ ایک لگاتار کام کرنے والی مشین بنانا ناممکن ہے۔

مثال 5.6:

120 نیوٹن وزن کے ایک بلاک کو N 100 کی فورس لگا کر ایک سلوپ پر 10 میٹر بلندی تک گھسیٹا گیا ہے۔ اگر سلوپ کی لمبائی 20 میٹر ہو تو اس سسٹم کی ایفی شینسی معلوم کریں۔



شکل 5.24

بلاک کا وزن $w = 120\ N$

عمل کردہ فورس $F = 100\ N$

فاصلہ $S = 20\ m$

بلندی $h = 10\ m$

ایفی شینسی $= ?$

بلاک کو اوپر اٹھانے کے لیے کیا جانے والا کام $= F \times S = 100\ N \times 20\ m = 2000\ J$

لہٰذا

ان پٹ انرجی $= 2000\ J$

حاصل کردہ گریوی ٹیشنل انرجی = کارآمد آؤٹ پٹ انرجی $= wh = 120\ N \times 10\ m = 1200\ J$

$$\text{فی صد ایفی شینسی} = \frac{\text{کارآمد آؤٹ پٹ انرجی}}{\text{کل اِن پٹ انرجی}} \times 100$$

$$= \frac{1200\ J}{2000\ J} \times 100 = 60\%$$

اہم نکات

- جب کوئی فورس کسی جسم پر عمل کرتے ہوئے اسے فورس کی سمت میں حرکت دیتی ہے تو فورس اور طے کردہ فاصلے کے حاصل ضرب کو ورک کہتے ہیں۔
- ایک جول ورک کی وہ مقدار ہے جو ایک نیوٹن فورس اپنی ہی سمت میں کسی جسم کو ایک میٹر تک حرکت دیتی ہے۔
- کسی جسم کے ورک کرنے کی صلاحیت کو انرجی کہتے ہیں۔ اس کا یونٹ بھی جول ہے۔
- متحرک جسم کے کام کرنے کی صلاحیت کو کائی نیٹک انرجی کہتے ہیں۔
- گریوی ٹیشنل پوٹینشل انرجی کسی جسم کے کام کرنے کی وہ صلاحیت جو اس کے گریوی ٹیشنل فیلڈ میں اس کی پوزیشن کے حوالے سے ہوتی ہے۔
- کسی سپرنگ کو دبانے یا کھینچنے سے انرجی اس میں سٹور ہو جاتی ہے، اسے ایلاسٹک پوٹینشل انرجی کہتے ہے۔
- کوئلہ، تیل اور گیس کے جلنے سے جو انرجی پیدا ہوتی ہے اسے فوسل فیول انرجی کہتے ہیں۔
- بلندی سے گرتے ہوئے پانی کی کائی نیٹک انرجی سے الیکٹریسٹی کی پیداوار کو ہائیڈرو الیکٹرک انرجی کہتے ہیں۔
- سورج کی روشنی سے الیکٹریسٹی حاصل کرنے کو سولر انرجی کہتے ہیں۔
- ایٹم کے نیوکلیس کی تقسیم سے پیدا ہونے والی انرجی نیوکلیئر انرجی کہلاتی ہے۔

- زمین کے نیچے گرم چٹانوں میں موجود انرجی جیوتھرمل انرجی کہلاتی ہے۔
- تیز ہوا کی کائی نیٹک انرجی سے الیکٹریسٹی کی پیداوار کو ونڈ انرجی کہتے ہیں۔
- گلے سڑے نامیاتی میٹریل سے جو بائیوگیس یا ایتھانول (Ethanol) حاصل ہوتی ہے اسے بائیوفیول انرجی کہتے ہے۔
- وقت کے حوالے سے کام کرنے کی شرح کو پاور کہتے ہیں۔
- اگر ایک سیکنڈ میں ایک جول ورک ہو تو پاور ایک واٹ ہوتی ہے۔
- کارآمد ورک آوٹ پٹ اور کل انرجی ان پٹ کی نسبت کسی سسٹم کی ایفی شینسی کہلاتی ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

5.1 زیادہ سے زیادہ ورک تب ہوگا جب فورس F اور ڈس پلیسمنٹ d میں زاویہ ہوگا:

(الف) 0° (ب) 30° (ج) 60° (د) 90°

5.2 بنیادی یونٹس کے حوالے سے جول برابر ہے:

(الف) $kg\ m\ s^{-2}$ (ب) $kg\ m\ s^{-1}$ (ج) $kg\ m^2 s^{-3}$ (د) $kg\ m^2 s^{-2}$

5.3 پاور کا SI یونٹ ہے:

(الف) جول (ب) نیوٹن (ج) واٹ (د) سیکنڈ

5.4 ایک واٹر پمپ کی پاور 2 kW ہے۔ یہ ایک منٹ میں کتنا پانی 5 میٹر کی بلندی تک اٹھا سکتا ہے؟

(الف) 1000 لٹر (ب) 1200 لٹر (ج) 2000 لٹر (د) 2400 لٹر

5.5 0.05 کلوگرام ایک بُلٹ کی سپیڈ $300\ m\ s^{-1}$ ہے۔ اس کی کائی نیٹک انرجی کتنی ہوگی؟

(الف) 2250 J (ب) 4500 J (ج) 1500 J (د) 1125 J

5.6 اگر کسی جسم کی ولاسٹی دوگنا ہو جائے تو اس کی کائی نیٹک انرجی کتنی ہوگی؟

(الف) وہی رہتی ہے (ب) دوگنا ہو جاتی ہے (ج) تین گنا ہو جاتی ہے (د) چار گنا ہو جاتی ہے

5.7 پوزیشن کی وجہ سے کسی جسم کی انرجی:

(الف) کائی نیٹک انرجی (ب) پوٹینشل انرجی (ج) کیمیکل انرجی (د) سولر انرجی

5.8 کسی جسم کا مومینٹم اگر دوگنا ہو جائے تو اس کی کائی نیٹک انرجی کتنی ہوگی؟

(الف) دوگنا ہو جائے گی (ب) چار گنا ہو جائے گی (ج) آدھی رہ جائے گی (د) اُتنی ہی رہ جائے گی

5.9 درج ذیل میں کونسا ناقابل تجدید انرجی کا ذریعہ ہے؟

(الف) ہائڈروالیکٹرک انرجی (ب) فوسل فیول انرجی (ج) وِنڈ انرجی (د) سولر انرجی

2 مختصر جوابات کے سوالات

5.1 ورک کتنا ہوگا جب ایک جسم پر فورس لگائی جاتی ہے لیکن وہ ساکن رہتا ہے؟

5.2 ایک آہستہ چلتی ہوئی کار کی کائی نیٹک انرجی ایک تیز رفتار موٹر سائیکل سے زیادہ ہے۔ یہ کیسے ممکن ہے؟

5.3 ایک فورس F_1 10 سیکنڈ میں 5 جول ورک کرتی ہے۔ ایک دوسری فورس F_2 5 سیکنڈ میں 3 جول ورک کرتی ہے۔ کونسی فورس زیادہ پاور کی حامل ہے؟

5.4 دوڑتی ہوئی خاتون سیڑھی پر چڑھتی ہے۔ اس دوران وہ 4500 جول گریوی ٹیشنل انرجی حاصل کر لیتی ہے۔ اگر وہ اسی سیڑھی پر پہلے سے دوگنا سپیڈ سے دوڑتی ہوئے چڑھے تو وہ کتنی پوٹینشل انرجی حاصل کرے گی؟

5.5 ورک اور اس کے SI یونٹ کی تعریف کریں۔

5.6 اگر ماس m کا ایک جسم بلندی h تک اٹھایا جاتا ہے تو اس کی پوٹینشل انرجی کتنی ہوگی؟

5.7 ایک متحرک جسم کی کائی نیٹک انرجی معلوم کرنے کا فارمولا بتائیے۔

5.8 پاور سے کیا مراد ہے؟ اس کے SI یونٹ کی تعریف کریں۔

5.9 کسی ورکنگ سسٹم کی ایفی شینسی سے کیا مراد ہے؟ ایک سسٹم کی ایفی شینسی 100 فیصد کیوں نہیں ہوسکتی؟

5.10 قابل تجدید انرجی اور ناقابل تجدید انرجی ذرائع میں کیا فرق ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

5.1 کیا کسی جسم کی کائی نیٹک انرجی منفی ہوسکتی ہے؟

5.2 کس کی انرجی زیادہ ہوگی؟ ایک جسم ولاسٹی v سے حرکت کر رہا ہے یا دوسرا اس سے دوگنا بھاری جسم پہلے جسم کے مقابلے آدھی ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہے۔

5.3 ایک کار ایک گروی سڑک پر یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے۔ کیا اس کی کائی نیٹک انرجی تبدیل ہو رہی ہے؟

5.4 ایک جسم میں ایک جول انرجی ہے اس بیان پر تبصرہ کریں۔

5.5 موٹروے پر سفر کے دوران کچھ گاڑیوں کے ٹائر پھٹ جاتے ہیں اس کی کیا وجہ ہے؟

5.6 سٹریٹ میں کرکٹ کھیلتے ہوئے ایک بال کھڑکی سے ٹکرا کر شیشہ توڑ دیتی ہے۔ اس واقع میں انرجی کی مختلف شکلوں میں تبدیلی بیان کریں۔

5.7 پانی کے بہاؤ کی مخالف سمت میں کشتی چلاتے ہوئے ایک شخص ساحل کی نسبت سے ساکن ہے۔ کیا وہ ورک کر رہا ہے؟

5.8 ڈھلوان پہاڑی کی چوٹی سے ایک سائیکلسٹ بغیر پیڈل گھمائے دوسری پہاڑی کی چوٹی تک چلا جاتا ہے۔ اس واقع کی حرکت کی شکل بنائیں اور اس واقع کا پوٹینشل انرجی اور کائی نیٹک انرجی کے حوالے سے تجزیہ کریں۔

5.9 حرارتی انرجی کے حوالے سے درختوں کی لکڑی کیا قابل تجدید انرجی ہے؟

4 تفصیلی سوالات

5.1 کائی نیٹک انرجی سے کیا مراد ہے؟ اس کا یونٹ لکھیں۔ یہ انرجی کیسے معلوم کی جاتی ہے؟

5.2 انرجی کنزرویشن کا قانون بیان کریں۔ کسی بلندی سے گرتے ہوئے جسم کی مثال کے ذریعے اس کی پوٹینشل انرجی اور کائی نیٹک انرجی کے حوالے سے وضاحت کریں۔

5.3 انرجی کے قابل تجدید اور نا قابل تجدید ذرائع میں فرق واضح کریں۔ ان دونوں کی تین تین مثالیں دیں۔

5.4 کسی مشین کی ایفی شینسی سے کیا مراد ہے؟ اسے کیسے معلوم کیا جاتا ہے؟ کسی مشین کی ایفی شینسی کیوں محدود ہوتی ہے؟

5.5 بلاک ڈایا گرام بنا کر درج ذیل ذرائع سے الیکٹریسٹی جنریشن بیان کریں:

(الف) ہائڈروالیکٹرک پاور جنریشن (ب) فوسل فیولز

5 حسابی سوالات

5.1 20 نیوٹن کی فورس 60° کے زاویہ پر عمل کرتی ہوئی ایک بکس کو 3 میٹر تک کھینچتی ہے۔ وہ کتنا ورک کرتی ہے؟ (30 J)

5.2 ایک جسم 8 نیوٹن فورس کے زیرِ عمل 5 میٹر تک سیدھی لائن میں چلتا ہے۔ اگر ورک 20 جول ہوا ہو تو معلوم کریں کہ فورس کس زاویہ پر عمل کر رہی تھی؟ (60°)

5.3 ایک انجن 100 کلوگرام پانی 25 سیکنڈ میں 80 میٹر بلندی تک اٹھاتا ہے۔ اس انجن کی پاور کتنی ہوگی؟ (3200 W)

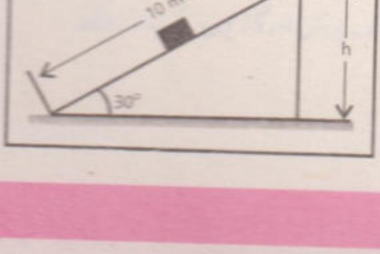
5.4 20 کلوگرام کا ایک جسم ریسٹ پوزیشن میں ہے۔ 40 نیوٹن کی فورس اس پر 5 سیکنڈ تک عمل کرتی ہے۔ وہ جسم اس وقت میں کتنی کائی نیٹک انرجی حاصل کرے گا؟ (1000 J)

5.5 160 گرام کی ایک گیند 20 میٹر کی بلندی تک عموداً اوپر کی طرف پھینکی گئی ہے۔ اس بلندی پر گیند نے کتنی پوٹینشل انرجی حاصل کی ہو گی؟ (32 J)

5.6 140 گرام کی ایک گیند 35 میٹر فی سیکنڈ کی ابتدائی ولاسٹی کے ساتھ عموداً اوپر کی طرف پھینکی گئی ہے۔ یہ گیند کتنی بلندی تک اوپر جائے گی؟ (61.25 m)

5.7 ایک لڑکی جھولے پر جھول رہی ہے۔ جھولے پر اس کی کم سے کم بلندی گراؤنڈ سے 1.2 میٹر اور زیادہ سے زیادہ بلندی 2 میٹر رہتی ہے۔ اس کی زیادہ سے زیادہ ولاسٹی کتنی ہوگی اور کس مقام پر ہوگی؟ ($4\ m\ s^{-1}$، کم سے کم بلندی پر)

5.8 ایک شخص ایک گھاس کاٹنے والی مشین پر 50 نیوٹن کی فورس 45° کے زاویہ پر لگا رہا ہے۔ 20 میٹر فاصلے پر اسے حرکت دینے کے لیے کتنا ورک کیا جائے گا؟ (707 J)



5.9 ورک کی مقدار معلوم کریں اگر:

(الف) 5 کلوگرام کا ایک بکس ہموار سلوپ پر 10 میٹر تک اوپر کی طرف دھکیلا جاتا ہے اور سلوپ کا زاویہ گراؤنڈ کے ساتھ 30° کا ہو۔ (250 J)

(ب) بکس کو عموداً سلوپ کی بلندی تک اوپر اٹھانے کے لیے۔ (250 J)

5.10 10 کلوگرام کا ایک بکس ایک ریمپ یا سلوپ پر 80 نیوٹن کی فورس لگا کر 15 میٹر تک دھکیلا جاتا ہے۔ اگر بکس اس دوران 5 میٹر کی بلندی حاصل کرے تو اس سسٹم کی ایفی شینسی کیا ہوگی؟ (41.7%)

5.11 600 نیوٹن کی ایک فورس ایک بکس پر عمل کرتے ہوئے اسے 15 سیکنڈ میں 5 میٹر تک دھکیلتی ہے۔ پاور معلوم کریں۔
(200 W)

5.12 40 کلوگرام کا ایک لڑکا 10 میٹر بلند سیڑھی پر 8 سیکنڈ میں چڑھ جاتا ہے۔ اس نے کتنی طاقت لگائی؟ (500 W)

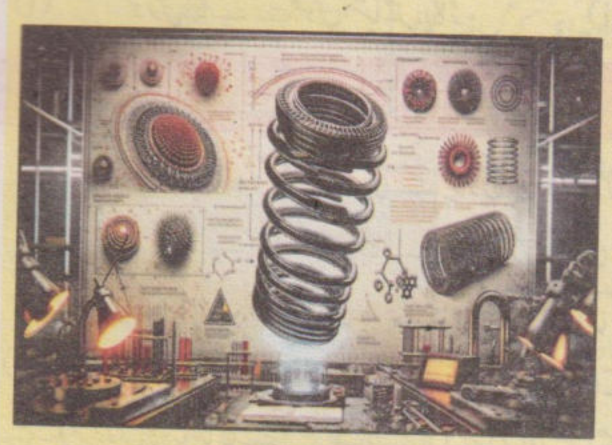
5.13 ایک فورس F فاصلہ L تک ایک جسم پر عمل کرتی ہے۔ اس کے بعد فورس بڑھا کر $2F$ کر دی جاتی ہے جو $2L$ فاصلے تک عمل کرتی ہے۔ اس کا فورس۔ ڈس پلیسمنٹ گراف بنائیں اور ورک کی کل مقدار معلوم کریں۔ ($5FL$ یا 5 یونٹس)

باب 6

مادے کی میکینیکل خصوصیات
(Mechanical Properties of Matter)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

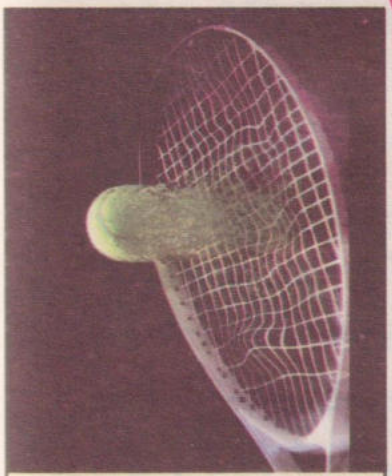


- یہ ظاہر کر سکیں کہ فورسز کسی چیز کے سائز اور شکل میں تبدیلی پیدا کر سکتی ہیں۔
- سپرنگ کونسٹنٹ کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔ یہ مساوات استعمال کریں۔
[فارمولہ: $(K = \frac{F}{x})$ سپرنگ کونسٹنٹ = فورس / کھنچاؤ ، سادہ سپرنگز کے سوالات حل کرنے کے لیے اس فارمولے کو استعمال کر سکیں]۔
- ایک لچکدار ٹھوس کے لیے لوڈ - کھنچاؤ گراف کا خاکہ بنائیں، پلاٹ کریں اور اس کی وضاحت کریں، اور متعلقہ تجرباتی طریقہ کار بیان کریں۔
- لوڈ - کھنچاؤ گراف کے لیے" لچک کی حد (Elastic limit)" کی اصطلاح کی وضاحت کریں اور استعمال کریں [اس گراف پر اس نقطے کی نشاندہی کریں (لچک کی حد کو سمجھنا ضروری نہیں)]۔
- ہکس کے قانون کے اطلاق کی وضاحت کر سکیں [جیسے یہ بہت سے ماپنے والے آلات جیسے سپرنگ سکیل، گیلوانومیٹر، اور مکینیکل گھڑی کے بیلنس وھیل کی انجینئرنگ کا بنیادی اصول ہے]۔
- ڈینسٹی کی تعریف کریں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔
- پریشر یا دباؤ کی تعریف کریں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں [$P = F/A$ ، آسان سوالات حل کرنے کے لیے اس فارمولے کا استعمال کریں]۔
- بیان کریں کہ روزمرہ کی مثالوں کے سیاق وسباق میں پریشر، فورس اور ایریا کے ساتھ کیسے تبدیل ہوتا ہے۔
- بیان کریں کہ کسی سطح پر پریشر ایک فورس پیدا کرتا ہے جو سطح کے عمودی زاویے پر ہوتی ہے [اس اصول کی تصدیق کے لیے تجربات کا حوالہ دیں]۔
- یہ ثابت کریں کہ فضا پریشر ڈالتی ہے۔
- بیان کریں کہ زمین کی سطح سے بلندی بڑھنے کے ساتھ فضائی پریشر کم ہو جاتا ہے۔
- وضاحت کریں کہ کسی علاقے میں فضائی پریشر میں تبدیلی موسم کی تبدیلی کی نشاندہی کر سکتی ہے۔
- ایک مائع بیرومیٹر کے کام اور اطلاق کا تجزیہ کریں۔
- تجزیہ کریں کہ مائع کی گہرائی کے ساتھ پریشر کیسے تبدیل ہوتا ہے۔
- مینومیٹر کے کام اور اطلاق کی وضاحت کریں۔
- پاسکل کے قانون کی تعریف کریں اور اسے لاگو کر سکیں [پاسکل کے قانون کو ہائڈرولک سسٹم مثلاً ہائڈرولک پریس اور گاڑیوں کے ہائڈرولک بریکس کے سیاق وسباق میں استعمال کریں]۔

آپ گذشتہ کلاسز میں پڑھ چکے ہیں کہ ہمارے اردگرد ہر شے مادے سے مل کر بنی ہوئی ہے۔ عام طور پر مادہ ٹھوس، مائع اور گیس حالتوں میں ہوتا ہے۔ یہ حالتیں کشش کی فورس کے سبب ہوتی ہیں جو ایٹمز اور مالیکیولز کے درمیان عمل کرتی ہے۔ مادے کی کچھ بنیادی خصوصیات ہم پہلے پڑھ چکے ہیں۔ اس باب میں ہم مادے کی اُن میکینیکل خصوصیات پر بحث کریں گے جو ٹیکنالوجی اور انجینئرنگ میں کسی میٹریل کو مختلف مفید مقاصد کے لیے استعمال کرنے میں انتہائی اہمیت کی حامل ہوتی ہیں۔ اس باب میں جو بڑے موضوع زیرِ بحث لائے جائیں گے وہ یہ ہیں:

(i) فورس لگانے سے ٹھوس اشیا میں بگاڑ (ii) ڈینسٹی (iii) پریشر

6.1 ٹھوس اشیا میں بگاڑ (Deformation of Solids)



شکل 6.1

ہم نے مشاہدہ کیا ہے کہ کسی شے پر کوئی بیرونی فورس عمل کرے تو وہ اس کا سائز یا شکل تبدیل کر سکتی ہے۔ ایسی فورس بگاڑنے والی فورس کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر کسی سپرنگ پر ایک مناسب فورس لگائی جائے تو وہ اس کی لمبائی کو بڑھا سکتی ہے، جسے بڑھاؤ (Extension) کہا جاتا ہے یا دباؤ (Compression) سے اس کی لمبائی کو کم کر سکتی ہے۔ اگر فورس کو ہٹا لیا جائے تو سپرنگ اپنے اصل سائز اور شکل میں واپس آجاتا ہے۔ اسی طرح کھینچی ہوئی ربڑ کی ایک پٹی یا ربڑ بینڈ پر سے لگائی گئی فورس ہٹالی جائے تو وہ بھی اپنی اصل شکل اور سائز میں واپس آجاتے ہیں۔

جب ایک ٹینس بال کو رَیکٹ سے شاٹ لگائی جاتی ہے تو ٹینس بال کی شکل اور رَیکٹ کی تندیوں کی شکل بگڑ جاتی ہے یا مُڑ جاتی ہے (شکل 6.1)۔

رَیکٹ سے بال اچھلنے کے بعد وہ اپنی اصل شکل میں واپس آجاتے ہیں۔ اگر کسی شے پر سے بگاڑ پیدا کرنے والی فورس ہٹانے کے بعد وہ اپنے اصل سائز اور شکل میں واپس آجائے تو ایسی شے کو لچک دار (Elastic) کہتے ہیں۔ مادے کی یہ خصوصیت لچک (Elasticity) کہلاتی ہے۔ اس خصوصیت کی بدولت ہم کسی میٹریل کی مضبوطی اور کسی فورس کے زیرِ عمل بگاڑ کا تعین کر سکتے ہیں۔

آپ کی معلومات کے لیے

کچھ میٹریلز مثلاً گُندھی ہوئی مٹی یا پلاسٹی سین (Plasticine) بگاڑ پیدا کرنے والی فورس کو ہٹانے کے بعد اپنی اصل شکل میں واپس نہیں آتے۔ یہ ان الاسٹک یا غیر لچکدار میٹریلز کہلاتے ہیں۔

زیادہ تر میٹریلز کسی خاص حد تک ہی لچک دار ہوتے ہیں، جسے ان کی لچک کی حد (Elastic limit) کہا جاتا ہے۔ لچک کی حد کے بعد تبدیلی مستقل ہو جاتی ہے۔ تب بگاڑ پیدا کرنے والی فورس ہٹانے کے بعد بھی وہ شے اپنی اصل شکل اور سائز میں واپس نہیں آتی۔

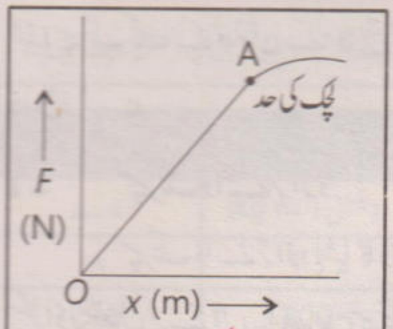
6.2 ہُک کا قانون (Hooke's Law)

اگر کسی سپرنگ پر بڑھاؤ یا سکڑاؤ کے لیے فورس F_1 لگائی جائے تو اس میں پیدا ہونے والا پھیلاؤ یا سکڑاؤ 'x' لچک کی حد کے اندر لگائی گئی فورس کے راست متناسب ہوتا ہے۔

$$F \propto x$$

$$F = kx \quad \text{یا} \quad k = \frac{F}{x} \quad \text{........ (6.1)}$$

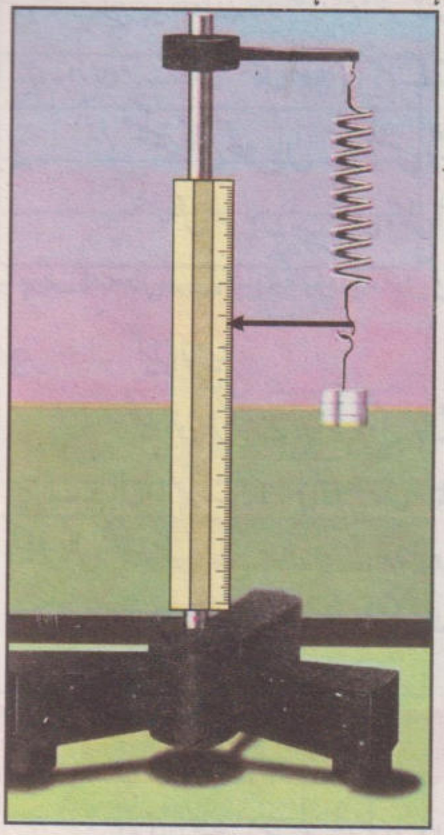
اس میں k تناسب کا کونسٹنٹ (Constant) ہے، جو سپرنگ کونسٹنٹ کہلاتا ہے۔ اصل میں یہ سپرنگ کی سختی کی پیمائش کرتا ہے۔ سپرنگ کونسٹنٹ کی قیمت جتنی زیادہ ہوگی اتنا ہی سپرنگ زیادہ سخت یا مضبوط ہوگا۔ اس کا یونٹ $N\ m^{-1}$ ہے۔



شکل 6.2

فورس اور بڑھاؤ کے مابین گراف ایک سیدھی لائن ہوتی ہے جو ابتدائی نقطہ میں سے گزرتی ہے۔ اگر لگائی گئی فورس یا وزن سپرنگ کے لچک کی حد سے بڑھ جائے تو یہ مستقل طور پر بگڑ جائے گا اور اس کا گراف سیدھی لائن میں نہیں رہے گا۔ فورس اور بڑھاؤ کے گراف کا گریڈیئنٹ یا سلوپ سپرنگ کونسٹنٹ k کی قیمت کے برابر ہوتا ہے۔

ہک کے قانون کا اطلاق ایک سیدھی باریک دھاتی تار اور ربڑ بینڈ پر بھی لچک کی حد کے اندر رہنے تک ہوتا ہے۔



سرگرمی 6.1:

ٹیچر ایک چکردار (Helical) سپرنگ بمعہ پوائنٹر، جھری دار باٹ، ہاف میٹر رولر یا سکیل، لوہے کا سٹینڈ طلبہ کو مہیا کرے اور اُن کو یہ سرگرمی کرنے کے لیے ہدایات کے مطابق معاونت فراہم کرے۔

نوٹ: ایک چکردار سپرنگ بل دار سپرنگ کی لمبائی اس کے قُطر سے زیادہ ہونی چاہیے۔

(i) چکردار سپرنگ کو سٹینڈ پر لٹکائیں۔
(ii) پوائنٹر کو اس طرح سیٹ کریں کہ یہ سکیل کے ساتھ نہ چھوئے لیکن سکیل کے سات ساتھ آسانی سے اُوپر نیچے حرکت کر سکے۔
(iii) ہینگر میں 50 گرام کا ایک جھری دار باٹ ڈالیں اور سکیل پر پوائنٹر کی پوزیشن نوٹ کریں۔
(iv) ہر دفعہ برابر برابر وزن بڑھا کر پانچ مرتبہ اس عمل کو دہرائیں۔
(v) فورس کو y۔ ایکسز کے ساتھ اور سپرنگ میں بڑھاؤ کو x۔ ایکسز کے ساتھ رکھ کر گراف کھینچیں۔
(vi) گراف کی شکل کیسی ہے؟
(vii) یہ کیا ظاہر کرتا ہے؟
(viii) سیدھی لائن کا سلوپ معلوم کریں۔ یہ کیا ظاہر کرتا ہے؟

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

1۔ اگر درج بالا تجربہ نسبتاً سخت سپرنگ (k کی زیادہ قیمت والا) کے ساتھ دہرایا جائے تو گراف پر کیا اثر ہوگا؟
2۔ اس تجربے کے ذریعے کسی نامعلوم وزن کی قیمت کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟

ہک کے قانون کے اطلاقات (Applications of Hooke's Law)

ہک کے قانون کا اطلاق بہت سی اشیا پر بنیادی اصول کے طور پر ہوتا ہے۔ ٹیکنالوجی اور انجینئرنگ کے میدان میں بہت سے آلات کے اندر سپرنگ ہک کے قانون کے تحت کام کرتے ہیں مثلاً سپرنگ والے ترازو، میکینیکل گھڑیوں میں بیلنس وھیل، گیلوانو میٹر، گاڑیوں اور موٹر سائیکلوں کے سسپنشن سسٹم، دروازوں کے قبضے، سپرنگ دار گدے، میٹریل جانچنے والی مشین، وغیرہ۔

بہر حال ہک کے قانون کا اطلاق فورس کی ایک خاص حد تک ہی ہوتا ہے۔ حد سے اوپر جانے پر مستقل طور پر بگاڑ پیدا ہو جاتا ہے۔ لہٰذا سپرنگ ہک کے قانون کے مطابق کام نہیں کرتا۔ چند ایک استعمالات کی تفصیل درج ذیل ہے۔

شکل 6.3 سپرنگ والے ترازو

1- سپرنگ والے ترازو

سپرنگ والے ترازو اشیا کا وزن معلوم کرنے کے لیے سپرنگ کا بڑھاؤ یا سکڑاؤ استعمال کرتے ہیں۔ ایک عام سپرنگ والے ترازو میں پیدا ہونے والا بڑھاؤ ہی وزن کی پیمائش ہوتی ہے۔ سپرنگ کے دباؤ والے ترازو میں وزن (فورس) سپرنگ کو دباتا ہے اور پیدا ہونے والا سکڑاؤ پوائنٹر سکیل پر ظاہر کرتا ہے جو اس وزن کی پیمائش ہے۔ وزن کرنے والی مشینیں عموماً اسی قسم کے ترازو ہوتے ہیں۔

شکل 6.4

2- میکینیکل گھڑیوں کے بیلنس وہیل

میکینیکل گھڑیوں میں بیلنس وہیل آگے پیچھے حرکت کو کنٹرول کرنے کے لیے سپرنگ کا استعمال کرتے ہیں جو گھڑی کی سوئیوں کی سپیڈ کو باقاعدہ رکھتے ہیں (شکل 6.4)۔

شکل 6.5

3- گیلوانومیٹر

گیلوانومیٹر کرنٹ کی موجودگی جانچنے کا ایک آلہ ہے۔ یہ ایک باریک سا سپرنگ جو بال نما سپرنگ کہلاتا ہی کو استعمال کرتا ہے (شکل 6.5) جو گیلوانومیٹر کی کوائل کو الیکٹریکل کنکشنز مہیا کرتا ہے اور پوائنٹر کو زیرو پوزیشن پر واپس بھی لاتا ہے۔ پوائنٹر کا مڑنا حد کے اندر اس میں سے گزرنے والی کرنٹ کے متناسب ہوتا ہے۔

6.3 ڈینسٹی (Density)

اگر آپ مختلف میٹریلز کے برابر برابر والیوم لیں اور ترازو سے ان کا وزن کریں تو آپ کو پتہ چلے گا کہ ان کے ماس مختلف ہیں۔ یعنی ایک سینٹی میٹر مکعب لکڑی کا ماس قریباً 0.7 گرام ہوگا جب کہ اتنے ہی لوہے کا ماس قریباً 8.0 گرام ہوگا۔ ایسا کیوں ہے؟ آپ جانتے ہیں کہ تمام مادے مالیکیولز سے مل کر بنتے ہیں۔ مختلف مادوں کے مالیکیولز مختلف جسامت اور ماس کے ہوتے ہیں۔ مالیکیولز کے آپس میں درمیانی فاصلے بھی مختلف ہوتے ہیں۔

دراصل مختلف مادوں کے برابر والیوم کا ماس اس والیوم میں موجود مالیکیولز کی کل تعداد کے مجموعی ماس کے برابر ہوتا ہے۔ قدرتی بات ہے کہ جن مادوں میں مالیکیولز گنجان ہوں گے اور بھاری ہوں گے، وہ دوسروں کی نسبت زیادہ وزنی ہوں گے۔

کسی مادے کی ڈینسٹی اس کے یونٹ والیوم کے ماس کے برابر ہوتی ہے۔

$$\text{ڈینسٹی} = \frac{\text{ماس}}{\text{حجم}} \quad ....(6.2)$$

ڈینسٹی کا SI یونٹ $kg\ m^{-3}$ ہے۔ ایک اور یونٹ $g\ cm^{3}$ بھی استعمال کیا جاتا ہے۔ ٹیبل 7.1 میں کچھ مادوں کی ڈینسٹی دی گئی ہے۔ بلڈنگ ڈیزائنرز اور انجینئرز سڑکوں، پُلوں اور بلڈنگز کی ڈیزائننگ اور تعمیر کرتے وقت استعمال کیے جانے والے تعمیری میٹریلز کی ڈینسٹی کا خاص خیال رکھتے ہیں۔ مطلوبہ بنیادوں اور تعمیری ستونوں کی مضبوطی کا حساب کتاب لگانے کے لیے تعمیری میٹریل کی ڈینسٹی کو مدِ نظر رکھنا انتہائی ضروری ہوتا ہے۔

مثال 6.1:

ایک لوہے کے بلاک کی لمبائی، چوڑائی اور موٹائی بالترتیب 3 cm، 2 cm اور 2 cm ہے۔ اگر بلاک کا ماس 94 g ہو تو لوہے کی ڈینسٹی معلوم کریں۔

حل:

لمبائی = 3 cm ، چوڑائی = 2 cm

موٹائی = 2 cm ، ماس = 94 g

یہ مساوات استعمال کرنے سے

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

جبکہ والیوم = لمبائی × چوڑائی × موٹائی

$$\text{والیوم} = 3\ cm \times 2\ cm \times 2\ cm = 12\ cm^{3}$$

لہٰذا

$$\text{ڈینسٹی} = \frac{94\ g}{12\ cm^{3}} = 7.8\ g\ cm^{-3}$$

یا

$$\text{لوہے کی ڈینسٹی} = 7800\ kg\ m^{-3}$$

ڈینسٹی کی پیمائش

کسی مادے کی ڈینسٹی، اس کا ماس اور والیوم کی پیمائش کر کے معلوم کی جاسکتی ہے۔ ماس کسی فزیکل بیلنس (ترازو) سے باآسانی ماپا جاسکتا ہے۔ اگر مادی شے ٹھوس ہے اور اس کی شکل باقاعدہ ہے تو اس کا والیوم اس کی لمبائی، چوڑائی وغیرہ کی پیمائش کر کے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر شے ایک کُرے کی شکل کی ہے تو اس کا ڈایا میٹر ورنیئر کیلی پرز کی مدد سے ماپا جاسکتا ہے اور اس طرح والیوم معلوم کیا جاسکتا ہے۔ ماس اور والیوم جانتے ہوئے ڈینسٹی معلوم کی جاسکتی ہے۔ اگر ٹھوس شے جیومیٹریکل شکل کی نہیں ہے تو اس کا والیوم دی گئی سرگرمی سے معلوم کیا جاسکتا ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

پیکنگ فوم اور پولی تھین کی ڈینسٹی بہت کم ہے۔

ٹیبل 7.1

مادے	ڈینسٹی ($kg\ m^{-3}$)
ہوا	1.3
پٹرول	800
پانی	1000
بجری	2400
ایلومینیم	2700
سٹیل	7800
سِکّہ	11400
سونا	19300
اوسمیم	22600

آپ کی معلومات کے لیے

مختلف ڈینسٹی کے ناحل پذیر مائعات کو ملایا جائے تو وہ تہیں بناتی ہیں۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

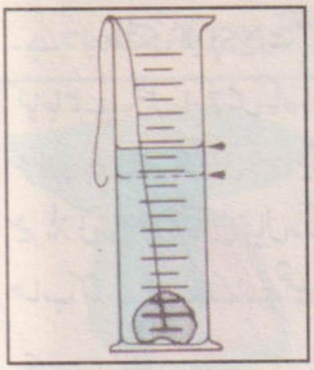
اگر کوئی شے مائع سے ہلکی ہو تو آپ اس کا والیوم کیسے معلوم کریں گے؟

آپ کی معلومات کے لیے

ڈینسٹی کسی مادے کے خالص ہونے کی جانچ ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

کس خصوصیت کی بنا پر آپ ایک چاندی کا چمچ اور ایک سٹین لیس سٹیل کے چمچے کی پہچان کر سکتے ہیں؟



سرگرمی 6.2:

ٹیچر کو چاہیے کہ وہ گروپس کو پیمائشی سلنڈر مہیا کریں اور ان میں کچھ پانی بھرنے میں اُن کی معاونت کریں (شکل 6.6)۔ اگر مادہ پانی میں حل پذیر ہے تو ایسی مائع استعمال کریں کہ جس میں یہ حل پذیر نہ ہو۔ سلنڈر میں مائع کی سطح نوٹ کریں۔ اب آہستہ سے شے کو سلنڈر میں ڈالیں۔ سطح کی اونچائی میں اضافہ اس شے کے والیوم کے برابر ہوگا۔

6.4 پریشر (Pressure)

اگر ایک لکڑی کی چھڑی کا سرا موٹا ہو تو اُسے زمین میں گاڑنا بہت مشکل ہے۔ اس کے برعکس اگر اس کا سرا نوکیلا ہو تو اُسے با آسانی زمین میں گاڑا جا سکتا ہے۔ پہلی صورت میں لگائی گئی فورس زیادہ رقبہ پر عمل کرتی ہے جب کہ دوسرے صورت میں فورس ایک تھوڑے سے رقبہ پر مرتکز ہو جاتی ہے۔ کہا جائے گا کہ دوسری صورت میں پہلی کی نسبت لگائی گئی فورس زیادہ پریشر بناتی ہے تو پھر پریشر کی تعریف یوں ہوگی۔

آپ کی معلومات کے لیے

دونوں تصویروں میں فورس برابر ہے جو تھیلے کے وزن کی ہے۔ دائیں جانب والی تصویر میں، بائیں جانب والی تصویر کی نسبت کنٹیکٹ ایریا زیادہ ہے تو ہم کہیں گے کہ دائیں جانب والی تصویر میں پریشر کم ہے۔

پریشر کسی شے کے یونٹ رقبہ پر عموداً لگنے والی فورس ہے۔

اگر کسی سطح کے رقبہ یا ایریا A پر فورس F عموداً عمل کرے تو اُس سطح پر پریشر P یہ ہوگا۔

$$P = \frac{F}{A} \quad .... \quad (6.3)$$

فٹ بال اور ہاکی کھیلنے کے لیے استعمال کیے جانے والے بوٹوں کے تلوں کے نیچے سٹڈ لگے ہوتے ہیں۔ یہ آپ کے پیروں اور زمین کے درمیان کنٹیکٹ ایریا کم کر دیتے ہیں۔ اس سے پریشر بڑھ جاتا ہے اور آپ کے پیروں کی زمین پر گرفت اور مضبوط ہو جاتی ہے۔

ایریا A جس پر فورس عمل کرتی ہے، عام طور پر کنٹیکٹ ایریا کہلاتا ہے۔ مساوات (6.3) ظاہر کرتی ہے کہ اگر کنٹیکٹ ایریا چھوٹا ہو تو لگائی گئی فورس کا پریشر بہت زیادہ ہو جاتا ہے۔

سسٹم انٹرنیشنل میں پریشر کا یونٹ $N\ m^{-2}$ ہے، جسے پاسکل (Pa) کہا جاتا ہے۔

روزمرہ زندگی کی مثالیں

شکل 6.6

1۔ چاقو یا چھری وغیرہ کی دھار بہت تیز رکھی جاتی ہے۔ جب ہم کسی چیز کو کاٹنے کے لیے اس کے ہینڈل پر فورس لگاتے ہیں تو چونکہ اس کی سطح کا کنٹیکٹ ایریا بہت کم ہوتا ہے اس لیے اس چیز پر پریشر بہت بڑھ جاتا ہے اور وہ آسانی سے کٹ جاتی ہے (شکل 6.6)۔

2- تھمب پن کا اوپر والا سرا چوڑا ہوتا ہے لیکن نیچے کا سرا بہت تیز نوکیلا ہوتا ہے۔اس لیے کنٹیکٹ ایریا بہت کم ہوتا ہے۔ جب ہم اس کے اُوپر فورس لگاتے ہیں تو نوکیلے سرے پر پریشر اتنا زیادہ ہوجاتا ہے کہ وہ لکڑی کے بورڈ میں گُھس جاتا ہے (شکل 6.7)۔

شکل 6.7 تھمب پن

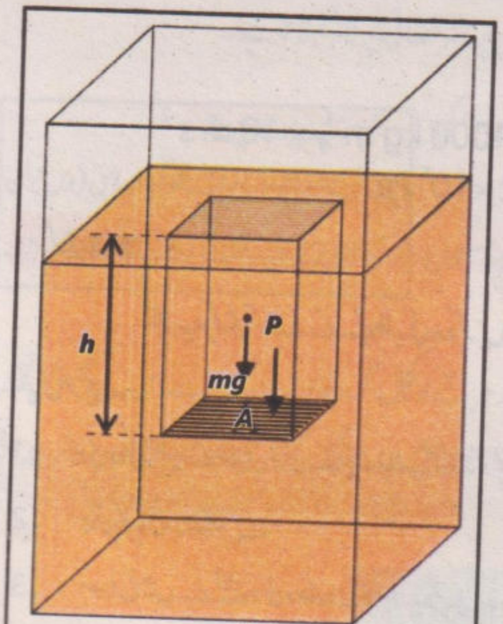
3- جب ہم زمین پر چلتے ہیں تو ہم اس پر فورس لگاتے ہیں جس کے نتیجے میں ہم پر ردِعمل کی فورس لگتی ہے۔زمین چپٹی ہو تو ردِعمل کی فورس پیر کے تمام ایریا پر پھیل جاتی ہے اس لیے اس فورس سے پیدا ہونے والا پریشر تکلیف دہ نہیں ہوتا۔لیکن جب ہم کنکروں پر چلتے ہیں تو کنٹیکٹ ایریا کم ہوجاتا ہے۔تب ردِعمل کی فورس سے پریشر اتنا زیادہ ہوجاتا ہے کہ یہ تکلیف دیتا ہے۔

4- ہاتھی جیسے بھاری بھرکم جانوروں کی ٹانگیں موٹی اور پیر چوڑے ہوتے ہیں تاکہ اتصال کا ایریا بڑا ہونے کی وجہ سے پریشر کم ہوجائے، ورنہ اُن کی ہڈیاں اتنا پریشر برداشت نہ کرسکے۔

6.5 مائعات کے اندر پریشر (Pressure in Liquids)

گذشتہ کلاسز میں ہم نے پڑھا ہے کہ مائعات تمام سمتوں میں پریشر ڈالتی ہیں۔مزید یہ کہ گہرائی کے ساتھ مائع کا پریشر بھی بڑھتا ہے۔

آیئے کسی مائع کا گہرائی میں پریشر معلوم کریں۔شکل 6.8 میں ایک برتن میں مائع دکھایا گیا ہے۔مائع میں h گہرائی پر ایک ایریا A کی سطح پر اُس کے اوپر مائع کے کالم (Column) کے وزن کے برابر فورس عمل کر رہی ہے۔اس مائع کا والیوم ہے: $V = Ah$۔



شکل 6.8 مائع کے اندر پریشر

اگر مائع کی ڈینسٹی ρ ہو تو اس اُوپر والی مائع کا ماس m ہوگا:

$$m = \rho V = \rho A h$$

اس لیے ایریا A پر عمل کرنے والی فورس ہوگی:

$$F = mg = \rho A h g$$

ایریا A پر پریشر P ہوگا:

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

$$P = \rho g h \qquad \text{.....................(6.4)}$$

مساوات (6.4) ظاہر کرتی ہے کہ مائع کا پریشر گہرائی کے ساتھ بڑھتا ہے۔

پریشر کی قیمت گہرائی اور مائع کی ڈینسٹی پر منحصر ہوتی ہے۔

پریشر سطح پر عموداً فورس لگاتا ہے۔کوئی فورس یا اس کا جزو جو سطح کے متوازی ہو پریشر میں کوئی اضافہ نہیں کرتا۔ پریشر کی تعریف کے

مطابق فورس کا عموداً جزو ہی پریشر پیدا کرتا ہے۔ یعنی مائع کے اندر وہ فورسز جو براہ راست یا جن کی مجموعی حاصل فورس سطح پر عمود ہو۔ اسی لیے اگر مائع بھرے برتن کے ایک طرف اگر کوئی سوراخ ہو تو اس میں سے نکلنے والی دھار شروع میں سطح پر عمود ہوتی ہے جو گریویٹی کی وجہ سے زمین کی طرف مڑ جاتی ہے۔

مثال 6.2:

76 cm بلند مرکری کالم کا پریشر معلوم کریں۔ مرکری کی کثافت $13.6 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ ہے۔

حل:

$\rho = 13.6 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$

$h = 76 cm = 76 \times 10^{-2} m$

$g = 10\ m\ s^{-2}$

پریشر $= \rho gh$

$P = 13.6 \times 10^3\ kg\ m^{-3} \times 10\ m\ s^{-2} \times 76 \times 10^{-2}\ m$

$P = 1.034 \times 10^5\ kg\ m^{-3} \times m\ s^{-2} \times m$

$P = 1.034 \times 10^5\ N\ m^{-2}$

$P = 1.034 \times 10^5\ Pa$

آپ کی معلومات کے لیے

کچھ مائعات میں پریشر کے زیر اثر گیس حل کرنے کی صلاحیت بڑھ جاتی ہے۔ جب ہم سوڈا واٹر کی بوتل کھولتے ہیں تو بوتل میں پریشر کم ہوجاتا ہے لہٰذا اب وہ مائع فالتو گیس حل کرنے سے قاصر ہوتا ہے اور حل شدہ گیس سلوشن سے نکل کر مائع کی سطح پر بلبلوں کی صورت میں اوپر سطح پر آجاتی ہے۔

مثال 6.3:

2 میٹر گہرا ایک سلنڈر نما ٹینک 20 میٹر بلند بلڈنگ کی چھت پر بنایا گیا ہے۔ جب ٹینک پورا بھرا ہوا ہو تو گراؤنڈ فلور پر کتنا پریشر ہوگا؟ پانی کی کثافت $1000\ kg\ m^{-3}$ ہے۔ g کی قیمت $10\ ms^{-2}$ ہے۔

حل:

بلندی $h = 2 + 20 = 22\ m$

ڈینسٹی $\rho = 1000\ kg\ m^{-3}$

$g = 10\ m\ s^{-2}$

$P = \rho gh = 22\ m \times 1000\ kg\ m^{-3} \times 10\ m\ s^{-2}$

$= 220000\ Pa = 2.2 \times 10^5\ Pa$

سرگرمی 6.3:

ٹیچر یہ سرگرمی کرنے کے لیے طلبہ کی مدد کریں اور ہدایات کے مطابق ان کے ساتھ تبادلہ خیال کریں۔

1۔ دی ہوئی شکل کے مطابق برتن کے ایک جانب مختلف اونچائی پر تین چھوٹے چھوٹے سوراخ کریں۔

2۔ برتن کو پانی سے بھریں۔

3۔ سوراخ میں سے نکلنے والی دھاروں کا مشاہدہ کریں۔ یہ ابتدا میں سطح پر عمود ہیں۔

4۔ ان میں سے کون سی دھار زیادہ فاصلے تک آکر زمین پر گرتی ہے؟

5۔ کون سی پوزیشن پر مائع کا پریشر زیادہ ہے؟

آپ دیکھیں گے کہ ہر دھار گریویٹی کے تحت نیچے کی طرف مڑنے سے پہلے ابتدا میں سطح پر عموداً باہر نکلتی ہے اور سب سے نچلے سوراخ پر زیادہ پریشر ہوتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع کا پریشر گہرائی کے ساتھ بڑھتا ہے۔

سرگرمی 6.4:

ٹیچر کو چاہیے کہ اس سرگرمی کا مظاہرہ کر کے دکھائیں یا مندرجہ ذیل ہدایات کے مطابق اس سرگرمی میں طلبہ کی مدد کریں۔

(i) پولی تھین کا ایک شاپنگ بیگ پانی سے بھر دیں۔
(ii) ایک پن کی مدد سے اُس میں بہت سے سوراخ کریں۔
(iii) بیگ کے اُوپری سرے کو نرمی سے دبائیں۔
(iv) آپ کیا مشاہدہ کرتے ہیں؟

بیگ کو اُوپر والے سرے سے دبانے پر پانی تمام سمتوں میں یکساں طور پر تیزی سے باہر نکلتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پریشر پوری مائع کے اندر تمام سمتوں میں برابر طور پر منتقل ہوتا ہے۔

6.6 فضائی پریشر (Atomsphere Pressure)

زمین ہوا کی ایک تہ میں لپٹی ہوئی ہے، جسے ہم فضا کہتے ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ ہوا گیسوں کا ایک مجموعہ ہے۔ ان کے مالیکیولز ہر وقت حرکت میں رہتے ہیں۔ وہ ایک دوسرے کے ساتھ اور راستے میں آنے والی تمام دیگر اشیا کے ساتھ ٹکراتے ہیں۔ اس طرح وہ اشیا پر فورس لگاتے ہیں۔ یہ فورس یونٹ ایریا پر فضائی پریشر ہے۔ چونکہ مالیکیولز کی حرکت بے ترتیب ہوتی ہے اس لیے فضائی پریشر تمام سمتوں میں ایک جتنا ہی ہوتا ہے۔

فضا زمین کی سطح پر اور اس پر موجود ہر شے پر پریشر ڈالتی ہے۔ یہ پریشر فضائی پریشر کہلاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟
ایک سینٹی میٹر مربع ایریا پر ایک کلوگرام ماس (دس نیوٹن وزن) کا پریشر ایک فضائی پریشر کے برابر ہوتا ہے۔

فضائی پریشر قریباً 100 کلومیٹر کی بلندی تک موجود ہوتا ہے۔ تمام فضا میں ہوا کی ڈینسٹی ایک جتنی نہیں ہوتی۔ بلندی کے ساتھ یہ بتدریج کم ہوتی جاتی ہے۔

ہم زمین کی فضا کے نیچے رہتے ہیں جو ایک مائع (Fluid) ہے۔ یہ ہمارے جسموں پر پریشر ڈالتا ہے۔ سطح سمندر پر فضائی پریشر کی قیمت قریباً 1.013×10^5 Pa ہے۔

اس قیمت کو معیاری فضائی پریشر کا نام دیا جاتا ہے۔ یہ اتنا بڑا پریشر ہے کہ ہر شے کو کچل کر رکھ دے۔ ہم اسے اس لیے محسوس نہیں کرتے کہ عملی طور پر تمام اجسام کے اندر ہوا موجود ہوتی ہے۔ چونکہ فضائی پریشر تمام سمتوں میں برابر عمل کرتا ہے لہٰذا اندرونی پریشر بیرونی پریشر کو زائل کر دیتا ہے۔

فضائی پریشر کا ثبوت (Evidence of Atomspheric Pressure)

ہم فضائی پریشر کی فورس کا مشاہدہ کر سکتے ہیں اگر ہم کسی ڈبے میں سے اندر کی ہوا باہر نکال دیں، جیسا کہ دی گئی سرگرمی سے ظاہر ہے۔

سرگرمی 6.5:

ٹیچر یہ سرگرمی کلاس کے سامنے خود کر کے دکھائے۔ جس میں مندرجہ ذیل ہدایات پر عمل کیا جائے۔ ٹین کے ایک ڈبے میں پانی کو اُبالیں۔ جب اس میں بھاپ پوری طرح بھر جائے تو اسے برنر (آگ) سے ہٹالیں اور کارک سے اس کا منہ اچھی طرح بند کر دیں۔ پھر اس پر ٹھنڈا پانی ڈالیں۔ ڈبہ پچک جائے گا جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ڈبہ کیوں پچک جاتا ہے؟

بلندی کے ساتھ فضائی پریشر میں تبدیلی (Variation of Atmospheric Pressure with Height)

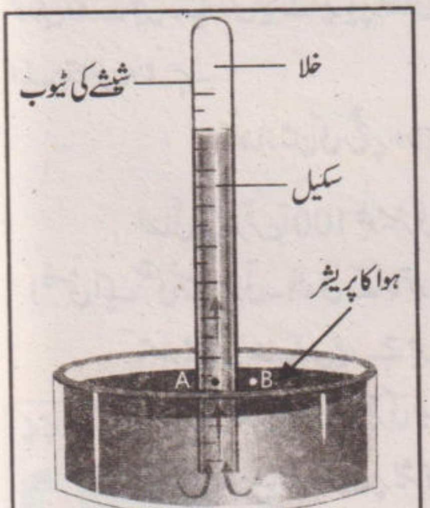
ہم نے پڑھا ہے کہ مائع کے اندر گہرائی کے ساتھ پریشر بڑھتا ہے۔ گہرائی h پر مائع کا پریشر ہوتا ہے:

$$P = \rho gh$$

یہ فارمولا تمام مائعات پر لاگو ہوتا ہے۔ چونکہ فضا کی گیسیں بھی فلیوڈز (Fluids) ہیں، اس لیے زمین کی سطح سمندر پر فضائی پریشر سب سے زیادہ ہونا چاہیے۔

جوں جوں ہم ہوا میں اوپر جاتے ہیں فضائی پریشر کم ہوتا جاتا ہے۔ قریباً 5 km کی بلندی پر یہ کم ہو کر 55 kPa رہ جاتا ہے اور 30 km کی بلندی پر یہ گر کر 1 kPa رہ جاتا ہے۔ فضاء میں کسی مقام پر پریشر کی پیمائش کر کے اس مقام کی بلندی معلوم کی جا سکتی ہے۔

6.7 فضائی پریشر کی پیمائش (Measurement of Atmospheric Pressure)



شکل 6.9 بیرومیٹر

فضائی پریشر عام طور پر مرکری کالم کی اونچائی کے ذریعے ماپا جاتا ہے جسے یہ تھام سکتا ہے۔ جو آلات فضائی پریشر ماپتے ہیں انھیں بیرومیٹرز (Barometers) کہا جاتا ہے۔ ایک سادہ مرکری بیرومیٹر قریباً ایک میٹر لمبی شیشے کی ٹیوب پر مشتمل ہوتا ہے جس کا ایک سرا بند ہوتا ہے۔ اسے مرکری سے پورا بھر دیتے ہیں اور پھر اسے مرکری والی ایک ڈِش میں عموداً الٹا دیتے ہیں۔ مرکری کالم کو ماپنے کے لیے ٹیوب کے ساتھ ایک جانب میٹر سکیل لگا دی جاتی ہے (شکل 6.9)۔ شیشے کی ٹیوب میں مرکری کے اوپر کی جگہ بالکل خالی ہوتی ہے۔ یہاں فضائی پریشر قریباً صفر ہوتا ہے۔

مرکری کالم کی تہ میں نقطہ A پر پریشر P وہی ہوتا ہے جو ڈِش میں مرکری کی سطح پر نقطہ B پر ہوتا ہے کیونکہ یہ دونوں نقاط ایک ہی لیول میں ہیں۔ یہ ڈِش میں مرکری کی سطح پر عمل کرنے والے فضائی پریشر $P = \rho gh$ کے برابر ہے۔

اگر ہم سطح سمندر پر لیں $P = 1.013 \times 10^5\ N\ m^{-2}$، مرکری کی ڈینسٹی $\rho = 13.6 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ لیں تو مرکری کالم کی اونچائی 760 mm نکلتی ہے۔ یہ آلہ استعمال کر کے ہوا میں کسی بھی بلندی پر مرکری کالم کی اونچائی کے طور پر فضائی پریشر معلوم کیا جا سکتا ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

فورٹنز بیرومیٹر فضائی پریشر ماپنے کے لیے لیبارٹریز میں استعمال کیا جاتا ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

ایئر پریشر گیج جو موٹر کاروں کے ٹائروں میں پریشر معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

کوئیک کوئز (Quick Quiz)

اگر آپ زمین پر دو پیروں کی بجائے ایک پیر پہ کھڑے ہوں تو کیا آپ زمین پر زیادہ، اتنا ہی یا کم پریشر ڈالیں گے؟

فضائی پریشر میں تبدیلیاں بطور موسمی نشاندہی (Changes in Atmospheric Pressure as Weather Indicator)

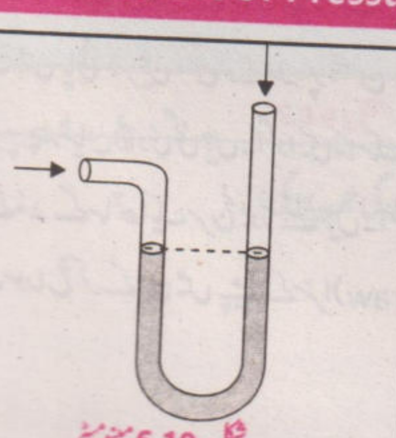
کوئیک کوئز (Quick Quiz)

کیا بیرومیٹر بنانے کے لیے ہم مرکری کی بجائے پانی استعمال کر سکتے ہیں؟ وضاحت کریں کہ کیوں؟

فضائی پریشر ہمیشہ یکساں نہیں رہتا بلکہ اُوپر نیچے ہوتا رہتا ہے۔ ماہر موسمیات ان تبدیلیوں کا مشاہدہ کر کے موسمی حالات کی پیش گوئی کر سکتا ہے۔

فضائی پریشر ہوا کی ڈینسٹی پر منحصر ہوتا ہے۔ زیادہ بلندی پر جہاں ہوا کی ڈینسٹی کم ہوتی ہے، فضائی پریشر گر جاتا ہے۔ اسی طرح آبی بخارات میں اضافہ بھی ڈینسٹی کو کم کر دیتا ہے۔ لہٰذا بادلوں والے علاقوں میں فضائی پریشر کم ہو جاتا ہے۔ ماہرین موسمیات اسی علم کی بنیاد پر بارشوں کی پیش گوئی کرتے ہیں۔ پریشر میں کمی کا عموماً یہی مطلب ہوتا ہے کہ بادل آ رہے ہیں اور بارش ہونے والی ہے۔

6.8 مینومیٹر کے ذریعے پریشر کی پیمائش (Measurement of Pressure by Manometer)



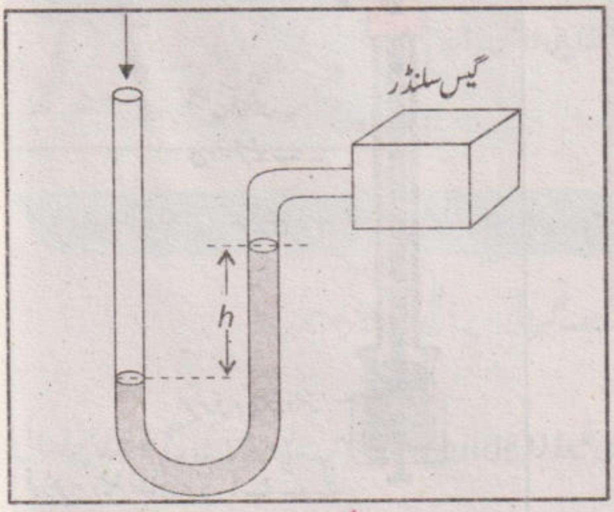
شکل 6.10 مینومیٹر

ایک سادہ مینومیٹر U شکل کی ایک شیشے کی ٹیوب پر مشتمل ہوتا ہے جس میں مرکری ڈالا ہوتا ہے۔ شروع میں ٹیوب کے دونوں سروں پر فضائی پریشر ایک ہی جتنا ہوتا ہے اس لیے دونوں بازوؤں میں مرکری کی سطح ایک ہی ہوتی ہے (شکل 6.10)۔

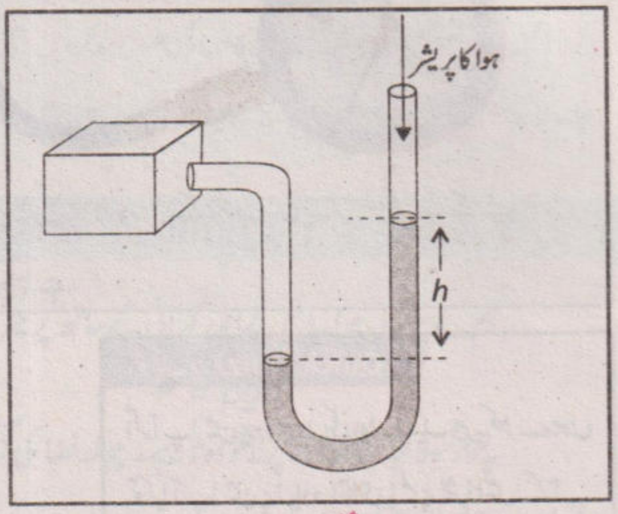
اگر کسی گیس سلنڈر میں گیس پریشر معلوم کرنا ہو تو اسے چھوٹے بازو کے سرے کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے جب کہ بڑے بازو کا سرا کھلا چھوڑ دیتے ہیں۔

اب اگر چھوٹے بازو میں مرکری کی سطح بڑے بازو سے نیچے ہو تو سلنڈر میں گیس کا پریشر فضائی پریشر سے زیادہ ہوگا (شکل 6.11)۔

اگر چھوٹے بازو میں مرکری بڑے بازو سے اونچی ہے (شکل 6.12) تو سلنڈر میں گیس کا پریشر فضائی پریشر سے کم ہوگا۔



شکل 6.12



شکل 6.11

6.9 پاسکل کا قانون (Pascal's Law)

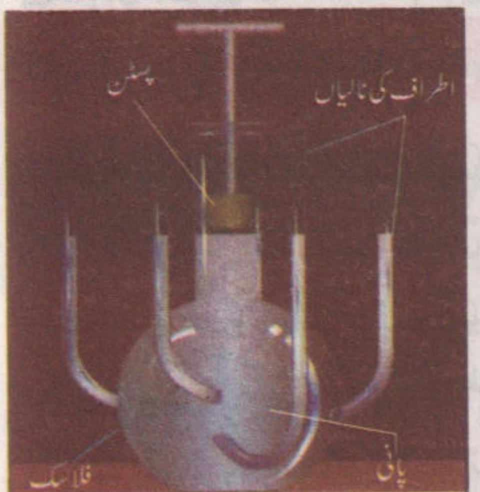
جب ہم ایک غبارے کو پھلاتے ہیں تو ہم پریشر کے ساتھ اس کے اندر ہوا دھکیلتے ہیں لیکن غبارہ تمام اطراف سے یکساں پھولتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ اس پر ڈالا گیا پریشر تمام اطراف میں یکساں طور پر منتقل ہوجاتا ہے۔

اسی طرح جب کسی موٹر سائیکل کے ٹائر میں ہوا بھرتے ہیں تو ہوا کا پریشر اس کے ایک نقطے پر ڈالا جاتا ہے لیکن ٹائر سب طرف سے یکساں طور پر پھولتا ہے۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ پریشر ٹائر کے ہر حصے میں منتقل ہوجاتا ہے۔

چند خصوصی پریشرز

جگہ	پریشر (Pa)
سورج کا مرکز	2×10^{16}
زمین کا مرکز	2×10^{11}
سمندری گہرا ترین گڑھا	1.1×10^{18}
موٹر کا ٹائر	2×10^{5}
معیاری فضائی	1.013×10^{5}
بلڈ پریشر	1.6×10^{4}
ماؤنٹ ایورسٹ پر	4×10^{4}
مریخ پر	7×10^{2}

آیئے کسی مائع کے ساتھ ایک بہت دلچسپ سرگرمی پر عمل کرتے ہیں۔ ایک فلاسک میں پانی بھریں جس کے منہ پر پسٹن لگا ہو اور اس کی اطراف میں مختلف پوزیشنز پر چند نلیاں لگادی گئی ہیں۔ اگر ایسی فلاسک دستیاب نہ ہو تو آپ پلاسٹک کی کسی بوتل کے مُنہ کے ساتھ ایک سرنج جوڑ سکتے ہیں۔ اطراف والی نلیوں کے لیے بوتل کے ہر طرف سوراخ کر کے ان میں پینے کے سٹرا (Straw) گلو کی مدد سے جوڑے جاسکتے ہیں۔



شکل 6.13

آپ دیکھیں گے کہ اطراف کی تمام نلیوں میں پانی کی سطح ایک ہی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ مائع اپنی سطح برقرار رکھتی ہے اور تمام مقامات پر ایک ہی بلندی تک چڑھتی ہے۔ اب پسٹن کو تھوڑے سے فاصلہ تک نیچے دبائیں۔ آپ دیکھیں گے کہ پانی کی سطح تمام نلیوں میں ایک ہی جتنا اُوپر چڑھتی ہے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ مائع کے ایک نقطہ پر ڈالا گیا پریشر مائع کے تمام حصوں میں برابر طور پر منتقل ہوتا ہے۔ چونکہ گیسوں (ہوا) اور مائعات کے لیے ایک ہی اصطلاح فلیوڈز استعمال کی جاتی ہے لہٰذا درج بالا دونوں سرگرمیاں یہ ثابت کرتی ہیں کہ:

جب کسی چیز میں بند فلیوڈ کے ایک نقطہ پر پریشر ڈالا جاتا ہے تو یہ فلیوڈ کے ہر حصے میں برابر طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔

یہ پاسکل کا قانون کہلاتا ہے۔

ہائڈرالک سسٹمز کی ٹیکنالوجی کی بنیاد پاسکل کا قانون ہے۔ اس کے اہم فوائد یہ ہیں:

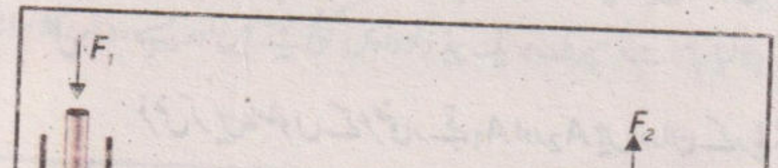
(i) مائعات مہیا کی گئی کوئی انرجی جذب نہیں کرتیں۔

(ii) یہ بہت بھاری اوزان کو حرکت دینے کے قابل ہوتی ہیں اور ان کی ناقابل دباؤ کی صلاحیت کی وجہ سے زیادہ بڑی فورسز مہیا کرتی ہیں۔

چند مفید ہائڈرالک سسٹمز یہ ہیں:

1۔ ہائڈرالک پریس 2۔ سروس سٹیشنز پر کار لفٹ 3۔ گاڑیوں کی ہائڈرالک بریکیں

ہائڈرالک پریس



شکل 6.14

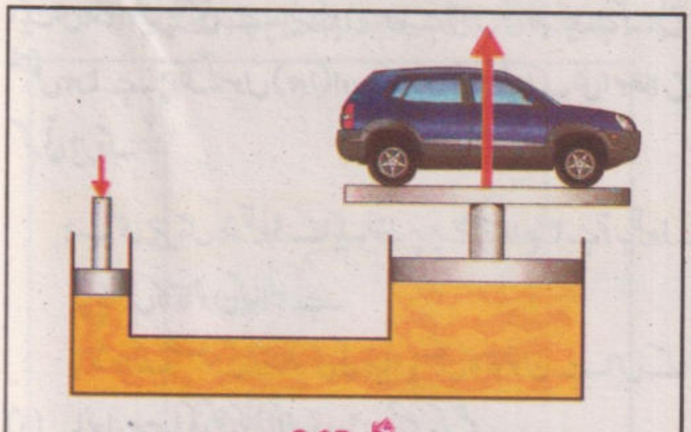
شکل (6.14) میں دکھائے گئے ایک خاص طرز کے کنٹینر (Container) پر غور کریں۔ اس کنٹینر میں دو سلنڈروں کو ایک پائپ کے ذریعے ملایا گیا ہے۔ چھوٹے سلنڈر کا عرضی ایریا (Cross-Sectional Area) A_1 ہے اور بڑے سلنڈر کا A_2 ہے۔ سلنڈروں میں کچھ ناقابل دباؤ مائع بھری ہوئی ہے۔ فرض کریں کہ چھوٹے پسٹن کو فورس F_1 لگا کر نیچے دبایا گیا ہے تو اس سے پیدا ہونے والا پریشر $P = F_1/A_1$ برابر طور پر بڑے پسٹن کو منتقل ہو گیا ہے۔ اس پریشر P کی وجہ سے ایک فورس F_2 پسٹن A_2 پر عمل کرے گی جو یہ ہوگی:

$$F_2 = PA_2$$

P کی قیمت درج کرنے سے

$$F_2 = \frac{F_1}{A_1} A_2 \quad \text{.......................} \quad (6.5)$$

چونکہ $A_2 > A_1$، اس لیے $F_2 > F_1$۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ چھوٹے پسٹن پر لگائی گئی ایک چھوٹی فورس، بڑے پسٹن ایک بڑی فورس لگا دیتی ہے۔ اس قسم کا سسٹم فورس ملٹی پلائر (Force Multiplier) کہلاتا ہے۔


شکل 6.15

ہائڈرالک پریس اسی اصول پر کام کرتا ہے۔ روئی یا جس شے کو بھی دبانا ہو بڑے پسٹن پر رکھ دیا جاتا ہے۔ چھوٹے پسٹن پر ایک فورس F_1 لگائی جاتی ہے۔ چھوٹے پسٹن سے پیدا ہونے والا پریشر برابر طور پر بڑے پسٹن کو منتقل ہو جاتا ہے۔ اس پر ایک بڑی فورس F_2 عمل کرتی ہے۔ یہ فورس بڑے پسٹن کو اُوپر اٹھاتی ہے اور روئی کی گانٹھ کو دبا دیتی ہے۔

یہ اصول سروس سٹیشنز پر کار دھوتے ہوئے اس کو اُوپر اٹھانے کے لیے بھی استعمال ہوتا ہے (شکل 6.15)۔

مثال 6.4:

ایک ہائڈرالک پریس کے پسٹنوں کے ڈایا میٹر 5 cm اور 25 cm ہیں۔ چھوٹے پسٹن پر 160 N کی ایک فورس عموداً لگائی گئی ہے، اس فورس کا پیدا کردہ پریشر بڑے پسٹن پر کتنا ہوگا؟ دوسرا پسٹن کتنا وزن اٹھا سکتا ہے؟

حل:

فرض کریں پسٹنوں کے عرضی رقبے A_1 اور A_2 ہیں اور ان کے ریڈیس بالترتیب r_1 اور r_2 ہیں۔

دی گئی قیمتیں درج کرنے سے، $r_1 = \frac{5}{2}\ \text{cm} = 2.5 \times 10^{-2}\ \text{m}$ اور $r_2 = \frac{25}{2}\ \text{cm} = 12.5 \times 10^{-2}\ \text{m}$

چونکہ
$$A_1 = \pi r_1^2 \quad \text{اور} \quad A_2 = \pi r_2^2$$

چھوٹے پسٹن پر فورس: $F_1 = 160\ \text{N}$ ہے اور اس کا پیدا کردہ پسٹن پر پریشر ہوگا:

$$P = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_1}{\pi r_1^2}$$

اگر بڑا پسٹن w وزن اٹھاتا ہے تو پاسکل کے قانون کے مطابق:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{w}{A_2}$$

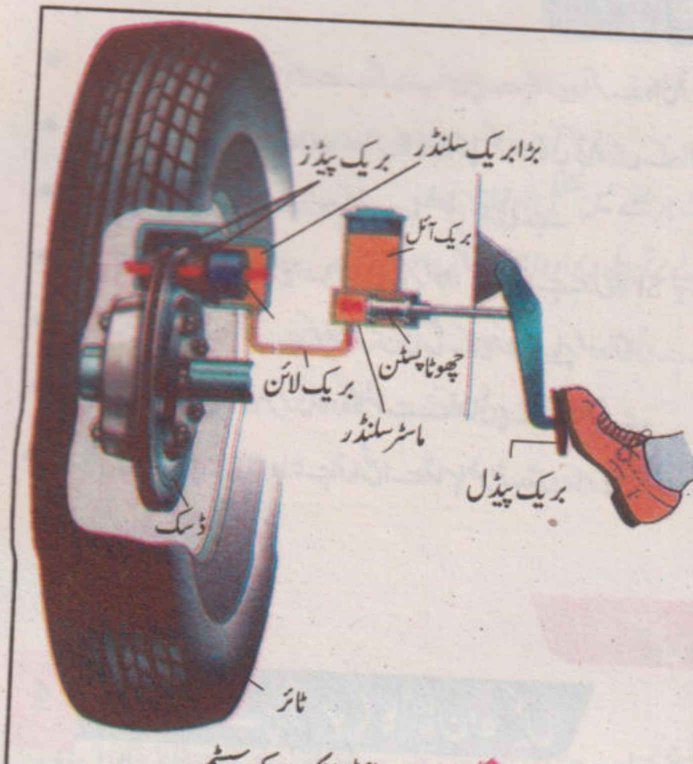
یا
$$w = \frac{F_1 A_2}{A_1} = \frac{F_1 \pi r_2^2}{\pi r_1^2} = \frac{F_1 \times r_2^2}{r_1^2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$w = 160\ \text{N} \times (12.5 \times 10^{-2}\ \text{m})^2 \ / \ (2.5 \times 10^{-2}\ \text{m})^2 = 4000\ \text{N} = 4\ \text{kN}$$

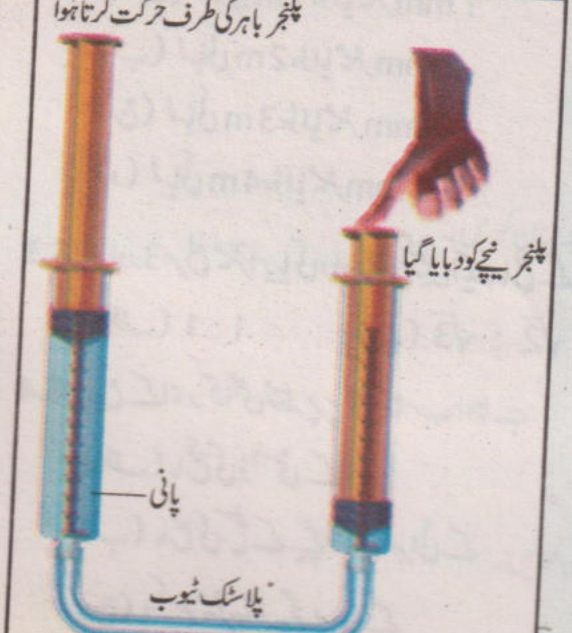
لہٰذا چھوٹے پسٹن پر 160 N کی فورس لگا کر ہم 4000 N کا وزن اٹھا سکتے ہیں۔

ہائڈرالک بریکیں



شکل 6.16 ہائڈرالک بریک سسٹم

کچھ گاڑیوں کی بریکیں پاسکل کے اصول پر کام کرتی ہیں۔ اس قسم کی بریکوں میں پسٹن والے سلنڈرز پہیوں کے ساتھ منسلک ہوتے ہیں۔ بریک کا پیڈل ایک ماسٹر سلنڈر کے ساتھ جُڑا ہوتا ہے جس کا عرضی رقبہ چھوٹا ہوتا ہے۔ ماسٹر سلنڈر کو پائپوں کے ذریعے پہیوں سے منسلک بڑے سلنڈروں کے ساتھ جوڑا گیا ہوتا ہے جیسا کہ شکل (6.16) میں دکھایا گیا ہے۔ اس سسٹم میں تیل بھرا ہوتا ہے۔ جب پیڈل کو دبایا جاتا ہے تو پسٹن، ماسٹر سلنڈر کے اندر مائع پر پریشر ڈالتا ہے۔ مائع کا پریشر دوسرے سلنڈروں کے بڑے پسٹنوں پر برابر طور پر منتقل ہو جاتا ہے۔ یہ پریشر پسٹنوں کو باہر کی طرف دھکیلتا ہے جو آگے بریک کے پیڈز کو بریک ڈسکوں یا بریک ڈرمز کی طرف دباتے ہیں۔ پیڈز اور ڈسکوں یا ڈرمز کے مابین فرکشن گاڑی کو آہستہ کر دیتی ہے جب پیڈز پر سے پریشر ہٹا لیا جاتا ہے تو سپرنگ بریک پیڈز کو واپس کھینچ لیتے ہیں اور پہیے دوبارہ آزادانہ گھومنے لگتے ہیں۔



سرگرمی 6.6:

ٹیچر کو چاہیے کہ وہ گروپس کو مندرجہ ذیل ہدایات کے مطابق عمل کرنے کے لیے ان کی معاونت کریں۔

(i) ایک سرنج کو پانی سے بھریں اور اس کی نوزل پلاسٹک کی پتلی ٹیوب میں پھنسا دیں۔
(ii) سرنج کو دبا کر ٹیوب میں پانی بھر دیں۔
(iii) دوسری سرنج کو پانی سے آدھی بھریں اور اس کی نوزل ٹیوب کے دوسرے سرے میں پھنسا دیں۔
(iv) ایک پلنجر کو تھوڑے سے فاصلے تک اندر کی طرف دھکیلیں۔
(v) کیا دوسرا پلنجر اتنا ہی فاصلہ باہر کی طرف کو دھکیلا جاتا ہے؟
(vi) کیا مائع کے ذریعے پریشر دوسرے پلنجر میں منتقل ہوا ہے؟
(vii) آپ اس سے کیا نتیجہ نکالتے ہیں؟

اہم نکات

- لچک ٹھوس اشیا کی وہ خصوصیت ہے کہ جب اُن پر سے بگاڑ پیدا کرنے والی فورس ہٹالی جاتی ہے تو وہ اپنی اصل شکل میں واپس آجاتی ہیں۔
- سپرنگ کی لچک کی حد کے اندر اندر اس کا پھیلاؤ یا سکڑاؤ لگائی گئی فورس کے راست متناسب ہوتا ہے۔ یہ ہُک کا قانون کہلاتا ہے۔
- کسی مادے کے ماس اور والیوم کی نسبت ڈینسٹی کہلاتی ہے۔
- پریشر ایک فورس ہے جو یونٹ ایریا کی سطح پر عموداً عمل کرتی ہے۔ اس کا SI یونٹ پاسکل $Pa = 1\ N\ m^{-2}$ ہے۔
- فضائی پریشر ایک فورس ہے جو فضا زمین کی سطح کے یونٹ ایریا پر عموداً لگاتی ہے۔
- فضائی پریشر کی پیمائش مرکری کا وہ کالم ہے جسے فضائی پریشر تھام سکتا ہے۔
- اگر کسی مائع پر پریشر ڈالا جاتا ہے تو مائع اسے تمام اطراف میں برابر برابر منتقل کر دیتی ہے۔ یہ پاسکل کا قانون ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

6.1 ایک تار کو وزن w لٹکا کر کھینچا گیا ہے۔ اگر تار کا ڈایا میٹر پہلے سے آدھا رہ جاتا ہے تو اس کی لمبائی میں اضافہ ہوگا:

(الف) آدھا (ب) دوگنا (ج) ایک چوتھائی (د) چار گنا

6.2 ایک ہی میٹریل کی چار تاریں ایک جتنے وزنوں سے کھینچی گئی ہیں۔ ان کی لمبائیاں اور موٹائیاں مندرجہ ذیل ہیں۔ ان میں سے کون سی زیادہ لمبی ہو جائے گی؟

(الف) لمبائی 1 m، ڈایا میٹر 1 mm

(ب) لمبائی 2 m، ڈایا میٹر 2 mm

(ج) لمبائی 3 m، ڈایا میٹر 3 mm

(د) لمبائی 4 m، ڈایا میٹر 0.5 mm

6.3 2 اور 3 مربع میٹر ایریا کی دو دھاتی پلیٹیں ایک مائع کے اندر ایک جتنی گہرائی میں رکھی گئی ہیں۔ دونوں پلیٹوں پر پریشر میں نسبت ہوگی:

(الف) 1 : 1 (ب) $\sqrt{2} : \sqrt{3}$ (ج) 2 : 3 (د) 4 : 9

6.4 مائع کے اندر کسی بھی نقطہ پر پریشر متناسب ہوتا ہے:

(الف) مائع کی ڈینسٹی کے

(ب) مائع کی سطح کے نیچے نقطہ کی گہرائی کے

(ج) ایکسلریشن آف گریویٹی کے

(د) مندرجہ بالا تمام کے

6.5 کسی مائع پر ڈالا گیا پریشر:

(الف) بڑھ جاتا ہے اور مائع کے ہر حصہ میں عمل کرتا ہے

(ب) کم ہوجاتا ہے اور برتن کی دیواروں میں منتقل ہوجاتا ہے

(ج) مائع کی ماس کے تناسب سے بڑھ جاتا ہے اور پھر مائع کے ہر حصے میں منتقل ہوجاتا ہے

(د) بغیر کسی تبدیلی کے مائع کے ہر حصے میں اور اس کو رکھنے والے برتن کی دیواروں میں منتقل ہوجاتا ہے

6.6 ہائڈرالک پریس کے اصول کی بنیاد ہے:

(الف) ہک کا قانون

(ب) پاسکل کا قانون

(ج) تیرنے کا اصول

(د) ارشمیدس کا اصول

6.7 جب کسی سپرنگ کو دبایا جاتا ہے تو اس میں کس قسم کی انرجی ہوتی ہے؟

(الف) کائی نیٹک (ب) پوٹینشل (ج) انٹرنل (د) حرارتی

6.8 فضا ایک مستطیلی سطح پر کتنی فورس ڈالتی ہے، مستطیل کی لمبائی 50 سینٹی میٹر اور چوڑائی 40 سینٹی میٹر ہے، جبکہ فضائی پریشر 100 kPa ہے۔

(الف) 20 kN (ب) 100 kN (ج) 200 kN (د) 500kN

2 مختصر جوابات کے سوالات

6.1 ہاتھی جیسے بھاری بھرکم جانوروں کے پیروں کا رقبہ زیادہ کیوں ہوتا ہے؟

6.2 ہرن جیسے تیز دوڑنے والے جانوروں کے پیروں کا رقبہ کم کیوں ہوتا ہے؟

6.3 کنکریوں پر ننگے پاؤں چلنا تکلیف دہ کیوں ہوتا ہے؟

6.4 پاسکل کا قانون بیان کریں۔ پاسکل کے قانون کا کوئی ایک اطلاق بتائیں۔

6.5 ہک کا قانون کیا ہے؟ کیا کوئی شے لچک کی حد سے اوپر لچک دار رہ سکتی ہے؟ وجہ بیان کریں۔

6.6 کسی ٹھوس شے کی لچک سے آپ کی کیا مراد ہے؟

6.7 فورس اور پریشر میں فرق بیان کریں۔

6.8 مائع کے پریشر اور مائع کی گہرائی کے درمیان کیا تعلق ہے؟

6.9 ایک سادہ مرکری بیرومیٹر سے فضائی پریشر ماپنے کا بنیادی اصول کیا ہے؟

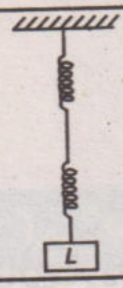
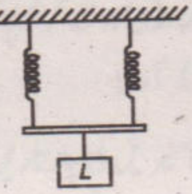
6.10 گاڑیوں کی ہائڈرالک بریک سسٹم میں استعمال ہونے والا بنیادی اصول بیان کریں۔

3 تعمیری فکر کے سوالات

6.1 سپرنگ کونسٹنٹ 'k' کا ایک سپرنگ ایک نقطۂ نصب سے عموداً لٹک رہا ہے۔ جب ایک وزن 'L' سپرنگ کے ساتھ لٹکایا جائے گا تو اس کی لمبائی میں اضافہ 'x' ہو جاتا ہے۔ سپرنگ کی لچک کی حد عبور نہیں ہوتی ہے۔ چند ایک جیسے سپرنگ جن کا سپرنگ کونسٹنٹ 'k' ہے ایسے ترتیب دیے گئے ہیں جیسا کہ نیچے دکھایا گیا ہے۔

ہر ایک ترتیب کے لیے یہ مقداریں معلوم کر کے ٹیبل مکمل کریں۔

(i) لمبائی میں کل اضافہ 'x'۔ (ii) سپرنگ کونسٹنٹ 'k'۔

ترتیب	لمبائی میں کل اضافہ 'x'	ترتیب میں سپرنگ کونسٹنٹ 'k'
		
		

6.2 سپرنگ لوہے کی بجائے سٹیل سے بنائے جاتے ہیں۔ کیوں؟

6.3 کون سا میٹیریل زیادہ لچک دار ہے؟

(i) لوہا یا ربڑ (ii) ہوا یا پانی

6.4 کسی نہانے والے تالاب کی سطح سے ایک میٹر گہرائی میں پانی کے پریشر کا موازنہ کسی بڑی اور گہری جھیل کی سطح سے ایک میٹر گہرائی میں پانی کے پریشر سے کیسے کریں گے؟

6.5 اگر کسی بند مائع کے ایک حصے میں پریشر بڑھایا جائے تو اس کے دوسرے تمام حصوں کے پریشر پر کیا اثر پڑے گا۔ اپنی روزمرہ زندگی سے کوئی ایک ایسی مثال دیں جہاں اس اصول کا اطلاق ہوتا ہے۔

6.6 اگر بیرومیٹر کے مرکری کالم کے اوپر کچھ ہوا موجود رہ جائے جہاں سمجھا جاتا ہے کہ خلا ہوگا، تو یہ مرکری کالم کی اونچائی پر کیا اثر ڈالے گی؟

6.7 جب کوئی زرافہ ایک دم اپنی گردن اٹھائے تو اس کی لمبی گردن کی وجہ سے اُسے کیسے کوئی مشکل پیش نہیں آتی؟

6.8 ایک سادہ بیرومیٹر کے لیے استعمال کی گئی شیشے کی ٹیوب کا سرا اچھی طرح سے بند (Sealed) نہیں ہوا اور کچھ ہوا موجود ہے۔ اس کا کیا اثر ہوگا؟

6.9 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ "ڈینسٹی کسی میٹریل کی خصوصیت ہے نہ کہ اس میٹریل سے بنائی گئی کسی شے کی"۔

6.10 کوئی انجینئر ایک بڑے تعمیری ڈھانچے کے وزن کا تخمینہ کیسے لگاتا ہے؟

4 تفصیلی سوالات

6.1 ہک کا قانون بیان کریں؟ اس قانون کے تین اطلاقات تحریر کیجیے۔

6.2 سادہ مرکری بیرومیٹر اور مینومیٹر کے استعمال کا طریقہ کار بیان کریں۔

6.3 پاسکل کا قانون بیان کریں۔ اس کے اطلاقات مثالوں کے ساتھ بیان کریں۔

6.4 کسی برتن میں مائع کا پریشر کن عوامل پر منحصر ہوتا ہے؟ یہ کیسے معلوم کیا جاتا ہے؟

6.5 وضاحت کریں کہ فضا پریشر ڈالتی ہے۔ اس کے کیا اطلاقات ہیں؟ کم از کم تین مثالیں دیں۔

5 حسابی سوالات

6.1 40 نیوٹن وزن سے ایک سپرنگ 20 ملی میٹر کھنچ جاتا ہے۔ اس کا سپرنگ کونسٹنٹ معلوم کریں۔ اگر ایک جسم اسی سپرنگ میں 16 ملی میٹر کھنچاؤ پیدا کرے تو اس جسم کا وزن کیا ہوگا؟
($2\ kN\ m^{-1}$, 32 N)

6.2 5 لیٹر دودھ کا ماس 4.5 kg ہے۔ اس کی ڈینسٹی SI یونٹس میں معلوم کریں۔
($0.9 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$)

6.3 60 گرام کی ایک ٹھوس شے کو جب پیمائشی سلنڈر کے اندر ڈبو دیا گیا تو پانی کی سطح $40\ cm^3$ سے بڑھ کر $44\ cm^3$ پر چلی گئی۔ ٹھوس شے کی ڈینسٹی معلوم کریں۔
($15 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$)

6.4 ایک بلاک کی ڈینسٹی $8 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ اور حجم $60\ cm^3$ ہے۔ اس کا ماس معلوم کریں۔
(0.48 kg)

6.5 ایک اینٹ کی پیمائش 5 cm × 10 cm × 20 cm ہے۔ اگر اس کا ماس 5 kg ہو تو زیادہ سے زیادہ اور کم سے کم پریشر معلوم کریں جو اینٹ ایک افقی سطح پر ڈال سکتی ہے۔
(1×10^4 Pa, 25×10^2 Pa)

6.6 بیرومیٹر میں سطح سمندر کے پریشر پر پانی کے کالم کی اونچائی کتنی ہوگی اگر مرکری کی بجائے پانی استعمال کیا جائے، جبکہ پانی کی ڈینسٹی $1000\ kg\ m^{-3}$ اور مرکری کی ڈینسٹی $13.6 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$ ہو۔
(10.3 m)

6.7 فرض کریں کہ ایک کار کے ہائیڈرالک بریک سسٹم میں $5\ cm^2$ عرضی رقبہ کے پسٹن پر 500 N کی فورس عموداً لگائی جاتی ہے۔ بریک آئل میں کتنا پریشر منتقل ہوگا؟ ایک دوسرے پسٹن پر جس کا عرضی رقبہ $20\ cm^2$ ہو، کتنی فورس عمل کرے گی؟
($1.0 \times 10^6\ N\ m^{-2}$, 2000 N)

6.8 گہرے سمندر میں 10 m کی گہرائی پر ایک غوطہ خور پر کتنا پریشر ہوگا جب کہ وہاں پر سمندر کے پانی کی ڈینسٹی $1030\ kg\ m^{-3}$ ہو؟
($1.03 \times 10^5\ N\ m^{-2}$)

6.9 ایک ہائڈرالک پریس کے چھوٹے اور بڑے پسٹنز کے عرضی رقبے بالترتیب $10\ cm^2$ اور $100\ cm^2$ ہیں۔ چھوٹے پسٹن پر کتنی فورس لگائی جائے کہ 4000 N وزنی کار کو اُٹھایا جا سکے؟ (400 N)

6.10 ایک گرم ہوا والے غبارے میں مندرجہ ذیل ڈیٹا ریکارڈ کیا گیا۔ بلندی اور پریشر کے درمیان ایک گراف کھینچیں اور معلوم کریں:
(i) سطح سمندر پر ہوا کا پریشر کتنا ہوگا؟ (ii) کتنی بلندی پر ہوا کا پریشر 90 kPa ہو جائے گا؟

پریشر (kPa)	بلندی (m)
99.5	150
95.7	500
92.4	800
88.9	1140
87.2	1300
85.3	1500

(i) 1.01×10^5 Pa
(ii) 1.02 km

6.11 اگر ایک ہائڈرالک پریس میں مزید $10\ N\ cm^{-2}$ پریشر بڑھا دیا جائے تو آؤٹ پُٹ پلیٹ فارم کتنا اضافی وزن اٹھالے گا، جبکہ اس کا عرضی رقبہ $50\ cm^2$ ہے؟ (500 N)

6.12 ایک کار کے ہائڈرالک بریک سسٹم کے پسٹن پر 500 N کی فورس عمل کر رہی ہے۔ اگر پسٹن کا ایریا آف کراس سیکشن $5\ cm^2$ ہو تو معلوم کریں:
(i) بریک آئل پر کتنا پریشر منتقل ہوگا؟
(ii) بریک پسٹن پر کتنی فورس عمل کرے گی اگر اس کے پسٹن کا ایریا آف کراس سیکشن $20\ cm^2$ ہو؟

[(i) $1.0 \times 10^6\ N\ m^{-2}$ (ii) 2000 N]

باب 7

مادے کی حرارتی خصوصیات
(Thermal Properties of Matter)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- معیاری طور پر ٹھوس، مائع اور گیسوں کی ذراتی ساخت کی وضاحت کریں، [ان کی خصوصیات کو ذرات کے درمیان فورسز اور فاصلے اور ذرات (ایٹم، مالیکیول، آئن اور الیکٹرونز) کی حرکت کے تعلق سے بیان کرتے ہوئے]۔
- مادے کی چوتھی حالت کے طور پر پلازما کی وضاحت کریں [جس میں مادے کا ایک اہم حصہ آئینز یا الیکٹرونز پر مشتمل ہوتا ہے، مثلاً ستاروں، نیون کی روشنی اور بجلی کی چمکنے والے دھاروں میں]۔
- ذرات کی موشن اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق کی وضاحت کریں] اس تصور سمیت کہ ایک کم سے کم ممکنہ ٹمپریچر (قریباً -273°C) ہوتا ہے، جسے مطلق صفر کہا جاتا ہے، جہاں ذرات کی کائی نیٹک انرجی کم سے کم ہوتی ہے۔
- بیان کریں کہ کسی چیز کا ٹمپریچر بڑھنے سے اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ ہوتا ہے۔
- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ ٹمپریچر میں تبدیلی کے ساتھ متغیر جسمانی خصوصیت کو ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے کیسے استعمال کیا جا سکتا ہے۔
- تھرمامیٹرز کی کیلیبریشن (Calibration) میں مقررہ نکات کی ضرورت کی وضاحت کریں [برف کے نقطے اور بھاپ کے نقطے کا کیا مطلب ہے، اس میں شامل کریں]۔
- تھرمامیٹرز کی حساسیت، رینج اور خطی پن (Linearity) کی وضاحت کریں۔
- شیشے میں مائع قسم اور تھرموکپل تھرمامیٹرز کی ساخت اور افعال میں فرق کر سکیں۔
- بحث کریں کہ شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کی ساخت، اس کی حساسیت، رینج اور خطی پن پر کیسے اثرانداز ہوتی ہے۔

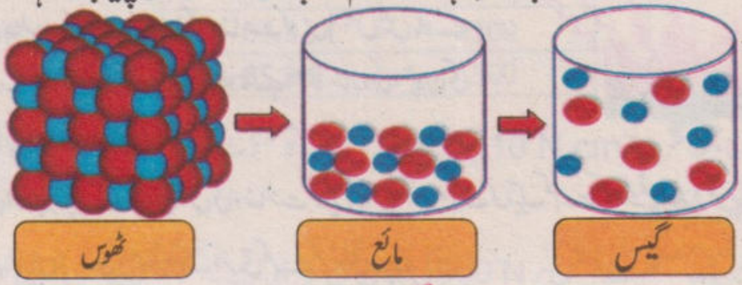
اس دُنیا میں حرارت اور حرارتی انرجی ہمیشہ سے انسانوں، جانوروں اور پودوں کی ضرورت رہی ہے۔ حرارت کے بغیر ان کی بقاء ناممکن ہوتی۔ شروع میں روشنی اور حرارت کا ذریعہ صرف سورج تھا۔ آگ کی دریافت کے ساتھ ہی ایک نیا دور شروع ہو گیا۔ آگ سے پیدا ہونے والی حرارت کے استعمال دن بدن بڑھتے چلے گئے جس سے بنی نوع انسان کے آرام اور سہولتوں میں بے حد اضافہ ہوا۔ ابتدا میں اشیا کو چھو کر ان کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کا اندازہ لگایا جاتا تھا لیکن یہ کسی شے کے گرم ہونے کی شدت کو جانچنے کا کوئی اچھا معیار نہیں تھا۔ اس لیے انسان نے اس کو پیمائش کرنے کے لیے مختلف طریقے اختیار کیے۔ پیمائش کے معیاری (Standard) آلات کی ایجاد کے بعد ٹمپریچر کو بھی ماس، لمبائی اور وقت کی طرح بنیادی طبعی مقداروں کی فہرست میں شامل کر لیا گیا۔

یہ باب مادے کے پارٹیکلز کی کائی نیٹک تھیوری کے تعارف سے شروع ہوتا ہے، چونکہ ٹمپریچر اور حرارت یا انٹرنل انرجی (Internal Energy) کا تعلق مادے کے اندر پارٹیکلز کی حرکت سے ہے۔

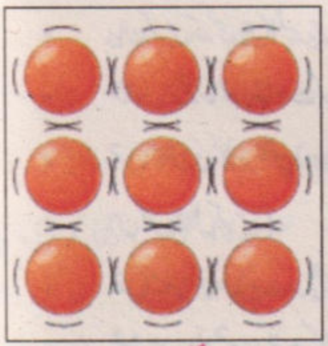
7.1 مادے کی مالیکیولر کائی نیٹک تھیوری (Kinetic Particle Theory of Matter)

اس تھیوری کے مطابق مادہ بہت چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز سے مل کر بنا ہے جن کو مالیکیولر کہتے ہیں جو ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں۔ ان کی حرکت ارتعاشی، گردشی اور انتقالی ہوسکتی ہے۔ مالیکیولز کے درمیان آپس میں کشش کی فورس ہوتی ہے جو انٹر مالیکیولر (Intermolecular) فورس کہلاتی ہے۔ یہ فورس، مالیکیولز کے درمیان فاصلے پر منحصر ہوتی ہے۔ ان کے درمیان فاصلہ بڑھنے پر یہ فورس کم ہوتی جاتی ہے۔

مالیکیولز میں حرکت کی وجہ سے کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے اور کشش کی فورس کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ جب کسی مادے کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے اور اس کے مالیکیولز کی حرکت تیز ہوجاتی ہے جس سے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے۔ لہٰذا مادے کا ٹمپریچر مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی پر منحصر ہے۔ مادہ عام طور پر تین حالتوں میں پایا جاتا ہے، ٹھوس، مائع اور گیس، جیسا کہ شکل (7.1) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 7.1



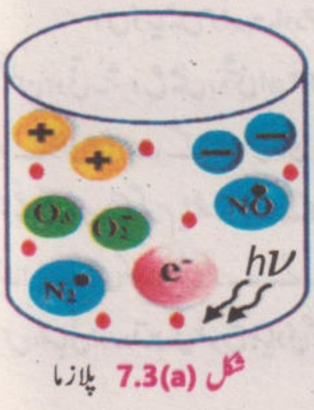
شکل 7.2

ٹھوس، مائع اور گیس اشیا کی زیادہ تر خصوصیات مادے کی مالیکیولر تھیوری کی بنیاد پر بیان کی جاسکتی ہے۔ ٹھوس ہونے کی صورت میں انٹر مالیکیولر فورسز اتنی طاقتور ہوتی ہیں کہ وہ مالیکیولز کو جوڑ کر رکھتی ہیں۔ لہٰذا وہ اپنی اپنی جگہوں پر مستقل جکڑے رہتے ہوئے ارتعاشی حرکت جاری رکھتے ہیں (شکل 7.2)۔

مائعات کی صورت میں انٹر مالیکیولر فورس اتنی کمزور ہوتی ہے کہ یہ مالیکیولز کو مستقل جگہوں پر جکڑے نہیں رکھ سکتی اور مالیکیولز ایک دوسرے کے پاس سے گزرتے ہوئے بے ترتیب سمتوں میں حرکت کر سکتے ہیں۔ اس لیے کوئی بھی مائع ایک خاص والیوم تو رکھتی ہے لیکن کوئی خاص شکل نہیں رکھتی۔ مالیکیولز کے بہاؤ کی وجہ سے وہ وہی شکل اختیار کر لیتی ہے جس شکل کے برتن میں وہ پڑی ہوتی ہیں۔

گیس کے مالیکیولز نسبتاً ایک دوسرے سے دُور ہوتے ہیں لہٰذا یہ نہ تو کوئی خاص والیوم رکھتی ہے اور نہ ہی خاص شکل (شکل 7.1)۔

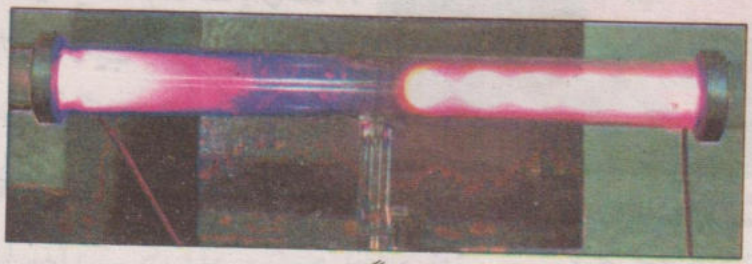
پلازما (Plasma)



شکل 7.3(a) پلازما

پلازما ایک گیس ہے جس میں زیادہ تر ایٹمز آئنز (Ions) کی شکل میں ہوتے ہیں یعنی وہ مثبت آئنز اور الیکٹرونز پر مشتمل ہوتے ہیں (شکل 7.3-a)۔ وہ گیس کے اندر آزادانہ حرکت کررہے ہوتے ہیں۔ ان مثبت آئنز اور مالیکیولز کی موجودگی میں پلازما مادے کی ایک کنڈکٹنگ (Conducting) حالت میں ہوتا ہے۔ اس میں سے الیکٹرک کرنٹ گزر سکتی ہے۔ چونکہ پلازما کی حالت میں گیس ایسی خصوصیت رکھتی ہے جو عام گیس کے مقابلے میں بالکل مختلف ہوتی ہیں، اس لیے پلازما کو مادے کی چوتھی حالت سمجھا جاتا ہے۔

سورج اور زیادہ تر دیگر ستارے پلازما کی حالت میں ہیں۔ پلازما ٹی۔ وی اور گیس ڈسچارج ٹیوب (شکل 7.3-b) میں سے جب کرنٹ گزر رہی ہوتی ہے تو اس میں بھی پلازما پایا جاتا ہے۔ جب آسمانی بجلی (Lightning) پیدا ہوتی ہے تو اس کے بھی ابتدائی مرحلے میں پلازما کی حالت تشکیل پاتی ہے۔ آسمانی بجلی کے اس مرحلے کو بجلی کی جھالریں (Lightning Streamers) کہا جاتا ہے۔ یہ ایک قسم کے کنڈکٹنگ راستے ہیں جو ہوا کے مالیکیولز کے آئنز میں تبدیل ہونے کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔



شکل 7.3(b) گیس ڈسچارج ٹیوب

7.2 ٹمپریچر اور حرارت (Temperature and Heat)

برف کے ٹکڑے

نیم گرم پانی

شکل 7.4

جب ہم برف کو چُھوتے ہیں تو ہم ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ جب ہم اپنی انگلیوں کو نیم گرم پانی میں ڈبوتے ہیں تو ہم گرمی محسوس کرتے ہیں۔ لہٰذا ہم چُھونے کی حِس کی بدولت بتا سکتے ہیں کہ کون سی شے گرم ہے اور کون سی ٹھنڈی۔ گرم شے کے متعلق ہم کہتے ہیں کہ ایک ٹھنڈی چیز کے مقابلے میں اس کا ٹمپریچر زیادہ ہے۔ ٹمپریچر کی تعریف یوں ہوگی:

ٹمپریچر کسی شے کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کا نام ہے۔

یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ جب ہم کسی شے کو گرم کرتے ہیں تو اس کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ گرم کرنے کا عمل شے کو حرارت یا حرارتی انرجی مہیا کرتا ہے جو اس کا ٹمپریچر بڑھنے کی وجہ ہے۔ مندرجہ ذیل سرگرمی ٹمپریچر کی تعریف کرنے میں مدد کرے گی:

سرگرمی 7.1

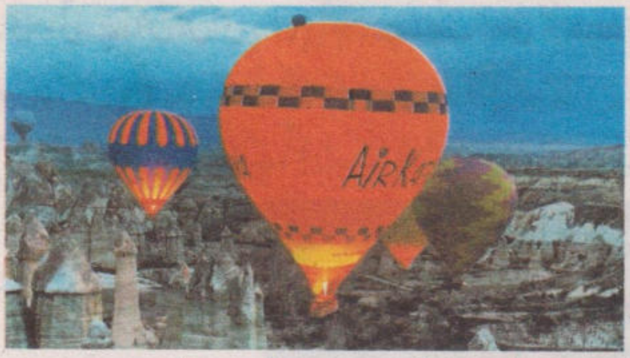
ٹیچر کچھ پیالیوں میں گرم پانی، تھرمامیٹرز اور دھاتی چمچے مہیا کریں۔ طلبہ کے گروپ بنائیں۔ ہر گروپ، چمچہ گرم پانی میں ڈالے گا اور اسے ہلائے گا۔ ان سے پوچھیں کہ وہ کیسا محسوس کرتے ہیں۔ کیا چمچے کا دوسرا سرا بھی گرم ہو جاتا ہے؟ کیا وہ مشاہدہ کرتے ہیں کہ چمچہ بھی گرم ہو گیا ہے؟ اس کا مطلب ہے کہ حرارت گرم پانی سے چمچے میں منتقل ہو رہی ہے کیونکہ گرم پانی کا ٹمپریچر چمچے سے زیادہ ہے۔ پس ٹمپریچر کی یہ تعریف ہو سکتی ہے:

ٹمپریچر ایک طبیعی مقدار ہے جو حرارتی انرجی کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے۔

اس کے معنی یہ ہیں کہ حرارتی انرجی دو اشیا کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔ اس لیے ہم حرارت کی تعریف یوں کر سکتے ہیں:

حرارت وہ انرجی ہے جو دو اشیا کے ٹمپریچرز میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔

ٹمپریچر اور انٹرنل انرجی (Temperature and Internal Energy)



شکل 7.5 گرم ہوا والے غبارے کے اندر ٹمپریچر بڑھنے سے ہوا کی انٹرنل انرجی بڑھتی ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ مادہ مالیکیولز سے مل کر بنتا ہے جو حرکت میں رہتے ہیں۔ ٹھوس اشیا کے مالیکیولز اپنی مستقل جگہوں پر ارتعاشی حرکت کرتے ہیں۔ کسی مائع کے مالیکیولز ایک دوسرے کے پاس سے گزر جاتے ہیں اور گیس کے مالیکیولز بے ترتیب حرکت میں رہتے ہیں۔ مالیکیولز میں اپنی حرکت کی بدولت کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے۔ مالیکیولز کے درمیان باہم کشش کی وجہ سے اُن میں پوٹینشل انرجی بھی ہوتی ہے۔

کسی شے کے مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کا مجموعہ اس کی انٹرنل انرجی کہلاتا ہے۔

جب ہم کسی شے کو گرم کرتے ہیں تو اس کے مالیکیولز کی حرکت مزید زوردار ہو جاتی ہے جس کا مطلب ہے اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں اس شے کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ کسی شے کو منتقل کی جانے والی حرارتی انرجی، اس کے مالیکیولز کی انٹرنل انرجی کو بڑھا دیتی ہے جس کی وجہ سے اس کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔

یاد رکھیں کہ یہ کہنا درست نہیں کہ کوئی شے اپنے اندر حرارت رکھتی ہے۔ کوئی بھی شے اپنے اندر انٹرنل انرجی رکھتی ہے۔ لفظ حرارت صرف اسی وقت استعمال کیا جاتا ہے جب انرجی ایک شے سے دوسری شے میں منتقل ہو رہی ہوتی ہے۔

7.3 تھرمامیٹر (Thermometer)

ہماری چھونے کی حِس ہمیں یہ بتا سکتی ہے کہ کوئی شے گرم ہے یا ٹھنڈی۔ اس سے ہمیں کسی شے کے ٹمپریچر کے متعلق صرف اندازہ ہو سکتا ہے لیکن صرف چھو کر ہم شے کا درست ٹمپریچر معلوم نہیں کر سکتے۔ کسی شے کے گرم ہونے کی بالکل درست پیمائش کے لیے ہمیں ایک آلہ درکار ہوتا ہے جسے تھرمامیٹر کہتے ہیں۔ تھرمامیٹرز میں کسی مادے کی ایسی خصوصیت کا استعمال کیا جاتا ہے جس میں ٹمپریچر تبدیل ہونے سے خاطر خواہ تبدیلی واقع ہو۔

بنیادی تھرمومیٹرک خصوصیات (Basic Thermometric Properties)

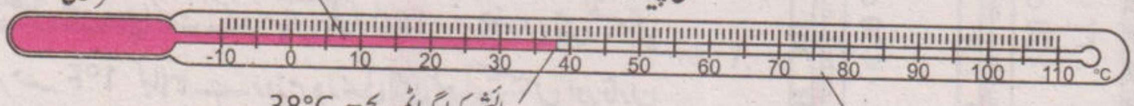
تھرمامیٹر بنانے کے لیے کسی موزوں میٹریل میں مندرجہ ذیل تھرمومیٹرک خصوصیات ہونی چاہییں:

1۔ یہ حرارت کا ایک اچھا کنڈکٹر ہو۔
2۔ ٹمپریچر تبدیل ہونے کے ساتھ اس میں جلد تبدیلی رُونما ہوتی ہو۔
3۔ حرارت کے ساتھ اس کا پھیلاؤ یکساں ہو۔
4۔ اس کا نقطۂ اُبال بہت زیادہ ہو۔
5۔ اس کا نقطۂ انجماد بہت کم ہو۔

6۔ اس کے پھیلاؤ کی صلاحیت زیادہ ہو (حرارتِ مخصوصہ کم ہو)۔
7۔ یہ شیشے کو گیلا نہ کرے۔
8۔ اس کے بخارات نہ بنیں۔
9۔ یہ دکھائی دینے والا (غیر شفاف) ہو۔

شیشے میں مائع قسم کا تھرمامیٹر (Liquid-in-Glass Therometer)

ہم جانتے ہیں کہ گرم ہونے پر مائعات پھیلتے ہیں۔لہٰذا کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کو ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔اسے شیشے میں مائع قسم کا تھرمامیٹر کہا جاتا ہے۔ایسی ایک مائع جو عام طور پر تھرمامیٹرز میں استعمال کی جاتی ہے، مرکری (پارہ) ہے۔شکل (7.6) میں ایک مرکری تھرمامیٹر دکھایا گیا ہے۔یہ شیشے کا بنا ہوا ہے۔اس کے ایک سرے پر ایک بلب ہے جس میں مرکری بھرا ہوتا ہے۔



شکل 7.6

جب ٹمپریچر بڑھتا ہے تو مرکری پھیلتا ہے اور بال نمانالی (Capillary tube) میں مرکری کے دھاگے کی شکل میں اُوپر چڑھ جاتا ہے، جیسا کہ شکل (7.6) میں دکھایا گیا ہے اس دھاگے کا آخری سرا ٹمپریچر کی پیمائش پڑھتا ہے۔مرکری غیر شفاف ہوتا ہے اس لیے اپنے چاندی جیسے رنگ کی وجہ سے بڑی آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے۔الکوحل کو بھی تھرمومیٹرک مائع کے طور پر منتخب کیا جاسکتا ہے لیکن دکھائی دیے جانے کے لیے اس کو رنگ دار کر دیا جاتا ہے۔

دماغ لڑائیے!

(الف) تھرمامیٹر کے بلب کی دیواریں پتلی کیوں ہوتی ہیں؟

(ب) تھرمامیٹر کے اندر کا سوراخ (Inner bore) تنگ کیوں ہونا چاہیے؟

غور فرمائیے!

اگر شیشے کا پھیلاؤ مرکری سے زیادہ ہو تو کیا ہم مرکری تھرمامیٹر بنا سکتے ہیں؟

ٹمپریچر کی سکیلز (Temperature Scales)

ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے ایک سکیل (پیمانہ) بنانے کی ضرورت ہوتی ہے جس کے لیے دو مقررہ ٹمپریچرز درکار ہوتے ہیں جنھیں دو فِکسڈ پوائنٹس کہا جاتا ہے۔ایک بھاپ کا ٹمپریچر ہے جو معیاری فضائی پریشر پر اُبلتے پانی سے ذرا زیادہ ہوتا ہے۔اسے سکیل کا بالائی فِکسڈ پوائنٹ شمار کیا جاتا ہے۔دوسرا فِکسڈ پوائنٹ خالص برف کا نقطہ پگھلاؤ یا صرف برف کا ٹمپریچر ہے۔یہ نچلا (ابتدائی) فِکسڈ پوائنٹ ہے۔ان دو فِکسڈ پوائنٹس کے درمیان عددی قیمتوں کے لحاظ سے ٹمپریچر کی مختلف سکیلز بنائی گئی ہیں۔

آپ کی معلومات کے لیے

کسی دی گئی ماس کی گیس کا ٹمپریچر بڑھنے سے اس کا پریشر بھی بڑھتا ہے۔اس لیے گیس کا پریشر بھی ایک تھرمومیٹرک خاصیت ہے جو گیس تھرمامیٹرز میں استعمال کی جاتی ہے۔دی گئی کسی وائر کی لمبائی کی رزسٹنس بھی ٹمپریچر پر منحصر ہے۔ٹمپریچر بڑھنے سے یہ بھی بڑھتی ہے۔ اس لیے وائر کی رزسٹنس بھی ایک تھرمومیٹرک خصوصیت ہے اور پلاٹینیم رزسٹنس تھرمامیٹر میں استعمال کی جاتی ہے۔

تین مختلف سکیلز یہ ہیں:

1۔ سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل (Celsius or Centrigrade Scale)

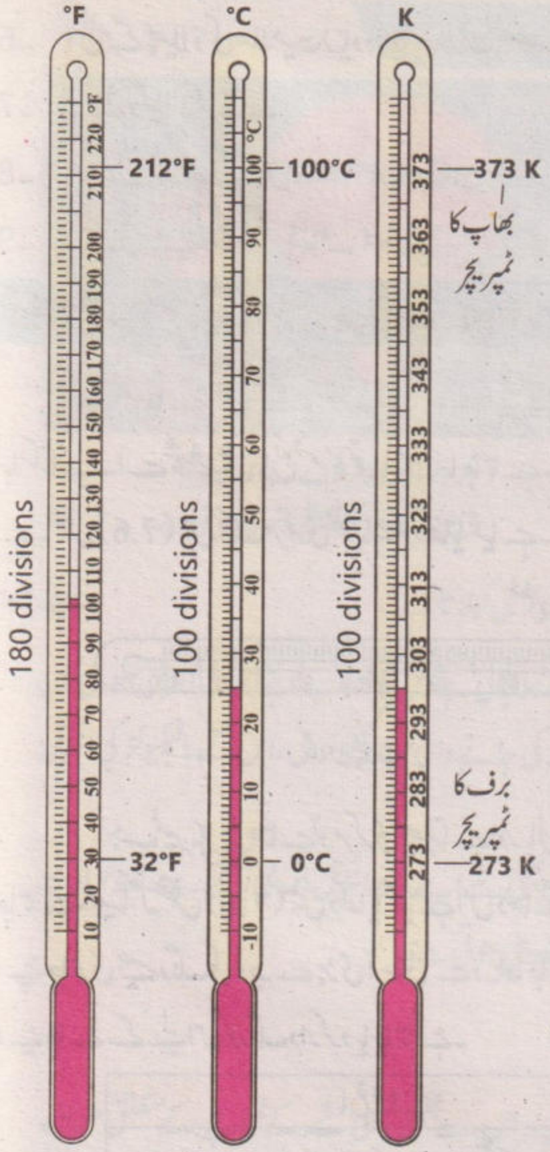
2۔ فارن ہائیٹ سکیل (Fahrenheight Scale)

3۔ کیلون سکیل (Kelvin Scale)

سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل میں نچلے اور بالائی فکسڈ پوائنٹس کی عددی قیمتیں صفر (0) اور 100 رکھی گئی ہیں لہٰذا ان پوائنٹس کی درمیانی جگہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر حصہ 1°C کہلاتا ہے۔

فارن ہائیٹ سکیل میں نچلے فکسڈ پوائنٹ کو 32 اور بالائی فکسڈ پوائنٹ کو 212 رکھا گیا ہے۔ چونکہ ان دو عددوں کے درمیان 180 کا فرق ہے اس لیے اس سکیل میں دو پوائنٹ کے درمیان جگہ کو 180 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر حصہ 1°F کہلاتا ہے۔ روزمرہ زندگی میں عموماً سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیلز استعمال کی جاتی ہیں۔

ٹمپریچر کی تیسری سکیل کیلون یا مطلق (Absolute) ٹمپریچر سکیل کہلاتی ہے۔ یہ سائنسی پیمائشوں کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ کیلون سکیل میں نچلے اور بالائی فکسڈ پوائنٹس کی قیمتیں 273 اور 373 رکھی گئی ہیں۔ چونکہ ان قیمتوں میں 100 کا فرق ہے اس لیے 1K کی قیمت اتنی ہی ہے جتنی کہ 1 °C کی ہے۔ اس سکیل کا صفر پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر کسی بھی مادے کے مالیکیولز کی حرکت مکمل طور پر ختم ہو جاتی ہے۔ یعنی ان کی اوسط کائی نیٹک انرجی صفر ہو جاتی ہے۔ اسے مطلق صفر کہا جاتا ہے۔ اس کی قیمت -273.15°C کے برابر ہے۔



شکل 7.7 ٹمپریچر کی تین سکیلز کا موازنہ

لیکن عام طور پر اسے صرف -273°C رکھا جاتا ہے۔ مطلق صفر تمام کائنات میں سب سے کم ممکنہ ٹمپریچر ہے۔ مطلق صفر ٹمپریچر سے نیچے مادہ وجود نہیں رکھتا۔

ٹمپریچر کی ایک سکیل سے دوسری سکیل میں منتقلی (Conversion of Temperature from One Scale to another)

اگر کسی شے کا ٹمپریچر سیلسیس میں T_C ہو، فارن ہائیٹ سکیل میں T_F ہو اور کیلون سکیل میں T_K ہو تو یہ مندرجہ ذیل فارمولوں کے تحت قابلِ منتقل ہوں گے:

(i) سیلسیس (سینٹی گریڈ) سے فارن ہائیٹ سکیل میں منتقلی:

$$T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32 \qquad .... (7.1)$$

(ii) فارن ہائیٹ سے سیلسیس سکیل میں منتقلی:

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \quad .... (7.2)$$

(iii) کیلون اور سیلسیس سکیلز کے درمیان تعلق:

$$T_k = T_C + 273 \quad .... (7.3)$$

مثال 7.1

30°C ٹمپریچر، فارن ہائیٹ اور کیلون سکیلز میں کتنا ہوگا؟

حل:

ٹمپریچر $T_C = 30°C$

فارمولا استعمال کرنے سے

$$T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32°$$

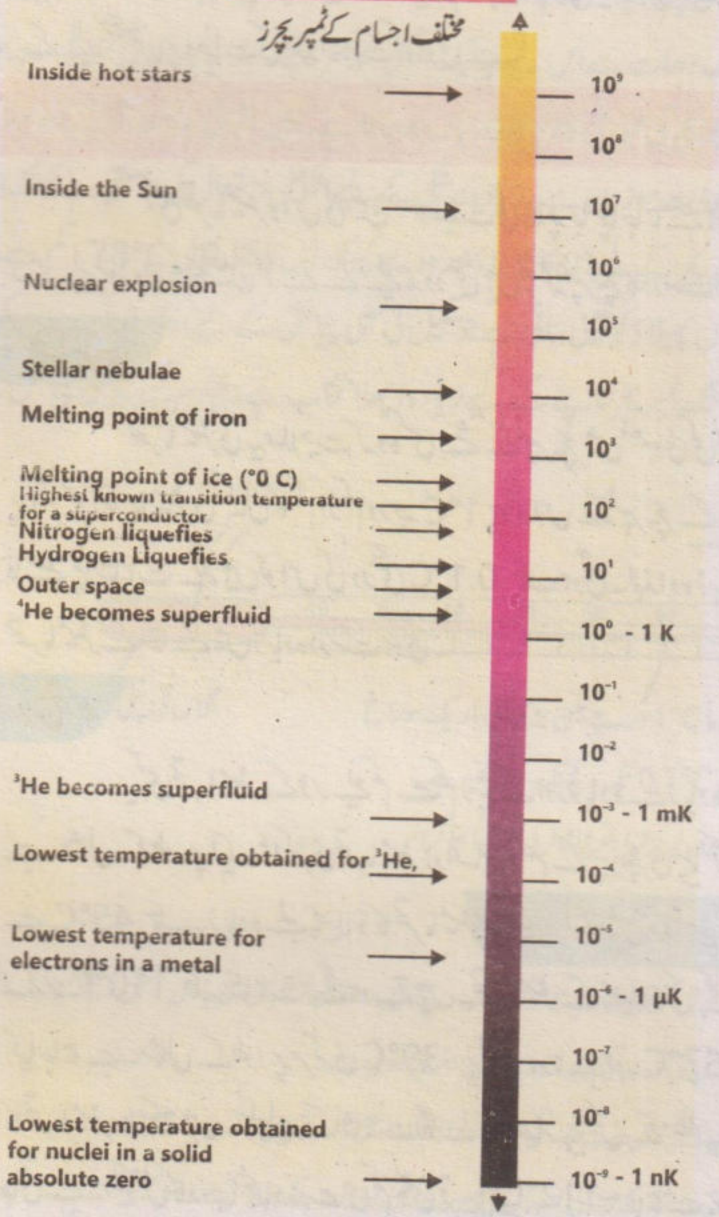
$$= \frac{9}{5} \times 30°C + 32° = 86°F$$

اب یہ فارمولا استعمال کرنے سے

$$T_k = T_C + 273$$

$$= 30°C + 273 = 303K$$

آپ کی معلومات کے لیے

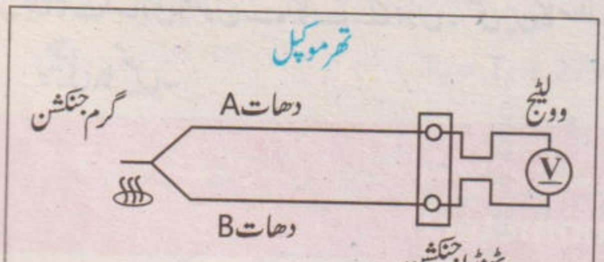


تھرموکپل تھرمامیٹر (Thermocouple Thermometer)

آپ کی معلومات کے لیے

تھرموالیکٹرک کرنٹ، تھرموکپل میں تھرمومیٹرک خصوصیت ہے۔

یہ تھرمامیٹر مختلف میٹریلز مثلاً تانبے اور لوہے کی دو تاروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان کے سروں کو آپس میں جوڑ کر دو جنکشن بنا دیے جاتے ہیں۔ اگر دو جنکشن مختلف ٹمپریچرز پر ہوں تو ان کے درمیان ایک معمولی سی کرنٹ بہنا شروع ہو جاتی ہے۔ یہ کرنٹ دو جنکشنز کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس پیدا ہونے کی وجہ سے بہتی ہے، کیونکہ کرنٹ بہنے کے لیے دو تاروں کی رزسٹنس مختلف ہوتی ہے۔ ٹمپریچرز میں جتنا زیادہ فرق ہوگا جنکشنز کے درمیان اتنا ہی زیادہ پوٹینشل ڈفرینس یا وولٹیج ہوگا۔ اگر ایک جنکشن کو ایک مستقل کم ٹمپریچر پر رکھا جائے مثلاً 0°C یعنی برف میں رکھ دیا جائے تو زیادہ ٹمپریچر والے دوسرے جنکشن پر کسی ملی وولٹ میٹر پر مرتب شدہ سکیل کی مدد سے ٹمپریچر کی پیمائش کی جا سکتی ہے (شکل 7.8)۔



شکل 7.8

اس قسم کا تھرمامیٹر خاص طور پر بہت ہائی ٹمپریچر یا تیزی سے بدلنے والے ٹمپریچر کے لیے استعمال کیا جاتا ہے، کیونکہ گرم ہونے کے لیے جنکشن پر دھات کی مقدار بہت کم ہوتی ہے۔

7.4 تھرمامیٹر کی حساسیت، رینج اور خطی پن (Sensitivity, Range and Linearity of Thermometers)

کسی تھرمامیٹر کو اس کی تین خصوصیات کی بنا پر جانچا جاتا ہے جو کہ حساسیت، رینج اور خطی پن ہیں۔ یہ تھرمامیٹر کسی خاص استعمال کے لیے موزونیت کا تعین کرنے کے لیے مدد دیتی ہیں تاکہ ٹمپریچر کا درست اور قابلِ اعتماد ہونا یقینی ہو۔

حساسیت

تھرمامیٹر کی یہ صلاحیت کہ وہ کسی شے کے ٹمپریچر میں معمولی کمی بیشی کا بھی پتہ لگا سکے، اس کی حساسیت کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر کسی تھرمامیٹر کی سکیل کا کم از کم درجہ 1°C ہو تو اس کے ٹمپریچر کے پیمائش کی درستگی 1°C ہوگی۔ اگر کسی اور تھرمامیٹر پر 0.1°C فاصلے پر نشانات لگے ہیں تو اس کی درستگی 0.1°C تک ہوگی۔ لہٰذا وہ زیادہ حساس کہلائے گا۔ اس کی پیمائش، 1°C تک درستگی والے تھرمامیٹر کے مقابلے میں زیادہ درست ہوگی۔

رینج

یہ کسی تھرمامیٹر کے ذریعے کم سے کم ریڈنگ اور زیادہ سے زیادہ ریڈنگ کے درمیان پھیلاؤ ہے جس میں یہ درست پیمائش کر سکتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک ڈاکٹری تھرمامیٹر جو انسانی جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے بنایا گیا ہے، اس کا پھیلاؤ تھوڑا ہوتا ہے یعنی 35°C سے 45°C تک۔ زیادہ لمبے پھیلاؤ کا تھرمامیٹر عموماً لیبارٹری میں سائنس کے تجربات کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جس پر 10°C- سے لے کر 110°C تک نشانات لگے ہوتے ہیں۔ تھرمامیٹر کے پھیلاؤ کی نچلی اور بالائی حد کو مدِنظر رکھ کر اس کے لیے موزوں مائع کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر مرکری 39°C- پر منجمد ہوتا ہے اور 357°C پر اُبلتا ہے۔ لہٰذا ہم اس پھیلاؤ کے اندر اندر شیشے میں مرکری کا تھرمامیٹر بنا سکتے ہیں۔ سکیل کے نشانات لگانے کا انحصار پیمائش کے مطلوبہ پھیلاؤ پر ہوتا ہے۔ نہایت کم ٹمپریچرز کے لیے الکوحل استعمال کی جاتی ہے۔ الکوحل کا درجہ انجماد بہت ہی کم یعنی قریباً 112°C- ہوتا ہے جو اس کے پھیلاؤ کی نچلی حد کو بڑھاتی ہے لیکن اس کی بالائی حد کم ہو جاتی ہے کیونکہ یہ 78°C پر اُبلنے لگتی ہے۔

خطی پن

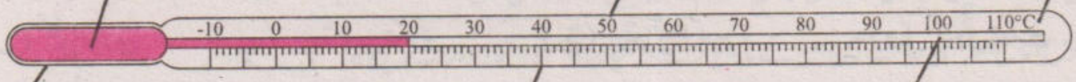
یہ ٹمپریچر اور پیمائش کے پورے پھیلاؤ پر سکیل کی ریڈنگ کے درمیان براہ راست متناسب تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔ ایک خطی تھرمامیٹر ٹمپریچر میں برابر تبدیلیوں کو سکیل کے برابر درجوں کی صورت میں پیمائش کرتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پورے پھیلاؤ پر سکیل کے نشانات مساوی وقفوں سے لگائے گئے ہوں۔ خطی پن کا مطلب ہے کہ پورے پھیلاؤ پر زیادہ مستحکم اور تناسبی ریڈنگ ہوں جو پیمائش کی درستگی کو یقینی بنائیں۔

7.5 شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کی ساخت (Structure of a liquid-in-Glass Thermometer)

شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر میں ایک تنگ اور بال نما یکساں سوراخ والی شیشے کی ٹیوب ہوتی ہے جس کے نچلے سرے پر ایک

بلب ہوتا ہے جس میں مرکری یا الکوحل بھری ہوتی ہے۔ بلب کی پتلی دیوار کی وجہ سے گرم شے سے جس کا ٹمپریچر ماپنا ہو، حرارت تیزی سے شیشے میں سے گزر کر مائع تک پہنچ جاتی ہے۔ چونکہ مرکری ایک دھات ہے اس لیے یہ ایک اچھی کنڈکٹر ہے۔ لہٰذا یہ ٹمپریچر کی تبدیلی سے جلد متاثر ہوتی ہے۔ مائع کی مقدار تھوڑی ہونے کی وجہ سے بھی ٹمپریچر کی تبدیلی کا اثر جلد نمایاں ہو جاتا ہے۔ اس اثر کی بدولت آلہ زیادہ حساس بن جاتا ہے۔ ٹمپریچر کی عام پیمائش کے لیے مرکری کا استعمال نہایت موزوں ہے۔ زیادہ درستگی کے لیے الکوحل استعمال کی جا سکتی ہے کیونکہ اس کی پھیلاؤ کی صلاحیت مرکری سے چھ گنا زیادہ ہے لیکن بلند ٹمپریچر کے لیے اس کا پھیلاؤ محدود ہے کیونکہ اس کا نقطہ اُبال 78°C کم ہے۔

ٹیوب کے تنگ سوراخ کی یکسانیت مائع کے یکساں پھیلاؤ کو یقینی بناتی ہے جو سکیل کی خطی پیمائش کے لیے درکار ہوتی ہے۔ مرکری اپنے نچلے نقطہ انجماد اور بلند نقطہ اُبال کی وجہ سے لمبے پھیلاؤ تک ٹمپریچر ماپنے کے لیے زیادہ اچھا انتخاب ہے۔ لہٰذا یہ ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے ایک لمبی رینج مہیا کرتا ہے۔



شکل 7.9 نشان زدہ لیبارٹری تھرمامیٹر کی لیبل ڈایاگرام

اہم نکات

- مادے کی مالیکیولر کائی نیٹک تھیوری کے مطابق مادہ مالیکیولز سے مل کر بنا ہوتا ہے جو حرکت میں رہتے ہیں۔ مالیکیولز آپس میں باہمی کشش رکھتے ہیں۔ مالیکیولز کی حرکت کی بدولت ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے اور کشش کی فورس کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔
- پلازما ایک گیس ہے جس میں ایٹمز آئنز کی شکل میں ہوتے ہیں۔ ان میں مثبت اور منفی چارجز برابر تعداد میں ہوتے ہیں۔
- ٹمپریچر کسی شے کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کا نام ہے اور یہ دو اشیا کے حرارتی اتصال کی صورت میں حرارت کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتا ہے۔
- حرارت وہ انرجی ہے جو دو اشیا کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔
- کوئی شے اپنے اندر حرارت نہیں رکھتی۔ یہ اپنے اندر انٹرنل انرجی رکھتی ہے جو اس شے کے تمام مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کا مجموعہ ہوتی ہے۔
- مادے کی مالیکیولر تھیوری کے مطابق یہ کسی شے کے مالیکیولز کی اوسط انٹرنل انرجی کی پیمائش ہے۔
- تھرمامیٹر ایک آلہ ہے جو کسی شے کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
- تھرمامیٹر کی ایک سکیل سے دوسرے سکیل میں منتقلی:

الف۔ کیلون (T_K) اور سیلسیس (T_C) ٹمپریچر کے درمیان تعلق: $T_K = T_C + 273$

ب۔ سیلسیس یا سینٹی گریڈ (T_C) سے فارن ہائیٹ (T_F) میں منتقلی: $T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32$

ج۔ فارن ہائیٹ (T_F) سے سیلسیس (T_C) میں منتقلی: $T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$

- تھرموکپل کی بنیاد مختلف میٹریلز کی دو تاروں کے جنکشنز کے درمیان بہنے والی کرنٹ ہے جو جنکشنز کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے بہتی ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

7.1 کسی ٹھوس مادے میں مالیکیولز کا طرزِ عمل کیا ہوتا ہے؟

(الف) بے ترتیب حرکت کرتے ہیں

(ب) اپنی مستقل جگہوں پر ارتعاشی حرکت کرتے ہیں

(ج) اپنی جگہوں پر گھومتے اور بے ترتیب ارتعاشی حرکت کرتے ہیں

(د) گرم سرے سے ٹھنڈے سرے کی طرف سیدھی لائن میں حرکت کرتے ہیں

7.2 کسی گیس میں مالیکیولز کی حرکت کیسی ہوتی ہے؟

(الف) خطی حرکت (ب) بے ترتیب حرکت (ج) ارتعاشی حرکت (د) گردشی حرکت

7.3 کسی شے کے ٹمپریچر سے کیا مراد ہے؟

(الف) اس میں حرارت کی کل مقدار (ب) اس میں مالیکیولز کی کل تعداد

(ج) گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت (د) مالیکیولز کے درمیان فاصلے پر منحصر

7.4 حرارت کیا ہے؟

(الف) مالیکیولز کی کُل کائی نیٹک انرجی (ب) انٹرنل انرجی

(ج) مالیکیولز کا کیا گیا ورک (د) دورانِ انتقال انرجی

7.5 کیلون سکیل میں برف کے نقطۂ پگھلاؤ کا ٹمپریچر ہے:

(الف) صفر (ب) 32 (ج) -273 (د) 273

7.6 کون سا ٹمپریچر سیلسیس اور فارن ہائیٹ پر ایک ہی ہوتا ہے؟

(الف) -40 (ب) 40 (ج) 45 (د) -45

7.7 شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کے لیے کون سا بہتر انتخاب ہے؟

(الف) بغیر رنگ کے شفاف ہو (ب) بُرا کنڈکٹر ہو (ج) پھیلاؤ خطی ہو (د) شیشے کو گیلا کرتا ہو

7.8 شیشے میں مائع تھرمامیٹر کے اندر الکوحل استعمال کرنے کا ایک نقصان یہ ہے کہ:

(الف) یہ زیادہ پھیلاؤ کی صلاحیت رکھتی ہے (ب) اس کا نقطۂ انجماد (-112°C) بہت نیچا ہے

(ج) یہ شیشے کی ٹیوب کو گیلا کرتی ہے (د) اس کا پھیلاؤ خطی ہے

7.9 پانی کو تھرمومیٹرک مائع کے طور پر استعمال نہ کرنے کی بڑی وجہ یہ ہے کہ:

(الف) یہ بے رنگ شفاف ہے (ب) یہ حرارت کا اچھا کنڈکٹر نہیں ہے

(ج) اس کا پھیلاؤ خطی نہیں ہے (د) اس کا نقطۂ اُبال (100°C) نیچا ہے

7.10 تھرمامیٹر کی ٹیوب تنگ بال نما سوراخ والی ہوتی ہے تاکہ:

(الف) ٹمپریچر کی تبدیلیوں کو جلد ظاہر کرے (ب) ٹمپریچر کو پڑھ سکے

(ج) کسی ٹمپریچر میں اضافے کو زیادہ تبدیلی میں ظاہر کر سکے (د) ٹمپریچر کے لمبے پھیلاؤ کی پیمائش کر سکے

7.11 کون سا تھرمامیٹر تیزی سے تبدیل ہوتے ہوئے ٹمپریچر کو بڑھنے کے لیے سب سے زیادہ موزوں ہے؟

(الف) تھرموکپل تھرمامیٹر (ب) شیشے میں مرکری کا لیبارٹری تھرمامیٹر

(ج) شیشے میں الکوحل تھرمامیٹر (د) شیشے میں مرکری کا ڈاکٹری تھرمامیٹر

2 مختصر جوابات کے سوالات

7.1 مادے کی مالیکیولر تھیوری کے مطابق ٹھوس اشیا کا والیوم اور شکل کیوں تبدیل نہیں ہوتے؟

7.2 کیا وجوہات ہیں کہ گیس نہ تو کوئی خاص والیوم رکھتی ہیں اور نہ خاص شکل؟

7.3 ٹھوس، مائع اور گیسی حالت میں ان کے مالیکیولز کے درمیان فاصلوں کا موازنہ کریں۔

7.4 کسی مائع کا ٹمپریچر بڑھانے سے کیا اثر پڑتا ہے؟

7.5 کسی شے کے ٹمپریچر سے کیا مراد ہے؟

7.6 حرارت کی تعریف کریں۔ وضاحت کریں کہ ایک شے سے دوسری شے میں انرجی منتقل ہوتے ہوئے حرارت کہلاتی ہے۔

7.7 کسی مادے کی تھرمومیٹرک خصوصیت سے کیا مراد ہے؟ چند ایک تھرمومیٹرک خصوصیات بتائیں۔

7.8 ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والی بڑی سکیلز بیان کریں۔

7.9 کسی تھرمامیٹر کی حساسیت سے کیا مراد ہے؟

7.10 کسی تھرمامیٹر کی خطی پن سے آپ کی کیا مراد ہے؟

7.11 کون سی شے تھرمامیٹر کی ریڈنگ بالکل درست بناتی ہے؟

7.12 حرارت کے بہاؤ کا تعین کون سی چیز کرتی ہے؟

7.13 حرارت اور انٹرنل انرجی میں فرق بیان کریں۔

7.14 جب آپ کسی سرد سطح کو چھوتے ہیں تو کیا اس سطح سے انرجی آپ کے ہاتھ میں منتقل ہوتی ہے یا آپ کے ہاتھ سے انرجی اس سطح میں منتقل ہوتی ہے؟

7.15 کیا آپ اپنا بخار اپنی پیشانی کو خود چھو کر محسوس کر سکتے ہیں؟ وضاحت کریں۔

3 تعمیری فکر کے سوالات

7.1 کیا مادے کے مالیکیولز کی کائی نیٹک تھیوری کا اطلاق مادے کی پلازما کی حالت پر ہوتا ہے؟ مختصر طور پر بیان کریں۔

7.2 مرکری کو عام طور پر الکوحل کے مقابلے میں تھرمومیٹرک مائع کے طور پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

7.3 پانی کو تھرمومیٹرز میں کیوں نہیں استعمال کیا جاتا؟ بغیر حساب کے اندازہ لگائیں کہ 373 K ٹمپریچر سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیل پر کتنا ہوگا؟

7.4 دو طریقے بیان کریں جن کے مطابق شیشے میں مائع تھرمامیٹر کی حساسیت بڑھانے کے لیے تبدیل کیا جا سکے۔

7.5 ایک لٹر پانی کو چولہے پر گرم کیا گیا تو اس کا ٹمپریچر 2°C بڑھ گیا۔ اگر اسی چولہے پر دو لٹر پانی کو اتنے ہی وقت کے لیے گرم کیا جائے تو اس کا ٹمپریچر کتنا بڑھے گے؟

7.6 کیلون سکیل پر منفی ٹمپریچر کا کوئی نشان کیوں نہیں ہوتا؟

7.7 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ ''تھرمامیٹر اپنا ٹمپریچر ماپتا ہے''۔

7.8 سردی کی ایک رات کو روئی، لکڑی، پلاسٹک، دھاتوں وغیرہ کی بنی مختلف اشیا موجود ہیں۔ اپنے ہاتھ سے ان کو چھو کر ان کے ٹمپریچر کا ہوا کے ٹمپریچر سے موازنہ کریں۔

7.9 ٹمپریچر میں اور اضافہ میں سے کون سا بڑا ہے؟ 1°C یا 1°F۔

7.10 آپ یہ کیوں توقع نہیں رکھتے کہ کسی گیس کے تمام مالیکیولز ایک ہی سپیڈ سے حرکت کر رہے ہوں؟

7.11 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ ''ایک گرم شے اپنے اندر حرارت نہیں رکھتی''۔

7.12 کیا خلا کے ٹمپریچر کے متعلق بات کرنا کوئی معنی رکھتا ہے؟

7.13 بحث کریں کہ کیا سورج ایک مادہ ہے۔

4 تفصیلی سوالات

7.1 مادے کی پارٹیکلز تھیوری کے اہم نکات بیان کریں جو ٹھوس اشیا، مائعات اور گیسوں میں فرق واضح کرتے ہیں۔

7.2 ٹمپریچر کیا ہے؟ یہ کیسے ماپا جاتا ہے؟ مختصر طور پر شیشے میں مرکری تھرمامیٹر کی ساخت بیان کریں۔

7.3 ٹمپریچر ماپنے والی تین سکیلز کا موازنہ کریں۔

7.4 تھرمامیٹرز کی حساسیت، پھیلاؤ اور خطی پن سے کیا مراد ہے؟ مثالوں کے ساتھ واضح کریں۔

7.5 وضاحت کریں کہ سوال 7.4 میں بیان کردہ پیرامیٹرز شیشے میں مائع تھرمامیٹر کی ساخت میں کیسے بہتر کیے جا سکتے ہیں۔

5 حسابی سوالات

7.1 عام انسانی جسم کا ٹمپریچر فارن ہائیٹ سکیل میں 98.6°F ہوتا ہے۔ اسے سیلسیس اور کیلون سکیل میں تبدیل کریں۔
(37°C, 310 K)

7.2 کس ٹمپریچر پر سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیلز پر ریڈنگ ایک جیسی ہوں گی؟ اسے ثابت کریں۔ (–40°)

7.3 ٹمپریچر 5°F کو سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیل کریں۔ (-15°C, 258 K)

7.4 25°C کے برابر فارن ہائیٹ اور کیلون سکیلز میں کیا ٹمپریچرز ہوں گے؟ (77°F, 298 K)

7.5 بغیر نشانات لگے ایک تھرمامیٹر پر برف اور بھاپ کے نقاط کے درمیان 192 mm کا فاصلہ ہے۔ اگر مرکری دھاگا (کالم) کی لمبائی برف کے نقطہ سے 67.2 mm اوپر تک ہو تو سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر کیا ہوگا؟
(35°C)

7.6 شیشے میں مائع والے ایک تھرمامیٹر کے دو مقرر نقاط کے درمیانی لمبائی 20 سینٹی میٹر ہے۔ اگر نچلے نشان سے مرکری کی سطح 4.5 سینٹی میٹر اوپر ہو تو فارن ہائیٹ سکیل میں ٹمپریچر کیا ہوگا؟
(72.5°F)

باب 8

میگنیٹزم (Magnetism)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

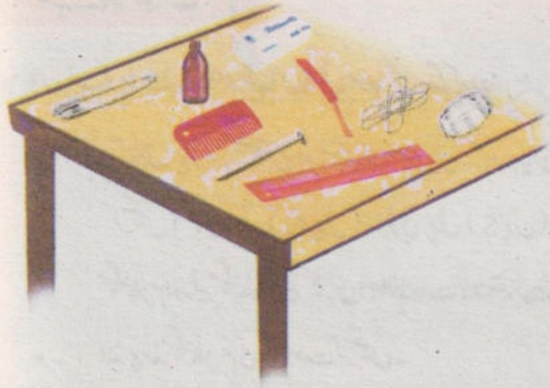
- میگنیٹک پولز اور میگنیٹس اور میگنیٹک میٹریل کے درمیان فورسز کی وضاحت کر سکیں [شمالی پول (N پول)، جنوبی پول (S پول)، کشش اور دھکیلنے، میگنیٹزم اور غیر میگنیٹزم میٹریلز کی اصطلاحات کا استعمال شامل کریں]۔
- انڈیوسڈ میگنیٹزم کی وضاحت کر سکیں۔
- عارضی اور مستقل میگنیٹس کے درمیان فرق کر سکیں۔
- میگنیٹک فیلڈ کی وضاحت کر سکیں [ایک علاقہ جہاں میگنیٹک پول ایک فورس کو محسوس کرتا ہے]۔
- بیان کر سکیں کہ کسی جگہ پر میگنیٹک فیلڈ کی سمت اس جگہ پر ایک میگنیٹ کے N پول پر فورس کی سمت ہے۔
- بیان کر سکیں کہ میگنیٹک فیلڈ کی نسبتاً مضبوطی میگنیٹک فیلڈ کی لائنوں کے درمیان فاصلے سے ظاہر کی جاتی ہے۔
- مستقل میگنیٹس اور برقی میگنیٹس کے استعمال کی وضاحت کر سکیں۔
- میگنیٹزم کی ڈومین تھیوری کے لحاظ سے یہ وضاحت کر سکیں کہ کسی میٹریل کو کس طرح میگنیٹ اور غیر میگنیٹ بنایا جا سکتا ہے [سٹروکنگ کا طریقہ، گرم کرنا، شمال-جنوب کی سمت میں ترتیب دینا اور ضرب لگانا، سولینائڈ کا استعمال]۔
- فیرومیگنیٹک، پیرامیگنیٹک اور ڈایا میگنیٹک میٹریلز کے درمیان فرق کر سکیں [میگنیٹزم کی ڈومین تھیوری اور ان میٹریلز پر بیرونی میگنیٹک فیلڈز کے اثرات کا حوالہ دیتے ہوئے]۔
- ریکارڈنگ ٹیکنالوجی میں میگنیٹس کے استعمال کا تجزیہ کر سکیں [اور یہ وضاحت کر سکیں کہ الیکٹرانک آلات کو مضبوط میگنیٹک فیلڈز سے محفوظ رکھنے کی ضرورت ہوتی ہے]۔
- بیان کر سکیں کہ کیسے نرم میگنیٹک میٹریل (جیسے نرم لوہا) کو میگنیٹک فیلڈز سے شیلڈ فراہم کرنے کے لیے استعمال کیا جا سکتا ہے۔

قریباً ہم سب میگنیٹ کی دلچسپ خصوصیات کی وجہ سے اس کے ساتھ متعارف ہیں۔ گذشتہ کلاسز میں ہم نے ان خصوصیات میں سے چند ایک کا مطالعہ کیا ہے۔ آپ نے بھی شاید میگنیٹ کو چھوٹی چھوٹی کئی اشیا کو اپنی طرف کھینچتے ہوئے دیکھا ہوگا۔

8.1 میگنیٹک مٹیریلز (Magnetic Materials)

میگنیٹس بعض مٹیریل کو اپنی طرف کھینچ لیتے ہیں۔ ان کو میگنیٹک مٹیریلز کہا جاتا ہے۔ آئیے ان مٹیریلز کو جانچنے کے لیے ایک سرگرمی پر عمل کریں۔

سرگرمی 8.1



ٹیچر کو چاہیے کہ طلبہ کو گروپس میں تقسیم کرے اور ان کو اس سرگرمی کے لیے مُستقل میگنیٹس مہیا کرے۔ ہر گروپ مختلف مٹیریلز کی کچھ اشیا جمع کریں۔ مثلاً تانبے کی تار، نِکل کا رِنگ، شیشے کی بوتل، پیپر کلپس، لوہے کی کیل، ربڑ، لکڑی کا رُولر، پلاسٹک کا کنگھا، وغیرہ۔ ان کو ایک میز پر رکھیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ایک مستقل میگنیٹ کو باری باری ہر شے کے قریب لائیں اور مشاہدہ کریں کہ میگنیٹ اُن میں سے کن اشیا کو اپنی طرف کھینچتا ہے اور کن کو نہیں۔ میگنیٹک مٹیریلز اور غیر میگنیٹک مٹیریلز کی ایک لسٹ بنائیں۔

مٹیریلز مثلاً لوہا، نِکل اور کوبالٹ کو میگنیٹ اپنی طرف کھینچ لے گا۔ یہ میگنیٹک مٹیریلز ہیں۔ مٹیریلز مثلاً پیتل، تانبا، لکڑی، شیشہ اور پلاسٹک کو میگنیٹ اپنی طرف نہیں کھینچے گا۔ یہ غیر میگنیٹک مٹیریلز ہیں۔

آگے چل کر اس باب میں ہم مٹیریلز کی مختلف اقسام پر تفصیلی بحث کریں گے۔

آپ کی معلومات کے لیے

ایک ہزار سال سے بھی پہلے یونانیوں نے ایک پتھر دریافت کیا تھا جسے لوڈ سٹون یا میگنیٹائٹ کہا جاتا ہے جو ایسی اشیا کو کشش کرتا تھا جن میں لوہا موجود ہوتا تھا۔ جب اسے اس طرح لٹکایا جاتا کہ وہ آزادانہ گھوم سکے تو یہ ہمیشہ شمالاً جنوباً رُکتا تھا۔ اس منفرد خصوصیت کی وجہ سے اسے بطور کمپاس (Compass) بنانے کی بنیاد رکھی گئی اور بعدازاں اسے خشکی اور بحری راہنمائی (Navigation) کے لیے استعمال کیا گیا۔

سرگرمی 8.2

(b) میگنیٹ کا کشش کردہ لوہ چون

(a) شیشے کی شیٹ پر بکھرا ہوا لوہ چون

ٹیچر ہر گروپ کو اس سرگرمی کے لیے ضروری سامان اور راہنمائی فراہم کریں۔

1- کسی کارڈ پیپر یا شیشے کی شیٹ کے اوپر لوہ چون بکھیریں۔

2- کارڈ پیپر یا شیشے کی شیٹ کے نیچے ایک میگنیٹ پھیریں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

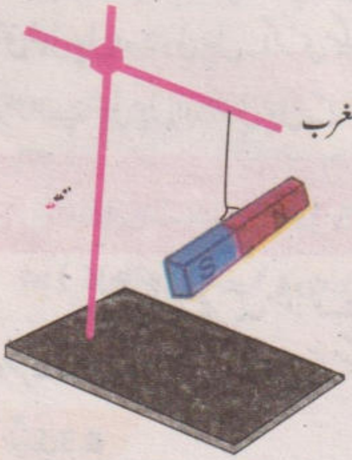
3- آپ کیا مشاہدہ کرتے ہیں؟ مختصر طور پر بیان کریں۔

آپ یقیناً دیکھیں گے کہ میگنیٹ کی حرکت کے ساتھ ساتھ لوہ چون بھی حرکت کر رہا ہے۔ اس حرکت کی وجہ میگنیٹک فورس ہے۔ یہ سرگرمی یہ بھی ظاہر کرتی ہے کہ میگنیٹ ایسی اشیا کو کشش کرتا ہے جن میں لوہا وغیرہ موجود ہوتا ہے حالانکہ وہ ان اشیا کو براہِ راست چھوتا نہیں ہے۔

8.2 میگنیٹس کی خصوصیات (Properties of Magnets)

میگنیٹس کی میگنیٹک میٹیریلز کو کشش کرنے کی خصوصیت کے متعلق ہم پیچھے بحث کر چکے ہیں۔ میگنیٹس مندرجہ ذیل مزید خصوصیات بھی رکھتے ہیں:

1- میگنیٹک پولز (Magnetic Poles)

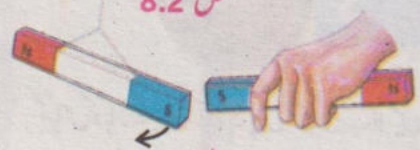


شکل 8.1

اگر کسی بار میگنیٹک کو ایک ڈوری کی مدد سے افقی حالت میں لٹکایا جائے اور اسے رُکنے دیا جائے تو یہ شمال جنوب کی سمت میں رُکے گا۔ میگنیٹ کا وہ سرا جس کا رُخ شمال کی طرف ہوگا، اس کا شمالی میگنیٹک پول (N) کہلاتا ہے۔ وہ سرا جو جنوب کی طرف ہوگا اس کا جنوبی میگنیٹک پول (S) کہلاتا ہے، جیسا کہ شکل (8.1) میں دکھایا گیا ہے۔

2- میگنیٹک پولز کی کشش اور دفع (Attraction and Repulsion of Magnetic Poles)

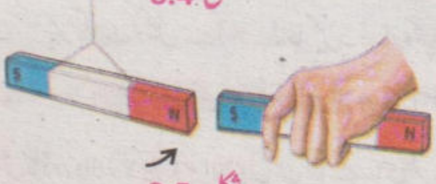
شکل 8.2


شکل 8.3

جب دو آزادانہ لٹکتے ہوئے بار میگنیٹکس کو ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں کے شمالی پولز ایک دوسرے کو دفع کرتے یعنی پرے دھکیلتے ہیں (شکل 8.2)۔ اسی طرح دونوں جنوبی پولز بھی یہی عمل کرتے ہیں (شکل 8.3)۔ تاہم اگر ایک کا شمالی پول دوسرے کے جنوبی پول کے نزدیک لایا جائے تو یہ ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں (شکل 8.4 اور 8.5)۔ ہم کہہ سکتے ہیں کہ **مشابہ پولز دفع اور مخالف پولز کشش کرتے ہیں۔**

3- میگنیٹ کی پہچان (Identifcation of a Magnet)

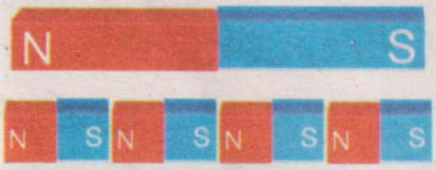
شکل 8.4


شکل 8.5

یہ معلوم کرنے کے لیے آیا کہ کوئی شے میگنیٹ ہے یا محض میگنیٹک میٹریل، ہم اس کا کوئی ایک سرا لٹکائے ہوئے ایک بار میگنیٹ کے کسی پول کے نزدیک لائیں گے۔ اگر اسے کشش کیا گیا تو یہ نتیجہ نکالیں گے کہ اس کا وہ سرا یا تو لٹکتے ہوئے میگنیٹ کے اس پول کا مخالف پول ہے یا پھر یہ صرف ایک میگنیٹک میٹریل ہے۔ تب ہمیں اُس شے کا وہی سرا لٹکتے میگنیٹ کے دوسرے پول کے نزدیک لانا چاہیے۔ اگر اس کو دوبارہ کشش کیا جاتا ہے تو پھر یہ میگنیٹ نہیں ہے بلکہ یہ ایک میگنیٹک میٹریل ہے۔ اگر یہ لٹکتے میگنیٹ کے دوسرے پول سے پرے دھکیلا جاتا ہے تو یہ شے ایک میگنیٹ ہے۔

مشابہ پولز کا ایک دوسرے کو پرے دھکیلنا کسی میگنیٹ کے پہچان کی درست جانچ ہے۔

4۔ کیا ایک الگ تھلگ میگنیٹک پول ممکن ہے؟ (Is Isolated Magnetic Pole Possible?)



شکل 8.6

اگر ہم ایک بار میگنیٹ کو دو برابر ٹکڑوں میں توڑ لیں تو کیا ہم علیحدہ علیحدہ شمالی اور جنوبی پول حاصل کر سکیں گے؟ نہیں! یہ ممکن نہیں ہے۔ ہر ٹکڑے کے اپنے دو پولز ہوں گے، یعنی شمالی پول اور جنوبی پول۔ اگر کسی میگنیٹ کو ہزاروں ٹکڑوں میں بھی توڑ دیا جائے تب بھی ہر ٹکڑا اپنے شمالی پول اور جنوبی پول کے ساتھ ایک مکمل میگنیٹ ہو گا۔

8.3 انڈیوسڈ میگنیٹزم (Induced Magnetism)

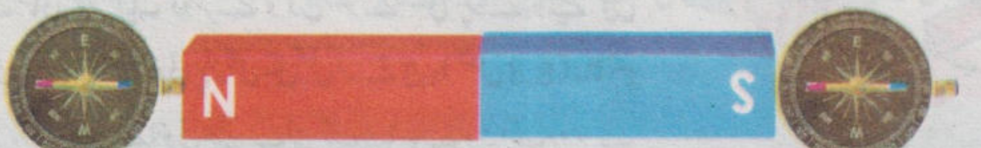
میگنیٹک میٹیریل مثلاً لوہے یا سٹیل کو میگنیٹ بنایا جا سکتا ہے۔ اسے میگنیٹائزیشن (Magnetisation) کہتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ میگنیٹزم اس میں پیدا کیا گیا ہے۔ اس حقیقت کو جاننے کے لیے ایک سرگرمی پر عمل کر سکتے ہیں۔

سرگرمی 8.3

ٹیچر ہر گروپ کو ہدایات کے مطابق سامان فراہم کرے۔

1۔ ایک میگنیٹک کمپاس لیں۔ اسے میز پر رکھیں اور دیکھیں کہ اس کا کون سا سرا شمال کی طرف ہے۔ عام طور پر N پول پر سُرخ رنگ لگایا گیا ہوتا ہے۔

2۔ ایک بار میگنیٹ کو میز پر رکھیں۔ کمپاس کو اس کے N پول کے قریب لائیں۔ سُوئی کا N پول کس سمت میں رُکتا ہے؟



3۔ کمپاس کو بار میگنیٹ کے S پول کے قریب لائیں۔ اس مرتبہ سُوئی کا N پول کس سمت میں رُکتا ہے؟

4۔ اب ایک لوہے کا کیل بار میگنیٹ کے ایک سرے کے ساتھ اس طرح رکھیں کہ اس کا سر (Head) میگنیٹ کے ساتھ چمٹ جائے۔

5۔ کمپاس کو کیل کے نوکیلے سرے کے قریب رکھیں۔ مشاہدہ کریں کہ سوئی کا N پول کس سمت میں آ کر رُکتا ہے۔ کیا کیل ایک میگنیٹ بن چکا ہے؟ کیا اس میں میگنیٹزم پیدا ہو چکا ہے؟

6۔ بار میگنیٹ کو کیل سے دُور لے جائیں۔ دوبارہ کمپاس کو کیل کے نزدیک لا کر اس کا طرزِ عمل چیک کریں۔ کیا میگنیٹزم ختم ہو گیا ہے؟

اس سرگرمی سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ اصل میگنیٹ کے N پول نے لوہے کے کیل کے قریبی سرے کو میگنیٹزم پیدا کر کے S پول بنا دیا ہے، جبکہ کیل کا دُور والا (نوکیلا) سرا N پول بن گیا ہے۔ اسی طرح اصل میگنیٹ کا S پول لوہے کے ٹکڑے کے نزدیکی سرے کو S پول اور دور کے سرے کو N پول بنا دیتا ہے۔

یہ نوٹ کرنا چاہیے کہ جب اصل میگنیٹ کو وہاں سے ہٹا لیا جاتا ہے تو پیدا کیا گیا میگنیٹزم ختم ہو جاتا ہے۔

8.4 عارضی اور مستقل میگنیٹس (Temporary and Parmanent Magnets)

عارضی میگنیٹس وہ ہوتے ہیں جو کسی مستقل میگنیٹس کے میگنیٹک فیلڈ کی موجودگی میں کام کرتے ہیں۔ جوں ہی میگنیٹک فیلڈ ختم ہوتا ہے تو وہ بھی اپنی میگنیٹزم کی خصوصیات کھو دیتے ہیں۔ چھوٹی کلاسز میں آپ نے میگنیٹک فیلڈ کے متعلق کچھ پڑھا ہے۔ ہم اگلے سیکشن میں وضاحت کے ساتھ اسے پڑھیں گے۔

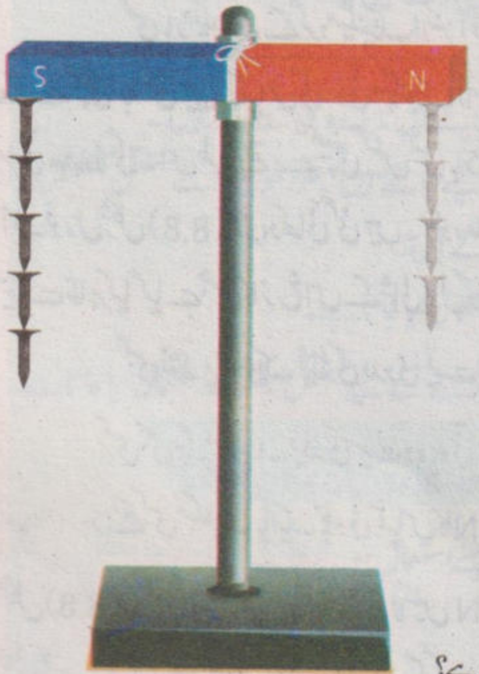
آپ کی معلومات کے لیے

دنیا میں سب سے طاقت ور مستقل میگنیٹس ایسے میگنیٹک میٹیریل سے بنائے جاتے ہیں جو نیوڈیمیم، لوہا اور بورون کا بھرت ($N_2dFe_{14}B$) ہوتا ہے۔

عام طور پر عارضی میگنیٹ بنانے کے لیے نرم لوہا استعمال کیا جاتا ہے۔ پیپر کلپس، آفس پنیں اور لوہے کے کیل آسانی سے عارضی میگنیٹس بنائے جا سکتے ہیں۔ الیکٹرومیگنیٹس (Electromagnets) بھی عارضی میگنیٹس کی بہت اچھی مثال ہے۔ آپ پہلے ہی الیکٹرومیگنیٹس کے مختلف استعمال پڑھ چکے ہیں۔

مستقل میگنیٹس ہمیشہ اپنی خصوصیات برقرار رکھتے ہیں۔ یہ قدرتی طور پر بھی پائے جاتے ہیں جبکہ نکل، کوبالٹ، سٹیل اور بعض دوسرے بھرتوں (Alloys) سے طاقتور میگنیٹس مصنوعی طریقے سے بنائے جاتے ہیں۔

سرگرمی 8.4:



ٹیچر ہر گروپ کو ایک میگنیٹ، ایک سٹینڈ بمع کلیمپ، کچھ لوہے کے چھوٹے کیل اور کچھ سٹیل کے چھوٹے کیل مہیا کریں۔ انھیں چاہیے کہ طلبہ کو ہدایات کے مطابق سرگرمی پر عمل کرنے کے لیے ان کی معاونت کریں۔

1- بار میگنیٹ کو سٹینڈ کے ساتھ افقی رُخ باندھیں۔

2- ایک لوہے کی کیل کا چپٹا سرا میگنیٹ کے کسی سرے کے ساتھ چھوئیں۔ کشش کی وجہ سے یہ میگنیٹ کے ساتھ چمٹ جائے گا۔ پہلے کیل کے نچلے سرے پر ایک اور لوہے کا کیل چھوئیں۔ کیا یہ اُس سے چمٹ جاتا ہے؟ ہاں! یہ چمٹ جائے گا کیونکہ اُوپر والا کیل بذاتِ خود ایک میگنیٹ بن چکا ہے۔ ایک ایک کر کے مزید لوہے کے کیل لٹکاتے جائیں تاکہ ایک لڑی بن جائے اور مزید کیل نہ چمٹ سکیں۔

3- میگنیٹ کے دوسرے سرے کے ساتھ سٹیل کے کیل لٹکا کر اسی قسم کی لڑی بنائیں۔

4- سب سے اوپر والے کیل کو پکڑ کر لوہے کے کیلوں کی لڑی کو وہاں سے ہٹائیں۔ کیا لڑی ٹوٹ جاتی ہے؟

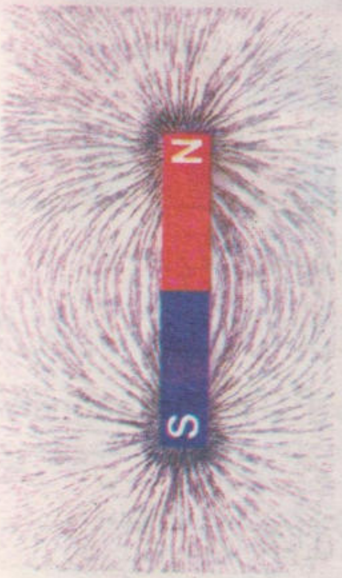
5- اسی طریقے سے سٹیل کے کیلوں کی لڑی ہٹائیں۔ کیا یہ بھی ٹوٹ جاتی ہے؟

آپ دیکھیں گے کہ لوہے کی کیلوں کی لڑی فوراً ٹوٹ جاتی ہے لیکن سٹیل کے کیل کچھ دیر کے لیے ایک دوسرے کے ساتھ چمٹے رہتے ہیں۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ لوہے کے کیلوں میں پیدا ہونے والا میگنیٹزم عارضی ہے جب کہ سٹیل کے کیلوں میں یہ مستقل ہے۔

8.5 میگنیٹک فیلڈز (Magnetic Fields)

جب کوئی میگنیٹ کسی میگنیٹک مٹیرل کو کشش کرتا ہے تو ایسا کرنے کے لیے یہ اُس پر کچھ فورس لگاتا ہے۔ اسی طرح جب یہ کسی

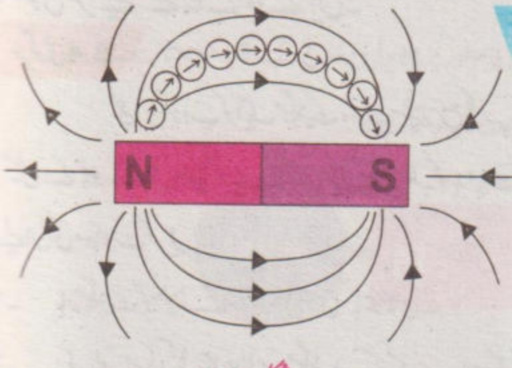
دوسرے میگنیٹ کے میگنیٹک پولز کو کشش یا دفع کرتا ہے تو یہ اس پر کوئی فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس میگنیٹ سے کچھ فاصلے تک مشاہدہ کی جاسکتی ہے جسے میگنیٹ کے گرد میگنیٹک فیلڈ کے تصور سے واضح کیا جاسکتا ہے۔



شکل 8.7

میگنیٹک فیلڈ کسی میگنیٹ کے گرد وہ علاقہ ہے جہاں پر کسی اور میگنیٹک شے پر ایک فورس عمل کرتی ہے۔

کسی بار میگنیٹ کے گرد میگنیٹک فیلڈ کا نمونہ (Pattern) ایک سادہ تجربے کی مدد سے بڑی آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے۔ اگر ایک بار میگنیٹ کے اوپر رکھی گئی شیشے کی ایک پتلی پلیٹ پر کچھ لوہ چون بکھیر دیا جائے تو اس کے ذرّات پیدا کیے گئے میگنیٹزم کے ذریعے ننھے ننھے میگنیٹیس بن جاتے ہیں۔ اب اگر شیشے کی پلیٹ کو آہستہ آہستہ تھپکایا جائے تو ذرّات ایک خاص نمونہ بنالیتے ہیں۔ یہ میگنیٹک فیلڈ کا نمونہ ہے (شکل 8.7)۔ اس نمونے کو ان لائنوں کی شکل میں بہتر طور پر دکھایا جاسکتا ہے جو ان ذرّات کے راستوں کو ظاہر کرتی ہیں۔ یہ لائنیں میگنیٹک لائنز آف فورس کہلاتی ہیں۔



شکل 8.8

میگنیٹک لائنز آف فورس (Magnetic Lines of Force)

کسی بار میگنیٹ کے گرد میگنیٹک لائنز آف فورس ایک چھوٹی کمپاس کی مدد سے کھینچی جاسکتی ہیں۔ کمپاس کی سوئی میگنیٹک لائنز آف فورس کے ساتھ ساتھ مڑتی جائے گی۔ اس طریقے سے کھینچی گئیں کسی بار میگنیٹ کے گرد میگنیٹک لائنز آف فورس شکل (8.8) میں دکھائی گئی ہیں۔ بطور علامت، کمپاس کی سوئی کو ایک تیر سے ظاہر کیا گیا ہے جس کا رُخ اس کے شمالی پول کو ظاہر کرتا ہے (شکل 8.9)۔

شکل 8.9

کسی نقطہ پر میگنیٹک فیلڈ کی عددی قیمت اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔

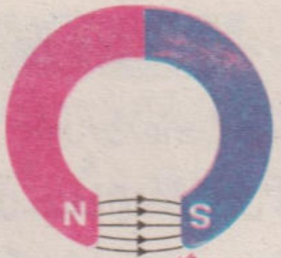
کسی بھی جگہ میگنیٹک فیلڈ کی سمت وہ ہوتی ہے جو وہاں پر رکھے کسی میگنیٹ یا ایک چھوٹی کمپاس کا N پول ظاہر کرتا ہے۔

شکل (8.8) یہ بھی ظاہر کرتی ہے کہ فیلڈ کی لائنیں N پول سے شروع ہو کر S پول پر ختم ہوتی ہیں۔

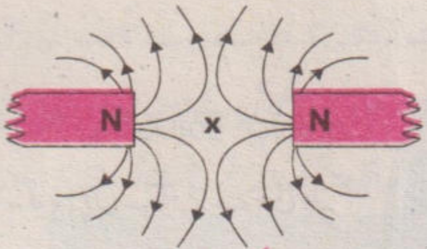
اصل میں میگنیٹک فیلڈ، میگنیٹ کے گرد سب جگہ پر پھیلا ہوتا ہے لیکن شکل اس کو صرف ایک ہی پلین (Plane) میں دکھاتی ہے۔

میگنیٹک فیلڈ کی طاقت (Strength of the Magnetic Field)

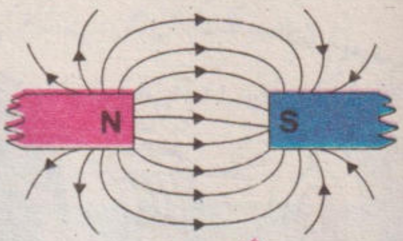
کسی نقطہ پر میگنیٹک فیلڈ کی طاقت وہاں پر میگنیٹک لائنز آف فورس کے عموداً رکھے یونٹ رقبہ میں سے گزرنے والی لائنوں کی تعداد کے متناسب ہوتی ہے۔ لہٰذا میگنیٹک فیلڈ وہاں پر زیادہ طاقتور ہوگا جہاں فیلڈ کی لائنیں نسبتاً ایک دوسری کی زیادہ قریب ہوں گی اور وہاں پر (فیلڈ) نسبتاً کمزور ہوگا جہاں پر لائنیں دُور دُور ہوں گی۔ مثال کے طور پر شکل (8.10) میں شمالی اور جنوبی پولز کے نزدیک لائنیں بہت زیادہ ایک دوسری کے قریب ہیں جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ان جگہوں پر میگنیٹک فیلڈ زیادہ طاقتور ہے۔ پولز سے دُور میگنیٹک فیلڈ کمزور ہوتا چلا جاتا ہے۔



شکل 8.12



شکل 8.11



شکل 8.10

اگر دو میگنیٹس ایک دوسرے کے قریب رکھے ہوں تو اس صورت میں بھی ان کا مشترکہ میگنیٹک فیلڈ کمپاس کی مدد سے کھینچا جا سکتا ہے۔شکل (8.10) اور شکل (8.11) مختلف رُخوں میں رکھے دو میگنیٹس کے میگنیٹک فیلڈز کے نمونے ظاہر کر رہی ہیں۔شکل (8.11) میں نقطہ 'x' کو غیر جانبدار نقطہ کہا جاتا ہے کیونکہ وہاں پر ایک میگنیٹ کا فیلڈ دوسرے میگنیٹ کے فیلڈ کو زائل کر رہا ہے۔شکل (8.12) ایک نعل نما میگنیٹ کے فیلڈ کا نمونہ پیش کر رہی ہے۔کناروں کے علاوہ پولز کے درمیان فیلڈ قریباً یکساں ہے۔

8.6 مستقل میگنیٹس کے استعمال (Uses of Permanent Magnets)

مستقل میگنیٹس کے بہت سے استعمال ہیں جیسا کہ:

1- یہ الیکٹرک موٹر اور جنریٹرز کا لازمی حصہ ہوتے ہیں۔

2- مستقل میگنیٹس موونگ کوائل (Moving coil) لاؤڈ سپیکروں میں استعمال ہوتے ہیں۔

3- دروازوں کے کیچرز (Catchers) میں یہ عام استعمال ہوتے ہیں۔

4- یہ میگنیٹ پٹیوں کی شکل میں ریفریجریٹرز اور فریزرز کے دروازہ میں فٹ کیے جاتے ہیں تا کہ وہ سختی سے بند رہیں۔

5- عام طور پر یہ مختلف مکسچرز میں سے لوہے کی اشیا الگ کرنے کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔فلور ملوں والے مستقل میگنیٹس کو اناج پیسنے سے پہلے ان میں سے لوہے کی کیلیں وغیرہ باہر نکالنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

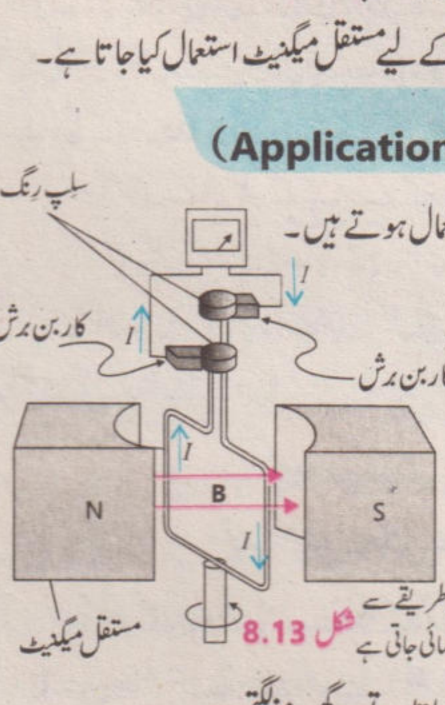
6- میڈیکل کے شعبہ میں انھیں آنکھوں سے لوہے کے ذرّات نکالنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

7- میکسیمم اور منیمم تھرمامیٹر میں لوہے کے پوائنٹر (Pointer) کو دوبارہ سیٹ کرنے کے لیے مستقل میگنیٹ استعمال کیا جاتا ہے۔

مستقل میگنیٹس کے اطلاق (Applications of Parmanent Magnets)

آیئے ایک سرسری سا جائزہ لیں کہ مندرہ ذیل آلات میں مستقل میگنیٹس کیسے استعمال ہوتے ہیں۔

اے سی جنریٹر

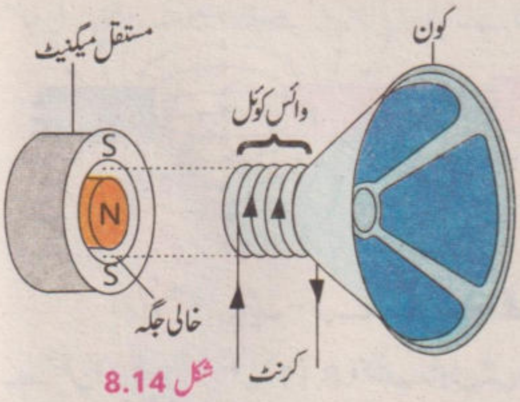


شکل 8.13

جب کسی کوائل کو ایک مستقل میگنیٹ کے پولز کے درمیان گھمایا جاتا ہے تو کوائل میں سے گزرنے والا میگنیٹک فیلڈ تبدیل ہوتا ہے اور کوائل کے سروں کے مابین ایک ای ایم ایف (emf) پیدا ہوتا ہے (شکل 8.13)۔

جب ان سروں کو کسی بیرونی سرکٹ سے جوڑا جاتا ہے تو سرکٹ میں ایک آلٹرنیٹنگ کرنٹ (AC) گزرنے لگتا ہے۔الیکٹرک موٹر، الیکٹرک جنریٹر کا اُلٹ عمل ہے۔جب مستقل میگنیٹ کے پولز کے درمیان کسی کوائل میں اے سی کرنٹ گزارا جاتا ہے تو وہ گھومنے لگتی ہے۔

موونگ کوائل لاؤڈ سپیکر



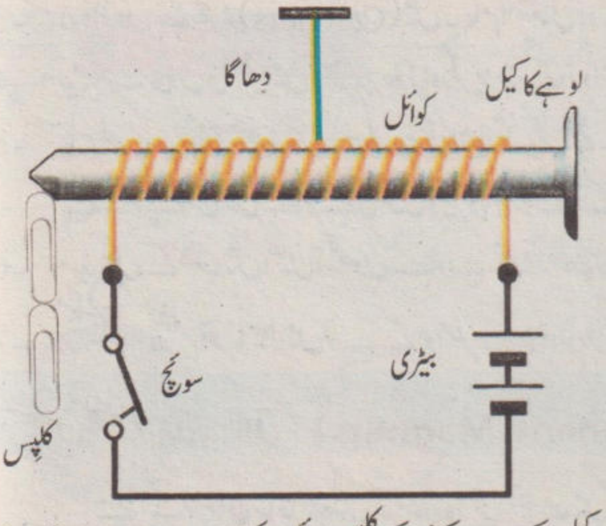
شکل 8.14

سپیکر کی کون (Cone) کے ساتھ ایک وائس کوائل (Voice coil) لگی ہوتی ہے جسے ایک گول مستقل میگنیٹ کے N پول کے اُوپر سے خالی جگہ کے اندر گزارا گیا ہوتا ہے، جیسا کہ شکل (8.14) میں دکھایا گیا ہے۔ کسی مائیکروفون یا کسی اور ذریعہ سے آوازِ کے سگنلز کو الٹرنیٹنگ کرنٹ (AC) کی شکل میں وائس کوائل میں سے گزارا جاتا ہے۔ یہ اے سی میگنیٹک فیلڈ کے ساتھ عمل کر کے ایک متغیر فورس پیدا کرتی ہے جو وائس کوائل اور اس کے ساتھ منسلک کون کو آگے پیچھے کھینچتی اور دھکیلتی ہے۔ جب کون آگے پیچھے کو لرزتی (Vibrate) ہے تو ہوا میں آواز پیدا کرتی ہے۔

8.7 الیکٹرو میگنیٹس (Electromagnets)

الیکٹرو میگنیٹس بھی عارضی میگنیٹس کی ایک قسم ہے۔ درج ذیل سرگرمی ظاہر کرے گی کہ کس طرح الیکٹر میگنیٹس بنائے اور جانچے جاتے ہیں۔

سرگرمی 8.5:



ٹیچر طلبہ کو گروپوں میں تقسیم کریں اور یہ سرگرمی کرنے کے لیے ان کو سہولیات مہیا کریں۔ دو سیلوں والی ایک بیٹری، ایک سوئچ، ایک لوہے کا کیل، سوتی دھاگے (یا پلاسٹک) سے ڈھکی ہوئی تانبے کی تار، دھاگا۔ چند ایک پیپر کلپس اور کنکشنز کے لیے کچھ تاریں لیں۔ تانبے کی تار کو لوہے کے کیل کے گرد ایک کوائل کی شکل میں لپیٹیں۔ کوائل کے درمیان میں ایک دھاگا باندھ کر اسے لٹکائیں۔ کوائل کے سرے سوئچ کے ذریعے بیٹری سے جوڑیں، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

سوئچ کو آن کیے بغیر کیل کے ایک سرے کے نزدیک کچھ پیپر کلپس لائیں۔ کیا یہ کیل کے ساتھ چمٹ جاتے ہیں؟ اب سوئچ کو آن کر دیں اور دوبارہ کیل کے سرے کے نزدیک کلپس لائیں۔ کیا اس مرتبہ یہ چمٹ جاتے ہیں؟ کیا کیل کسی میگنیٹ کی طرح کام کرتا ہے؟ ہاں! کیل ایک میگنیٹ بن چکا ہے۔ سوئچ کو آف کر دیں اور دیکھیں کہ کلپس کو کیا ہوتا ہے۔ کیا وہ نیچے گر جاتے ہیں؟ اس سرگرمی سے آپ کیا نتیجہ نکالتے ہیں؟

جب کسی لوہے کے کیل یا سلاخ کے گرد لپیٹی تار کی کوائل میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو یہ میگنیٹ بن جاتا ہے، اسے الیکٹرو میگنیٹ کہتے ہیں۔

جب تار کی کوائل میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو کوائل کے اندر میگنیٹک فیلڈ پیدا ہوتا ہے جو لوہے کے کیل میں میگنیٹزم پیدا کر دیتا ہے، جیسا کہ ہم نے مشاہدہ کیا ہے۔ الیکٹرو میگنیٹ کی میگنیٹک خصوصیات عارضی ہوتی ہیں۔

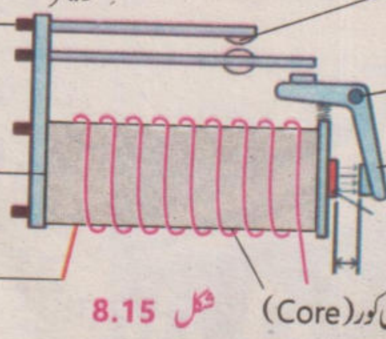
جب تک کوائل میں سے الیکٹرک کرنٹ گزرتا رہتا ہے لوہے کی شے میگنیٹ بنی رہتی ہے۔ جب کرنٹ روک دیا جاتا ہے، تو یہ میگنیٹ نہیں رہتی۔ اگر ہم بیٹری میں سیلوں کی تعداد بڑھادیں یا کوائل کے بلوں (turns) کی تعداد بڑھادیں تو ہم دیکھیں گے کہ دونوں صورتوں میں میگنیٹک فیلڈ کی طاقت بڑھ جاتی ہے۔اس کا پتہ ہمیں اس طرح چلے گا کہ ان صورتوں میں کیل کے ساتھ زیادہ کلپس لٹکیں گے۔

الیکٹرو میگنیٹس کے استعمالات (Uses of Electromagnets)

الیکٹرو میگنیٹس، الیکٹرک بیل، ٹیلی فون ریسیور، سادہ میگنیٹک ریلے، سرکٹ بریکر، ریڈ سوئچ، کرین، ٹیپ ریکارڈر، میگلیوٹرین (Maglev Train) اور دیگر بہت سے آلات میں استعمال ہوتے ہیں۔ان میں سے چند ایک کے کام کرنے کے طریقے ذیل میں بیان کیے گئے ہیں۔

میگنیٹک ریلے (Magnetic Relay)

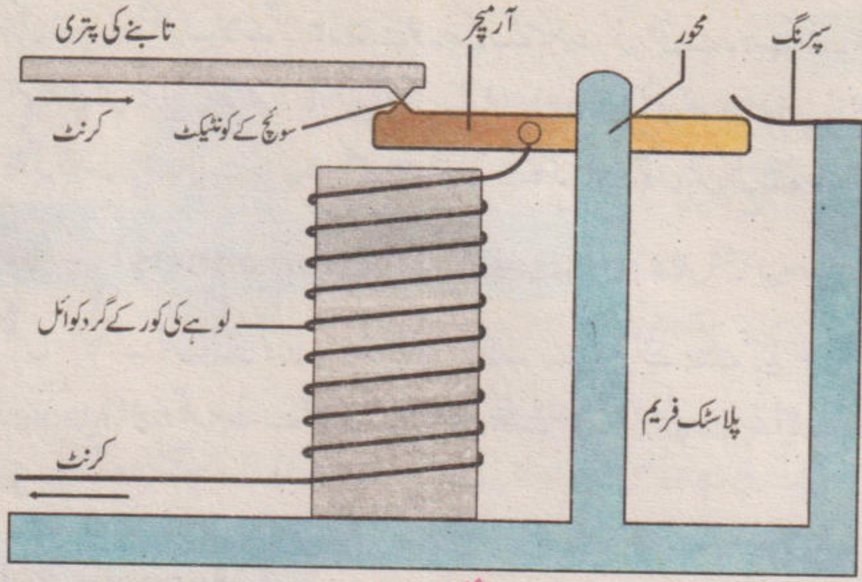
یہ ایک قسم کا سوئچ ہے جو الیکٹرو میگنیٹ کے ذریعے کام کرتا ہے۔ یہ ایک ان پٹ (Input) سرکٹ پر مشتمل ہوتا ہے جو سیفٹی کی خاطر کم کرنٹ پر کام کرتا ہے۔ جب اسے آن کیا جاتا ہے تو یہ ایک اور الیکٹرک سرکٹ کو فعال یعنی آن کر دیتا ہے جو زیادہ کرنٹ سے کام کرتا ہے۔ ان پٹ سرکٹ الیکٹرو میگنیٹک کو کم کرنٹ مہیا کرتا ہے۔ یہ لوہے کے آرمیچر (Armature) کو جو ایک محور پر گھوم سکتا ہے، اپنی طرف کھینچتا ہے۔ آرمیچر کا دوسرا سرا اوپر اٹھ جاتا ہے اور دو دھاتی کونٹیکٹ (Contact) کو آپس میں ملانے کے لیے دباتا ہے۔ان کے ملنے سے زیادہ کرنٹ والا سرکٹ آن ہوجاتا ہے (شکل 8.15)۔



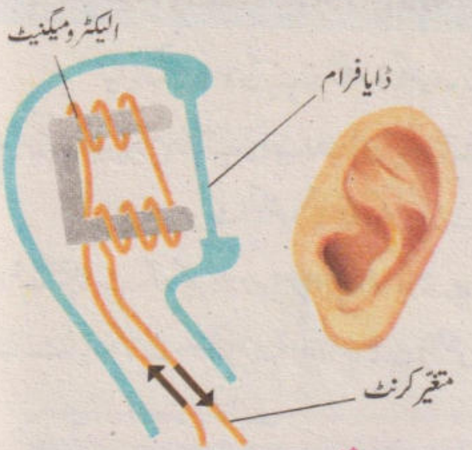
شکل 8.15

سرکٹ بریکر

سرکٹ بریکر ایک ایسا ڈیزائن کیا گیا آلہ ہے جس میں سے زیادہ سے زیادہ ایک حد تک کرنٹ محفوظ طریقے سے گزر سکتا ہے۔ اگر کرنٹ اس کی حد سے زیادہ ہوجائے تو یہ سرکٹ کے سوئچ کو آف کر دیتا ہے۔ اس طرح بجلی سے چلنے والی اشیا جلنے سے بچ جاتی ہیں، جیسا کہ شکل (8.16) میں دکھایا گیا ہے۔ سرکٹ بریکر کے اندر کرنٹ ایک تانبے کی پتری میں داخل ہو کر لوہے کے آرمیچر میں سے ہوتی ہوئی ایک الیکٹرو میگنیٹ کی کوائل میں سے گزرتی ہے۔ الیکٹرو میگنیٹ، آرمیچر کو اپنی طرف کھینچتا ہے۔ اگر کرنٹ بہت زیادہ ہوجائے تو آرمیچر تانبے کی پتری سے علیحدہ ہوجاتا ہے اور سرکٹ ٹوٹ جاتا ہے۔



شکل 8.16



شکل 8.17

ٹیلی فون ریسور

ریسیور میں ایک ڈایافریم ہوتی ہے جس کے نیچے ایک الیکٹرومیگنیٹ ہوتا ہے (شکل 8.17)۔ دوسری جانب کے ٹیلی فون کے ہینڈل (Handset) کا مائکروفون (بولنے والا سرا) آواز کے سگنلز کے مطابق متغیر کرنٹ اِدھر کے ریسیور کے کوائل میں سے گزرتی ہے تو یہ الیکٹرومیگنیٹ کی طاقت کو کم یا زیادہ کرتی ہے۔ نتیجتاً اس کے اوپر ڈایافرام آگے پیچھے حرکت کرتی ہے جس سے آواز پیدا ہوتی ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

الیکٹرومیگنیٹس کا ایک حیران کُن استعمال میگلیو (maglev) ٹرین میں دیکھنے کو ملتا ہے۔ میگلیو کا مطلب ہے میگنیٹس کی مدد سے ہوا میں معلّق ٹرین۔ میگلیو میں پیدا کیے گئے میگنیٹزم کی فورس، ٹرین کو گائیڈوے (پٹری) سے چند سینٹی میٹر اوپر اٹھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ اسے پہیوں کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اس لیے اسے فرکشن کا سامنا بھی نہیں کرنا پڑتا۔ جاپان میں اسے بُلٹ ٹرین کہا جاتا ہے جو فی گھنٹا 400 km کی سپیڈ سے دوڑ سکتی ہے۔

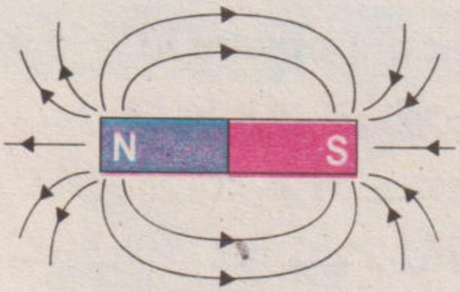
جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے، میگنیٹس کا معلّق کرنے کا عمل ٹرین کو صرف اُوپر اٹھانے کے لیے ہے، یہ اِسے آگے کی طرف حرکت میں نہیں لاتا۔ ٹرین کو آگے کی طرف دھکیلنے کے لیے، گائیڈوے کے ساتھ اور ٹرین کے دونوں جانب ٹرین کو دھکیلنے والے میگنیٹس نصب کیے جاتے ہیں۔ ان میگنیٹس کے دھکیلنے اور کھینچنے کے عمل سے ٹرین آگے کو حرکت کرتی ہے۔

الیکٹرومیگنیٹک کرین (Electromagnetic Crane)

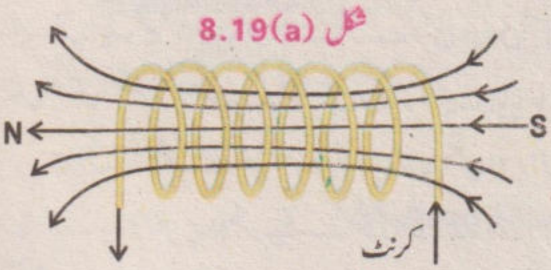
شکل 8.18

لوہے کے کباڑ خانے، سٹیل ورکس اور بحری جہازوں کے لیے کام کرنے والی کرینوں میں بہت بڑے بڑے الیکٹرومیگنیٹس استعمال کیے جاتے ہیں۔ یہ اتنے زیادہ طاقت ور ہوتے ہیں کہ یہ لوہے اور سٹیل کی اشیا مثلاً کاریں وغیرہ تک کو اٹھا سکتے ہیں، جیسا کہ شکل (8.18) میں دکھایا گیا ہے۔ بھاری اشیا کو اٹھا کر مطلوبہ جگہ پر صرف الیکٹرومیگنیٹ کے سوئچ کو آف کر کے رکھ دیا جاتا ہے۔

8.8 میگنیٹزم کی ڈومین تھیوری (Domain Theory of Magnetism)



شکل 8.19(a)



شکل 8.19(b)

یہ دیکھا گیا ہے کہ ایک بار میگنیٹ کا میگنیٹک فیلڈ اسی طرح کام کا ہوتا ہے جس طرح کا ایک تار کی سولی نائڈ (Solenoid)۔ یعنی لمبی کوائل کا ہوتا ہے جس میں سے الیکٹرک کرنٹ گزر رہا ہو (شکل 8.19-a) اور (8.19-b)۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ تمام میگنیٹک اثرات حرکت کرتے ہوئے چارجز کی وجہ سے ہوتے ہیں۔ کرنٹ بردار کوائل کی صورت میں چارجز تار میں دوڑتے ہیں لیکن میگنیٹ میں چارجز کرنٹ کی صورت میں نہیں دوڑتے بلکہ میگنیٹزم کے ذمہ دار میٹیریلز کے ایٹمز کے اندر الیکٹرونز کی حرکت ہوتی ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ الیکٹرون ایک چارج رکھنے والا ذرّہ ہے۔ علاوہ ازیں الیکٹرون ایٹم کے اندر نیوکلیئس کے گرد بھی گھومتا ہے اور ساتھ ہی اپنے میں سے گزرنے والے ایک محور کے گرد بھی گھومتا ہے۔

الیکٹرون کی نیوکلیئس کے گرد اور محوری گردش کی وجہ سے ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ ایک ایٹم میں بہت سے الیکٹرون ہوتے ہیں، لہٰذا ان کی دونوں قسم کی گردشیں ایسی سمتوں میں ہوسکتی ہیں کہ وہ آپس میں مل کر میگنیٹک اثرات کو زیادہ طاقت ور بنا دیں یا ایک دوسرے کے اثرات کو زائل کر دیں۔ اگر کسی ایٹم میں اس طرح حاصل (Resultant) میگنیٹک فیلڈ بنتا ہے تو وہ ایک ننھے میگنیٹ کی طرح کام کرتا ہے، اسے میگنیٹک ڈائی پول (**Magnetic dipole**) کہتے ہیں۔

پیرامیگنیٹک میٹیریلز (Paramagnetic Materials)

اگر کسی ایٹم میں الیکٹرونز کی دائروی حرکت اور محوری حرکت ایسی سمتوں میں ہوں کہ ان کے فیلڈز ایک دوسرے کے ہم آہنگ ہوں اور ایٹم ایک ننھے میگنیٹ کی طرح کام کرے تو ایسے ایٹمز پر مشتمل میٹیریلز کو پیرامیگنیٹک میٹیریلز کہا جاتا ہے۔ ان کی مثالیں ایلومینیم اور لیتھیم (Lithium) ہیں۔

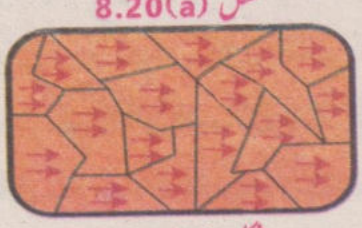
ڈایامیگنیٹک میٹر یلز (Diamagnetic Materials)

کسی ایٹم میں الیکٹرونز کی دائروی حرکت اور محوری حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والے میگنیٹک فیلڈز کا حاصل صفر بھی ہو سکتا ہے۔ ایسی صورت میں ایٹم کا کوئی حاصل میگنیٹک فیلڈ نہیں ہوگا۔ ایسے ایٹمز پر مشتمل میٹر یلز ڈایامیگنیٹک میٹر یلز کہلاتے ہیں۔ ان کی مثالیں تانبا، بسمتھ، پانی، وغیرہ ہیں۔

فیرومیگنیٹک میٹر یلز (Ferromagnetic Materials)

کچھ ایسے ٹھوس میٹر یلز مثلاً لوہا، سٹیل، نکل، کوبالٹ، وغیرہ ہیں جن کے بہت بڑے بڑے گروپس کے قریبی ایٹمز جن کی تعداد 10^6 درجے تک ہوتی ہے ان کے میگنیٹک فیلڈز زائل نہیں ہوتے۔ کیونکہ ان کے الیکٹرونز کی محوری گردش قدرتی طور پر ایک دوسرے کے متوازی ہوتی ہے، انھیں فیرومیگنیٹک میٹر یلز کہا جاتا ہے۔ اس قسم کے میٹر یل کے ایٹمز کا ایک گروپ قریباً سائز 0.1 mm کا ہوتا ہے جو کہ بہت زیادہ میگنیٹک صلاحیت رکھتا ہے۔ اس گروپ کو میگنیٹک ڈومین کہا جاتا ہے۔ ہر ڈومین ایک چھوٹے میگنیٹ کی حیثیت رکھتی ہے جس کے اپنے شمالی اور جنوبی پولز ہوتے ہیں۔

شکل 8.20(a)



شکل 8.20(b)

ڈومینز کی ہم آہنگی (Alignment of Domains)

فیرومیگنیٹک میٹر یل میں ڈومینز بے ترتیب سمتوں میں ہوتی ہیں، جیسا کہ (شکل 8.20-a) میں دکھایا گیا ہے۔ ڈومینز کے میگنیٹک فیلڈز ایک دوسرے کو زائل کر دیتے ہیں، اس لیے میٹر یل کوئی میگنیٹزم ظاہر نہیں کرتا۔ بہر حال ایک غیر میگنیٹ لوہے کے ٹکڑے کو کسی بیرونی مستقل میگنیٹ کے فیلڈ میں یا کسی الیکٹرومیگنیٹ کے فیلڈ میں رکھ کر میگنیٹ بنایا جا سکتا ہے۔

بیرونی میگنیٹک فیلڈ غیر میگنیٹ لوہے میں داخل ہو کر اس میں میگنیٹزم پیدا کر دیتا ہے۔ یہ ڈومینز پر دو طریقے سے اثر ڈالتا ہے۔ وہ ڈومینز جن کے میگنیٹزم کی سمت بیرونی فیلڈ کے متوازی یا متوازی کے قریب قریب ہو دیگر غیر متوازی ڈومینز کی قیمت پر بڑھ کر سائز میں بڑی ہو جاتی ہیں۔ اس کے علاوہ دوسری ڈومینز میگنیٹک ہم آہنگی کے سبب گھوم کر بیرونی فیلڈ کی سمت میں آجاتی ہیں (شکل 8.20-b)۔ نتیجتاً لوہا میگنی ٹائز (Magnetize) ہو جاتا ہے اور ایک میگنیٹ کی طرح کام کرنے لگتا ہے۔ اس کے اپنے شمالی اور جنوبی پولز ہوتے ہیں۔ غیر فیرومیگنیٹک میٹر یلز مثلاً ایلومینیم اور تانبا میں ڈومینز نہیں بنتیں، اس لیے ان میٹر یلز میں میگنیٹزم پیدا نہیں کیا جا سکتا۔ نرم لوہے میں بیرونی فیلڈ سے ڈومینز کو آسانی سے گھمایا جا سکتا ہے لیکن جب فیلڈ ہٹا لیا جاتا ہے تو یہ بے ترتیب سمتوں میں واپس آجاتی ہیں۔ یہ خصوصیت الیکٹرومیگنیٹس اور ٹرانسفارمرز میں چاہیے ہوتی ہے۔ اس کے برعکس سٹیل میں (ڈومینز) کی سمتوں کو موڑنا اتنا آسان نہیں ہوتا۔ اس کے لیے بہت زیادہ طاقتور بیرونی فیلڈ درکار ہوتا ہے۔ لیکن جب ایک دفعہ اسے میگنیٹ بنا لیا جائے تو یہ اس صلاحیت کو برقرار رکھتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ مستقل میگنیٹ بنانے کے لیے سٹیل استعمال کیا جاتا ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

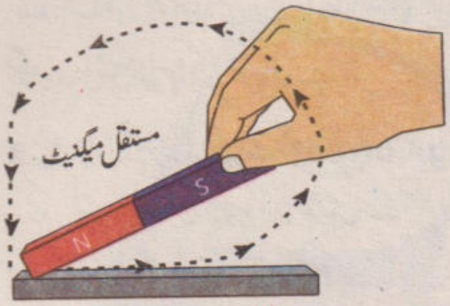
کمزور بیرونی فیلڈ کی موجودگی میں کسی فیرومیگنیٹک میٹر یل میں پیدا کیا گیا میگنیٹزم حیران کن طور پر بہت طاقتور بھی ہو سکتا ہے۔ کچھ صورتوں میں پیدا کیا گیا میگنیٹزم بیرونی فیلڈ سے ہزار گنا طاقتور بھی ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ بہت طاقتور فیلڈ رکھنے والے الیکٹرومیگنیٹس میں نرم لوہے یا کسی اور فیرومیگنیٹک میٹر یل کو بطور کور (core) استعمال کیا جاتا ہے۔

8.9 میگنیٹزم پیدا کرنا اور زائل کرنا (Magnitization and Demagnetization)

ایک سٹیل کی سلاخ کو میگنیٹ بنانے کے دو طریقے ہیں:

1- رگڑنے کا طریقہ (Stroking)

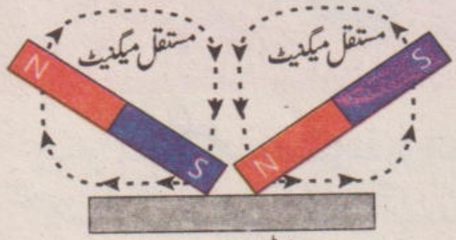
اس طریقے میں کسی مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ کو استعمال کر کے سٹیل کی سلاخ میں میگنیٹزم پیدا کیا جاتا ہے۔ سٹیل کی سلاخ پر رگڑ دو طرح سے کی جا سکتی ہے:



شکل 8.21

(الف) یک رُخی رگڑ کا طریقہ (Single Touch Method)

سٹیل کی سلاخ کو ایک افقی سطح پر رکھا جاتا ہے۔ اس پر مستقل میگنیٹ کا کوئی ایک پول (مثلاً N پول) سلاخ کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک ایک ہی سمت میں کئی بار رگڑا جاتا ہے۔ ہر دفعہ سلاخ کے دوسرے سرے پر پہنچ کر میگنیٹ کو کافی اُوپر اٹھالیا جاتا ہے (شکل 8.21)۔

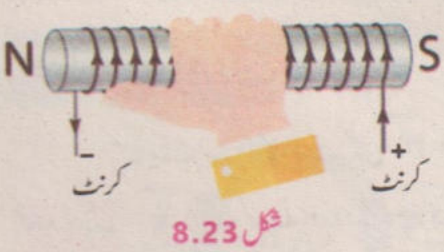


سٹیل کی سلاخ
شکل 8.22

(ب) دو رُخی رگڑ کا طریقہ (Double Touch Method)

اس طریقے میں بیک وقت دو مستقل میگنیٹس کے مخالف پولز کو سٹیل کی سلاخ کے درمیان میں رکھ کر باہر کی طرف رگڑا جاتا ہے (شکل 8.22)۔ یہ طریقہ پہلے والے سے زیادہ مؤثر ہے۔ دونوں صورتوں میں رگڑ کے بعد میگنیٹ بننے والی سٹیل کی سلاخ کے سروں پر پیدا ہونے والے پولز رگڑ پیدا کرنے والے پولز کے مخالف ہوں گے۔

2- سولی نائڈ کے ذریعے میگنیٹ بنانا (Making Magnet Using Solenoid)



شکل 8.23

اس طریقے میں میگنیٹ بنائی جانے والی سٹیل کی سلاخ کو ایک سولی نائڈ (تار کی لمبی کوائل) کے اندر رکھا جاتا ہے، جیسا کہ شکل (8.23) میں دکھایا گیا ہے۔ سولی نائڈ اِنسولیٹڈ (Insulated) تانبے کی تار کے کئی سوبلوں (Turns) کی ہونی چاہیے۔ جب سولی نائڈ میں سے ڈائرکٹ کرنٹ (D.C) گزارا جاتا ہے تو سٹیل کے سروں کی پولیریٹی (Polarity) رائٹ ہینڈ گرپ رُول (Right Hand Grip Rule) کی مدد سے معلوم کی جاتی ہے جو ذیل میں بیان کیا گیا ہے۔

> سولی نائڈ کو دائیں ہاتھ میں اس طرح پکڑیں کہ انگلیاں سولی نائڈ میں کرنٹ کی سمت میں مُڑی ہوں، (بیٹری کے مثبت سے منفی سرے کی طرف) تب انگوٹھا سلاخ کے N پول کی طرف اشارہ کرے گا۔

میگنیٹزم زائل کرنا (Demagnetization of Magnets)

شکل 8.24

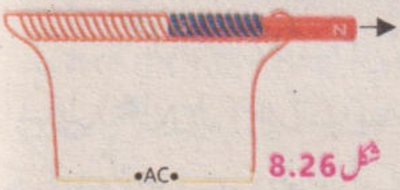
1- گرم کرنا (Heating)

حرارتی ارتعاش (Vibrations)، ڈومینز کی ترتیب کو بگاڑ دیتا ہے۔ اس لیے اگر ہم کسی میگنیٹ کو تیز گرم کریں تو یہ بہت جلد اپنی میگنیٹزم کی خصوصیت کھو دیتا ہے شکل (8.24)۔

شکل 8.25

2- ضرب لگانا (Hammering)

اگر ہم میگنیٹ کو بار بار ضرب لگائیں تو اس کی ڈومینز اپنی ترتیب کھو دیتی ہیں اور میگنیٹ کی میگنیٹزم زائل ہو جاتی ہے۔



شکل 8.26

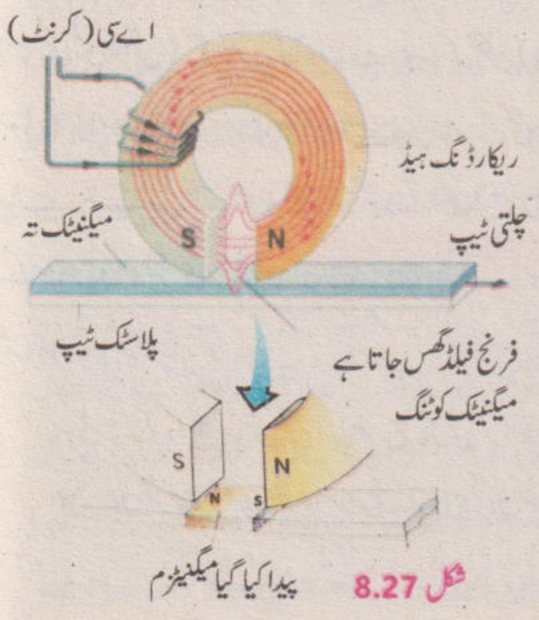
3- آلٹرنیٹنگ کرنٹ (Alternating Current)

جب کسی لمبی سولی نائڈ میں سے آلٹرنیٹنگ کرنٹ (AC) گزر رہا ہو اور اس کے اندر میگنیٹ کو رکھ کر آہستہ آہستہ باہر نکالا جائے تو اس کی میگنیٹزم زائل ہو جاتی ہے۔

8.10 ریکارڈنگ ٹیکنالوجی میں میگنیٹس کا استعمال (Applications of Magnets in Recording Technology)

الیکٹرومیگنیٹس بڑے پیمانے پر آواز، ویڈیو اور ڈیٹا (Data) کی ریکارڈنگ کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ڈیٹا کو الیکٹریکل سگنلز میں تبدیل کیا جاتا ہے جو میگنیٹک میٹریل کے مختلف حصوں میں میگنیٹزم کی صورت میں انھیں ریکارڈ کر دیتے ہیں، میگنیٹک ریکارڈنگ کے لیے زیادہ عام استعمال کیے جانے والے ذرائع (Mediums) میگنیٹک ٹیپس (Tapes) اور ڈِسک ریکارڈز ہیں جو نہ صرف آڈیو اور ویڈیو سگنلز دوبارہ پیدا کرتے ہیں بلکہ کمپیوٹر ڈیٹا کا ذخیرہ (Store) بھی کرتے ہیں۔ ان ذرائع پر عموماً آئرن آکسائڈ کی تہ جمائی گئی ہوتی ہے۔ ریکارڈنگ کے کچھ اور ذرائع میگنیٹک ڈرمز (Drums)، فیرائٹ کورز (Ferrite Cores) اور میگنیٹک ببل میموری (Magnetic Bubble Memory) ہیں۔ ٹیپس اور ڈِسکس پر میگنیٹک ریکارڈنگ کو ہم تھوڑی تفصیل سے بیان کریں گے۔

میگنیٹک ٹیپ ریکارڈنگ



شکل 8.27

میگنیٹک ٹیپ ریکارڈنگ میں میگنیٹزم پیدا کرنے کا عمل استعمال کرتے ہیں۔ ریکارڈنگ کرنے اور دوبارہ چلانے والا ہیڈ ایک لوہے کی کور کے گرد تار کی ایک کوائل کی شکل میں ہوتا ہے۔ لوہے کی کور نعل نما شکل کی ہوتی ہے جس کے دونوں سروں کے درمیان خالی جگہ صرف ایک باریک سی جھری ہوتی ہے۔ آڈیو اور ویڈیو ٹیپس پلاسٹک کی ٹیپس ہوتی ہیں جن پر کسی فیرومیگنیٹک میٹریل کی تہ جمائی ہوتی ہے۔

آواز اور تصویر کو الیکٹریکل متغیّر کرنٹ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ اس کرنٹ کو ہیڈ میں بھیجا جاتا ہے جو ایک الیکٹرومیگنیٹ بن جاتا ہے جس کا

ایک سرا N پول اور دوسرا S پول ہوتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ کی لائنیں باہر کی طرف کو مڑ کر گزرتی ہیں، جیسا کہ شکل (8.27) میں دکھایا گیا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ کا یہ باہر کی طرف کو مُڑا ہوا حصّہ جو کہ فرنج فیلڈ (Fringe Field) کہلاتا ہے، چلتی ہوئی ٹیپ کی جمی تہ میں سرایت کر جاتا ہے اور اس میں میگنیٹزم پیدا کر دیتا ہے۔ جب ٹیپ ہیڈ والے علاقے کو چھوڑ دیتی ہے تو یہ میگنیٹزم اس میں برقرار رہتا ہے۔ اس کا اُلٹ عمل پیدا کیے گئے متغیر میگنیٹزم کو متغیر کرنٹ میں بدل دیتا ہے جو آگے جا کر آواز یا تصویر میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

ہارڈ ڈسک ریکارڈنگ

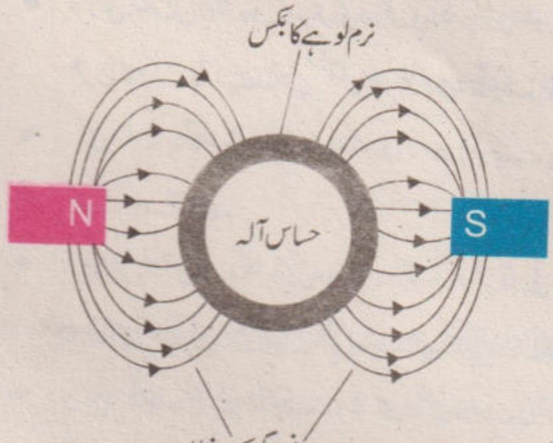
شکل 8.28

ہارڈ ڈسکس ایلومینیم، شیشے یا پلاسٹک کی بنی گول چپٹی پلیٹیں ہوتی ہیں جن کے دونوں طرف آئرن آکسائڈ کی تہیں جمی ہوتی ہیں۔ ہارڈ ڈسکس 10^{12} (Terabyte) تک معلومات جمع رکھ سکتی ہیں۔

میگنیٹک ہیڈ ایک چھوٹا سا الیکٹرومیگنیٹ ہوتا ہے جو گھومتی ہوئی ڈسک پر مختلف سمتوں میں نشانات کی صورت میں دو عددی ہندسے (Binary digits) 1 یا 0 لکھتا ہے اور نشانات کی میگنیٹک سمتوں کی پہچان کر کے ان ہندسوں کو پڑھتا ہے (شکل 8.28)۔ ہارڈ ڈسک کی اصطلاح کمپیوٹر کے اندر تمام جمع شدہ ڈیٹا کے لیے بھی استعمال کی جاتی ہے۔

ٹیپ ریکارڈرز کی نسبت میگنیٹک ڈسکس زیادہ فائدہ مند آلات ہیں۔ ڈسک یونٹ میں یہ صلاحیت ہوتی ہے کہ آپ فوری طور پر ریکارڈنگ کو پڑھ بھی سکتے ہیں اور لکھ بھی سکتے ہیں جبکہ ٹیپ پر مطلوبہ معلومات کو ڈھونڈنے کے لیے کئی منٹ درکار ہوتے ہیں۔ الیکٹرونک آلات کو طاقتور میگنیٹک اثرات سے محفوظ رکھنے کے لیے نرم لوہے کے بنے ہوئے بکسوں میں بند کر دیا جاتا ہے۔ اسے ہم اگلے سیکشن میں تفصیل سے بیان کریں گے۔

8.11 نرم لوہا بطور میگنیٹک شیلڈ (Soft Iron as Magnetic Sheild)



شکل 8.29 بیرونی میگنیٹک فیلڈ

نرم لوہا بہت زیادہ میگنیٹک نفوذ پذیری (Permeability) کا حامل ہے۔ نفوذ پذیری کسی میٹریلز کی وہ صلاحیت ہے کہ جب وہ ایک میگنیٹک فیلڈ کے اندر پڑا ہو تو اپنے اندر میگنیٹک فلکس (Flux) یا لائنز آف فورس کو گزرنے دیتا ہے۔ جب نرم لوہے کے ایک ٹکڑے کو ایک میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جاتا ہے تو یہ میگنیٹ بن کر اپنا ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔

اگر ایک حساس میگنیٹک آلہ نرم لوہے کے بکس میں بند کر دیا جائے تو میگنیٹک فلکس آلے میں سے گزرنے کی بجائے نرم لوہے میں سما جاتا ہے۔ اس طرح وہ آلہ بیرونی میگنیٹک فیلڈ سے محفوظ ہو جاتا ہے۔

شکل (8.29) اس مظہر (Phenomenon) کی اچھی طرح وضاحت کر سکتی ہے۔ نرم لوہے کا ایک خول (Shell) دو میگنیٹس کے مخالف پولز کے درمیان میگنیٹک فیلڈ کے اندر رکھا گیا ہے۔ چونکہ نرم لوہے کی نفوذ پذیری ہوا کے مقابلے میں زیادہ ہے، اس لیے

میگنیٹک فلکس نرم لوہے میں سما جاتا ہے۔ نتیجے کے طور پر آلہ میگنیٹک فیلڈ سے محفوظ ہو جاتا ہے۔ عموماً ہر خول کے کونے گول بنائے جاتے ہیں تاکہ میگنیٹک فیلڈ آسانی سے صف بندی کر سکے۔

نرم لوہے کو عام طور پر اس کی زیادہ نفوذ پذیری کی وجہ سے ٹرانسفارمرز اور الیکٹرومیگنیٹس میں بطور کور استعمال کیا جاتا ہے۔ الیکٹرومیگنیٹ میں جب کرنٹ گزرتا ہے تو نرم لوہے کی کور آسانی سے میگنیٹ بن جاتی ہے اور کرنٹ کے رُکنے پر جلد اپنی میگنیٹزم کھو دیتی ہے۔ یہی وجہ ہے کہ الیکٹرومیگنیٹس، الیکٹرک بیلز (Bells)، لاؤڈ سپیکرز، کرین سے لوہے کا کباڑ وغیرہ اٹھانے اور دیگر بہت سے آلات میں عام استعمال ہوتے ہیں۔ گیلوانومیٹر کی کوائل کے اندر نرم لوہے کی کور ڈال کر اس کی حساسیّت (Sensitivity) کو بڑھایا جاتا ہے۔

اہم نکات

- میگنیٹس میگنیٹک میٹیریلز کو بغیر چھوئے بھی اپنی طرف کھینچتے ہیں۔
- کسی میگنیٹ کے دو پول ہوتے ہیں۔ شمالی پول اور جنوبی پول۔ مشابہ پول ایک دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں اور مخالف پول کشش کرتے ہیں۔
- الگ تھلگ میگنیٹک پول حاصل کرنا ممکن نہیں ہے۔
- عارضی میگنیٹس صرف کسی میگنیٹک فیلڈ کی موجودگی میں کام کرتے ہیں، جبکہ مستقل میگنیٹس ہمیشہ کے لیے اپنی میگنیٹک خصوصیات برقرار رکھتے ہیں۔
- میگنیٹک فیلڈ کسی میگنیٹ کے اردگرد کا علاقہ ہوتا ہے جہاں کوئی میگنیٹک شے رکھی ہو تو اس پر فورس لگتی ہے۔
- کسی نقطہ پر میگنیٹک فیلڈ کی عددی قیمت اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔
- کسی نقطہ پر میگنیٹک فیلڈ کی طاقت وہاں پر میگنیٹک لائنز آف فورس کے عمودار کھے یونٹ رقبہ میں سے گزرنے والی لائنوں کی تعداد کے متناسب ہوتی ہے۔
- مستقل میگنیٹس، الیکٹرک موٹرز، الیکٹرک جنریٹرز، موونگ کوائل لاؤڈ سپیکرز، مختلف آمیزوں میں سے لوہے کی اشیا الگ کرنے وغیرہ کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔
- الیکٹرومیگنیٹس عارضی میگنیٹس ہوتے ہیں۔ یہ الیکٹرک بیلز (Bells)، میگنیٹک ریلیز (Relays)، سرکٹ بریکرز، ٹیلی فون ریسیورز، الیکٹرومیگنیٹک کرینوں وغیرہ میں استعمال ہوتے ہیں۔
- اگر کسی ایٹم میں الیکٹرونز کے دائروی اور محوری ایکسز ایسی سمتوں میں ہوں کہ ان کے فیلڈز ایک دوسرے کے ہم آہنگ ہونگے اور ایٹم ایک ننھے میگنیٹ کی طرح کام کرے تو ایسے ایٹمز پر مشتمل میٹیریلز کو پیرا میگنیٹک میٹیریلز کہا جاتا ہے۔
- کسی ایٹم میں الیکٹرونز کی دائروی اور محوری حرکت کی وجہ سے پیدا ہونے والے میگنیٹک فیلڈز کا حاصل جمع صفر ہو تو ایسے ایٹمز پر مشتمل میٹیریلز ڈایا میگنیٹک میٹیریلز کہلاتے ہیں۔
- ایسے میٹیریلز جن میں الیکٹرونز کی دائروی اور محوری گردش قدرتی طور پر ایک دوسری کے متوازی ہوتی ہیں اور ایسے ایٹمز کے گروپ 10^{16} درجے تک بڑے ہوتے ہیں ان کو فیرومیگنیٹک میٹیریلز کہا جاتا ہے۔ ان گروپس کو میگنیٹک ڈومینز (Domains) کہا جاتا ہے۔
- بیرونی میگنیٹک فیلڈ فیرومیگنیٹک میٹیریلز میں داخل ہو کر ان کی تمام ڈومینز کو ایک ترتیب میں لا کر اس کو ایک میگنیٹ بنا دیتا ہے۔
- سٹیل کی سلاخوں کو کسی مستقل میگنیٹ سے یک رُخی یا دو رُخی طریقہ سے رگڑ کر، یا کسی سولی نائڈ کے اندر رکھ کر جس میں سے کافی زیادہ کرنٹ گزر رہا ہو، میگنیٹ بنایا جا سکتا ہے۔

- میگنیٹس کو گرم کرنے سے، ضرب لگانے سے یا جس سولی نائڈ میں سے اے سی کرنٹ گزر رہا ہو، اس کے اندر رکھ کر میگنیٹ کو باہر کھینچنے سے ان کی میگنیٹزم کو زائل کیا جا سکتا ہے۔
- الیکٹرو میگنیٹس کو ریکارڈنگ ٹیکنالوجی میں عام استعمال کیا جاتا ہے۔ ریکا، ڈنگ کرا ایسے ذرائع آڈیو / ویڈیو میگنیٹک ٹیپس، کمپیوٹرز کی ہارڈ ڈسکس اور دیگر ڈیٹا ذخیرہ رکھنے والے آلات ہیں۔
- نرم لوہا حساس میگنیٹک آلات کو بیرونی میگنیٹک فیلڈز کے اثرات سے محفوظ رکھنے کے لیے بھی استعمال کیا جاتا ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

8.1 مندرجہ ذیل میں سے کون سا میگنیٹک میٹیریل نہیں ہے؟

(الف) لوہا (ب) کوبالٹ (ج) ایلومینیم (د) نِکل

8.2 میگنیٹک لائنز آف فورس:

(الف) ہمیشہ سیدھی لائنوں میں ہوتی ہیں (ب) ایک دوسری کو قطع کرتی ہیں

(ج) شمالی پول میں داخل ہوتی ہیں (د) جنوبی پول میں داخل ہوتی ہیں

8.3 مندرجہ ذیل میں کس کو مستقل میگنیٹ نہیں بنایا جا سکتا؟

(الف) نرم لوہا (ب) سٹیل (ج) نیوڈیمیم (د) النیکو

8.4 مستقل میگنیٹس استعمال کیے جاتے ہیں:

(الف) سرکٹ بریکر میں (ب) لاؤڈ سپیکر میں (ج) الیکٹرک کرین میں (د) میگنیٹک ریکارڈنگ میں

8.5 کسی میٹیریل کو میگنیٹ بنانے کا ایک عام طریقہ ہے:

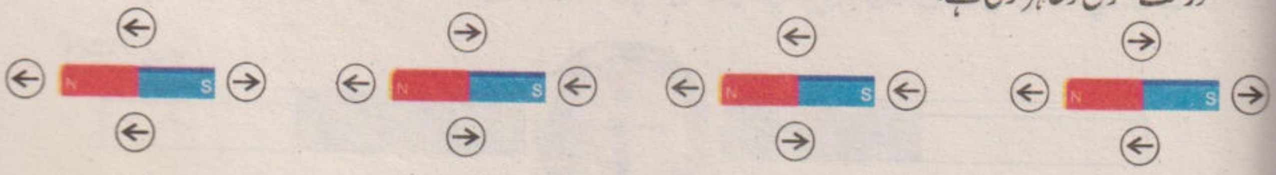
(الف) رگڑنا

(ب) ضرب لگانا

(ج) گرم کرنا

(د) ایسی سولی نائڈ کے اندر رکھنا جس میں سے اے سی کرنٹ گزر رہا ہو

8.6 ایک میگنیٹک کمپاس کو ایک بار میگنیٹ کے گرد 4 مختلف نقاط پر رکھا گیا ہے جیسا کہ نیچے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ کون سی ڈایا گرام فیلڈ کی درست سمتوں کو ظاہر کرتی ہے؟



(الف) (ب) (ج) (د)

8.7 سٹیل کی ایک سلاخ کو دورُخی رگڑ کے طریقے سے میگنیٹ بنایا گیا ہے۔ میگنیٹ کے AB پولز کی صحیح نشان دہی کون سی ڈایاگرام کرتی ہے؟

سٹیل کی سلاخ

(الف)　(ب)　(ج)　(د)

8.8 بیرونی میگنیٹک فیلڈ سے کسی ڈیوائس کو محفوظ رکھنے کے سب سے بہترین میٹریل ہے:

(الف) لکڑی　(ب) پلاسٹک　(ج) سٹیل　(د) نرم لوہا

2 مختصر جوابات کے سوالات

8.1 عارضی اور مستقل میگنیٹس کیا ہوتے ہیں؟

8.2 میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ کی تعریف کریں۔

8.3 میگنیٹک لائنز آف فورس کیا ہوتی ہیں؟

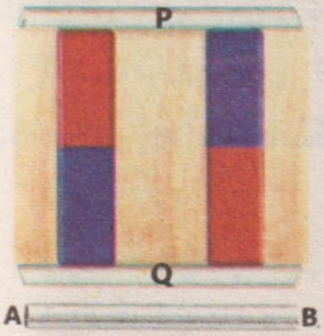
8.4 مستقل میگنیٹس اور الیکٹرومیگنیٹس کے استعمال کے کچھ نام بیان کریں۔

8.5 میگنیٹک ڈومینز کیا ہوتی ہیں؟

8.6 کرنٹ بردار لمبی کوائل کس قسم کا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتی ہے؟

8.7 پیرامیگنیٹک اور ڈایامیگنیٹک میٹریلز میں فرق واضح کریں۔

3 تعمیری فکر کے سوالات



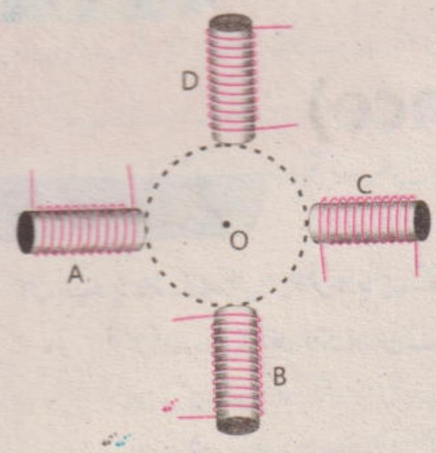
سٹیل کی سلاخ

8.1 دو بار میگنیٹس، لکڑی کے ایک ڈبے میں محفوظ رکھے گئے ہیں۔ ڈایاگرام میں میگنیٹس کے پولز کی درست نشان دہی کریں۔ نیز P اور Q اشیا کی پہچان کریں۔

8.2 سٹیل کی ایک سلاخ کو سولی نائڈ کے اندر رکھ کر اسے اسی طرح میگنیٹ بنانا ہے کہ اس کا سرا A، N پول بنے اور سرا B، S پول۔ سولی نائڈ کی سرکٹ ڈایاگرام بنا کر سٹیل کی سلاخ کو اس کے اندر دکھائیں۔

8.3 دو بار میگنیٹس کو ایسے رکھا گیا ہے جیسا کہ نیچے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ ان کے درمیان خالی جگہ پر ایک کمپاس رکھی گئی ہے۔ اس کی سوئی شمالی، جنوبی سمتوں میں ٹھہری ہوئی ہے۔ میگنیٹس کے N اور S پولز کی نشان دہی کریں۔ فیلڈز کی لائنیں کھینچ کر اپنے جواب کو درست ثابت کریں۔

8.4 الیکٹرک کرنٹ یا الیکٹرونز کی حرکت میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتے ہیں۔ کیا اس کے الٹ عمل بھی ممکن ہے، یعنی میگنیٹک فیلڈ الیکٹرک کرنٹ پیدا کرتا ہے؟ اگر ہاں، تو کوئی ایک مثال دیں اور اسے مختصر طور پر بیان کریں۔



8.5 چار مشابہ سولی نائڈز ایک دائرے میں رکھی گئی ہیں جیسا کہ سامنے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ کرنٹ کی مقدار سب میں ایک جتنی ہونی چاہیے۔ ڈایاگرام بنا کر ہر سولی نائڈ میں کرنٹ کی سمت اس طرح ظاہر کریں کہ اگر کسی بھی ایک سولی نائڈ میں کرنٹ بند کر دیا جائے تو سنٹر O پر حاصل فیلڈ کی سمت اُسی سولی نائڈ کی طرف ہے۔ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔

4 تفصیلی سوالات

8.1 آپ کیسے شناخت کر سکتے ہیں کہ کوئی شے ایک میگنیٹ ہے یا صرف میگنیٹک میٹریل؟

8.2 میگنیٹک لائنز آف فورس کے حوالے سے کسی میگنیٹک فیلڈ کی طاقت بیان کریں۔ مثال کے طور پر فیلڈز کی چند ڈایاگرام بنا کر اس کی وضاحت کریں۔

8.3 سرکٹ بریکر کیا ہوتا ہے؟ ڈایاگرام کی مدد سے اس کام کرنے کا عمل بیان کریں۔

8.4 کوئی میگنیٹ صرف کسی میگنیٹ ہی کو کشش کرتا ہے۔ اس بیان کی وضاحت کریں۔

8.5 ڈومین تھیوری کے حوالے سے پیرامیگنیٹک، ڈایامیگنیٹک اور فیرومیگنیٹک میٹریلز میں فرق بیان کریں۔

8.6 فیرومیگنیٹک میٹریلز، میگنیٹس بنانے کے لیے کیوں موزوں ہیں؟

باب 9

سائنس کی ماہیت
(Nature of Science)

طلبہ کے حاصلات تعلم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- فزکس کو مادہ، انرجی، خلا، وقت اور ان کے باہمی تعلقات اور تعاملات کے حوالے سے بیان کر سکیں۔
- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ طبیعیات کے بہت سے ذیلی شعبے ہیں، اور آج کی دنیا میں یہ بین المضامین کے شعبوں میں شامل ہے (طلبہ کو درج ذیل شعبوں میں وسیع موضوعات کے لحاظ سے فرق کرنے کے قابل ہونا چاہیے)۔
  - بائیوفزکس
  - فلکیات
  - فلکی فزکس
  - کائنات کا مطالعہ
  - حرارت اور تھرموڈائنامکس
  - آپٹکس
  - کلاسیکل میکینکس
  - کوانٹم میکینکس
  - اضافیاتی میکینکس
  - نیوکلیئر فزکس
  - ذراتی فزکس
  - الیکٹرومیگنیٹزم
  - صوتیات
  - حسابی فزکس
  - جیوفزکس
  - موسمیاتی فزکس

- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ فزکس کیسے طبیعیاتی علوم اور قدرتی علوم کا ایک ذیلی مجموعہ ہے۔
- مثالوں کے ساتھ مختصر وضاحت کریں کہ سائنس ایک تعاون پر مبنی میدان ہے جس میں بین المضامین کے محققین کو مل کر کام کرنا ہوتا ہے تا کہ علم کا تبادلہ اور خیالات پر تنقید کی جا سکے۔
- فزکس میں تحقیق کے سیاق و سباق میں 'مفروضہ'، 'نظریہ' اور 'قانون' کی اصطلاحات کو سمجھیں۔
- فزکس میں مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ 'قابل تردیدیت' کا تصور یہ ہے کہ ایک نظریہ صرف اس صورت میں سائنسی ہے جب یہ ایسے دعوے کرے جو غلط ثابت کیے جا سکیں۔
- 'سائنس'، 'ٹیکنالوجی' اور 'انجینئرنگ' کی اصطلاحات میں فرق کر سکیں اور مناسب مثالوں کے ساتھ بیان کر سکیں۔

سائنس ہمارے اردگرد رونما ہونے والے مظاہر فطرت، طریقہ ہائے کار اور واقعات کا مجموعی علم ہے۔ طریقہ کار ایک سوال سے شروع ہوتا ہے کہ دنیا میں چیزیں کیسے اور کیوں اس طرح عمل کرتی ہیں۔ ہم بظاہر متنوع فطرت کے مختلف مظاہر میں ظہور ترتیب اور باقاعدگیاں ڈھونڈنے کی کوشش کرتے ہیں۔ فطرت کا ایسا مطالعہ ایک ہی شعبہ کی طرف لے جاتا ہے۔ جو فطرت کا فلسفہ ہے جسے اب سائنس کہا جاتا ہے۔ انیسویں صدی کے آغاز میں سائنسی علوم کے خزانے میں بے پناہ اضافہ ہوا۔ اس لیے ضروری قرار دے دیا گیا کہ مطالعہ فطرت کو دو بنیادی حصوں میں تقسیم کر دیا جائے۔

1- بیالوجیکل سائنسز جو جان دار چیزوں سے تعلق رکھتی ہیں۔

2- فزیکل سائنسز جو بے جان چیزوں کے مطالعہ سے تعلق رکھتی ہیں۔

دوسرے شعبوں مثلاً کیمسٹری اور ذوآلوجی کی نسبت فزکس ایک اہم اور فزیکل سائنسز کا بنیادی حصہ ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

یہ کھلونا جو بھاپ سے کام کرتا تھا اسے تیسری صدی میں سکندریہ (یونان) کے ہیرو نے ایجاد کیا تھا۔ بہرحال اُن دنوں لوگ ایسی اشیا کو اپنی عیش اور آرام کے لیے استعمال کرنے کا سوچتے بھی نہیں تھے۔ بعد میں اسی اصول پر بھاپ کا انجن بنایا گیا۔

9.1 فزکس کا دائرہ کار (Scope of Physics)

فزکس ایک بنیادی سائنس ہے جو کائنات کے مختلف اجزا کے مطالعہ سے تعلق رکھتی ہے۔ جن میں مادہ، انرجی، خلا، وقت اور ان کا آپس میں تعلق اور باہمی عمل شامل ہیں۔ یہ معلوم کرنے کی کوشش ہے کہ ایٹم سے بھی چھوٹے ذرات سے لے کر سب سے بڑا ستارہ اور گیلیکسیز (Galaxies) تک کائنات کس طرح رُوبہ عمل ہے۔ آپ نے اس کتاب کے ابتدائی ابواب میں مادے کے خواص، انرجی اور ان کے آپس میں تعلق کا مطالعہ کیا ہے۔ اگلی کلاسز میں جا کر ہم وقت کے تصور کو زیادہ وضاحت کے ساتھ زیر بحث لائیں گے۔ خلا ایک سہ جہتی پھیلاؤ ہے۔ سب اشیا اور واقعات اس کے اندر ہی وقوع پذیر ہوتے ہیں۔ یہ کسی فورس کے زیر اثر مختلف اشیا کی پوزیشنز اور حرکات بیان کرنے کے لیے ڈھانچہ مہیا کرتی ہے۔

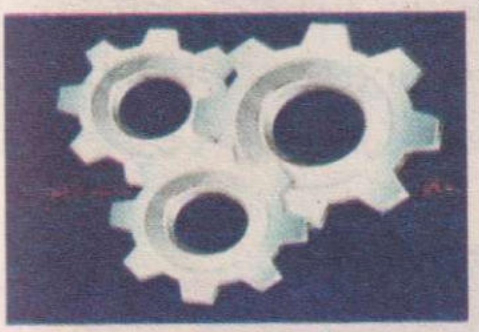
وقت واقعات کے تسلسل اور دورانیے کی پیمائش کرتا ہے۔ اسے چوتھی جہت سمجھا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر پینڈولم کی ارتعاشی حرکت وقت کے دورانیے پر انحصار کرتی ہے جو ارتعاشوں کی فریکوئنسی معلوم کرتا ہے۔ ایک اور مثال وقت کے دورانیے کا لمبا ہونا (Time dilation) ہے۔ جو ایک مظاہرہ ہے جس کو سپیشل تھیوری آف ریلیٹیویٹی (Special Theory of Relativity) زیر بحث لاتی ہے۔ اس میں اس مشاہدہ کرنے والے کے لیے جو کسی ساکن کے مقابلے میں انتہائی تیز سپیڈ سے حرکت کر رہا ہو وقت آہستہ گزرتا ہے۔ فزکس تحقیق کرتی ہے کہ کس طرح بنیادی تصور کے یہ پہلو باہمی طور پر جُڑے ہوئے ہیں۔ مثلاً تھیوری آف ریلیٹیویٹی وضاحت کرتی ہے کہ پوزیشن اور وقت حتمی مقداریں نہیں ہیں بلکہ نسبتی ہیں۔ یہ پوزیشن اور وقت کے آپس کے تعلق کو بیان کرتی ہے۔ اور یہ بھی کہ یہ دونوں گریویٹی اور سپیڈ سے کس طرح متاثر ہوتے ہیں۔ مثال کے طور پر روشنی کا ستاروں جیسے بھاری اجسام کے پاس سے ان کے گرد مُڑ کر گزرنا۔ فزکس کی ایک شاخ کوانٹم میکینکس (Quantum Mechanic) ایٹمز اور اس سے چھوٹے ذرات کی سطح پر ان کے رویہ کی وضاحت کرتی ہے۔ اس طرح سے فزکس، حرکت اور حرارت سے متعلق روزمرہ کے مشاہدات و واقعات سے لے کر کائنات کے انتہائی

حالات تک مظاہرات کے ایک وسیع تنوع پر اپنے قوانین کا اطلاق کرتی ہے۔

9.2 فزکس کی شاخیں (Branches of Physics)

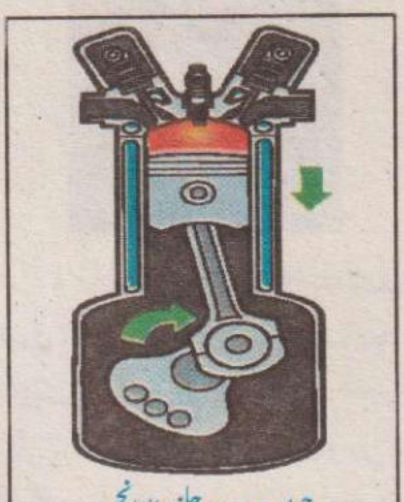
فزکس میں ریسرچ کے ایک وسیع دائرہ کار کے پیش نظر اسے عام طور پر مندرجہ ذیل شاخوں میں تقسیم کیا گیا ہے:

1- میکینکس (Mechanics)



میکینیکل سسٹم میں گیئرز

یہ حرکت اور اس پر ہونے والے عملی اثرات کا مطالعہ ہے۔ اس کی بنیاد نیوٹن کے قوانین حرکت اور گریوی ٹیشن پر ہے اور اکثر اسے کلاسیکل میکینکس بھی کہا جاتا ہے۔



حرارت سے چلنے والا انجن

2- حرارت اور تھرموڈائنامکس (Heat and Thermodynamics)

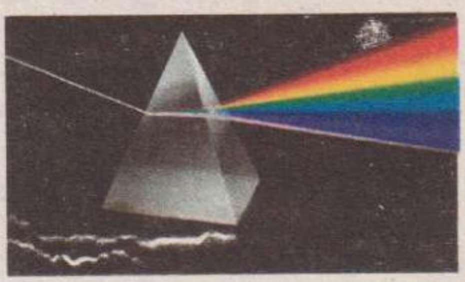
یہ مادی میٹریلز کی حرارتی انرجی سے تعلق رکھتی ہے اور اس کا استعمال تب ہوتا ہے جب حرارت ایک جسم سے دوسرے جسم میں داخل ہوتی ہے۔

پریشر ہارن

3- صوتیات (Acoustics)

یہ سنائی دینے والی انرجی کی ماہیت اور طبیعی (physical) پہلوؤں سے تعلق رکھتی ہے۔

4- بصریات (Optics)

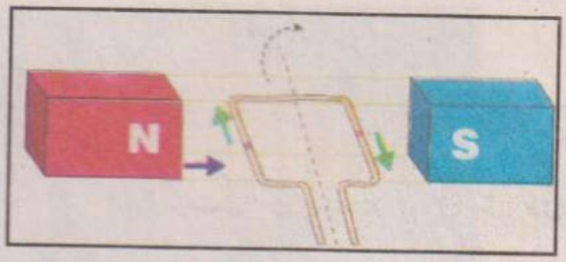


روشنی کا انتشار

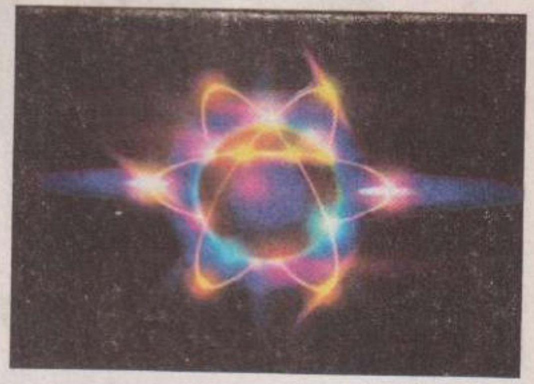
یہ نظر آنے والی روشنی (Visible light) کے طبیعی پہلوؤں سے تعلق رکھتی ہے۔

5- الیکٹرومیگنیٹزم (Electromagnetism)

یہ الیکٹرومیگنیٹزم کے مظاہر نیز الیکٹرک کرنٹ اور میگنیٹک فیلڈ کے مابین باہمی تعلق کا مطالعہ ہے۔



کسی میگنیٹک فیلڈ میں کوائل کو گھما کر الیکٹرک کرنٹ پیدا کی جاتی ہے



ایٹم کی متحرک حالت

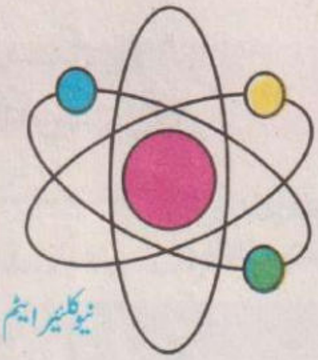
6- کوآنٹم میکینکس (Quantum Mechanics)

یہ ایٹمز اور ایٹم سے چھوٹے ذرات کی سطح پر ذرات کے رویوں کی وضاحت کرتی ہے۔

آئن سٹائن کا بطور سپیس (Space) اور وقت کے کروبچر (Curvature) کا گریویٹی کا نظریہ۔

7- اضافیاتی میکینکس (Relativistic Mechanics)

یہ وضاحت کرتی ہے کہ کس طرح پوزیشن اور وقت حتمی مقداریں نہیں ہیں بلکہ کسی مشاہدہ کرنے والے کی نسبت سے ہیں۔ یہ ان کے درمیان تعلق کو بیان کرتی ہے اور یہ بھی کہ وہ کس طرح گریویٹی اور سپیڈ سے متاثر ہوتے ہیں۔



نیوکلیئر ایٹم

8- نیوکلیئر فزکس (Nuclear Physics)

یہ ایٹمز کے نیوکلیائی (Nuclei) کی خصوصیات کا مطالعہ ہے۔

نیوٹرون کی کوآرک ساخت

9- ذرّاتی فزکس (Particle Physics)

یہ ایٹمز سے چھوٹے ذرات اور ایلیمنٹری پارٹیکلز کا مطالعہ ہے جو مادے کی ساخت کے تعمیری اجزا ہیں۔

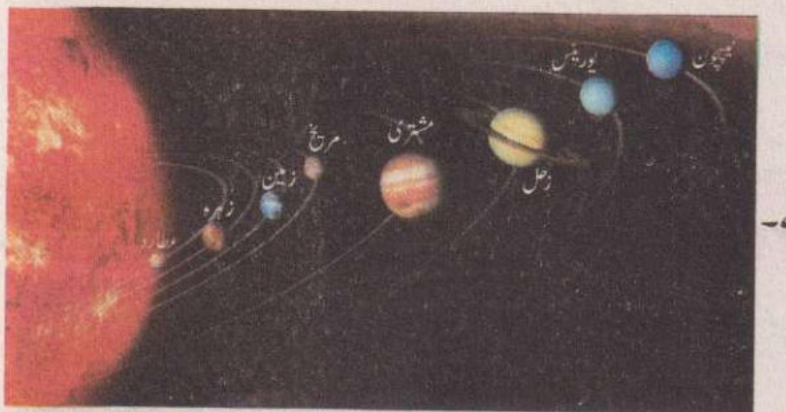
وسیع کائنات

10- فلکیات (Astronomy)

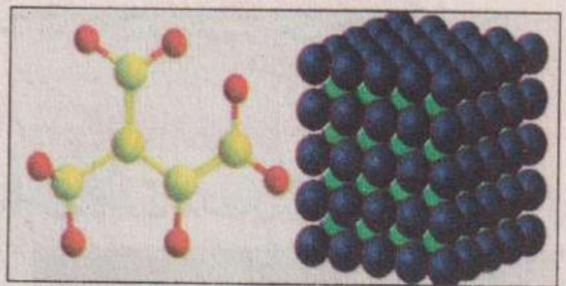
یہ فلکیاتی اجسام جیسا کہ سیارے، ستارے اور گلیکسیز اور ان کے پھیلاؤ کا مطالعہ ہے۔

11- کائنات کا مطالعہ (Cosmology)

یہ کائنات کی وسیع ہیئت اور ارتقا کی تحقیق کرتی ہے۔



کائنات کی تحقیق کا مطالعہ


ٹھوس مادے کا الیکٹریکل جُڑاؤ

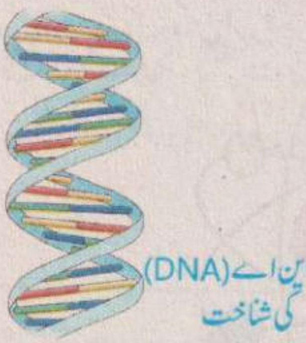
12- سالڈ سٹیٹ فزکس (Solid State Physics)

یہ ٹھوس شکل میں مادے کی کچھ خصوصی صفات کا مطالعہ ہے۔

9.3 فزکس کی بین الشعبہ جاتی خاصیت (Interdisciplinary Nature of Physics)

یہ فزکس کا دیگر مختلف تعلیمی شعبوں سے انضمام اور باہمی عمل سے متعلق ہے۔ فزکس بنیادی سائنس ہونے کی وجہ سے اہم اصول، تکنیکس (Techniques) اور طریقے مہیا کرتی ہے جن کا اطلاق متعدد شعبہ جات میں ہوتا ہے۔ ان میں سے چند ایک یہ ہیں:

1- بائیو فزکس (Bio Physics)


ڈی این اے (DNA) کی شناخت

مطالعہ کے اس میدان میں فزکس کے اصُولوں اور مہارتوں کے استعمال سے کچھ بیالوجیکل سسٹمز اور طریقہ ہائے کار کو بیان کیا گیا ہے۔ مثالوں میں بیالوجیکل بناوٹوں کی میکینکس، سیلز کے طبیعی خواص، بافتیں (Tissues) اور اعضا شامل ہیں۔

2- میڈیکل فزکس (Medical Physics)

میگنیٹک ہم آہنگی تصویر کشی (ایم آر آئی)

یہ جسمانی صحت کی تشخیص اور علاج معالجے کے لیے مہارتیں اور ٹیکنالوجی کی ترقی کے لیے فزکس کے اصولوں کا اطلاق کرتی ہے۔ مثالوں میں جسم کے اندرونی حصوں کی تصویر کشی کے طریقے جیسا کہ ایکس ریز، الٹراساؤنڈ، ایم آر آئی (MRI) اور سی ٹی سکین (CT Scan) کے علاوہ کینسر کے علاج کے لیے شعاعی علاج (Radiation therapy) شامل ہیں۔

3- فلکی فزکس (Astrophysics)

فلکی اجسام کا مشاہدہ

یہ فلکی اجسام اور مظاہرات کی طبیعی خصوصیات اور طریقہ ہائے کار سے تعلق رکھتی ہے۔ مثال کے طور پر کائنات کو کُلی طور پر سمجھنے کے لیے خلا میں مادے اور انرجی کے درمیان باہمی عمل۔

زمین کی اندرونی ساخت

4- جیوفزکس (Geophysics)

یہ زمین کی اندرونی ساخت، اس کے میگنیٹک اور گریوی ٹیشنل فیلڈز، زلزلوں کی سرگرمیاں اور آتش فشانی کے مطالعہ میں فزکس کے اصولوں کا اطلاق کرتی ہے۔

ایک تباہ کن طوفان

5- موسمیاتی فزکس (Climate Physics)

اس میں ماحول کے طبیعی عوامل، فضائی حرکیات، آب و ہوا کی تبدیلی اور موسمی حالات کا مطالعہ شامل ہے۔

کمپیوٹر گرافکس

6- حسابی فزکس (Computation Physics)

یہ حسابی تیکنیکوں اور پیچیدہ طبیعاتی مسائل کو حل کرنے کے طریقوں کے استعمال کے متعلق ہے۔

9.4 بین الشعبہ جاتی ریسرچ (Interdisciplinary Research)

پیچیدہ مسائل اور دورِ حاضر کی مشکلات سے نمٹنے نیز جدت کے فروغ کے لیے سائنس کی اشتراکِ عمل اور بین الشعبہ جاتی خاصیت نہایت ضروری ہے۔ سائنسدان اشتراک سے کام کرنے اور ایک دوسرے کے علم سے استفادہ کر کے مزید اہم کامیابیاں حاصل کر سکتے ہیں اور ہمارے اردگرد کی فطرتی اور طبیعی دنیا کو بڑی گہرائی تک سمجھنے میں بہتر کردار ادا کر سکتے ہیں۔ اس سے ہمیں ٹیکنالوجی، صحت کی دیکھ بھال، ماحولیاتی مسائل اور بہت سے دوسرے معاملات میں ترقی کے لیے کوششوں میں مدد ملتی ہے۔ ہمیں اشتراکِ عمل کے ثمرات کی اس لیے بھی ضرورت ہے کہ:

(i) پیچیدہ مسائل کے حل کے لیے مختلف شعبوں کے ماہرین درکار ہوتے ہیں:

بہت سے پریشان کن مسائل، مثلاً آب و ہوا کی تبدیلی، بیماریاں کی روک تھام اور علاج معالجہ، انرجی کے دیرپا حل مختلف نوعیت کے حامل ہیں۔ کسی ایک شعبہ کے لیے ان سے بہتر طور پر عُہدہ برآ ہونا بہت مشکل ہے۔ مثال کے طور پر آب و ہوا کی تبدیلی کو سمجھنے اور اس کے اثرات کو کم کرنے کے لیے موسمیات، بحریات، فزکس، کیمسٹری، بیالوجیکل اور ماحولیاتی سائنسز کے علوم ضروری ہیں۔ اسی طرح صحت کی دیکھ بھال کے مسائل جیسے کہ کچھ عرصہ پہلے کووڈ (COVID) کی وباء پھیلنے پر بیالوجی، کیمسٹری، فزکس، میڈیکل ٹیکنالوجیز اور ڈیٹا سائنس کے ماہرین کی مشترکہ کوششوں سے اس کا مقابلہ کیا گیا۔

(ii) بین الشعبہ جاتی کا عمل جدت کو فروغ دیتا ہے:

مختلف نقطہ ہائے نظر اور طریق کار کا اشتراک غیر معمولی حل دریافت کر لیتا ہے۔ یہ تصور نرالی سوچ اور کامیابیوں کی طرف لے جا سکتا ہے۔ جو کہ اکیلے اکیلے کام کرنے سے نہیں ملتیں۔ اس کی مثال نینوٹیکنالوجی ہے۔ جس کا منفرد استعمال میڈیکل، انرجی اور الیکٹرونکس میں ہوتا ہے۔ یہ ٹیکنالوجی، فزکس، کیمسٹری، مٹیریل سائنس اور انجینئرنگ کی مشترکہ کاوش کا نتیجہ ہے جس میں نینوسکیل پر مٹیریلز اور آلات تیار کیے جاتے ہیں۔ ایک اور میدان مصنوعی ذہانت (Artificial Intelligence) ہے جو کمپیوٹر سائنس، حسابی منطق، نیوروسائنس وغیرہ کی ترقی میں بڑی اہم پیش رفت ہے۔ ان میدانوں میں اشتراک عمل نے ذہانت کے سسٹمز اور ان کے اطلاقات کی ترقی میں اضافہ کیا ہے۔

(iii) دُنیا بھر میں علم اور معلومات کا تیز ترین تبادلہ:

(Rapid Sharing of knowledge and Information Across the Globe)

دنیا بھر میں تبادلہ خیالات اور حصول علم کے اشتراک عمل نے سائنس میں پیش رفت کو بہت تیز کر دیا ہے۔ آن لائن انٹرنیٹ پر معلومات کا تبادلہ، کانفرنسز اور ورک شاپس نے ایسا پلیٹ فارم مہیا کر دیا ہے جہاں پر مختلف شعبوں میں ریسرچ کے نتائج یکجا کیے جا سکیں تاکہ لوگ اپنی تازہ ترین دریافتیں، بحث ومباحثہ اور نئے اُفق کی تلاش کے لیے دماغ ریزی کا اظہار کر سکیں۔ مشترکہ ریسرچ پراجیکٹس اور ریسرچ پیپرز (رسائل) بھی اشتراک عمل کے ساتھ ریسرچ کے ذرائع ہیں۔ بین الشعبہ جاتی ریسرچ اور اشتراک عمل مختلف نکتہ ہائے نظر مثلاً ماحول اور خلائی تحقیق پر باہم مشاورت سے مشکل مسائل کی زیادہ جامع جانکاری کی طرف راہنمائی کرتے ہیں۔

9.5 سائنسی طریقہ کار (Scientific Method)

سائنسی طریقہ کار ایک منظم طریقہ ہے جو حقیقت کی تلاش، قدرتی اور طبعی دنیا کے مسائل کے حل کے لیے اختیار کیا جاتا ہے۔ یہ درج ذیل مراحل پر مشتمل ہوتا ہے:

1- کسی مسئلے یا معاملے کی شناخت یا پہچان۔

2- اس کے مختلف پہلوؤں کے متعلق مشاہدے کے ذریعہ معلومات اکٹھی کرنا۔

3- اس کی توسیع کے لیے قیاس آرائی یا مفروضہ قائم کرنا۔

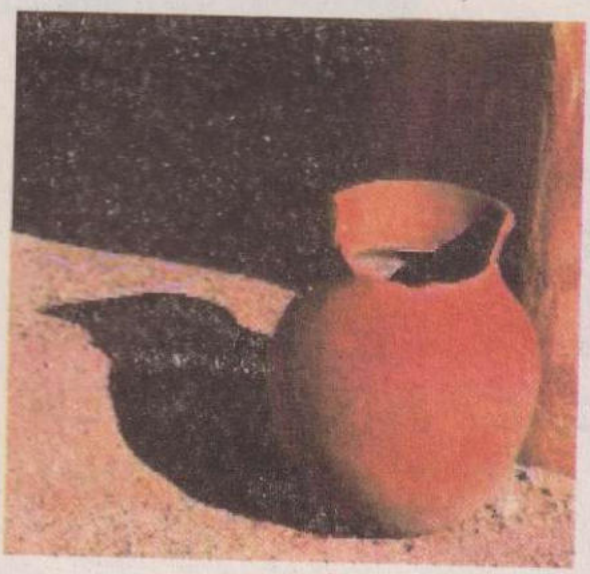
4- اس مفروضہ کی تصدیق کے لیے تجربہ کرنا یا ثبوت اکٹھے کرنا۔

5- حاصل کردہ ڈیٹا کو ترتیب میں لانا، ممکنہ گراف کھینچنا اور ان کا تجزیہ کر کے کوئی نتیجہ اخذ کر کے نظریہ قائم کرنا۔

6- نظریے کا اطلاق کرتے ہوئے اسی طرح کے دوسرے ملتے جلتے معاملات و مسائل کی بار بار تصدیق کر کے اسے ایک قانون کی شکل دینا۔

چند مراحل کی مزید وضاحت درج ذیل ہے:

1- مشاہدہ (Observation)



شکل 9.1

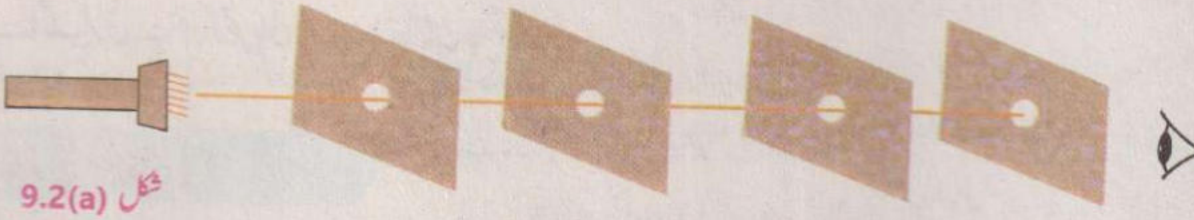
سائنسی طریقہ کار میں پہلا مرحلہ قدرت کے مظاہرے کا بغور مطالعہ کرنا ہے یعنی ان مظاہر کے متعلق اعداد و شمار اکٹھے کرنا۔ یہ اعداد و شمار عمومی مشاہدات سے حاصل کیے جاتے ہیں یا انھیں مختلف تجربات کے نتائج سے اکٹھا کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً ہمارا روزمرہ کا مشاہدہ ہے کہ سورج یا لیمپ کی روشنی کے راستے میں غیر شفاف جسم کے آنے سے اس کا سایہ بن جاتا ہے (شکل 9.1)۔

2- مفروضہ (Hypothesis)

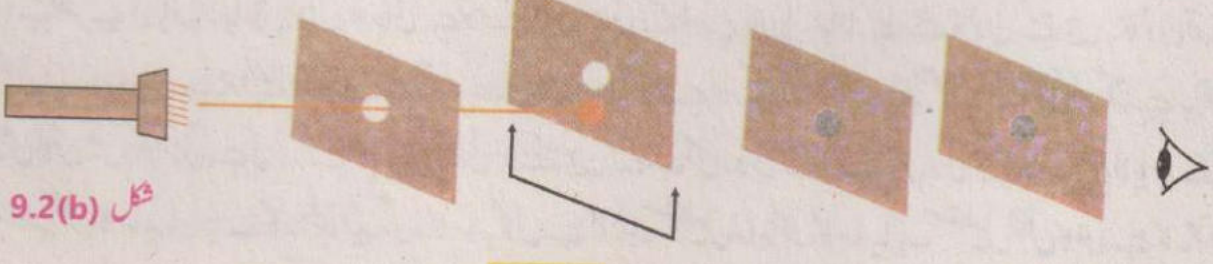
مشاہدات اور تجرباتی اعداد و شمار کے تجزیے سے ایک مفروضہ قائم کیا جا سکتا ہے۔ یہ مفروضہ اس لیے قائم کیا جاتا ہے تا کہ اس کے منطقی نتائج کو پرکھا جا سکے۔ یعنی فرض کیا جاتا ہے کہ مخصوص حالات میں قدرت ایک خاص طریقے سے عمل کرے گی۔ مثلاً اوپر والی مثال میں ہم یہ مفروضہ قائم کرتے ہیں کہ غیر شفاف چیزوں کے روشنی کے راستے میں آنے سے سائے اس لیے بنتے ہیں کہ روشنی سیدھی لائن میں چلتی ہے۔

3- تجربہ (Experiment)

تجربہ ایک ایسا منظم طریقہ ہے جس سے اس بات کی تصدیق کی جاتی ہے کہ مفروضہ درست ہے یا نہیں۔
اوپر دیے گئے مفروضے کو پرکھنے کے لیے ایک روشن ٹارچ کے سامنے چار کارڈ بورڈ میں سوراخ کر کے پہلے اس طرح رکھا جاتا ہے کہ ان کے سوراخ ایک ہی سیدھی لائن میں واقع ہوں۔ جب ہم آخری کارڈ بورڈ کے سوراخ میں سے دیکھتے ہیں تو ہمیں روشن ٹارچ نظر آتی ہے (شکل 9.2-a)۔ اب کارڈز کی پوزیشن بدل کر اس طرح دیکھیں کہ سارے کارڈ کے سوراخ ایک سیدھی لائن میں نہ ہوں۔ اب آخری کارڈ میں سے دیکھنے پر ہمیں ٹارچ نظر نہیں آئے گی (شکل 9.2-b)۔ پس تجربے سے ثابت ہوا کہ روشنی سیدھی لائن میں سفر کرتی ہے۔

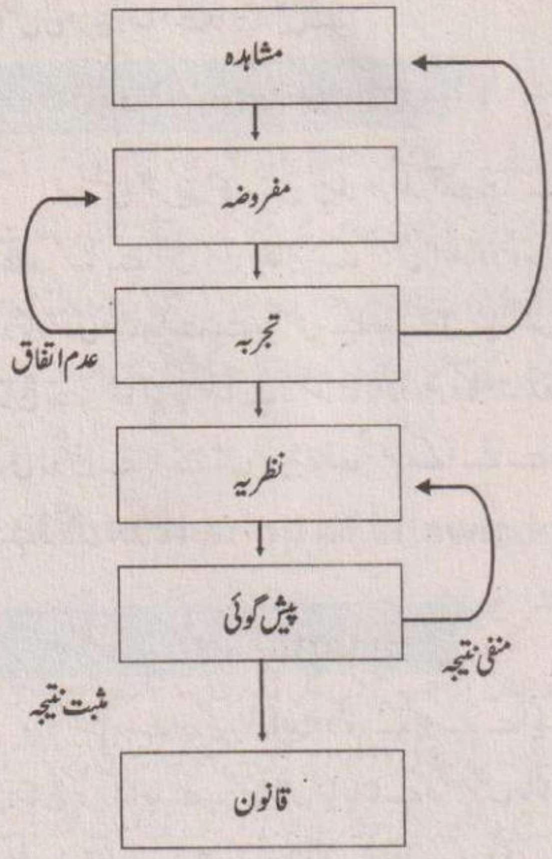


شکل 9.2(a)



شکل 9.2(b)

-4 نظریہ (Theory)

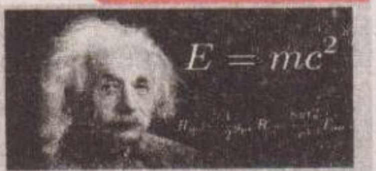


جب تجربے کی کامیابی کے ساتھ مفروضہ کی توثیق ہو جاتی ہے تو یہ مفروضہ قدرت کے کسی خاص پہلو کے سمجھنے کے لیے ایک نظریہ بن جاتا ہے، جیسا کہ دیے گئے تجربے سے اس مفروضہ کی تصدیق ہو جاتی ہے کہ روشنی سیدھی لائن میں سفر کرتی ہے۔ لہٰذا اب یہ مفروضہ نظریہ کہلائے گا۔ یہ دراصل کسی مسئلے یا قدرتی مظہر کے اسباب و اثرات کی ایک منطقی وضاحت ہے۔

-5 پیش گوئی (Prediction)

کسی نظریہ کے محتاط تجزیہ کے بعد قدرت کے بعض انجانے پہلوؤں کے متعلق پیش گوئی کی جا سکتی ہے اور اس پیش گوئی کو جانچنے کے لیے بار بار تجربے وضع کرنا پڑتے ہیں۔ اگر تجربات کے نتائج نظریے سے مطابقت نہیں رکھتے تو نظریہ کو تبدیل یا رَد کر دیا جاتا ہے۔

آپ کی اطلاع کے لیے



بیسوی صدی میں عظیم سائنسدان البرٹ آئن سٹائن نے ثابت کیا کہ ماس اور انرجی کے دو تصورات دراصل ایک ہی تصور کی دو شکلیں ہیں یہ ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکتے ہیں۔ آئن سٹائن کے اس نظریے نے یونیورس کے متعلق انسانی تصور کو بدل کر رکھ دیا۔

-6 قابلِ تردیدیت (Falisfiability)

یہ تصور خاص طور پر متعارف کرایا گیا ہے جو یہ تجویز کرتا ہے کہ کسی نظریے کو سائنسی تبھی سمجھا جا سکتا ہے جب وہ ایسی پیش گوئی بھی کر سکے جنھیں جانچا یا پرکھا جا سکے اور ممکنہ طور پر غلط ثابت کیا جا سکے۔ قابلِ تردیدیت کی شرط اس بات کو یقینی بناتی ہے کہ نظریات مبہم، غیر مخصوصی یا نا جانچنے والے دعوؤں پر مبنی نہ ہوں۔ یہ سائنسی نظریات کو جھوٹے یا جعلی عقائدے سے الگ کرتی ہے، جن کو تجرباتی طور پر جانچا نہیں جا سکتا۔

-7 قانون (Law)

جب نظریے کی بار بار جانچ پڑتال ہو جاتی ہے تو اسے ایک سچائی کے طور پر مان لیا جاتا ہے، جسے قانون کہتے ہیں۔ قانون قدرت کے عمل کے متعلق ایک ایسا بیان ہے جو پچھلے مشاہدات اور تجربات کی وضاحت کرتا ہے اور کچھ دیگر عوامل کے متعلق پیش گوئی کر سکتا ہے یہ نظریہ کہ روشنی سیدھی لائن میں سفر کرتی ہے کی رُو سے ہم یہ پیش گوئی کر سکتے ہیں کہ جب بھی روشنی کے راستے میں کوئی غیر شفاف جسم لایا جائے گا تو اس جسم کے مشابہ شکل کا سایہ بن جائے گا۔ مثلاً ایک گیند کا سایہ گول بنے گا جبکہ مستطیل نما بلاک کا سایہ ایک مستطیل شکل کا ہی بنے گا۔ مختلف

حالتوں میں نظریے کو پرکھنے کے بعد یہ نظریہ سائنس کا قانون بن جاتا ہے کہ روشنی سیدھی لائن میں سفر کرتی ہے۔ نظریہ یا قانون انسان کے وضع کردہ خیالات ہیں کہ کوئی چیز یا واقعہ کس طرح عمل پذیر ہوتا ہے۔ آئندہ ہونے والی سائنسی ترقی میں کچھ نئی حقیقتوں کے آشکار ہونے سے ان نظریات وقوانین میں مناسب تبدیلی کی ضرورت پڑسکتی ہے یا انھیں رَد بھی کیا جاسکتا ہے۔

9.6 ٹیکنالوجیز اور انجینئرنگ کی سائنسی بنیاد (Scientific Base of Technologies and Engineering)

سائنس یا خاص طور پر فزکس ہر ایجاد میں مرکزی حیثیت کی وجہ سے ایک اہم کردار ادا کرتی ہے جس کی بنیاد فزکس کے اصول و قوانین ہیں۔ ٹیکنالوجی سائنسی علم کو طریقوں اور مہارتوں کے لیے استعمال کرنے سے تعلق رکھتی ہے۔ خواہ یہ مشینوں کی ٹیکنالوجی ہو یا معلومات کی ٹیکنالوجی کا سوفٹ ویئر پروگرام۔ مثال کے طور پر:

(i) آٹوموبائل ٹیکنالوجی کی بنیاد تھرموڈائنامکس (Thermodynamics) کے اُصول ہیں۔

(ii) ریڈار ٹیکنالوجی کی بنیاد الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی نشاندہی کرنا (Detection) اور رفلیکشن کے اصول ہیں۔

(iii) لیزر ٹیکنالوجی کی بنیاد اٹامک فزکس کے اصول ہیں۔ یہ بڑے پیمانے پر بیماریوں کی تشخیص اور علاج کے لیے دھات کاری (Metallurgy)، انڈسٹری، مواصلات اور خلائی تحقیقات میں استعمال ہوتی ہے۔

انجینئرنگ مختلف ٹیکنالوجیز اور سائنسی اصولوں کو بروئے کار لا کر بہت سے آلات، اوزار اور دیگر چیزوں کے بنانے کا عمل ہے جو خاص طور پر ہر قسم کی ضروریات زندگی کے لیے مدد فراہم کرتی ہیں۔ انجینئرز مختلف مصنوعات ڈیزائن کرتے وقت کئی عوامل مثلاً قیمت اور حفاظتی اقدامات کا بھی خیال رکھتے ہیں۔ ان کی درج ذیل مثالیں ہیں:

(i) ایک سول انجینئر پُل ڈیزائن کرتے وقت خیال رکھتا ہے کہ یہ تیز ہواؤں، زلزلوں، سخت موسمی حالات اور بھاری ٹریفک کا مقابلہ کر سکے۔

(ii) ایک سوفٹ ویئر انجینئر سمارٹ فون کے لیے ایپلیکیشنز (Applications) ڈیزائن کرتے وقت خیال رکھتا ہے کہ یہ صارف کے لیے آسانی کے ساتھ دوستانہ استعمال کی حامل ہوں۔

(iii) ایک ہوابازی کا انجینئر ایسا ہلکا میٹیریل استعمال کرنے کی کوشش کرتا ہے کہ ہوائی جہاز اپنی اُڑان کے دوران میں اچانک اور شدید خلل اندازی اور سخت موسمی حالات برداشت کر سکے۔

اگرچہ سائنس، ٹیکنالوجی اور انجینئرنگ کے میدان الگ الگ نظر آتے ہیں لیکن اکثر اکٹھے کام کرتے ہیں۔ سائنسی دریافتیں نئی ٹیکنالوجیز کی طرف راہنمائی کرتی ہیں اور انجینئرز ہماری سہولتوں اور آرام کے لیے سائنسی علوم پر انحصار کرتے ہیں۔ یہ لوگوں کے زندگی گزارنے کے انداز اور ہماری سوچ کو بدلنے میں بہت موثر کردار ادا کرتے ہیں۔

اہم نکات

- سائنس مظاہر فطرت اور واقعات کا ایک مجموعی علم ہے۔
- فزکس سائنس کی ایک بنیادی شاخ ہے جو مادہ، انرجی، پوزیشن، وقت اور ان کے باہمی تعلق کا علم ہے۔
- فزکس کے بہت سے ذیلی شعبے ہیں جنھیں اس کی شاخیں کہا جاتا ہے۔ مثلاً میکینکس، حرارت، بصریات اور الیکٹرو میگنیٹزم وغیرہ۔
- فزکس کی بین التجزیاتی خاصیت فزکس کا سائنس کے دیگر شعبوں کے ساتھ انضمام اور باہمی عمل سے تعلق رکھتی ہے۔ ان میں سے چند ایک بائیوفزکس، آسٹروفزکس، جیوفزکس، موسمیاتی کی فزکس اور حسابی فزکس ہیں۔
- سائنسی طریقہ کار کسی فطری مظاہرہ یا واقعہ کی حقیقت دریافت کرنے کا ایک خصوصی اور منظم طریقہ ہے۔ اس کے مراحل میں مشاہدہ، مفروضہ، تجربہ، تھیوری، پیش گوئی اور قانون شامل ہیں۔
- سائنسی علوم میں ترقی کی پیش رفت اور مختلف ٹیکنالوجیز اور انجینئرنگ کے ذریعے اس کے اطلاق نے انسان کے نکتہ نظر کو تبدیل کر کے رکھ دیا ہے اور ہماری زندگیوں کو آسان اور آرام دہ بنا دیا ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

9.1 فزکس برانچ ہے:

(الف) سوشل سائنس کی　(ب) لائف سائنس کی

(ج) فزیکل سائنس کی　(د) بیالوجیکل سائنس کی

9.2 سائنس کی کون سی برانچ ٹیکنالوجی اور انجینئرنگ میں اہم کردار ادا کرتی ہے؟

(الف) بیالوجی　(ب) کیمسٹری　(ج) جیالوجی　(د) فزکس

9.3 آٹوموبائل ٹیکنالوجی کی بنیاد ہے:

(الف) صوتیات پر　(ب) الیکٹرومیگنیٹزم پر　(ج) بصریات پر　(د) تھرموڈائنامکس پر

9.4 سمارٹ فون کی صارف سے دوستانہ ایپلیکیشن ہے

(الف) لیزر ٹیکنالوجی　(ب) انفارمیشن ٹیکنالوجی　(ج) میڈیکل ٹیکنالوجی　(د) الیکٹرونک ٹیکنالوجی

9.5 ریفریجیریشن اور ائیر کنڈیشننگ کا تعلق ہے:

(الف) الیکٹرومیگنیٹزم سے　(ب) میکینکس سے　(ج) موسمیاتی سائنس سے　(د) تھرموڈائنامکس سے

9.6 سائنسی طریقہ کار کی آخری سچائی کیا ہے؟

(الف) مفروضہ　(ب) تجربہ　(ج) تھیوری　(د) قانون

9.7 یہ بیان کہ ''اگر میں اس ٹیسٹ کے لیے تیاری (مطالعہ) نہیں کرتا تو مجھے اچھا گریڈ نہیں ملے گا'' کس کی مثال ہے؟
(الف) تھیوری (ب) مشاہدہ (ج) پیش گوئی (د) قانون

9.8 مندرجہ ذیل میں سے کون سا جانچ پڑتال کے طریقوں سے متعلق ہے؟
(الف) مشاہدہ (ب) تجربہ (ج) ریسرچ (د) یہ تمام

9.9 ایک مفروضہ:
(الف) جانچے جانے یا نہ جانچے جانے کے لیے ہوتا ہے (ب) ثبوت کی بنیاد پر ہوتا ہے
(ج) کسی سوال کا ممکنہ جواب ہوتا ہے (د) یہ تمام

9.10 ایک منظم ڈیٹا کا گراف مثال ہے:
(الف) ڈیٹا جمع کرنے کی (ب) مفروضہ قائم کرنے کی (ج) سوال پوچھنے کی (د) ڈیٹا کا تجزیہ کرنے کی

9.11 ایک دروازے کا رنگ براؤن ہے۔ یہ مثال سمجھا جاتا ہے:
(الف) مشاہدہ کی (ب) مفروضہ کی (ج) پیش گوئی کی (د) قانون کی

2 مختصر جوابات کے سوالات

9.1 اپنے الفاظ میں بیان کریں کہ سائنس کیا ہے؟ اس کے دو بنیادی گروپوں کے نام لکھیں۔

9.2 فزکس کیا ہے؟ اس کی چند شاخوں کے نام لکھیں۔

9.3 بین الشعبہ جاتی فیلڈز سے کیا مراد ہے؟

9.4 سائنسی طریقہ کار کے بنیادی مراحل کی لسٹ تیار کریں۔

9.5 مفروضہ کیا ہوتا ہے؟ کوئی ایک مثال پیش کریں۔

9.6 تھیوری اور قانون میں فرق بتائیں۔

9.7 لیزر ٹیکنالوجی کی بنیاد کیا ہے؟

9.8 قابل تردیدیت ہونے کا تصور کیا ہے؟ یہ کیسے اہم ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

9.1 کیا سائنس کی تھیوری ایک حتمی سچائی ہوتی ہے؟ مختصراً بیان کریں۔

9.2 کیا آپ سمجھتے ہیں کہ موجودہ فطرتی قوانین کو مستقبل میں تبدیلی کی ضرورت ہے؟ مختصراً بیان کریں۔

9.3 تین ایسے کام بیان کریں جن میں سائنس کا استعمال ہوتا ہو۔

9.4 کسی تھیوری کو کب مسترد کیا جاتا ہے یا اس میں ترمیم کی جاتی ہے؟

9.5 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ ''یہ سائنٹیفک تھیوری نہیں ہے کہ اگر کسی تھیوری کو درست ثابت کیا گیا ہے تو اسے غلط ثابت نہیں کیا جا سکے گا''۔

9.6 مسلمہ حقیقتوں کے متعلق نئے نظریات پیش ہونے پر عمومی ردِعمل کیا رہا ہے؟

9.7 اگر کسی مفروضہ کو جانچا نہ جا سکے تو کیا وہ مفروضہ غلط ہے؟ وضاحت کریں۔

9.8 وضاحت کریں کہ کیسے ایک مختصر ڈیٹا یہ تو ثابت نہیں کر سکتا کہ کوئی پیش گوئی ہمیشہ درست ہوگی لیکن یہ ثابت کر سکتا ہے کہ یہ ہمیشہ درست نہیں ہوگی۔

9.9 تجربہ اور مفروضہ کے درمیان کیا تعلق ہے؟

9.10 وضاحت کریں کہ پیچیدہ مسائل کے حل کے لیے بین الشعبہ جاتی ریسرچ اور اشتراکِ عمل کیوں ضروری ہے۔

4 تفصیلی سوالات

9.1 فزکس کی بڑی شاخیں کون سی ہیں؟ مختصر طور پر بیان کریں۔

9.2 فزکس کے بین الشعبہ جاتی فیلڈز سے کیا مراد ہے؟ اس کی تین مثالیں پیش کریں۔

9.3 سائنسی طریقہ کار کیا ہوتا ہے؟ مثالوں کے ساتھ اس کے اہم مرحلے بیان کریں۔

9.4 سائنس، ٹیکنالوجی اور انجینئرنگ کی اصطلاحات میں فرق مثالوں سے واضح کریں۔

9.5 روزمرہ زندگی میں فزکس کا دائرہ کار کیا ہے؟ کچھ مثالیں پیش کریں۔