بِسۡمِ اللّٰہِ الرَّحۡمٰنِ الرَّحِیۡمِ

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

فزکس 10

(ٹیک)

PECTAA

Transformation, Innovation and Excellence

پنجاب ایجوکیشن، کریکولم، ٹریننگ اینڈ اسسمنٹ اتھارٹی

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

تمام حقوق PECTAA، لاہور کے پاس محفوظ ہیں۔

اس درسی کتاب کا کوئی بھی حصہ ٹیسٹ پیپرز، گائیڈ بکس، کلیدی نکات (Keynotes) اور معاون کتب کی تیاری کے لیے نقل، ترجمہ، دوبارہ شائع یا استعمال نہیں کیا جاسکتا۔

مصنفین

- **ڈاکٹر محسن رفیق**
  پی ایچ ڈی (فزکس)، ہان ینگ یونیورسٹی، جنوبی کوریا
  اسسٹنٹ پروفیسر، سینٹر فار ایڈوانس سٹڈیز اِن فزکس،
  گورنمنٹ کالج یونیورسٹی، لاہور

- **ڈاکٹر نوید افضل**
  پی ایچ ڈی (فزکس)، یونیورسٹی سائنس ملائیشیا
  ایسوسی ایٹ پروفیسر، سینٹر فار ایڈوانس سٹڈیز اِن فزکس
  گورنمنٹ کالج یونیورسٹی، لاہور

ایڈیٹر

- غلام اللہ (ایم فل فزکس)

ایکسٹرنل ریویو کمیٹی

- محمد علی شاہد
- فیصل محمود
- عبدالخالق بھٹی
- ڈاکٹر اریبہ صالح

سپیشل جانچ کمیٹی

- ڈاکٹر مرید حسین
- بابر ظہیر
- حافظ حامد رضا

سپیشل ریویو کمیٹی

- فیصل محمود
- عبدالخالق بھٹی
- ڈاکٹر اریبہ صالح

تجرباتی ایڈیشن

کوآرڈینیٹر	عبدالروف زاہد
ڈائریکٹر (کریکولم اینڈ کمپلائنس)	عامر ریاض
ڈپٹی ڈائریکٹر (کمپلائنس سائنسز)	سید صغیر الحسنین ترمذی
انچارج (آرٹ سیل)	مسمات عائشہ صادق
لے آوٹ اینڈ ڈیزائننگ	منیر احمد خالد
تیار کردہ	ملک سراج الدین اینڈ سنز، 48/C، لوئر مال، لاہور
کمپوزر	خبیب اقبال (ایم فل فزکس)، محمد کاشف اقبال (بی ایس (آنرز) فزکس)

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

فہرست مضامین

صفحہ نمبر	عنوان	باب
1	تھرمل فزکس	10
12	انتقال تھرمل انرجی	11
23	ویوز	12
31	ساؤنڈ	13
44	روشنی	14
56	الیکٹروسٹیٹکس	15
65	الیکٹریسٹی	16
81	الیکٹرومیگنیٹیز م	17
88	الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن	18
97	نیوکلیئر فزکس	19
i-iv	پیئرنگ سکیم/امتحانی پیپر تیار کرنے کے لیے ہدایات اور ماڈل پیپر	•

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 10

تھرمل فزکس

(THERMAL PHYSICS)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

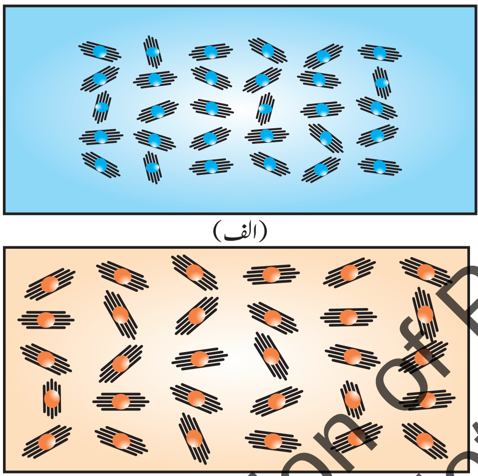
اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- ٹھوس اجسام کے حرارتی پھیلاؤ کو کیفیاتی طور پر بیان کریں، جس میں طولی پھیلاؤ اور والیوم میں پھیلاؤ دونوں شامل ہیں
- مائع کا حرارتی پھیلاؤ (حقیقی اور ظاہری پھیلاؤ) اور گیسز کے حرارتی پھیلاؤ کی وضاحت کریں
- گیس میں پریشر اور پریشر میں تبدیلی کو پارٹیکلز کے لحاظ سے بیان کرسکیں، یعنی وہ فورس جو پارٹیکلز کی سطح سے ٹکرانے کے نتیجے میں فی یونٹ ایریا پر پیدا ہوتی ہے
- ٹھوس اور مائع کی حرارت مخصوصہ کی تعریف کرسکیں اور اس کی قیمت معلوم کرسکیں
- پانی کی زیادہ مخصوص حرارتی گنجائش کی وجہ سے پیدا ہونے والے روزمرّہ اثرات کی وضاحت کرسکیں
- برف اور پانی کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت اور ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کی تعریف کرسکیں اور یہ بتاسکیں کہ انہیں تجرباتی طور پر کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے، بشمول ٹمپریچر - ٹائم گراف کی وضاحت کے

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

حرارت اور ٹمپریچر ہماری روزمرّہ زندگی میں نہایت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ سورج کی حرارت محسوس کرنے سے لے کر گرم دن میں ٹھنڈا مشروب پینے تک، ہر جگہ تھرمل فزکس کے بنیادی اصول کارفرما ہوتے ہیں۔ تھرمل فزکس ہمیں یہ سمجھنے میں مدد دیتی ہے کہ حرارت کس طرح اجسام کے درمیان منتقل ہوتی ہے، اجسام کا ٹمپریچر کیسے بڑھتا یا گھٹتا ہے اور حرارتی انرجی ایک جسم سے دوسرے جسم تک کیسے پہنچتی ہے۔ فزکس کی یہ شاخ ٹمپریچر، انتقالِ تھرمل انرجی، مخصوص حرارتی گنجائش، مخفی حرارت اور بوائلنگ جیسے اہم تصورات کی سائنسی بنیادیں فراہم کرتی ہے۔ تھرمل فزکس نہ صرف ہماری روزمرّہ زندگی سے تعلق رکھتی ہے بلکہ یہ سائنس دانوں کو خلاء کی کھوج، مؤثر انرجی سسٹمز اور جدید ٹیکنالوجی کو بہتر بنانے میں بھی مدد دیتی ہے۔

10.1 حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion)



شکل 10.1: کسی جسم کے مالیکیولز کی حرکت (الف) کم ٹمپریچر پر کم ایمپلی ٹیوڈ (ب) زیادہ ٹمپریچر پر زیادہ ایمپلی ٹیوڈ

حرارتی پھیلاؤ کسی جسم کی لمبائی، ایریا یا والیوم میں وہ اضافہ ہے جو اسے حرارت دینے پر پیدا ہوتا ہے۔ جیسے ہی مادّے کا ٹمپریچر بڑھتا ہے، اس کے مالیکیولز کائی نیٹک انرجی حاصل کرتے ہیں، جس کے باعث وہ تیزی سے حرکت کرتے ہیں اور ایک دوسرے سے دور ہٹ گئے ہیں۔ یوں جسم پھیل جاتا ہے، جیسا کہ شکل 10.1(ب) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے برعکس جب مادّہ ٹھنڈا ہوتا ہے تو مالیکیولز انرجی کھو دیتے ہیں اور قریب آ جاتے ہیں، جس سے مادّے میں سکڑاؤ پیدا ہوتا ہے۔ (شکل 10.1-الف)۔ اس عمل کو حرارتی سکڑاؤ کہا جاتا ہے۔

ٹھوس اجسام میں حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion in Solids)

جب ٹھوس اجسام کو حرارت دی جاتی ہے تو وہ پھیلتے ہیں اور یہ پھیلاؤ ایک وسیع ٹمپریچر تک قریباً مستقل رہتا ہے۔ ٹمپریچر میں تبدیلی سے ٹھوس کی لمبائی یا والیوم میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ اگر ٹھوس جسم کی لمبائی حرارت دینے سے تبدیل ہو جائے تو اسے طولی حرارتی پھیلاؤ کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر شکل 10.2 میں دکھائی گئی میٹل کی سلاخ کی ابتدائی لمبائی L_o کو ٹمپریچر T_o تک گرم کیا جائے تو وہ پھیلنے لگتی ہے۔ جب میٹل کی سلاخ کو حرارت دے کر اس کا ٹمپریچر T تک بڑھا دیا جائے تو اس کی نئی لمبائی L ہو جاتی ہے۔ لہٰذا سلاخ کی لمبائی میں اضافہ یوں ہوگا:

$$\Delta L = L - L_o$$

اور ٹمپریچر میں اضافہ یوں ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\Delta T = T - T_o$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ٹھوس جسم کی لمبائی میں تبدیلی اس کی ابتدائی لمبائی اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے براہِ راست متناسب ہوتی ہے۔ یعنی:

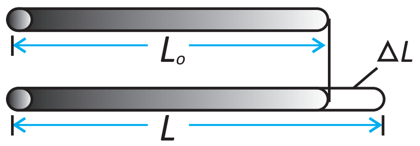
$$\Delta L \propto L_o \Delta T$$

یا
$$\Delta L = \alpha L_o \Delta T$$

یا
$$\alpha = \Delta L / (L_o \Delta T)$$

یا
$$L - L_o = \alpha L_o \Delta T$$

یا
$$L = L_o (1 + \alpha \Delta T) \quad \text{.........}(10.1)$$



شکل 10.2: میٹل کی سلاخ میں طولی پھیلاؤ

یہاں α کسی میٹیریل کے طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ **(Coefficient)** ہے۔ ٹھوس جسم کا والیوم بھی ٹمپریچر بڑھنے پر بڑھ جاتا ہے۔ اسے والیوم کا تھرمل پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔ فرض کریں کہ کسی ٹھوس کا ابتدائی والیوم V_o اور اس کا ٹمپریچر T_o ہے۔ جب اسے نئے ٹمپریچر T تک گرم کیا جاتا ہے تو اس کا نیا والیوم یوں ہو گا:

$$\Delta V = V - V_o$$

اور ٹمپریچر میں اضافہ ہو گا:

$$\Delta T = T - T_o$$

طولی پھیلاؤ کی طرح والیوم میں پھیلاؤ بھی ابتدائی والیوم اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے براہ راست متناسب ہوتا ہے۔ یعنی:

$$\Delta V \propto V_o \Delta T$$

یا
$$\Delta V = \beta V_o \Delta T$$

یا
$$V - V_o = \beta V_o \Delta T$$

$$V = V_o (1 + \beta \Delta T) \text{.........} (10.2)$$

ٹیبل 10.1: مختلف ٹھوس میٹیریلز کے طولی پھیلاؤ کے کوایفی شینٹس

میٹیریلز	α (K^{-1})
ایلومینیم	2.4×10^{-5}
پیتل	1.9×10^{-5}
کاپر	1.7×10^{-5}
سٹیل	1.2×10^{-5}
سلور (چاندی)	1.93×10^{-5}
سونا (گولڈ)	1.3×10^{-5}
پلاٹینم	8.6×10^{-5}
ٹنگسٹن	0.4×10^{-5}
گلاس (پائرکس)	0.4×10^{-5}
گلاس (عام)	0.9×10^{-5}
کنکریٹ	1.2×10^{-5}

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

یہاں β کسی جسم کے والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ ہے، جو یہ بتاتا ہے کہ کوئی ٹھوس جسم ٹمپریچر بڑھنے پر کتنی مقدار میں پھیلتا ہے۔

مختلف ٹھوس میٹریلز کے β کی قیمتیں مختلف ہوتی ہیں، یعنی کچھ زیادہ اور کچھ کم پھیلتے ہیں۔

حسابی طور پر یوں لکھ سکتے ہیں:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_o \Delta T}$$

ٹھوس میٹریلز میں ایٹم ایک منظّم اور خاص ترتیب میں جڑے ہوتے ہیں۔ ٹمپریچر بڑھنے پر ایٹم زیادہ وائبریٹ کرتے ہیں اور اپنے قریبی ایٹموں پر زیادہ دباؤ ڈالتے ہیں۔ چونکہ ایٹم اندر کی طرف نہیں جاسکتے، اس لیے ٹھوس میٹریل باہر کی طرف پھیلنے لگتا ہے۔

مائعات کا حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion in Liquids)

جب کسی مائع کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کا والیوم بڑھ جاتا ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ تھرمل انرجی مائع کے مالیکیولز کو تیز رفتار بنا دیتی ہے، جس کے باعث وہ ایک دوسرے سے دور ہو جاتے ہیں اور زیادہ جگہ گھیرتے ہیں۔ ٹھوس اجسام کے برعکس، جن کی ایک خاص شکل ہوتی ہے اور وہ محدود حد تک پھیل سکتے ہیں، مائعات کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی، اس لیے وہ ٹمپریچر بڑھنے پر ہر سمت میں آزادانہ طور پر پھیلتے ہیں۔

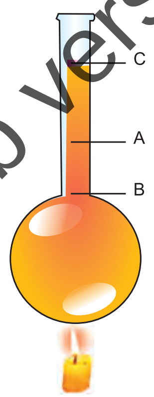
کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کا انحصار اس کے مخصوص والیوم میں پھیلاؤ کے کوایفی شینٹ پر ہوتا ہے، جو ہر میٹریل کے لیے منفرد ہوتا ہے۔

والیوم میں پھیلاؤ کو درج ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T \quad ....(10.3)$$

جہاں پر: والیوم میں تبدیلی = ΔV ؛ والیوم میں پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ = β

ابتدائی والیوم = V_0 ؛ ٹمپریچر میں تبدیلی = ΔT



شکل 10.3: مائع کا حرارتی پھیلاؤ

مائع کے حرارتی پھیلاؤ کی ایک عام مثال فلاسک میں رکھی ہوئی مائع کا پھیلاؤ ہے (شکل 10.3)۔ جب فلاسک کو گرم کیا جاتا ہے تو شیشے سے بنی ہوئی فلاسک پہلے خود پھیلتی ہے، جس سے مائع کی سطح A سے B تک کم ہو جاتی ہے، جسے فلاسک کا پھیلاؤ (AB) کہتے ہیں۔ جیسے جیسے مائع مزید گرم ہوتا ہے، وہ پھیلتا ہے

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

اوراس کی سطح B سے C تک اوپر اٹھتی ہے، اسے حقیقی پھیلاؤ (BC) کہتے ہیں۔ جبکہ (AC) ظاہری پھیلاؤ ہے۔ یاد رکھیں کہ حقیقی پھیلاؤ ہمیشہ ظاہری پھیلاؤ سے زیادہ ہوتا ہے۔

BC = AC + AB

دلچسپ معلومات

مائعات کی کوئی مستقل شکل نہیں ہوتی، اس لیے وہ ٹھوس اجسام کے مقابلے میں زیادہ آسانی سے پھیلتے ہیں۔ اس وجہ سے ہمیں پانی کی بوتل کو کبھی بھی اوپر تک بھر کر فریج میں نہیں رکھنا چاہیے، ورنہ جمنے کے دوران اس کے پھٹنے کا امکان ہوتا ہے۔

گیسز میں حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion in Gases)

جب کسی گیس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے تو اس کا والیوم بھی بڑھ جاتا ہے، بشرطیکہ پریشر مستقل رہے۔ اسی کو گیس کا حرارتی پھیلاؤ کہا جاتا ہے۔ جیسے ہی گیس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے، گیس کے پارٹیکلز کی کائی نیٹک انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے، جس کے باعث وہ زیادہ تیزی سے حرکت کرتے ہیں، ایک دوسرے سے ٹکراتے ہیں اور برتن کی دیواروں پر زیادہ دباؤ ڈالتے ہیں۔

اگر گیس کو ایسے برتن میں رکھا جائے جو سخت ہو اور اپنی شکل نہ بدل سکے تو پارٹیکلز کے بڑھتے ہوئے ٹکراؤ کی سپیڈ پریشر میں اضافے کا باعث بنتی ہے۔ لیکن اگر برتن نرم یا لچکدار ہو، تو وہ پھیل سکتا ہے، جس کے باعث والیوم بڑھ جاتا ہے اور پریشر مستقل رہتا ہے ۔ یہ چارلس کے قانون کے مطابق ہے کہ مستقل پریشر پر گیس کا والیوم اس کے ٹمپریچر کے براہِ راست متناسب ہوتا ہے۔

شکل 10.4: غبارے میں گیس کا حرارتی پھیلاؤ (الف) گرم کرنے سے پہلے (ب) گرم کرنے کے بعد

گیسز کا پھیلاؤ روزمرّہ زندگی اور صنعتوں میں نہایت اہم کردار ادا کرتا ہے۔ مثال کے طور پر، گرم ہوا کے غبارے میں جب اندر کی ہوا کو حرارت دی جاتی ہے تو وہ پھیل کر ہلکی ہو جاتی ہے اور غبارہ اوپر اٹھنے لگتا ہے، جیسا کہ شکل 10.4 میں دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح کار کے انجن میں ایندھن کے جلنے سے گرم گیسز پیدا ہوتی ہیں، جو تیزی سے پھیل کر پسٹن کو دھکیلتی ہیں اور گاڑی کو حرکت میں لاتی ہیں۔ موسمی حالات میں گرم ہوا اوپر اٹھتی ہے اور پھیلنے کے باعث ہوا کے پریشر میں تبدیلی پیدا کرتی ہے جس کے نتیجے میں ہوائیں اور موسم کی تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔ اگرچہ گیس کا پھیلنا کئی صورتوں میں فائدہ مند ہے، لیکن غیر قابو شدہ پھیلاؤ خطرناک بھی ثابت ہو سکتا ہے۔ مثال کے طور پر، ایروسول کینز (Aerosol cans) اور گیس سلنڈرز زیادہ ٹمپریچر کے باعث ان کے اندر موجود گیس اپنی حد سے زیادہ پھیل کر دھماکے کا باعث بن سکتی ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

مثال 10.1 ایک میٹل کی سلاخ جس کی لمبائی 1.5 m ہے، اسے 30 °C سے 180 °C تک گرم کیا گیا ہے اور اس کی لمبائی میں 0.025 m کا اضافہ ہو جاتا ہے۔ طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ (α) معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

لمبائی میں تبدیلی $\Delta L = 0.025\ m$

ابتدائی لمبائی $L_o = 1.5\ m$

ٹمپریچر میں تبدیلی $\Delta T = 180\ °C - 30\ °C = 150\ °C \text{ or } 150\ K$

معلوم کرنا:

طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ $\alpha = ?$

طولی پھیلاؤ کا فارمولا ہے:

$$\Delta L = L_o\, \alpha\, \Delta T$$

فارمولا کو α کے لیے ترتیب دینے سے:

$$\alpha = \Delta L / (L_o\ \Delta T)$$

قیمتیں درج کرنے پر سے:

$$\alpha = 0.025\ m / (1.5\ m \times 150\ K)$$

$$\alpha = 0.025 / 225$$

$$\alpha = 1.11 \times 10^{-4}\ K^{-1}$$

10.2 مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity)

کسی میٹیریل کو حرارت دینے کے لیے درکار انرجی تین عوامل پر منحصر ہوتی ہے:

1۔ میٹیریل کا ماس (Mass of the material)

2۔ ٹمپریچر میں تبدیلی (Change of temperature)

3۔ میٹیریل کی نوعیت (Nature of the Material)

کچھ میٹیریل دوسرے میٹیریلز کے مقابلے میں حرارت زیادہ آسانی سے جذب کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر 1 kg پانی کا ٹمپریچر 1 °C بڑھانے کے مقابلے میں اتنی ہی مقدار سے 1 kg الکوحل کا ٹمپریچر بڑھانا آسان ہوتا ہے۔ اس تعلق کو درج ذیل فارمولا سے ظاہر کیا جاتا ہے:

$$Q = m\, c\, \Delta T \quad .... (10.4)$$

جہاں پر:

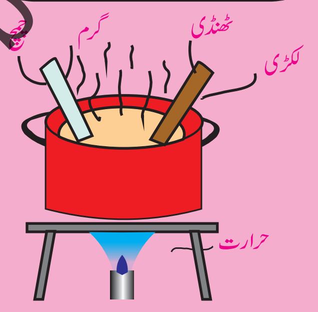
Q = تھرمل انرجی

m = میٹیریل کا ماس

ΔT = ٹمپریچر میں تبدیلی

c = حرارت مخصوصہ

آپ کی معلومات کے لیے



میٹل کم حرارت مخصوصہ کی وجہ سے جلدی گرم ہو جاتی ہے جبکہ لکڑی زیادہ حرارت مخصوصہ کی وجہ سے نسبتاً معمولی ٹمپریچر پر رہتی ہے اور زیادہ گرم محسوس نہیں ہوتی۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

حرارتِ مخصوصہ (c) حرارت کی وہ مقدار ہے جو 1 kg مادّے کا ٹمپریچر 1°C (یا 1 K) بڑھانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

حرارتِ مخصوصہ کا SI یونٹ $J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔

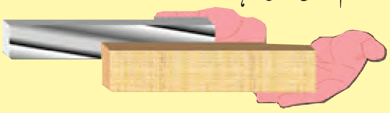
ٹھوس اجسام کی مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity of Solids)

ٹھوس کی مخصوص حرارتی گنجائش حرارت کی وہ مقدار ہے جو 1 kg ٹھوس کا ٹمپریچر 1°C بڑھانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ وہ میٹریلز جن کی مخصوص حرارت زیادہ ہوتی ہے، جیسے لکڑی اور ربڑ، ان کا ٹمپریچر بڑھانے کے لیے زیادہ حرارت درکار ہوتی ہے۔ اسی لیے انہیں کھانا پکانے والے برتنوں کے ہینڈلز اور حرارتی انسولیشن میں استعمال کیا جاتا ہے۔ دوسری طرف، سٹیل، تانبا اور کاپر جیسی دھاتوں کی حرارت مخصوصہ کم ہوتی ہے، یعنی یہ جلدی گرم اور جلدی ٹھنڈی ہو جاتی ہیں۔ اس وجہ سے انہیں کیتلیوں، ریڈی ایٹرز اور ہیٹ انجنز میں استعمال کیا جاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب میٹل اور لکڑی دونوں ایک ہی ٹمپریچر پر ہوں تو میٹل چھونے پر زیادہ ٹھنڈی کیوں محسوس ہوتی ہے؟

میٹل ایک کنڈکٹر ہے جبکہ لکڑی ایک انسولیٹر ہے۔ جب آپ میٹل کو چھوتے ہیں تو وہ آپ کے ہاتھ کی حرارت کو تیزی سے جذب کر لیتی ہے، اس لیے وہ زیادہ ٹھنڈی محسوس ہوتی ہے۔ لکڑی حرارت کو میٹل کی طرح نہیں جذب کرتی اس لیے وہ ہاتھ کو اتنی ٹھنڈی محسوس نہیں ہوگی، اور نسبتاً گرم محسوس ہوتی ہے۔



مائعات کی مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity of Liquids)

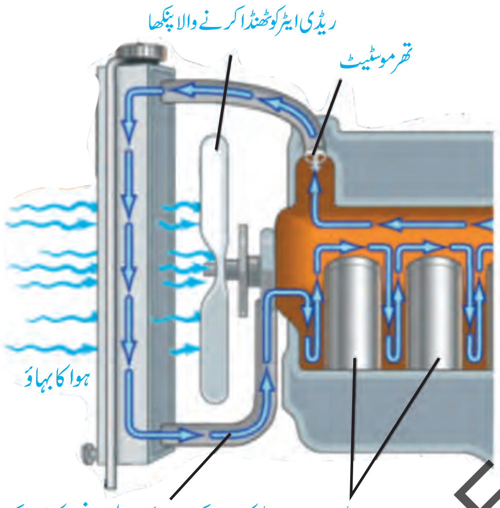
کسی مائع کی مخصوص حرارتی گنجائش حرارت کی وہ مقدار ہے جو 1 کلو گرام مائع کا ٹمپریچر 1°C یا 1 K بڑھانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ مختلف مائعات کی مخصوص حرارتی گنجائش ان کے مالیکیولز کی ساخت اور حرارت ذخیرہ کرنے کی صلاحیت پر منحصر ہوتی ہیں۔ اس سلسلے میں سب سے اہم مائع پانی ہے، جس کی مخصوص حرارتی گنجائش $4,200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پانی بہت زیادہ حرارت کو جذب کر سکتا ہے جبکہ اس کا ٹمپریچر بہت کم بڑھتا ہے۔ اسی خاصیت کی وجہ سے پانی کو کولنگ سسٹمز، ہیٹنگ سسٹمز اور ایک قدرتی ٹمپریچر برقرار رکھنے والے میٹیریل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ دوسرے مائع، جیسے الکوحل اور مرکری کی حرارتِ مخصوصہ کم ہوتی ہے، اس لیے وہ پانی کے مقابلے میں زیادہ جلدی گرم اور ٹھنڈے ہو جاتے ہیں۔

پانی کی بڑی حرارت مخصوصہ کی صلاحیت کے اثرات (Effects of Large Specific Heat Capacity of Water)

سمندر اور جھیلوں جیسے بڑے آبی ذخائر دن کے وقت حرارت جذب کر لیتے ہیں اور رات کے وقت اسے آہستہ آہستہ خارج کرتے ہیں۔ اس خصوصیت کے باعث ان علاقوں میں ٹمپریچر میں اچانک اور شدید تبدیلی نہیں ہوتی۔ اسی لیے ساحلی علاقوں کا موسم اندرونی علاقوں کے مقابلے میں قدرے معتدل ہوتا ہے۔ چونکہ پانی کی مخصوص حرارتی گنجائش $4,200\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے، جبکہ خشک مٹی کی مخصوص حرارتی گنجائش $810\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے، لہٰذا مٹی پانی کی نسبت پانچ گنا زیادہ تیزی سے گرم ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے زمین کا ٹمپریچر جلدی بڑھتا اور جلدی کم ہوتا ہے، جبکہ سمندری ٹمپریچر آہستہ آہستہ تبدیل ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ساحلی علاقوں میں موسم کے موسمی تغیرات اندرونی علاقوں کی نسبت کم شدید ہوتے ہیں۔ پانی کی زیادہ حرارت مخصوصہ اسے حرارت کو ذخیرہ کرنے اور منتقل کرنے کے لیے نہایت مفید بناتی ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

گاڑی کے انجن میں کولنگ سسٹم پانی کا استعمال کرتا ہے تاکہ انجن کے چلنے کے دوران پیدا ہونے والی حرارت کو جذب کر کے باہر منتقل کیا جا سکے۔ ایک پمپ پانی کو سلنڈرز کے گرد موجود جیکٹس میں گردش کرواتا ہے، جہاں سے وہ حرارت جذب کرتا ہے، جیسا کہ شکل 10.5 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گرم پانی تھرموسٹیٹ کے ذریعے بہتا ہے، جو پانی کی حرکت کو ٹمپریچر کے مطابق کنٹرول کرتا ہے۔ اگر پانی بہت گرم ہو جائے تو تھرموسٹیٹ اسے ریڈی ایٹر میں بھیج دیتا ہے۔ ریڈی ایٹر میں ایک فین باہر کی ٹھنڈی ہوا کو اندر کھینچتا ہے جو پانی کو ٹھنڈا کر دیتی ہے۔ ٹھنڈا ہونے کے بعد پانی دوبارہ انجن کی طرف لوٹتا ہے تاکہ وہ مزید حرارت جذب کر سکے، اور یہ چکر بار بار دہرایا جاتا ہے۔ کولنگ سسٹم میں پریشر ریلیز کیپ (Pressure release cap) یہ یقینی بناتی ہے کہ اضافی پریشر جمع ہونے کی صورت میں اسے باہر نکال دیا جائے تاکہ سسٹم کو نقصان نہ پہنچے۔ پانی کی یہ خصوصیت انجن کی حرارت کو مؤثر طریقے سے باہر لے جاتی ہے، جس کے باعث انجن کو گرم ہونے سے بچایا جاتا ہے اور گاڑی کی کارکردگی بہتر رہتی ہے۔



شکل 10.5: گاڑی کو ٹھنڈا کرنے کا سسٹم

10.3 مخفی حرارت (Latent Heat)

مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو کسی مادّے کا ٹمپریچر تبدیل کیے بغیر اس کی حالت تبدیل کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

یہ تھرمل انرجی پارٹیکلز کے درمیان موجود اس بانڈز کو توڑنے یا بنانے میں استعمال ہوتی ہے، نہ کہ مالیکیولز کی حرکت بڑھانے میں۔

پگھلاؤ کی مخفی حرارت (Latent Heat of Fusion)

دلچسپ معلومات

جب برف پگھلتی ہے یا پانی اُبلتا ہے، تو حرارت دراصل مالیکیولز کے درمیان بانڈز توڑنے میں استعمال ہوتی ہے، اس لیے ٹمپریچر نہیں بڑھتا حالانکہ حرارت فراہم کی جا رہی ہوتی ہے لیکن تھرمامیٹر کوئی اضافہ نہیں دکھاتا۔

پگھلاؤ کی مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو 1 kg ٹھوس مادّے کو اس کے میلٹنگ پوائنٹ پر بغیر ٹمپریچر تبدیل کیے مائع میں تبدیل کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ جب کوئی ٹھوس مائع بنتا ہے تو وہ حرارت جذب کرتا ہے، لیکن اس جذب کردہ حرارت کے باوجود اس کا ٹمپریچر نہیں بڑھتا۔ یہ حرارت ٹھوس پارٹیکلز کے درمیان مضبوط بانڈز کو توڑنے میں استعمال ہوتی ہے، تاکہ وہ مائع کی طرح آزادانہ حرکت کر سکیں۔ جب تک پورا ٹھوس مادّہ پگھل نہ جائے، ٹمپریچر مستقل رہتا ہے۔ پگھلاؤ کی مخفی حرارت کا فارمولا ہے:

$$Q = m L_f \quad .... (10.5)$$

یہاں پر: m = مادّے کا ماس ؛ Q = تھرمل انرجی اور L_f = پگھلاؤ کی مخفی حرارت

Web version of PECTAA textbook Not for sale

مثال: برف 0 °C پر حرارت جذب کرتی ہے لیکن 0 °C ہی پر برقرار رہتی ہے جب تک کہ وہ مکمل طور پر پانی میں تبدیل نہ ہو جائے۔
برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.36 \times 10^5 \ J\ kg^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ 1 kg برف کو 0 °C پر پانی بنانے کے لیے 3.36×10^5 J حرارت درکار ہوگی۔

مثال 10.2 0 °C پر موجود 600 g برف کو پانی میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہوگی؟ پگھلاؤ کی مخفی حرارت $3.36 \times 10^5 \ J\ kg^{-1}$ ہے۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $m = 600\ g = 0.600\ kg$ برف کا ماس

$L_f = 3.36 \times 10^5\ J\ kg^{-1}$ برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت

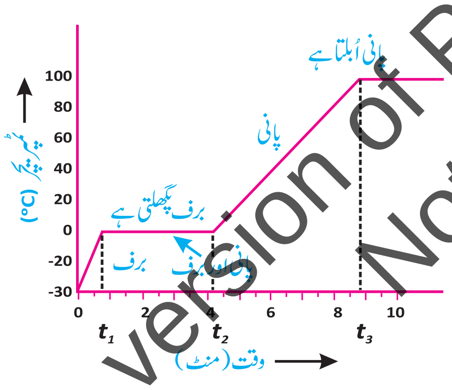
معلوم کرنا: $Q = ?$ درکار تھرمل انرجی

درج ذیل فارمولا استعمال کرنے سے $Q = m\,L_f$

قیمتیں درج کرنے سے $Q = 0.600\ kg \times 3.36 \times 10^5\ J\ kg^{-1}$

$Q = 201{,}600\ J = 201.6\ kJ$

تجربہ 1: اس تجربے میں چھوٹے برف کے ٹکڑوں کو ایک بیکر میں رکھا جاتا ہے، اور ٹمپریچر کو ماپنے کے لیے ایک تھرمامیٹر بیکر میں لٹکایا جاتا ہے۔ حرارت بیکر کو گرم کرتی ہے، جس سے برف پگھلتی ہے اور مکسچر 0°C پر ہی رہتا ہے جب تک کہ پوری برف پگھل نہ جائے۔ برف کے پورا پگھلنے میں لگنے والا وقت نوٹ کریں۔ مزید حرارت دینے سے پانی کا ٹمپریچر 0°C سے بڑھ کر 100 °C تک ہو جاتا ہے۔ اس تبدیلی کے لیے درکار وقت بھی نوٹ کریں۔ وقت کے مقابلے میں ٹمپریچر کا گراف بنائیں (شکل 10.6) اور حاصل شدہ ڈیٹا کی مدد سے برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت کو معلوم کریں۔



شکل 10.6: ٹمپریچر-ٹائم گراف، جب برف گرم ہو کر پانی بنتی ہے اور پھر پانی اُبلنے لگتا ہے۔

ویپورائزیشن کی مخفی حرارت (Latent Heat of Vaporization)

ویپورائزیشن کی مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو 1 kg مائع کو اس کے بوائلنگ پوائنٹ پر بغیر ٹمپریچر تبدیل کیے گیس میں تبدیل کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔

جب مائع گیس بنتا ہے تو وہ حرارت جذب کرتا ہے، لیکن اس کا ٹمپریچر مستقل رہتا ہے جب تک کہ پورا مائع ایوپوریٹ نہ ہو جائے۔ یہ حرارت مائع کے مالیکیولز کے درمیان بانڈز کو توڑنے میں استعمال ہوتی ہے، تاکہ وہ آزادانہ طور پر گیس کی شکل میں باہر نکل سکیں۔ پانی کی ویپورائزیشن کی مخفی

Web version of PECTAA textbook Not for sale

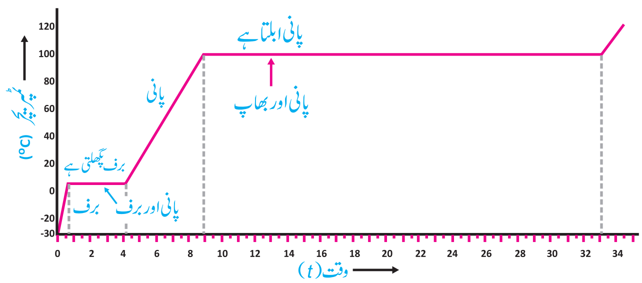
حرارت $2.26 \times 10^6\ J\ kg^{-1}$ ہے۔اس کا مطلب ہے کہ 1 kg پانی کو 100 °C پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کل درکار تھرمل انرجی $2.26 \times 10^6\ J$ ہے۔پانی کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت ہے:

$$Q = mL_v \quad .... (10.6)$$

یہاں پر: ویپورائزیشن کی مخفی حرارت = L_v

تھرمل انرجی = Q

ماس = m



شکل 10.7: ٹمپریچر-ٹائم گراف، جب برف پانی میں اور پانی بھاپ میں تبدیل ہوتا ہے۔

تجربہ 2: تجربہ 1 مکمل ہونے پر بیکر میں اُبلتا ہوا پانی موجود ہو گا۔پانی کو حرارت دیتے رہیں یہاں تک کہ سارا پانی بھاپ میں تبدیل ہو جائے۔نوٹ کریں کہ پانی کو 100 °C کے بوائلنگ پوائنٹ پر مکمل طور پر بھاپ بننے میں کتنا وقت لگتا ہے۔

ٹمپریچر - ٹائم گراف کو بڑھائیں، جیسا شکل 10.7 میں دکھایا گیا ہے۔دیے گئے ڈیٹا سے برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت معلوم کریں۔

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

10.1 جب کاپر کی سلاخ کا ٹمپریچر بڑھایا جائے تو اس کی لمبائی:

(الف) وہی رہتی ہے (ب) بڑھ جاتی ہے (ج) کم ہو جاتی ہے (د) دوگنا ہو جاتی ہے

10.2 وہ مقدار جس کے مطابق کسی میٹریل کی یونٹ لمبائی 1 °C تک ٹمپریچر بڑھانے پر جس قدر بڑھتی ہے، اسے کس کا کوایفی شینٹ کہا جاتا ہے؟

(الف) کیوبک پھیلاؤ (ب) والیوم کا پھیلاؤ (ج) طولی پھیلاؤ (د) ان میں سے کوئی نہیں

10.3 برتن کے اندر گیس کا پریشر بڑھ جاتا ہے اگر گیس کے پارٹیکلز:

(الف) برتن کی دیواروں سے کم ٹکراتے ہیں (ب) کائی نیٹک انرجی کھو دیتے ہیں

(ج) برتن کی دیواروں سے زیادہ بار اور زور سے ٹکراتے ہیں (د) تعداد میں کم ہو جاتے ہیں

10.4 کون سی خصوصیت یہ بتاتی ہے کہ کوئی ٹھوس میٹریل اپنی ٹمپریچر میں تبدیلی سے پہلے کتنی حرارت جذب کر سکتا ہے؟

(الف) ڈینسٹی (ب) حرارت مخصوصہ (ج) رنگ (د) مضبوطی

10.5 پانی کی زیادہ مخصوص حرارتی گنجائش موسم کو معتدل رکھنے میں مدد دیتی ہے، کیونکہ پانی:

(الف) جلد جم جاتا ہے (ب) گرم اور ٹھنڈا دیر سے ہوتا ہے

(ج) فوراً او یپوریٹ ہو جاتا ہے (د) کم ٹمپریچر پر اُبل جاتا ہے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

10.1 وہ کون سے عوامل ہیں جو ٹھوس میٹریلز کے حرارتی پھیلاؤ کو متاثر کرتے ہیں؟

10.2 پگھلاؤ کی مخفی حرارت کیا ہے؟

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

10.3 مختلف میٹیریلز حرارتی پھیلاؤ کے مختلف رویّے کیوں دکھاتے ہیں؟
10.4 آپ مخصوص حرارتی گنجائش سے کیا سمجھتے ہیں؟
10.5 ویپورائزیشن کی مخفی حرارت کیا ہے؟ اسے کیسے معلوم کیا جاتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

10.1 اگر دو مائعات کو ایک جتنے حالات میں گرم کیا جائے لیکن ان میں سے ایک جلدی گرم ہو جائے تو یہ ان کی حرارت مخصوصہ کے بارے میں کیا ظاہر کرتا ہے؟
10.2 حقیقی پھیلاؤ اور ظاہری پھیلاؤ میں سے کون سا بڑا ہوتا ہے؟
10.3 مخصوص حرارتی گنجائش کس کی زیادہ ہوتی ہے، مائع یا گیس کی، اور کیوں؟
10.4 الیکٹریسٹی کی سپلائی کی تاریں گرمیوں میں ڈھیلی کیوں ہو جاتی ہیں اور سردیوں میں سکڑ کر کیوں کھنچ جاتی ہیں؟

4۔ تفصیلی سوالات

10.1 ٹھوس، مائع اور گیسوں میں حرارتی پھیلاؤ کس طرح مختلف ہوتا ہے؟ ان کے درمیان فرق کو مثالوں کے ساتھ واضح کریں۔
10.2 پگھلاؤ کی مخفی حرارت اور ویپورائزیشن کی مخفی حرارت میں کیا فرق ہے؟ وضاحت سے بیان کریں۔
10.3 حرارتِ مخصوصہ سے کیا مُراد ہے؟ پانی کی زیادہ حرارتِ مخصوصہ کے اثرات بیان کریں۔
10.4 ٹھوس، مائعات اور گیسز گرم کرنے پر کیوں پھیلتے ہیں؟ مثالوں سے وضاحت کریں۔

5۔ حسابی سوالات

10.1 ایک میٹل کی سلاخ جس کی لمبائی 1 m ہے، 20 °C سے 120 °C تک گرم کرنے پر 0.02 m بڑھ جاتی ہے۔ اس کے طولی پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ معلوم کریں۔ ($2.0 \times 10^{-4}\ K^{-1}$)

10.2 ایک برتن میں 20 °C پر 1 لیٹر پانی موجود ہے۔ اگر پانی کے والیوم کے پھیلاؤ کا کوایفی شینٹ 2.1×10^{-4} فی 1 °C ہو، تو 80 °C پر پانی کا والیوم کتنا ہو گا؟ ($1012.6\ cm^3$)

10.3 سٹیل کی ایک سلاخ جس کی ابتدائی لمبائی 2 m ہے جو 20 °C پر ماپی گئی ہے۔ اگر سٹیل کے کوایفی شنٹ کا طولی پھیلاؤ $1.2 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$ ہو تو 100 °C پر اس کی لمبائی کیا ہو گی؟ (2.002 m)

10.4 2 کلو گرام لوہے کی سلاخ کو 20 °C سے 100 °C تک گرم کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی، جبکہ لوہے کی حرارت مخصوصہ $450\ J\ kg^{-1}\ K^{-1}$ ہے۔ (72 kJ)

10.5 500 گرام برف کو 0 °C پر پانی میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی؟
(برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت = $3.36 \times 10^5\ J\ kg^{-1}$) (168 kJ)

10.6 1 کلو گرام پانی کو 100 °C پر مکمل طور پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی؟
(پانی کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.26 \times 10^6\ J\ kg^{-1}$ ہے۔) (2.26 MJ)

Web version of PECTAA textbook Not for sale

باب 11

انتقالِ تھرمل انرجی

(TRANSFER OF THERMAL ENERGY)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

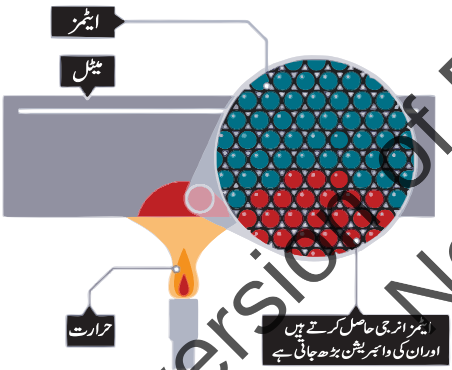
باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- تمام ٹھوس اجسام میں تھرمل کنڈکشن کی وضاحت کر سکیں چاہے وہ ایٹمی یا مالیکیولی کرسٹل (Lattice) ساخت کی وائبریشنز کی صورت میں ہو یا آزاد الیکٹرانز کی موشن کے ذریعے دھاتی کنڈکٹرز میں ہو
- روز مرّہ زندگی میں کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے استعمالات کا تجزیہ کر سکیں گے۔(الف) جیسے باورچی خانے کے برتنوں کو گرم کرنا(ب) کسی مائع کا ٹمپریچر برقرار رکھنے اور عمارتوں میں انتقالِ تھرمل انرجی کم کرنے کے لیے تھرمل انسولیشن کا استعمال
- مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کی وضاحت کر سکیں ڈینسٹی میں تبدیلی کی بنیاد پر، کنویکشن کو واضح کرنے والے تجربات کی وجہ بیان کر سکیں
- سمندری پانی میں کنویکشن کے عمل کی وضاحت کر کے یہ بتا سکیں گے کہ یہ کس طرح آبی حیات کی بقا میں مدد دیتا ہے۔سمندری ہوا (Sea breeze) اور زمینی ہوا (Land breeze) کے کردار کو بیان کر سکیں گے کہ یہ کس طرح ساحلی علاقوں کا موسم معتدل رکھتے ہیں
- وضاحت کر سکیں گے کہ پرندے کس طرح گھنٹوں بغیر پروں کو ہلائے تھرمل کرنٹس کے ذریعے فضاء میں بلند رہتے ہیں، اور گلائیڈرز کس طرح اوپر اٹھتے ہیں۔(الف) کنویکشن کے ذریعے کمروں کی حرارت کو برقرار رکھنے کا عمل بیان کر سکیں (ب) گھریلو گرم پانی کے سسٹم کے طریقہ کار کی وضاحت کر سکیں
- ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی کے عمل کو بیان کر سکیں گے، اور یہ بھی جان سکیں گے کہ اس عمل کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی
- سطح کے رنگ اور سطح کی ساخت کا انفراریڈ ریڈی ایشن کے اخراج، انجذاب (Absorption)، اور ریفلیکشن پر کیا اثر ہوتا ہے، اس کی وضاحت کر سکیں
- معیاری طور پر یہ بیان کر سکیں کہ کسی جسم کے ٹمپریچر اور سطح کے ایریا کے بڑھنے سے ریڈی ایشن کے اخراج (Emission) کی شرح کس طرح متاثر ہوتی ہے
- گرین ہاؤس ایفیکٹ میں تھرمل ریڈی ایشن کے اثرات اور گلوبل وارمنگ پر اس کے نتائج کا تجزیہ کر سکیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

حرارت انرجی کی ایک اہم شکل ہے جو ہماری زندگی کے لیے نہایت ضروری ہے۔ یہ ہمارے روزمرہ کاموں میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے، جیسے کھانا پکانا، جسم کا ٹمپریچر قائم رکھنا، اور مختلف صنعتی عمل کو جاری رکھنا۔ حرارت کے بہاؤ کو سمجھنا اس لیے بھی ضروری ہے تاکہ ہم خود کو نہایت زیادہ یا نہایت کم حرارت سے محفوظ رکھ سکیں۔ اس باب میں ہم انتقالِ تھرمل انرجی کے مختلف طریقوں کا مطالعہ کریں گے۔ جب دو اجسام مختلف ٹمپریچر کے ساتھ ایک دوسرے کے رابطے میں آتے ہیں تو تھرمل انرجی گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے۔ اس عمل کو انتقالِ تھرمل انرجی کہا جاتا ہے۔ جب تک دونوں اجسام کے درمیان ٹمپریچر کا فرق موجود ہوتا ہے، یہ عمل جاری رہتا ہے۔ تھرمل انرجی تب تک ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہوتی رہتی ہے جب تک دونوں اجسام تھرمل توازن (Thermal equilibrium) کی حالت تک نہ پہنچ جائیں۔ خواہ سورج کی حرارت سے زمین گرم ہو رہی ہو، یا گرم کافی کا کپ ٹھنڈا ہو رہا ہو، یا آگ میں رکھے گئے دھاتی سلاخ کا ٹمپریچر بڑھ رہا ہو انتقالِ تھرمل انرجی ہماری روزمرہ زندگی کا لازمی حصہ ہے۔ یہ باب حرارت کے تین بنیادی طریقوں کنڈکشن، کنوکشن، اور ریڈی ایشن کے بارے میں ہے۔ ان حرارتی عوامل کو سمجھنا نہ صرف قدرتی نظام میں ضروری ہے بلکہ انجینئرنگ، موسمیات اور جدید ٹیکنالوجی جیسے شعبوں میں بھی اس کی بہت اہمیت ہے۔

11.1 کنڈکشن (Conduction)



شکل 11.1: میٹلز میں کنڈکشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی

کنڈکشن وہ عمل ہے جس کے ذریعے حرارت کسی میٹریل کے پارٹیکلز کی وائبریٹری موشن سے منتقل ہوتی ہے، بغیر اس کے کہ میٹریل خود حرکت کرے۔ یہ تب ہوتا ہے جب تیز رفتار (زیادہ گرم) ذرات سست رفتار (زیادہ ٹھنڈے) ذرات سے ٹکراتے ہیں اور انہیں اپنی کائی نیٹک انرجی منتقل کر دیتے ہیں، جیسا شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔ حرارت کی منتقلی کا یہ طریقہ خصوصاً ٹھوس اجسام میں سب سے زیادہ مؤثر ہوتا ہے، خاص طور پر دھاتوں میں، کیونکہ ان کے ذرات بہت مضبوطی سے آپس میں جکڑے ہوتے ہیں اور میٹل میں موجود آزاد الیکٹران حرارت کی تیز رفتار منتقلی میں مدد دیتے ہیں۔

ٹھوس اجسام میں تھرمل کنڈکشن (Thermal Conduction in Solids)

جب کسی میٹل کے چمچ کے دستے کو گرم پانی میں رکھا جاتا ہے تو وہ جلد ہی گرم ہو جاتا ہے، جبکہ لکڑی کا دستہ گرم نہیں ہوتا۔ یہ فرق ظاہر کرتا ہے کہ مختلف میٹریلز حرارت کو مختلف طریقوں سے منتقل کرتے ہیں۔ میٹلز اور نان میٹلز دونوں حرارت کو منتقل کر سکتے ہیں، لیکن میٹلز اس عمل میں عام طور پر بہت زیادہ مؤثر ہوتی ہیں۔ ٹھوس اجسام میں ایٹم اور مالیکیول ایک دوسرے کے ساتھ بہت مضبوطی سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں اور اپنی وسطی پوزیشن کے ارد گرد مسلسل وائبریٹ کرتے رہتے ہیں، جیسا کہ شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

جب ٹھوس شے کے ایک سِرے کو گرم کیا جاتا ہے تو اُس حصّے کے ذرّات زیادہ تیزی سے وائبریٹ کرنے لگتے ہیں۔ یہ وائبریٹ کرتے ہوئے ذرّات اپنے قریب موجود ایٹمز یا مالیکیولز سے ٹکراتے ہیں اور اپنی کچھ حرارت (انرجی) اُن تک منتقل کر دیتے ہیں۔ اس طرح قریبی ذرّات بھی تیزی سے وائبریٹ کرنے لگتے ہیں اور وہ آگے دوسرے ذرّات کو حرارت منتقل کر دیتے ہیں۔ آہستہ آہستہ حرارت پورے ٹھوس میں پھیلتی جاتی ہے، لیکن یہ عمل سست ہوتا ہے، کیونکہ گرم حصّے سے ٹھنڈے حصّے تک صرف تھوڑی مقدار میں حرارت منتقل ہوتی ہے۔ کنڈکشن میں حرارت ایک ٹھوس میڈیم کے ذریعے ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

دلچسپ معلومات

ڈائمنڈ میٹلز سے بھی کہیں بہتر حرارت کا کنڈکٹر ہے۔ ایک اعلیٰ معیار کے ڈائمنڈ میں سے تانبے سے 4 سے 5 گنا زیادہ حرارت گزر سکتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

حرارت ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہوتی ہے، مثال کے طور پر جیسے چولہا برتن کو گرم کرتا ہے

حرارت میٹلز میں نان میٹلز کی نسبت جلدی کیوں سفر کرتی ہے؟

میٹلز میں فری الیکٹرونز (Free electrons) موجود ہوتے ہیں جو میٹریل کے اندر آسانی سے حرکت کر سکتے ہیں۔ یہ تیز رفتار الیکٹرونز حرارت کو بہت جلدی گرم حصّے سے ٹھنڈے حصّے تک لے جاتے ہیں۔ اسی وجہ سے میٹلز نان میٹلز کے مقابلے میں بہت زیادہ اچھی کنڈکٹر ہوتی ہیں اور ان میں حرارت کا پھیلاؤ زیادہ تیز ہوتا ہے۔

11.2 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن (Convection in liquids and Gases)

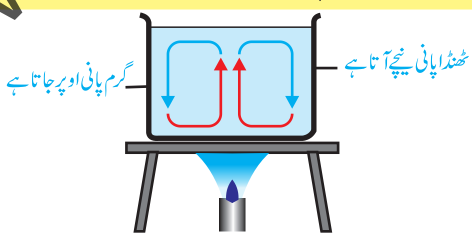
مائعات اور گیسیں حرارت کو کنڈکشن کے ذریعے زیادہ مؤثر طریقے سے منتقل نہیں کرتیں، لیکن حرارت پھر بھی ان فلیوڈز (Fluids) (مائع یا گیس) میں کنویکشن کے ذریعے منتقل ہو سکتی ہے۔

جب کسی مائع یا گیس کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کی ڈینسٹی کم ہو جاتی ہے اور وہ پھیل کر ہلکی ہو جاتی ہے۔ گرم کیا ہوا مائع یا گیس اوپر اٹھ جاتی ہے، جبکہ اس کی جگہ لینے کے لیے ارد گرد کا ٹھنڈا مائع یا گیس اس حصے کی طرف بڑھتی ہے۔ یہ ٹھنڈا مائع یا گیس بھی گرم ہو جاتی ہے اور اسی طرح پورے مائع یا گیس میں حرارت منتقل ہوتی رہتی ہے۔ اس طرح گرم حصے سے ٹھنڈے حصے کی طرف مالیکیولز کی حرکت کے ذریعے مائع یا گیس میں حرارت منتقل ہوتی ہے۔

کنویکشن انتقالِ تھرمل انرجی کا وہ عمل ہے جس میں حرارت مالیکیولز کی حقیقی حرکت کے ذریعے گرم حصے سے ٹھنڈے حصے تک پہنچتی ہے۔

تجربہ: (مائع میں کنویکشن کو ظاہر کرنا)

ایک بیکر کو دو تہائی پانی سے بھر لیں اور اس کے نیچے برنر (Burner) رکھ کر پانی کو گرم کریں۔ اب پانی میں پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے دو یا تین کرسٹل ڈالیں۔ ہم دیکھیں گے کہ شعلے کے اوپر والے حصے میں رنگ دار دھاریاں اوپر کی طرف اٹھتی ہیں، پھر بیکر کی دیواروں کے



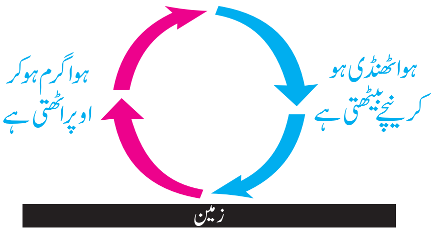
شکل 11.2: کنویکشن کرنٹس کے دوران گرم پانی اوپر کی جانب اور ٹھنڈا پانی نیچے کی جانب گھومتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ساتھ ساتھ نیچے کی طرف آتی ہیں، جیسا کہ شکل 11.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ رنگ دار دھاریاں مائع کے اندر بنتی ہوئی کنویکشن کرنٹس کی حرکت کو ظاہر کرتی ہیں۔ لیکن جب برنر ہٹا دیا جاتا ہے تو یہ کنویکشن کرنٹس کیوں رک جاتی ہیں؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ بیکر کے نیچے موجود پانی گرم ہو کر پھیلتا ہے، ہلکا ہو جاتا ہے اور اوپر اٹھ جاتا ہے، جبکہ اوپر کا ٹھنڈا اور بھاری پانی نیچے آ کر اس کی جگہ لیتا ہے۔

ہوا میں کنویکشن کرنٹس (Convection Currents in Air)

جب گیسوں کو گرم کیا جاتا ہے تو وہ پھیلتی ہیں، اور اس طرح فضا کے مختلف حصوں میں ہوا کی ڈینسٹی میں فرق پیدا ہو جاتا ہے۔ اسی فرق کی وجہ سے کنویکشن کرنٹس بنتے ہیں۔ اس عمل کو ایک سادہ تجربے سے بھی دکھایا جا سکتا ہے جیسا کہ شکل 11.3 میں دکھایا گیا ہے۔ کیا آپ اس عمل کی وضاحت کر سکتے ہیں؟



شکل 11.3: کنویکشن کرنٹس سے گرم ہوا اوپر کی جانب اور ٹھنڈی ہوا نیچے کی جانب گھومتی ہے۔

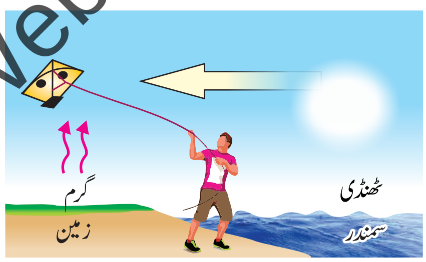
یہ عمل اُس وقت شروع ہوتا ہے جب سورج زمین کی سطح کو گرم کرتا ہے اور زمین کے قریب موجود ہوا کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ گرم ہوا ہلکی اور کم ڈینسٹی والی ہو جاتی ہے اور اوپر کی طرف اٹھنے لگتی ہے۔ اوپر جاتے ہوئے یہ ہوا ٹھنڈی ہوتی ہے، جس سے وہ زیادہ گھنی (Dense) ہو جاتی ہے اور دوبارہ زمین کی طرف نیچے آ جاتی ہے۔ جب ٹھنڈی ہوا نیچے آتی ہے تو زمین کے قریب دوبارہ گرم ہوتی ہے، اور یہ چکر بار بار دوہرایا جاتا رہتا ہے۔ اسی حرکت کو کنویکشن کرنٹس کہتے ہیں۔ یہ کنویکشن کرنٹس فضا میں ہونے والے کئی قدرتی عوامل (Natural phenomenon) کا سبب بنتے ہیں، جیسے ہوائیں، سمندری ہوا، زمینی ہوا اور مختلف موسمی رجحانات (Patterns)۔ یہ زمین کی فضا میں حرارت کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرتے ہیں اور زمین کے موسم اور آب و ہوا کو متوازن رکھنے میں بہت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔

کنویکشن کرنٹس کے استعمالات (Applications of Convection Currents)

الیکٹرک، گیس یا کوئلے کے ہیٹر سے پیدا ہونے والے کنویکشن کرنٹس گھروں اور دفاتر کو گرم رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ سینٹرل ہیٹنگ سسٹمز بھی پوری عمارت میں حرارت پھیلانے کے لیے کنویکشن پر ہی انحصار کرتے ہیں۔ وسیع پیمانے پر، فطرت میں بھی کنویکشن کرنٹس خود بخود بنتے ہیں۔ فضا میں روزانہ ٹمپریچر میں ہونے والی تبدیلیاں گرم اور ٹھنڈی ہوا کی حرکت کے باعث ہوتی ہیں۔ زمینی ہوا اور سمندری ہوا فطرت میں کنویکشن کرنٹس کی نمایاں مثالیں ہیں۔

زمینی اور سمندری ہوائیں (Land and Sea Breezes)

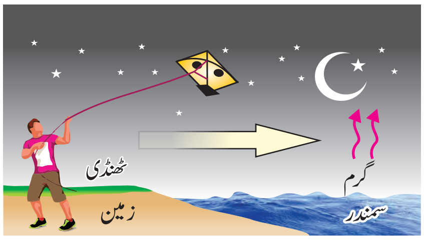
دن میں سمندری ہوا کیوں چلتی ہے، اور رات کے وقت زمینی ہوا کیوں بنتی ہے؟ اس کی وجہ کنویکشن ہے۔ دن کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کے مقابلے میں زیادہ تیزی سے بڑھ جاتا ہے کیونکہ زمین کی مخصوص حرارتی گنجائش (Specific heat capacity) کم ہوتی ہے۔ گرم زمین کے اوپر موجود ہوا ہلکی ہو کر اوپر اٹھتی ہے اور اس کی جگہ لینے کے لیے سمندر کی ٹھنڈی ہوا زمین کی طرف آتی ہے۔



شکل 11.4: دن کے وقت سمندری ہوا سمندر سے زمین کی طرف چلتی ہے جبکہ گرم ہوا زمین سے اوپر کی طرف اُٹھتی ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

اسی کو سمندری ہوا کہتے ہیں، جیسا کہ شکل 11.4 میں دکھایا گیا ہے۔
رات کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کے مقابلے میں زیادہ جلدی کم ہو جاتا ہے۔ اس دوران سمندر کے اوپر کی ہوا زیادہ گرم اور ہلکی ہو کر اوپر اُٹھتی ہے اور زمین کی ٹھنڈی ہوا سمندر کی طرف بڑھتی ہے۔ اس عمل سے زمینی ہوا بنتی ہے، جیسا کہ شکل 11.5 میں دکھایا گیا ہے۔



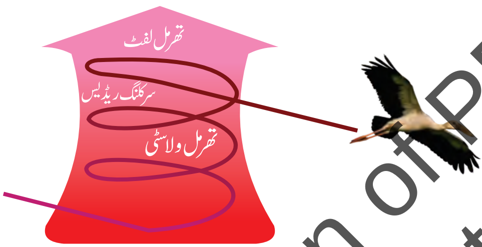
شکل 11.5: رات کے وقت زمینی ہوا زمین سے سمندر کی طرف چلتی ہے جبکہ گرم ہوا پانی سے اوپر کی طرف اُٹھتی ہے۔

گلائیڈنگ (Gliding)

گلائیڈر (Glider) ہوا میں کس طرح رہتا ہے؟
گلائیڈر ایک ایسا ہوائی جہاز ہوتا ہے جس میں انجن نہیں ہوتا۔ یہ اوپر اُٹھتی ہوئی گرم ہوا کی تھرملز (Thermals) پر انحصار کرتا ہے، جو کنویکشن کے ذریعے بنتی ہیں (شکل 11.6)۔

شکل 11.6: گلائیڈر

گلائیڈر ان گرم اوپر اُٹھنے والی ہواؤں کا فائدہ اُٹھاتا ہے اور لمبے عرصے تک ہوا میں رہ سکتا ہے۔ اسی طرح پرندے بھی تھرملز کے سہارے گھنٹوں تک پروں کو ہلائے بغیر فضا میں بلند رہتے ہیں۔ وہ اپنے پر پھیلا کر تھرملز میں دائرے بناتے ہیں، جس سے گرم ہوا کے اوپر اُٹھنے کے ساتھ وہ بلندی حاصل کرتے رہتے ہیں۔ عقاب، باز اور گدھ جیسے پرندے تھرملز کو استعمال کرنے میں خاص مہارت رکھتے ہیں۔ وہ تھوڑی سی محنت سے بہت لمبے فاصلے طے کر لیتے ہیں اور انھیں بمشکل ہی پروں کو پھڑ پھڑانا پڑتا ہے (شکل 11.7)۔



شکل 11.7: پرندے اُڑنے کے لیے ہوا کے تھرمل کرنٹس سے فائدہ اٹھاتے ہیں

سمندری پانی میں کنویکشن اور آبی حیات
(Convection in Seawater and Marine Life)

سمندری پانی میں کنویکشن بہت اہم کردار ادا کرتا ہے اور آبی حیات کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہے۔ جب سورج سمندر کی سطح کو گرم کرتا ہے تو اوپر والا پانی ہلکا ہو جاتا ہے اور سطح پر رہتا ہے، جبکہ نیچے موجود ٹھنڈا اور بھاری پانی نیچے ہی رہتا ہے۔ ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے سمندر میں کنویکشن کرنٹس بنتے ہیں۔ یہ کرنٹس پانی کو اوپر اور نیچے حرکت دیتے رہتے ہیں۔ اس عمل سے سطح پر موجود آکسیجن نیچے کی گہرائیوں تک پہنچتی ہے اور نیچے سے غذائی اجزا (Nutrients) اوپر آتے ہیں۔ یہ عمل سمندری جانوروں اور پودوں کی بقا کے لیے نہایت ضروری ہے، کیونکہ اس سے سمندر کی مختلف گہرائیوں میں آکسیجن اور غذا مناسب مقدار میں دستیاب رہتی ہے۔ اگر کنویکشن نہ ہوتا تو سمندر کی گہرائیوں میں آکسیجن کم ہو جاتی اور سطح کے پانی میں غذائی اجزا کم پڑ جاتے، جس سے آبی نظام (Marine Ecosystem) کی زندگی مشکل ہو جاتی۔

ذہنی آزمائش

ہمیں ساحلِ سمندر پر دن کے وقت سمندر کی طرف سے ٹھنڈی ہوا کیوں محسوس ہوتی ہے؟

ذہنی آزمائش

پرندے دھوپ والے موسم میں اپنے پروں کو زیادہ حرارت دیے بغیر گھنٹوں تک کیسے اُڑتے رہتے ہیں؟

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

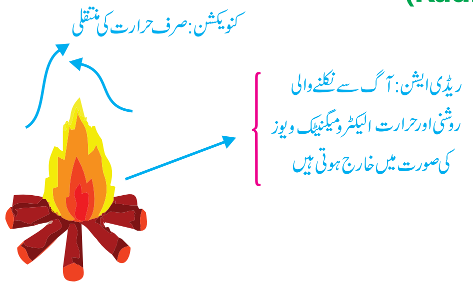
11.3 ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی (Heat Transfer Through Radiation)

سورج ہماری زمین کے لیے حرارت کا بنیادی ذریعہ ہے۔ لیکن یہ حرارت نہ تو کنڈکشن کے ذریعے زمین تک پہنچتی ہے اور نہ ہی کنویکشن کے ذریعے، کیونکہ سورج اور زمین کی فضا کے درمیان کوئی میڈیم موجود نہیں ہے۔ اس کے بجائے یہ حرارت ریڈی ایشن کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔ یعنی ایسا عمل جس میں انرجی الیکٹرومیگنیٹک ویوز (Electromagnetic waves) کی صورت میں خلا میں سفر کرتی ہے۔ یہی وہ طریقہ ہے جس کے ذریعے سورج کی حرارت زمین تک پہنچتی ہے۔

ریڈی ایشن میں انتقالِ تھرمل انرجی کسی بھی میڈیم کے بغیر الیکٹرومیگنیٹک ویوز کے ذریعے ہوتا ہے۔

آگ کے الاؤ سے حرارت کا پہنچنا (Radiation from a Fireplace)

الاؤ (Fireplace) سے حرارت ہمارے تک کیسے پہنچتی ہے (شکل 11.8)؟



شکل 11.8: تھرمل ریڈی ایشن کا الیکٹرومیگنیٹک ویوز میں تبدیل ہونا

حرارت ہوا کے ذریعے کنڈکشن سے نہیں پہنچ سکتی، کیونکہ ہوا نہ تو حرارت کو اچھی طرح چلاتی ہے اور نہ ہی اس میں وہ خصوصیت ہوتی ہے کہ وہ حرارت کو آگے منتقل کر سکے۔ ہم تک حرارت ریڈی ایشن کے ذریعے پہنچتی ہے۔ ریڈی ایشن کا اخراج (Emission) مختلف عوامل سے متاثر ہوتا ہے، جیسے:

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا

کیا آپ جانتے ہیں؟

- کنویکشن وہ عمل ہے جس میں مائع اور گیس گرم ہوتی ہیں
- کنڈکشن وہ عمل ہے جس میں گرم چیز کسی دوسری گرم چیز کو چھو کر اُسے بھی گرم کر دیتی ہے۔
- ریڈی ایشن وہ عمل ہے جس میں انرجی الیکٹرومیگنیٹک ویوز کے ذریعے سفر کر کے کسی چیز کو گرم کرتی ہے۔

چیزیں وقت کے ساتھ ٹھنڈی یا گرم کیوں ہوتی ہیں؟

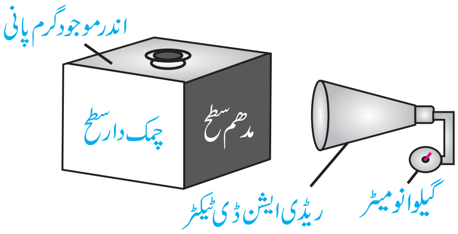
ایک گرم چائے کا کپ وقت کے ساتھ ٹھنڈا کیوں ہو جاتا ہے؟ ٹھنڈا پانی بھرا گلاس آہستہ آہستہ گرم کیوں ہو جاتا ہے؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ کمرے میں موجود تمام اشیا، جیسا کہ دیواریں، چھت، فرش، فرنیچر وغیرہ حرارت خارج بھی کرتی ہیں اور جذب بھی کرتی ہیں۔ اگر کسی جسم کا ٹمپریچر اپنے آس پاس کی نسبت زیادہ ہو تو وہ زیادہ حرارت خارج کرتا ہے اور کم حرارت جذب کرتا ہے۔ نتیجتاً اس کا ٹمپریچر کم ہوتا جاتا ہے یہاں تک کہ وہ اردگرد کے ماحول کے ٹمپریچر کے برابر ہو جائے۔ دوسری طرف، اگر کسی جسم کا ٹمپریچر ماحول سے کم ہو تو وہ زیادہ حرارت جذب کرے گا اور کم حرارت خارج کرے گا، جس سے وہ آہستہ آہستہ گرم ہونے لگتا ہے اور آخرکار ماحول کے ساتھ توازن میں آ جاتا ہے۔ کسی سطح سے حرارت کے خارج ہونے کی سپیڈ (Emission Rate) اس کی اپنی خصوصیات پر منحصر ہوتی ہے۔ اس عمل کو واضح کرنے کے لیے لیزلی کا کیوب (Leslie's cube) استعمال کیا جاتا ہے (شکل 11.9)۔

لیزلی کا کیوب - ریڈی ایشن کا اخراج اور انجذاب (Leslie's Cube – Emission and Absorption of Radiation)

لیزلی کا کیوب ایک میٹل کا ڈبہ ہوتا ہے جس کی چاروں سطحیں مختلف قسم کی بنائی جاتی ہیں، جیسے:

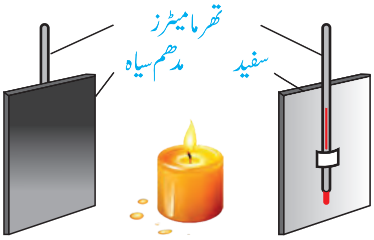
Web version of PECTAA textbook Not for sale

- پالش شدہ یا چمکیلی سطح
- مدھم سیاہ سطح
- سفید سطح
- کوئی رنگ دار سطح



شکل 11.9: لیزلی کے کیوب سے ریڈی ایشن

جب کیوب کو گرم پانی سے بھرا جاتا ہے اور اس کی کسی ایک سطح کو ریڈی ایشن ڈی ٹیکٹر (Radiation detector) کی طرف رکھا جاتا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ مدھم سیاہ سطح سب سے زیادہ حرارت خارج کرتی ہے (شکل 11.9)۔ اسی طرح مختلف سطحیں حرارت جذب کرنے میں بھی فرق رکھتی ہیں۔ مثال کے طور پر اگر مدھم سیاہ سطح کا مقابلہ پالش شدہ یا چمکیلی سطح سے کیا جائے تو مدھم سیاہ



شکل 11.10: ریڈی ایشنز کے جذب ہونے کا موازنہ

سطح زیادہ تیزی سے حرارت جذب کرتی ہے اور اس کا ٹمپریچر جلد بڑھ جاتا ہے، جبکہ چمکیلی یا پالش شدہ سطح حرارت کو بہت آہستہ جذب کرتی ہے، اس لیے وہ بہت سست رفتاری سے گرم ہوتی ہے۔ ان تمام مشاہدات کو نوٹ کیا جاتا ہے اور واضح فرق دکھانے کے لیے ایک ٹیبل یا گراف میں مرتب کیا جاتا ہے (شکل 11.10)۔

سطح کے رنگ اور ٹیکسچر کا انفراریڈ ریڈی ایشنز پر اثر (Effect of Surface Colour and Texture on Infrared Radiations)

کسی بھی سطح کا رنگ اور ساخت (Texture) اس بات پر گہرے اثرات ڈالتے ہیں کہ وہ سطح انفراریڈ ریڈی ایشن کو کتنا خارج کرتی ہے، کتنا جذب کرتی ہے، اور کتنا رفلیکٹ کرتی ہے۔ مدھم اور گہرے رنگ والی سطحیں انفراریڈ ریڈی ایشن کو بہت اچھی طرح جذب بھی کرتی ہیں اور خارج بھی کرتی ہیں۔ اسی وجہ سے مدھم سیاہ سطح جلدی گرم ہو جاتی ہے اور زیادہ حرارت خارج کر کے جلد ٹھنڈی بھی ہو جاتی ہے۔ اس کے برعکس چمکیلی اور ہلکے رنگ کی سطحیں ریڈی ایشن کی کمزور جذب کرنے والی اور کمزور خارج کرنے والی ہوتی ہیں۔ یہ زیادہ تر انفراریڈ ریڈی ایشن کو رفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اسی لیے چمکیلی سطحیں، جیسے پالش شدہ میٹلز، دھوپ میں بھی سیاہ سطحوں کے مقابلے میں ٹھنڈی رہتی ہیں۔ ساخت کا بھی اہم کردار ہے: کھردری سطحیں ریڈی ایشنز کو زیادہ جذب اور زیادہ خارج کرتی ہیں، جبکہ ہموار (Smooth) سطحیں زیادہ تر ریڈی ایشنز کو واپس رفلیکٹ کرتی ہیں، اس لیے وہ کم گرم ہوتی ہیں۔

سطح کے ٹمپریچر اور سطحی ایریا کا انتقالِ تھرمل انرجی پر اثر (Impact of Surface Temperature and Surface Area on Heat Transfer)

کسی جسم سے ریڈی ایشن کے ذریعے خارج ہونے والی حرارت کی سپیڈ دو اہم عوامل پر منحصر ہوتی ہے:

1۔ سطح کا ٹمپریچر 2۔ سطح کا ایریا

جب کسی جسم کی سطح کا ٹمپریچر بڑھتا ہے تو وہ زیادہ انرجی خارج کرتا ہے، کیونکہ گرم اجسام ٹھنڈے اجسام کے مقابلے میں زیادہ حرارت

دلچسپ معلومات

سورج کی روشنی ہم تک ریڈی ایشنز کے ذریعے پہنچتی ہے۔ یہ خالص انرجی ہے جسے ہوا کی ضرورت نہیں بلکہ خلاء میں سفر کرتی ہے۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

خارج کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، گرم لوہے کی سلاخ چمکتی بھی ہے اور زیادہ حرارت خارج کرتی ہے ، جبکہ کم گرم سلاخ کم حرارت خارج کرے گی۔ اسی طرح سطح کا ایریا بھی بہت اہم کردار ادا کرتا ہے۔ اگر کسی جسم کی سطح بڑی ہو تو وہ زیادہ تیزی سے حرارت خارج یا جذب کر سکتا ہے۔ اسی لیے کمروں کو گرم رکھنے والے ریڈی ایٹرز میں بہت سی باریک پلیٹیں یا فنز (Fins) بنائے جاتے ہیں۔ اس طرح زیادہ جگہ گھیرے بغیر سطح کا ایریا بڑھ جاتا ہے، اور زیادہ حرارت ایک ساتھ خارج ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

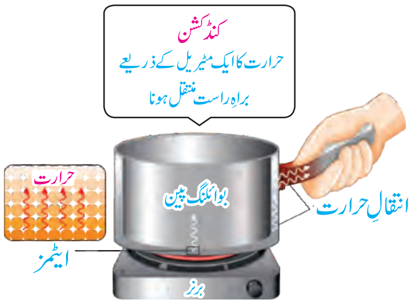
مدھم سیاہ سطحیں چمکیلی سطحوں کے مقابلے میں زیادہ انرجی جذب اور خارج کرتی ہیں اس لیے سولر پینل سیاہ رنگ کے ہوتے ہیں۔

لہٰذا زیادہ سطحی ٹمپریچر اور بڑا سطحی ایریا دونوں مل کر جسم کو ریڈی ایشن کے ذریعے تھرمل انرجی زیادہ تیزی سے خارج کرنے میں مدد دیتے ہیں۔

حرارت کی منتقلی کے استعمالات (Applications of Heat Transfer)

1۔ باورچی خانے کے برتنوں کو گرم کرنا

انتقالِ تھرمل انرجی کا ایک روز مرّہ استعمال باورچی خانے کے برتنوں میں کھانا پکانے کے دوران سامنے آتا ہے ۔ جب کوئی دیگچی یا پتیلی چولہے پر رکھی جاتی ہے تو حرارت کے شعلوں یا الیکٹرک ایلیمنٹ سے حرارت کنڈکشن کے ذریعے برتن تک پہنچتی ہے۔ برتن عموماً میٹل کے بنے ہوتے ہیں، اور میٹل چونکہ حرارت کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہے، اس لیے وہ حرارت کو تیزی سے جذب کر لیتی ہے اور اپنی سطح کے ذریعے آگے منتقل کرتی ہے۔ نتیجتاً پورا برتن گرم ہو جاتا ہے، جس سے اندر رکھا ہوا کھانا یکساں طور پر پک جاتا ہے (شکل 11.11)



شکل 11.11: اُبلتے ہوئے پین میں کنڈکشن کے ذریعے انتقالِ حرارت

2۔ تھرمل انسولیشن کے ذریعے مائع کا ٹمپریچر برقرار رکھنا

شکل 11.12: تھرمس فلاسک

تھرمل انسولیشن گرم چیزوں کو گرم اور ٹھنڈی چیزوں کو ٹھنڈا رکھنے میں مدد دیتی ہے۔ مثال کے طور پر تھرمس فلاسک (Thermos flask) کی دیواریں دوہری ہوتی ہیں اور ان کے درمیان خلاء موجود ہوتا ہے (شکل 11.12)۔ خلاء انتقالِ تھرمل انرجی کو کنڈکشن اور کنویکشن کے ذریعے روک دیتا ہے کیونکہ اس میں نہ ہوا ہوتی ہے اور نہ ہی کوئی ایسا میٹریل جو حرارت کو منتقل کر سکے۔ فلاسک کی اندرونی دیواروں پر چمکیلی پرت چڑھی ہوتی ہے جو ریڈی ایشن واپس رفلیکٹ کر دیتی ہے، جس سے اندر موجود مائع زیادہ دیر تک گرم رہتا ہے۔ فلاسک کا بیرونی حصہ اور اس کا ڈھکن انسولیٹنگ میٹریل جیسے پلاسٹک یا اسٹین لیس اسٹیل سے بنایا جاتا ہے تاکہ حرارت باہر نہ نکل سکے۔ یہ مخصوص ڈیزائن چائے، کافی یا سوپ جیسے مشروبات کو کئی گھنٹوں تک مناسب ٹمپریچر پر برقرار رکھتا ہے۔

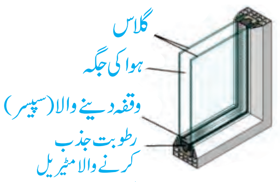
دلچسپ معلومات

کھانا پکانے والے برتن کا ہینڈل ٹھنڈا رہتا ہے کیونکہ وہ ناقص کنڈکٹرز جیسے لکڑی یا پلاسٹک سے بنایا جاتا ہے جو حرارت کو آگے منتقل نہیں کرتے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

3۔ عمارتوں میں انتقالِ تھرمل انرجی کو کم کرنا (Reducing Thermal Energy Transfer in Buildings)

عمارتوں میں تھرمل انسولیشن سردیوں میں انہیں گرم اور گرمیوں میں ٹھنڈا رکھنے میں مدد دیتی ہے۔ اگر دیواروں میں فوم بھری جائے، موٹے پردے لگائے جائیں، ڈبل گلیزڈ کھڑکیاں (Double glazed windows) استعمال کی جائیں (شکل 11.13-الف)، یا معلّق چھت (False ceiling) لگائی جائے (شکل 11.13-ب)، تو ہم حرارت کے نقصان کو کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے ذریعے کم کر سکتے ہیں۔ سرد موسم میں انسولیشن اندر کی گرم ہوا کو باہر نکلنے سے روکتی ہے، جبکہ گرم موسم میں یہ باہر کی حرارت کو اندر آنے سے روک دیتی ہے۔



(الف) ڈبل گلیزڈ کھڑکی

(ب) معلّق چھت

شکل 11.13: تھرمل انرجی کی منتقلی کو کم کرنا

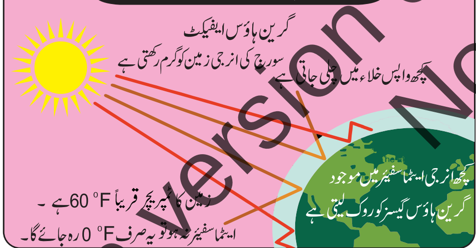
اس طرح ہیٹر اور ایئر کنڈیشنرز کے استعمال میں کمی آتی ہے، جس سے انرجی کی بچت ہوتی ہے اور اخراجات بھی کم ہو جاتے ہیں۔ حتیٰ کہ کھڑکیوں کے باہر مناسب شیڈنگ کرنے یا گھر کے اندر اچھی وینٹی لیشن (Ventilation) رکھنا بھی کمرے کے ٹمپریچر کو قابو میں رکھنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

11.4 گرین ہاؤس ایفیکٹ (Greenhouse Effect)

گرین ہاؤس ایفیکٹ اس عمل کو کہتے ہیں جس کے ذریعے زمین کا ماحول سورج کی حرارت کے ایک حصّے کو اپنے اندر روک لیتا ہے، جس کی وجہ سے زمین کا ٹمپریچر زندگی کے لیے مناسب رہتا ہے۔

اگر یہ عمل نہ ہو تو زمین اتنی ٹھنڈی ہو جائے کہ موجودہ شکل کی زندگی برقرار نہ رہ سکے

آپ کی معلومات کے لیے



گرین ہاؤس میں ٹمپریچر کا برقرار رہنا (Temperature Regulation in a Greenhouse)

گرین ہاؤس کے اندر ٹمپریچر کس طرح برقرار رہتا ہے؟ سورج سے آنے والی شعاعوں میں کم ویولینگتھ (Wavelength) والی روشنی اور الٹرا وائلٹ ریڈی ایشن، اور زیادہ ویولینگتھ والی انفراریڈ ریڈی ایشن شامل ہوتی ہے۔ شیشہ اور پلاسٹک جیسے شفاف میٹریلز کم ویولینگتھ والی شعاعوں کو اندر جانے دیتے ہیں، لیکن زیادہ ویولینگتھ والی انفراریڈ ریڈی ایشن کو باہر جانے نہیں دیتے۔ یعنی اندر حرارت پھنس جاتی ہے۔ سورج کی شعاعیں گرین ہاؤس کے اندر موجود پودوں، مٹی، اور اشیا کو گرم کرتی ہیں اور یہ اشیا حرارت کو زیادہ ویولینگتھ کی ریڈی ایشن کی صورت میں خارج کرتی ہیں۔ لیکن شیشہ یا پلاسٹک کی چادریں اس ریڈی ایشن کو باہر نہیں جانے دیتیں اور اسے واپس اندر ریفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اسی وجہ سے گرین ہاؤس کے اندر گرم ماحول قائم رہتا ہے جو پودوں کی نشوونما کے لیے موزوں ہے۔

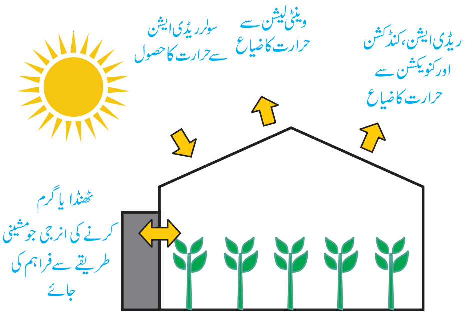
دلچسپ معلومات

لوگوں کو یہ باور کرایا گیا ہے کہ انسانی سرگرمیوں سے پیدا ہونے والی زائد کاربن ڈائی آکسائڈ گرین ہاؤس ایفیکٹ کو بڑھا کر زمین کو گرم کر رہی ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ کاربن ڈائی آکسائڈ ہماری فضا کا صرف 0.035% حصہ ہے اور یہ بہت کمزور گرین ہاؤس گیس ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

زمین پر گرین ہاؤس ایفیکٹ (Greenhouse Effect on Earth)

زمین کا ماحول بھی گرین ہاؤس کی طرح کام کرتا ہے۔ ماحول میں موجود کاربن ڈائی آکسائڈ، پانی کے بخارات اور کچھ دوسری گیسیں سورج کی حرارت کا ایک حصّہ زمین کے آس پاس روک لیتی ہیں (شکل 11.14)۔ اس سے زمین کا ٹمپریچر معتدل رہتا ہے۔ لیکن پچھلے چند سالوں میں فضا میں کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار بہت بڑھ گئی ہے، جس سے گرین ہاؤس ایفیکٹ مزید مضبوط ہو گیا ہے۔ اس کے نتیجے میں زیادہ حرارت ماحول میں پھنس جاتی ہے اور زمین کا اوسط ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ اسی عمل کو گلوبل وارمنگ (Global warming) کہتے ہیں۔ ٹمپریچر میں یہ اضافہ دنیا بھر کے موسمی نظاموں پر سنگین اثرات ڈال رہا ہے؛ جیسے موسموں میں بے ترتیبی، برف کا پگھلنا، سمندری سطح کا بڑھنا، اور شدید موسموں کا بڑھ جانا۔



شکل 11.14: گرین ہاؤس میں حرارت کی منتقلی کے طریقے

کیا آپ جانتے ہیں؟

- گرین ہاؤس گیسیں سورج کی انرجی کو جذب کر کے ایٹماسفیئر میں روک لیتی ہیں۔
- اگر گرین ہاؤس گیسیں، گرین ہاؤس ایفیکٹ پیدا نہ کرتیں تو زمین اتنی گرم نہ ہوتی کہ انسانی زندگی قائم رہ سکتی۔

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

11.1 انتقالِ تھرمل انرجی کے کون سے طریقہ میں پارٹیکلز براہِ راست جُڑے ہوتے ہیں؟

(الف) کنویکشن (ب) ریڈی ایشن (ج) کنڈکشن (د) ایویپوریشن

11.2 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کرنٹس کس وجہ سے بنتے ہیں؟

(الف) پارٹیکلز کی ہر سمت مسلسل حرکت سے (ب) گرم حصّوں کے اوپر اٹھنے اور ٹھنڈے حصّوں کے نیچے آنے سے

(ج) حرارت کی کنڈکشن کے ذریعے (د) حرارت کی ویوز کے رفلیکٹ ہونے سے

11.3 کنویکشن کرنٹس سے پیدا ہونے والا قدرتی مظہر کون سا ہے؟

(الف) زلزلے (ب) زمینی اور سمندری ہوائیں (ج) میگنیٹک فیلڈز (د) سورج گرہن

11.4 ریڈی ایشن کے ذریعے حرارت کس طرح منتقل ہوتی ہے؟

(الف) اشیا کے براہِ راست رابطے سے (ب) گرم سیال کی حرکت سے

(ج) الیکٹرومیگنیٹک ویوز کے ذریعے، بغیر کسی میڈیم کے (د) پانی کے مالیکیولز کے جذب ہونے سے

11.5 کون سی سطح سب سے زیادہ ریڈی ایشن جذب اور خارج کرتی ہے؟

(الف) ہموار اور چمکیلی سطحیں (ب) سیاہ اور کھردری سطحیں

(ج) شفاف اور باریک سطحیں (د) پالش شدہ سفید سطحیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

11.6 زمین کے ٹمپریچر کو برقرار رکھنے میں گرین ہاؤس ایفیکٹ کا کیا کردار ہے؟

(الف) تمام حرارت کو خلا میں نکلنے دیتا ہے (ب) حرارت کو فضا میں داخل ہونے سے روکتا ہے

(ج) مناسب مقدار میں حرارت روک کر ٹمپریچر کو برقرار رکھتا ہے (د) زمین کی سطح کو فوراً ٹھنڈا کر دیتا ہے

11.7 سورج کی حرارت زمین تک کس طرح پہنچتی ہے؟

(الف) ہوا میں کنڈکشن کے ذریعے (ب) خلا میں کنویکشن کے ذریعے

(ج) الیکٹرو میگنیٹک ریڈی ایشن کے ذریعے (د) چاند کی طرف سے رفلیکٹ ہو کر

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

11.1 انتقالِ تھرمل انرجی کے تین بنیادی طریقے کون سے ہیں؟

11.2 میٹلز میں حرارت نان میٹلز کے مقابلے میں جلد کیوں سفر کرتی ہے؟

11.3 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کے ذریعے حرارت کیسے منتقل ہوتی ہے؟

11.4 کون سا قدرتی عمل زمینی اور سمندری ہوائیں پیدا کرتا ہے؟

11.5 پرندے اور گلائیڈرز کنویکشن کرنٹس کا فائدہ کیسے اٹھاتے ہیں؟

11.6 ریڈی ایشن کیا ہے اور یہ حرارت کیسے منتقل کرتی ہے؟

11.7 مدھم سیاہ سطح چمکیلی سطح کے مقابلے میں زیادہ حرارت کیوں جذب اور خارج کرتی ہے؟

11.8 گرین ہاؤس ایفیکٹ زمین کے ٹمپریچر کو کیسے برقرار رکھتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

11.1 لیزلی کے کیوب کے تجربے میں مدھم سیاہ سطح زیادہ حرارت کیوں خارج کرتی ہے، حالانکہ دونوں سطحوں کا ٹمپریچر ایک جیسا ہوتا ہے؟

11.2 ٹھوس اجسام میں کنویکشن کیوں نہیں ہو سکتی، اور مائعات و گیسوں میں کنویکشن کرنٹس ان کی کمزور حرارتی کنڈکٹیویٹی کی کمی کیسے پوری کرتے ہیں؟

11.3 گلائیڈر اور پرندے، جیسا کہ عقاب بغیر پروں کو ہلائے گھنٹوں فضا میں کیسے رہتے ہیں؟ اس کے پیچھے سائنسی اصول بیان کریں۔

11.4 ایک گرم میٹل کا جسم ٹھنڈے کمرے میں کچھ دیر بعد کیوں ٹھنڈا ہو جاتا ہے؟ ریڈی ایشن اور حرارتی توازن کے اصولوں سے وضاحت کریں۔

4۔ تفصیلی سوالات

11.1 مائع اور گیس میں کنویکشن کیسے ہوتی ہے؟ کنویکشن کرنٹس قدرتی مظاہر جیسے سمندری ہوائیں اور ہوا کے بہاؤ کی ترتیب میں کیسے کردار ادا کرتے ہیں؟

11.2 ریڈی ایشن، کنڈکشن اور کنویکشن انتقالِ تھرمل انرجی کے لحاظ سے کس طرح مختلف ہیں؟ روزمرہ مثالیں دیں اور بتائیں کہ مختلف سطحیں ریڈی ایشن کے انجذاب اور اخراج پر کیسے اثر انداز ہوتی ہیں۔

11.3 زمین کے ٹمپریچر کو برقرار رکھنے میں گرین ہاؤس ایفیکٹ کا کیا کردار ہے؟ انسانی سرگرمیوں سے بڑھتے ہوئے گرین ہاؤس ایفیکٹ کے ممکنہ نتائج بیان کریں۔

11.4 مختلف سطحیں حرارت کو جذب اور خارج کرنے میں کیسے مختلف ہوتی ہیں؟ سطح کے رنگ اور ساخت کا حرارت کے جذب اور اخراج پر کیا اثر ہوتا ہے؟

11.5 حرارتی انرجی مائع اور گیس میں کنویکشن کے ذریعے کیسے منتقل ہوتی ہے؟ وضاحت کریں کہ اگر ہیٹر کو کمرے میں ایک ہی جگہ پر رکھا جائے تو پورا کمرہ کیسے گرم ہو جاتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

باب 12

ویوز (WAVES)

Web version of PECTAA textbook Not for sale

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

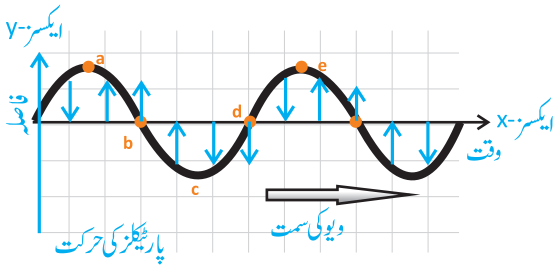
اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- ثابت کریں کہ ویوز انرجی کو منتقل کرتی ہیں مگر میٹیریل میڈیم کو منتقل نہیں کرتیں
- وضاحت کریں کہ ویو موشن سے کیا مراد ہے [جیسا کہ رسی، سپرنگ میں (وائبریشن)، اور پانی کی لہروں کے تجربات سے ظاہر ہوتا ہے]
- ویوز کی اقسام بیان کریں؛ جیسا کہ (i) ٹرانسورس ویوز (ii) لونگیٹیوڈنل ویوز
- ویو کی خصوصیات بیان کریں؛ ویو فرنٹ، ویولینگتھ، فریکوینسی، ٹائم پیریڈ، کرسٹ (Crest)، ٹرف (Trough)، کمپریشن، ریئرفیکشن ایمپلی ٹیوڈ، اور ویو سپیڈ کے لحاظ سے
- درج ذیل اصطلاحات کی تعریف کریں: فریکوینسی، ویولینگتھ، ایمپلی ٹیوڈ
- یہ مساوات یاد کریں اور استعمال کریں؛ $v = f\lambda$
- مثالوں کے ساتھ واضح کریں کہ ٹرانسورس ویو میں پارٹیکلز کی حرکت انتقالِ انرجی کی سمت کے عمودا ہوتی ہے [مثالیں: الیکٹرو میگنیٹک ویوز، پانی کی سطح کی ویوز، سیسمک ویوز (Seismic wave)]
- مثالوں کے ساتھ دکھائیں کہ لونگیٹیوڈنل ویوز میں پارٹیکلز کی حرکت انتقالِ انرجی کی سمت کے متوازی ہوتی ہے [مثالیں: ساؤنڈ ویوز، سیسمک پرائمری ویوز]

ویوز کا تصور یہ واضح کرتا ہے کہ ویوز ایک جگہ سے دوسری جگہ انرجی منتقل کرتی ہیں مگر میٹیریل میڈیم کو منتقل نہیں کرتیں۔ ہماری روزمرہ زندگی کے بے شمار مظاہر کو سمجھنے میں ویوز اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ ہمارے اردگرد ہر جگہ ویوز موجود ہوتی ہیں۔ ساکن جھیل کی سطح پر بنتی ہوئی چھوٹی چھوٹی لہروں سے لے کر آسمان میں گرجتے ہوئے بادلوں کی آواز تک۔ اس باب میں ہم ویوز کی اقسام، ان کی خصوصیات، اور وہ اصول جانیں گے جو ان کے رویّے کو کنٹرول کرتے ہیں۔ ہم بنیادی تصورات جیسے ایمپلی ٹیوڈ، ویولینگتھ فریکوینسی، اور ویو سپیڈ کو بھی سمجھیں گے۔ تجربات اور روزمرہ مثالوں کے ذریعے ہم دیکھیں گے کہ ویوز ہماری زندگی پر کیسے اثرانداز ہوتی ہیں اور ذرائع ابلاغ، میڈیکل، اور ٹیکنالوجی جیسے شعبوں میں کس طرح استعمال ہوتی ہیں۔

12.1 ویوز اور ان کی ماہیت (Waves and Nature of Waves)

جب ویوز کسی میڈیم سے گزرتی ہیں تو وہ اس میں موجود پارٹیکلز کو وائبریٹ کرتی ہیں ۔ یہ وائبریشن پارٹیکلز کے درمیان انرجی کو آگے منتقل کرتی ہیں، جیسا کہ شکل 12.1 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 12.1: ویو میں پارٹیکلز کی وائبریشن جو ویو کی سمت کے عموداً ہوتی ہے

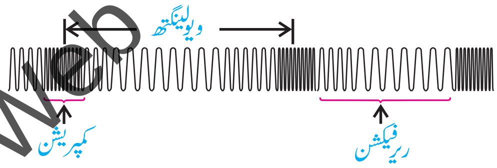
لیکن پارٹیکلز خود ویو کے ساتھ آگے نہیں بڑھتے وہ صرف اپنے اصل مقام کے گرد آگے پیچھے حرکت (Oscillate) کرتے رہتے ہیں۔ مثال کے طور پر، اگر ساکن پانی کی سطح پر ایک لکڑی کا ٹکڑا رکھا جائے تو پانی کی سطح پر ویوز پھیلتی ہیں، جیسا کہ شکل 12.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ ویوز انرجی کو آگے لے جاتی ہیں، مگر نہ پانی اپنی جگہ چھوڑتا ہے اور نہ ہی لکڑی کا ٹکڑا آگے بڑھتا ہے دونوں قریباً وہیں پر رہتے ہیں۔

شکل 12.2: پانی میں ویوز بغیر میٹریل میڈیم منتقل کیے انرجی کی منتقلی دکھاتی ہیں

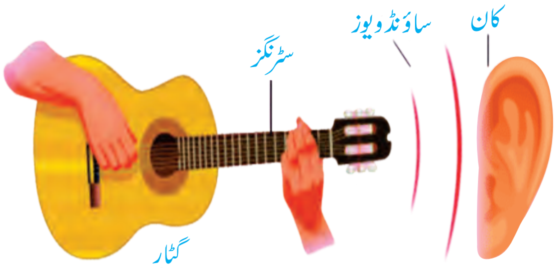
اسی طرح کا عمل ساؤنڈ ویوز میں بھی ہوتا ہے۔ جب گٹار کا تار بجایا جاتا ہے تو وہ ایسی وائبریشنز پیدا کرتا ہے جو ہوا میں ساؤنڈ ویوز کی صورت میں سفر کرتی ہیں (شکل 12.3)۔ ہوا کے پارٹیکلز ہمارے کانوں تک نہیں آتے وہ اپنی جگہ ساکن ہو کر وائبریٹ کرتے ہیں اور انرجی کو آگے منتقل کرتے ہیں۔

ویوز انرجی کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرتی ہیں، لیکن میٹریل میڈیم کو ساتھ نہیں لے جاتیں۔

اسی اصول کو سپرنگ میں ہونے والی (وائبریشنز) سے بھی سمجھا جا سکتا ہے۔ جب ایک لمبی کھینچی ہوئی سپرنگ کے ایک سرے کو چھوڑا جائے تو اس میں لونگیٹیوڈنل ویوز پیدا ہوتی ہیں ، جیسا کہ شکل 12.4 میں دکھایا گیا ہے۔ سپرنگ میں کمپریشن بنتے ہیں (جہاں کوائلز آپس میں قریب ہوتے ہیں) ریر فیکشن بنتے ہیں (جہاں کوائلز ایک دوسرے سے دور ہوتے ہیں)۔ یہ کمپریشن اور ریر فیکشن سپرنگ کے ساتھ ساتھ آگے بڑھتے



شکل 12.4: ایک کھنچے ہوئے اسپرنگ میں لونگیٹیوڈنل ویو



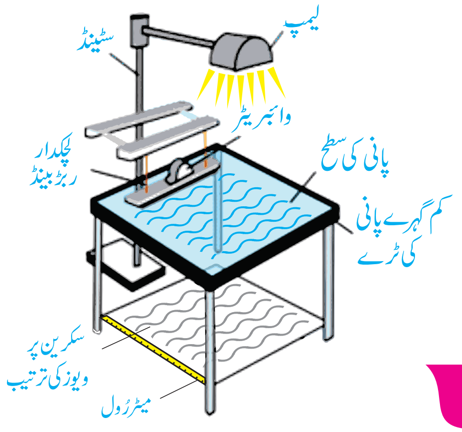
شکل 12.3: گٹار کی سٹرنگز میں وائبریشن کے نتیجے میں ساؤنڈ ویوز پیدا ہوتی ہیں جو انرجی کو ہوا کے ذریعے کان تک پہنچاتی ہیں

ہیں، جس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ انرجی منتقل ہوتی ہے لیکن پوری سپرنگ آگے نہیں بڑھتی۔ یہ تجربہ ویو موشن کو بہت واضح طور پر دکھاتا ہے اور بتاتا ہے کہ لونگیٹیوڈنل ویوز (جیسے ساؤنڈ ویوز) مادّے میں کس طرح سفر کرتی ہیں۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ویو موشن کو ظاہر کرنے کے لیے پانی کی ویوز کا تجربہ (Water Wave Experiment to Demonstrate Wave Motion)

ویو موشن کو سمجھنے کا ایک نہایت سادہ اور مؤثر طریقہ رپل ٹینک کا تجربہ ہے، جیسا کہ شکل 12.5 میں دکھایا گیا ہے۔ اس ترتیب میں ایک کم گہری ٹرے لی جاتی ہے اور اسے پانی سے یکساں گہرائی تک بھرا جاتا ہے۔ ایک بار (Bar) جو موٹر کے ساتھ جڑی ہوتی ہے، پانی کی سطح پر آہستہ آہستہ اوپر نیچے حرکت کرتی ہے۔ یہ حرکت پانی میں خلل پیدا کرتی ہے، جس سے ویوز یا ویو کرسٹ بنتے ہیں جو پانی کی سطح پر آگے کی طرف حرکت کرتے ہوئے نظر آتے ہیں جس سے پلین ویوز بنتی ہیں۔



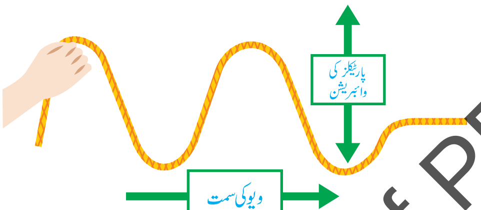
شکل 12.5: رِپل ٹینک

12.2 ویوز کی اقسام (Types of Waves)

ویوز کی دو بنیادی اقسام ہیں:

1۔ مکینیکل ویوز (Mechanical Waves)

مکینیکل ویوز وہ ویوز ہیں جن کی اشاعت کے لیے کسی میٹریل میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے، جیسے ہوا، پانی، یا کوئی ٹھوس میٹریل۔ یہ ویوز خلاء میں سفر نہیں کر سکتیں کیونکہ یہ انرجی منتقل کرنے کے لیے میڈیم کے پارٹیکلز کی (وائبریشنز) پر انحصار کرتی ہیں۔ میڈیم کے پارٹیکلز اپنی جگہ ٹھہر کر وائبریشنز پیدا کرتے ہیں اور انھیں وائبریشنز سے انرجی آگے منتقل ہوتی ہے۔ میڈیم کے پارٹیکلز صرف اپنی جگہ پر وائبریشنز پیدا کرتے ہیں اور انرجی کو آگے منتقل کرتے ہیں، جبکہ پارٹیکلز خود ویو کے ساتھ آگے نہیں بڑھتے۔



شکل 12.6: رسی پر ایک ٹرانسورس ویو یہ دکھا رہی ہے کہ پارٹیکلز کی وائبریشن ویو کی سمت کے عموداً ہے

دلچسپ معلومات

ویوز سمندروں، ہوا اور حتی کہ خلاء میں بھی انرجی منتقل کرتی ہیں۔ بغیر اس کے کہ وہ پارٹیکلز کو اپنے ساتھ لے کر چلیں۔

اسے سمجھنے کا ایک سادہ طریقہ یہ ہے کہ رسی کے ایک سرے کو اوپر نیچے حرکت دی جائے تو ویو رسی کے ساتھ ساتھ آگے بڑھتی ہے، لیکن رسی کا ہر حصّہ صرف اوپر نیچے حرکت کرتا ہے، جبکہ ویو خود آگے سفر کرتی ہے، جیسا کہ شکل 12.6 میں دکھایا گیا ہے۔
مکینیکل ویوز کی مثالیں ساؤنڈ ویوز، پانی کی ویوز، رسی یا سپرنگ میں وائبریشنز، زلزلوں سے پیدا ہونے والی سیسمک ویوز ہیں۔

2۔ الیکٹرو میگنیٹک ویوز (Electromagnetic Waves)

الیکٹرو میگنیٹک ویوز، مکینیکل ویوز سے اس لیے مختلف ہوتی ہیں کہ انہیں سفر کرنے کے لیے کسی میٹریل میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی۔ یہ ویوز خلاء میں بھی سفر کر سکتی ہیں۔ اسی وجہ سے سورج کی روشنی اور دوسری حرارتی ریڈی ایشنز خلاء کے ذریعے زمین تک پہنچتی ہیں۔
الیکٹرو میگنیٹک ویوز کی مثالیں ہیں: ریڈیو ویوز ، مائیکرو ویوز، انفرا ریڈ ریڈی ایشنز ، نظر آنے والی روشنی (Visible light)،

کیا آپ جانتے ہیں؟

ریڈیو ویوز الیکٹرو میگنیٹک ویوز ہیں جو ہوا میں $3,00,000\ km\ s^{-1}$ کی سپیڈ سے سفر کرتی ہیں۔

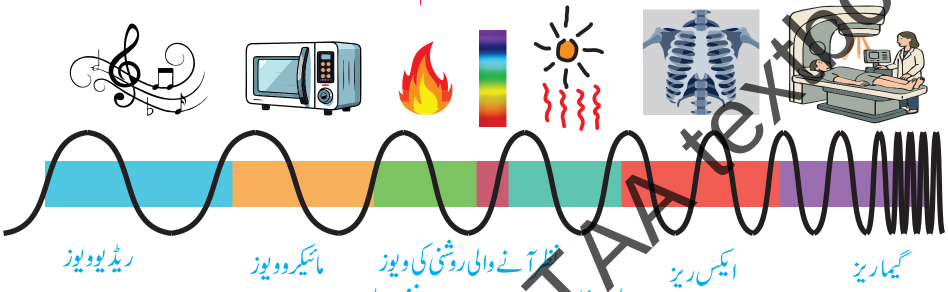
Web version of PECTAA textbook Not for sale

الٹرا وائلٹ ریز، ایکس ریز، گیما ریز۔ ان ویوز کی ویولینگتھ اور فریکوینسی مختلف ہوتی ہے، لیکن خلاء میں یہ سب روشنی کی سپیڈ سے سفر کرتی ہیں جو قریباً 3,00,000 کلومیٹر فی سیکنڈ، یعنی $3\times10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔

ان تمام الیکٹرو میگنیٹک ویوز کی رینج کو الیکٹرو میگنیٹک سپیکٹرم کہا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 12.7 میں دکھایا گیا ہے۔

دلچسپ معلومات

انفرا کا مطلب ہے "نیچے" انفراریڈ ویوز کی فریکوینسی سرخ ویوز سے کم ہوتی ہے۔ گرم اجسام سپیکٹرم کے انفراریڈ حصے میں روشنی خارج کرتے ہیں۔



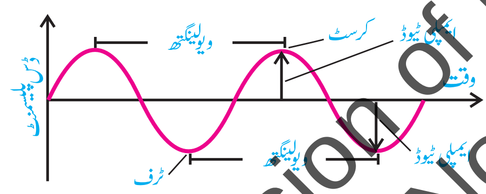
شکل 12.7: ویولینگتھ کے حساب سے الیکٹرومیگنیٹک ویوز کی اقسام

میکینیکل ویوز کی اقسام (Types of Mechanical Waves)

میکینیکل ویوز کو بنیادی طور پر دو اقسام ہیں:

1۔ ٹرانسورس ویوز 2۔ لونگیٹیوڈنل ویوز

ان کی یہ تقسیم اس بات پر منحصر ہے کہ ویو کے سفر کی سمت کے مقابلے میں میڈیم کے پارٹیکلز کس طرح وائبریٹ کرتے ہیں۔



شکل 12.8: ایک ٹرانسورس ویو: کرسٹ، ٹرف، ویولینگتھ اور ایمپلی ٹیوڈ کی نشاندہی کے ساتھ دی گئی ہے

ٹرانسورس ویوز (Transverse Waves)

ٹرانسورس ویوز میں میڈیم کے پارٹیکلز ویو کی سمت کے عموداً وائبریٹ کرتے ہیں۔ یہ عمودی وائبریشن انرجی کو میڈیم میں آگے منتقل کرتی ہے، لیکن پارٹیکلز خود ویو کے ساتھ آگے نہیں بڑھتے۔

ذہنی آزمائش

آپ ایک کھنچی ہوئی سلنکی سپرنگ کو دائیں بائیں ہلاتے ہیں اور پھر اسے آگے پیچھے دھکیلتے ہیں۔ آپ نے کس قسم کی دو ویوز پیدا کیں؟

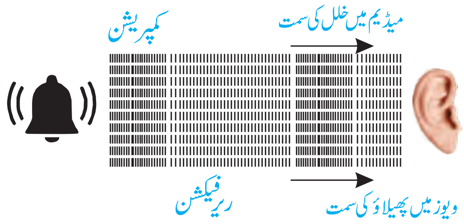
ٹرانسورس ویو کو دیکھنے کا ایک سادہ طریقہ یہ ہے کہ رسی کے ایک سرے کو اوپر نیچے حرکت دی جائے۔ ویو رسی کے ساتھ افقی سمت میں سفر کرتی ہے، جبکہ رسی کے حصے عمودی سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ اس حرکت سے دو نمایاں حصے بنتے ہیں: کرسٹ (سب سے بلند نقطہ)، ٹرف (سب سے نچلا نقطہ)، جیسا کہ شکل 12.8 میں دکھایا گیا ہے۔

ٹرانسورس ویوز کی بہترین مثال پانی کی سطح پر بننے والی ویوز ہیں۔ پانی کی سطح پر ویو آگے بڑھتی ہے، لیکن پانی کے مالیکیولز اوپر نیچے حرکت کرتے ہیں، ویو کے ساتھ آگے نہیں بہتے۔ اس کی ایک اور اہم مثال الیکٹرومیگنیٹک ریڈی ایشن ہے (جیسے روشنی، ریڈیو ویوز، ایکس ریز)۔ ان میں الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز انرجی کی سمت کے عموداً وائبریٹ کرتے ہیں۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

لونگیٹیوڈنل ویوز (Longitudinal Waves)

لونگیٹیوڈنل ویوز میں میڈیم کے پارٹیکلز اسی سمت کے متوازی (Parallel) وائبریٹ کرتے ہیں۔ ٹرانسورس ویوز کے برعکس، جہاں پارٹیکلز اوپر نیچے حرکت کرتے ہیں، لونگیٹیوڈنل ویوز میں پارٹیکلز آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں اور انرجی کی سمت کے ساتھ اسی راستے میں وائبریٹ کرتے ہیں۔ اس حرکت سے دو واضح حصّے بنتے ہیں:



شکل 12.9: ایک لونگیٹیوڈنل ویو کمپریشن اور ریرفیکشن کو ظاہر کرتی ہوئی

کمپریشن جہاں پارٹیکلز ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں۔

ریرفیکشن جہاں پارٹیکلز پھیل کر دور ہو جاتے ہیں، جیسا کہ شکل 12.9 میں دکھایا گیا ہے۔

لونگیٹیوڈنل ویو کی سب سے اہم اور عام مثال ساؤنڈ ویو ہے۔ جب ساؤنڈ پیدا ہوتی ہے، جیسے کوئی شخص اپنے ہاتھوں سے تالی بجاتا ہے تو ہاتھوں کے قریب موجود ہوا کے مالیکیولز پہلے آپس میں دھکیلے جاتے ہیں اور ایک کمپریشن بنتی ہے۔ اس کے فوراً بعد یہ مالیکیولز پھیل کر دور ہو جاتے ہیں اور ریرفیکشن بنتی ہے، جبکہ ویو ہوا میں آگے بڑھتی رہتی ہے۔ کمپریشن اور ریرفیکشن کا یہی سلسلہ ساؤنڈ کو ہمارے کانوں تک پہنچاتا ہے، بجائے اس کے کہ ہوا خود مسلسل آواز کے منبع (Source) سے سننے والے تک منتقل ہو۔

12.3 ویوز کی اصطلاحات اور پیرامیٹرز (Terms and Parameters of Waves)

دلچسپ معلومات

فریکوئنسی ہمیں یہ بتاتی ہے کہ ایک سیکنڈ میں کتنی ویوز کسی پوائنٹ سے گزرتی ہیں اس لیے FM ریڈیو اسٹیشن کو 88.0 MHz کہا جاتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ وہ ایک سیکنڈ میں 88 ملین ویوز بھیجتا ہے۔

شکل 12.8 میں ایک ٹرانسورس ویو دکھائی گئی ہے، جس پر کرسٹ، ٹرف، ویولینگتھ اور ایمپلی ٹیوڈ کی نشاندہی کی گئی ہے۔ ان اہم اصطلاحات کی تعریفیں درج ذیل ہیں:

کرسٹ (Crest): کرسٹ ٹرانسورس ویو کا وہ حصہ ہے جو وسطی پوزیشن (Mean position) سے اوپر ہوتا ہے۔ یہ ویو کا سب سے بلند نقطہ ہوتا ہے۔

ٹرف (Trough): ٹرف ٹرانسورس ویو کا وہ حصہ ہے جو وسطی پوزیشن سے نیچے ہوتا ہے۔ یہ ویو کا سب سے نچلا نقطہ ہوتا ہے۔

کمپریشن (Compression): کمپریشن لونگیٹیوڈنل ویو کا وہ حصہ ہے جہاں میڈیم کے پارٹیکلز آپس میں بہت قریب ہوتے ہیں جس کے باعث زیادہ پریشر پیدا ہوتا ہے۔

ریرفیکشن (Rarefaction): ریرفیکشن لونگیٹیوڈنل ویو کا وہ حصہ ہے جہاں پارٹیکلز پھیل کر دور ہو جاتے ہیں، جس سے کم پریشر پیدا ہوتا ہے۔

دلچسپ معلومات

ٹائم پریڈ ہمیں یہ بتاتا ہے کہ ایک مکمل ویوز کو کسی پوائنٹ سے گزرنے میں کتنا وقت لگتا ہے۔ بالکل ایسے جیسے دل کی دھڑکن کی ویو۔

ایمپلی ٹیوڈ (Amplitude): ایمپلی ٹیوڈ ویو کے کسی بھی پوائنٹ کا اس کے اصل مقام سے زیادہ سے زیادہ ڈس پلیسمنٹ ہے۔ ایمپلی ٹیوڈ اس ویو کی انرجی کی مقدار کو ظاہر کرتا ہے۔ زیادہ ایمپلی ٹیوڈ کا مطلب ہے زیادہ انرجی۔

ویولینگتھ (λ): ویولینگتھ دو متصل ویوز کے ایک جیسے حصّوں کے درمیان

Web version of PECTAA textbook Not for sale

فاصلے کو کہتے ہیں مثلاً: ٹرانسورس ویو میں کرسٹ سے کرسٹ یا ٹرف سے ٹرف اور لونگیٹیوڈنل ویو میں کمپریشن سے کمپریشن یا ریئر فیکشن سے ریئر فیکشن تک کا فاصلہ ویولینگتھ کہلاتا ہے۔ ویولینگتھ کا SI یونٹ میٹر (m) ہے۔

ذہنی آزمائش

دو ویوز ایک ہی سپیڈ سے سفر کرتی ہیں لیکن ایک کی فریکوینسی زیادہ ہے۔ بتائیں کس کی ویولینگتھ کم ہوگی۔

فریکوینسی (f): کسی پوائنٹ کے گرد وائبریٹری موشن کرتے ہوئے جسم کی ایک سیکنڈ میں وائبریشنز کی تعداد فریکوینسی کہلاتی ہے۔ اسے f سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کا یونٹ ہرٹز (Hz) ہے۔ 1 Hz =1 وی فی سیکنڈ

ٹائم پیریڈ (T): کسی مقررہ پوائنٹ سے ایک ویو کے گزرنے کے ٹائم کو ٹائم پیریڈ کہتے ہیں۔ اسے T سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ٹائم پیریڈ کا یونٹ سیکنڈ (s) ہے۔ یہ فریکوینسی کا الٹ (Inverse) ہوتا ہے۔ یعنی: $T = 1 / f$ ۔ اس کی اکائی سیکنڈ (s) ہے۔

ویو فرنٹ (Wave front): ویو فرنٹ ایک خیالی (Imaginary) سطح ہوتی ہے جس پر موجود تمام پوائنٹس ایک ہی وائبریٹری فیز (Vibratory phase) میں ہوتے ہیں۔ یعنی ان کا ڈس پلیسمنٹ اور حرکت کی سمت ایک جیسی ہوتی ہے۔ ویو فرنٹ اس ویو کے آگے بڑھے ہوئے کنارے کو ظاہر کرتا ہے۔

ویو سپیڈ (v) / ویو مساوات

وہ سپیڈ جس سے ویو کسی میڈیم میں سفر کرتی ہے، ویو کی سپیڈ کہلاتی ہے۔

یعنی: سپیڈ = فاصلہ / وقت

ویو کے لیے: $T =$ ٹائم پیریڈ ؛ $\lambda =$ ویولینگتھ

لہٰذا $v = S / t$

چونکہ $S = \lambda$ اور $t = T$ اس لیے اس کا فارمولا ہوگا:

$$v = \lambda / T \text{ ....(12.1)}$$

اب $f = 1/T$ فریکوینسی، لہٰذا:

$$v = f \times \lambda \text{ .... (12.2)}$$

یہاں پر: ویو سپیڈ ($v =$ میں $m\ s^{-1}$) ؛ فریکوینسی ($f =$ میں Hz) ؛ ویولینگتھ ($\lambda =$ میں m)

مثال: ایک ویو 10 سائیکلز مکمل کرنے میں 5 s لیتی ہے۔ ویولینگتھ 1.2 m ہے۔ معلوم کریں:

(الف) ویو کی فریکوینسی (ب) ویو کی سپیڈ

حل:

دیا گیا ڈیٹا: ویولینگتھ $\lambda = 1.2\,m$ ؛ وقت $t = 5\,s$ ؛ سائیکلز کی تعداد = 10

معلوم کرنا: ویو سپیڈ $v = ?$ ؛ فریکوینسی $f = ?$

ہم جانتے ہیں کہ: فریکوینسی = سائیکلز کی تعداد / وقت

لہٰذا $f = 10 / 5 = 2\,Hz$

جیسا کہ $v = f \times \lambda$

قیمتیں درج کرنے سے: $v = 2 \times 1.2 = 2.4\,m\,s^{-1}$

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

12.4 سیسمک ویوز (Seismic and Tsunami Waves)

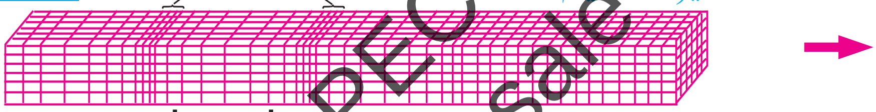
سیسمک ویوز قدرتی ویوز ہیں جو زمین کی بیرونی تہ (Crust) اور سمندر میں ہونے والی شدید تبدیلیوں سے پیدا ہوتی ہیں۔ انہیں سمجھنا اس لیے ضروری ہے کہ یہ بہت زیادہ نقصان پہنچا سکتی ہیں اور حفاظتی تدابیر کے لیے ان کا علم اہم ہے۔

سیسمک ویوز (Seismic Waves)

سیسمک ویوز وہ ویوز ہیں جو زمین کے اندر سفر کرتی ہیں۔ یہ عام طور پر زلزلوں، آتش فشانی دھماکوں یا زیرِزمین دھماکوں کے نتیجے میں بنتی ہیں۔ سیسمو میٹرز (Seismometers) ان ویوز کو ریکارڈ کرتے ہیں اور سائنس دانوں کو زمین کے اندرونی حصوں کو سمجھنے میں مدد دیتے ہیں۔

پرائمری ویوز (P-waves)

یہ سیسمک ویوز کی سب سے تیز ویوز ہیں اور زلزلے کے دوران سب سے پہلے پہنچتی ہیں۔ پرائمری ویوز ٹھوس، مائع، اور گیس تینوں اجسام میں سفر کر سکتی ہیں۔ یہ ویوز کسی میٹریل کو اسی سمت میں سکیڑتی اور پھیلاتی ہیں جس سمت میں ویو سفر کرتی ہے بالکل اس طرح جیسے ایک سلنکی سپرنگ کو آگے پیچھے حرکت دی جائے، جیسا شکل 12.10 میں دکھایا گیا ہے تو پرائمری ویوز میں کمپریشن اور ریر فیکشن باری باری بنتی ہیں۔



شکل 12.10: پرائمری ویو لونگیٹیوڈنل حرکت کو ظاہر کرتے ہوئے

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

12.1 لونگیٹیوڈنل ویو میں وائبریشن کی سمت ہوتی ہے:

(الف) ویو کی سمت کے عموداً (ب) دائرے میں حرکت
(ج) ویو کی سمت کے مخالف (د) ویو کی سمت کے ساتھ ساتھ

12.2 ٹرانسورس ویو کا سب سے نچلا حصہ کون سا ہے؟

(الف) کرسٹ (ب) کمپریشن (ج) ریر فیکشن (د) ٹرف

12.3 درج ذیل میں سے کون سی ویوز کو سفر کرنے کے لیے میٹریل میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے؟

(الف) ایکس ریز (ب) روشنی کی ویوز (ج) ریڈیو ویوز (د) ساؤنڈ ویوز

12.4 ویو کی کون سی خاصیت اس کی انرجی کی مقدار ظاہر کرتی ہے؟

(الف) کرسٹ (ب) ایمپلی ٹیوڈ (ج) ویو لینگتھ (د) سپیڈ

Web version of PECTAA textbook Not for sale

12.5 ایک ویو فرنٹ ہے:

(الف) دو کرسٹس کے درمیان فاصلہ (ب) ویو کا زیادہ پریشر والا حصہ

(ج) ایک ایسی لائن جس پر تمام پوائنٹس فیز میں ہوں (د) ویو میڈیم کا بیرونی کنارہ

12.6 ایک ویو جنریٹر 3 منٹ میں 600 ویوز پیدا کرتا ہے، اور ہر ویو 2 m فی سیکنڈ کے حساب سے سفر کرتی ہے۔ ویو کی ویولینگتھ کیا ہو گی؟

(الف) 0.60 m (ب) 0.10 m (ج) 1.0 m (د) 0.30 m

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

12.1 ویوز ایک جگہ سے دوسری جگہ کیا منتقل کرتی ہیں؟

12.2 مکینیکل ویوز کی کوئی دو مثالیں لکھیں۔

12.3 کون سی ویوز خلاء میں سفر کر سکتی ہیں؟

12.4 ٹرانسورس اور لونگیٹیوڈنل ویوز میں کیا فرق ہے؟

12.5 ویولینگتھ سے کیا مراد ہے؟

12.6 فریکوینسی کی تعریف لکھیں۔

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

12.1 ساؤنڈ خلا میں سفر کیوں نہیں کر سکتی لیکن روشنی کر سکتی ہے؟ ویوز کی اقسام کی مدد سے وضاحت کریں۔

12.2 ایک طالب علم رسی کے ایک سرے کو ہلاتا ہے اور غور سے دیکھتا ہے کہ ویو آگے بڑھتی ہے۔ یہ کون سی ویو ہے اور اس کے پارٹیکلز کیسے حرکت کرتے ہیں؟

12.3 ایمپلی ٹیوڈ اور ویو کی انرجی میں کیا تعلق ہے؟ مثال کے ساتھ وضاحت کریں۔

12.4 ایک شخص 100 Hz فریکوینسی کی الیکٹرومیگنیٹک ویو اور مکینیکل ویو دونوں پیدا کرنا چاہتا ہے۔ وہ یہ کیسے حاصل کر سکتا ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

12.1 ویوز بغیر میٹیریل میڈیم کو منتقل کیے انرجی کیسے منتقل کرتی ہیں؟ روزمرہ زندگی سے مثالیں دیں۔

12.2 مکینیکل اور الیکٹرومیگنیٹک ویوز میں فرق مثالوں کے ساتھ بیان کریں۔

12.3 ٹرانسورس اور لونگیٹیوڈنل ویوز کی وضاحت کریں۔ ڈایا گرامز اور مثالوں کے ساتھ بیان کریں۔

12.4 ویو کی سپیڈ، ویولینگتھ اور فریکوینسی کے درمیان ویو کی مساوات اخذ کریں اور ہر جزو کی وضاحت مناسب SI یونٹ کے ساتھ کریں۔

5۔ حسابی سوالات

12.1 ایک ویو کی ویولینگتھ 2 m ہے اور اس کی فریکوینسی 5 Hz ہے۔ ویو کی سپیڈ معلوم کریں۔ ($10\ m\ s^{-1}$)

12.2 ایک ویو کی سپیڈ $300\ m\ s^{-1}$ ہے اور ویولینگتھ 3 m ہے۔ اس کی فریکوینسی معلوم کریں۔ (100 Hz)

12.3 ایک ساؤنڈ ویو کی فریکوینسی 250 Hz اور سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ ہے۔ اس کی ویولینگتھ کیا ہو گی؟ (1.36 m)

12.4 ایک ویو کی فریکوینسی 50 Hz ہے۔ وہ ایک ویو مکمل کرنے میں کتنا وقت لیتی ہے؟ (0.02 s)

12.5 ایک ویو کی ویولینگتھ 0.5 m اور فریکوینسی 200 Hz ہے۔ ویو کی رفتار معلوم کریں۔ ($100\ m\ s^{-1}$)

12.6 ایک ویو کا ٹائم پیریڈ 0.02 s ہے۔ ویو کی فریکوینسی معلوم کریں۔ (50 Hz)

Web version of PECTAA textbook Not for sale

باب 13

ساؤنڈ
(SOUND)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

- ساؤنڈ کے پیدا ہونے کی وضاحت کر سکیں۔ (یعنی مختلف ذرائع سے ساؤنڈ کیسے پیدا ہوتی ہے)
- ساؤنڈ کی لونگیٹیوڈنل نوعیت بیان کر سکیں۔ (یعنی ساؤنڈ ویوز میں کمپریشن اور ریر فیکشن کیسے بنتے ہیں)
- انسانی سماعت کی قابلِ سماعت حد بیان کر سکیں جو تقریباً 20 ہرٹز سے 20,000 ہرٹز تک ہے
- وجہ بیان کریں کہ ساؤنڈ خلاء میں سفر کیوں نہیں کر سکتی (تجربات کی مدد سے وضاحت)
- ایمپلی ٹیوڈ اور فریکوینسی میں تبدیلی کے، ساؤنڈ کی لاؤڈنیس (Loudness) اور پچ (Pitch) پر اثرات بیان کر سکیں
- ایکو (Echo) کو ساؤنڈ کی ریفلیکشن کے طور پر بیان کر سکیں
- ساؤنڈ کی ریفلیکشن کو ظاہر کرنے کے لیے سادہ تجربات بیان کر سکیں
- یہ بیان کر سکیں کہ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ تقریباً $330\text{-}350\ m\ s^{-1}$ ہوتی ہے
- یہ وضاحت کر سکیں کہ ساؤنڈ عام طور پر ٹھوس میں سب سے تیز، مائع میں اس سے کم اور گیس میں سب سے کم سپیڈ سے سفر کرتی ہے
- الٹرا ساؤنڈ کی تعریف کر سکیں (20 kHz سے زیادہ فریکوینسی والی ساؤنڈ)
- الٹرا ساؤنڈ کے استعمالات کی وضاحت اور تجزیہ کر سکیں، صفائی، قبل از پیدائش اسکین و دیگر طبّی تصویری استعمالات، سونار (SONAR) (گہرائی اور فاصلے کا حساب: وقت اور ویو سپیڈ سے)
- شور کی آلودگی کے اثرات کا تجزیہ کر سکیں
- صوتی نگہبانی کی اہمیت ثابت کر سکیں
- عمارتوں کے صوتی ڈیزائن میں ساؤنڈ ویوز کی خصوصیات کا استعمال بیان کر سکیں
- ایکو (Echo) کم کرنے کے لیے ساف میٹریلز کا استعمال بیان کر سکیں (مثلاً کلاس روم، ہال، اور اجتماع گاہوں میں)

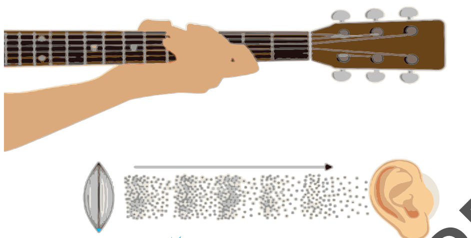
Web version of PECTAA textbook
Not for sale

ساؤنڈ ویوز پیدا کرنا بہت آسان ہے۔ جب ہم بولتے ہیں تو ہمارے ووکل کارڈز (Vocal cords) وائبریٹ کرتے ہیں، جس سے ساؤنڈ ویوز پیدا ہوتی ہیں۔ کوئی بھی چیز جو ہوا میں وائبریٹ کرتی ہے، وہ قریب کی ہوا کی تہوں کو بھی وائبریٹ کرتی ہے، جو باری باری ساتھ والی تہوں کو متاثر کرتی ہیں۔ یہ مسلسل وائبریشنز ہوا کو دباؤ (کمپریشن) اور پھیلاؤ (ریر فیکشن) کی ویوز پیدا کرنے کے لیے دھکیلتی اور کھینچتی ہیں ۔ جب یہ ویوز ہمارے کانوں تک پہنچتی ہیں تو وہ ہمارے کان کے پردے کو وائبریٹ کرنے کا سبب بنتی ہیں، جس سے ہم ساؤنڈ کو محسوس کرتے ہیں۔ جب یہ وائبریشنز ہوا کے ذریعے حرکت کرتی ہیں تو وہ ساؤنڈ ویوز بناتی ہیں۔ یہ ویوز لونگیٹیوڈنل ویوز ہیں ، یعنی ہوا کے ذرات ویو کی انرجی کی منتقلی کی سمت میں آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ ساؤنڈ ویوز کی سپیڈ قریباً 330-350 میٹر فی سیکنڈ تک ہے ، جو ٹمپریچر پر منحصر ہے۔ اس باب میں ہم ساؤنڈ کی دلچسپ دنیا کا مطالعہ کریں گے کہ یہ کیسے سفر کرتی ہے، رفلیکٹ ہوتی ہے اور ہمیں قدرت اور ٹیکنالوجی کو سمجھنے میں مدد دیتی ہے۔

13.1 ساؤنڈ کا پیدا ہونا اور اشاعت (Production and Propagation of sound)

ساؤنڈ کیسے پیدا ہوتی ہے؟

ساؤنڈ وائبریٹ کرنے والی اجسام سے پیدا ہوتی ہے۔ جب کوئی جسم وائبریٹ کرتا ہے تو اس کے آس پاس کی ہوا بھی وائبریٹ ہوتی ہے۔ ہوا کی یہ وائبریشنز ہمارے کانوں تک پہنچتی ہیں اور ہمیں ساؤنڈ کا احساس ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر گٹار میں ساؤنڈ اس کے تاروں کے وائبریٹ ہونے سے پیدا ہوتی ہے (شکل 13.1)۔ اسی طرح ہماری ساؤنڈ ہمارے ووکل کارڈز (Vocal cords) کے وائبریٹ ہونے سے پیدا ہوتی ہے۔ انسان کا دل اور دوسرے اعضا جیسے پھیپھڑے بھی جب وائبریٹ کرتے ہیں تو ساؤنڈ ویوز پیدا کرتے ہیں۔ ڈاکٹر سٹیتھوسکوپ (Stethoscope) کا استعمال کرتے ہوئے ان ساؤنڈز کو سُن لیتے ہیں۔



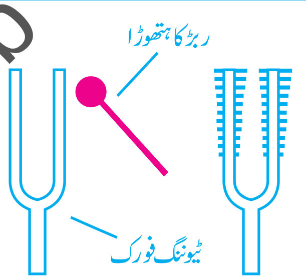
شکل 13.1: گٹار کی تاروں کی وائبریشن سے ساؤنڈ ویوز نکلتی ہیں

دلچسپ معلومات

ساؤنڈ کو سفر کرنے کے لیے ایک میڈیم (جیسے ہوا، پانی یا ٹھوس اجسام) کی ضروت ہوتی ہے۔ خلاء میں کوئی پارٹیکلز موجود نہیں ہوتے جو وائبریشن کرسکیں اس لیے ساؤنڈ وہاں سفر نہیں کرسکتی۔

سرگرمی 13.1:

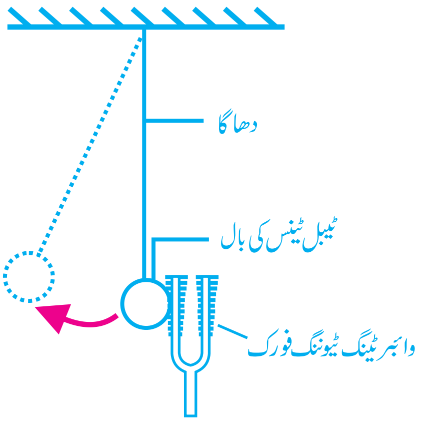
سکول کی لیبارٹریوں میں ٹیوننگ فورک کا استعمال کیا جاتا ہے تاکہ مخصوص قسم کی ساؤنڈ پیدا کی جاسکے۔ جب ایک ربڑ کا ہتھوڑا ٹیوننگ فورک پر مارا جاتا ہے تو ٹیوننگ فورک وائبریٹ کرنا شروع ہو جاتا ہے (شکل 13.2)۔ ہم اسے اپنے کان کے قریب لے جا کر ان وائبریشنز سے پیدا ہونے والی ساؤنڈ سن لیتے ہیں۔



شکل 13.2: ربڑ کے ہتھوڑے کو ٹیوننگ فورک پر ضرب لگانے سے وائبریشنز پیدا ہوتی ہیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ٹیونگ فورک کی وائبریشنز کا ہم ایک چھوٹے ٹیبل ٹینس بال کو دھاگے سے لٹکانے کے ذریعے بھی مشاہدہ کر سکتے ہیں (شکل 13.3)۔ جب ٹیونگ فورک کا وائبریٹ کرنے والا حصہ بال کو چھوتا ہے تو بال حرکت کرتی ہے جو وائبریشنز کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔ اسی طرح اگر ہم ٹیونگ فورک کو پانی کے گلاس میں ڈالیں، تو ہم پانی کے چھینٹوں کو دیکھیں گے۔ لیکن یہ چھینٹے کیوں پیدا ہوتے ہیں؟ یہ سادہ سرگرمی یہ ثابت کرتی ہے کہ وائبریشنز ساؤنڈ پیدا کرنے کا سبب ہیں۔



شکل 13.3: وائبریٹنگ ٹیونگ فورک سے ساؤنڈ ویوز کا نکلنا

ساؤنڈ کی اشاعت (Propagation of Sound)

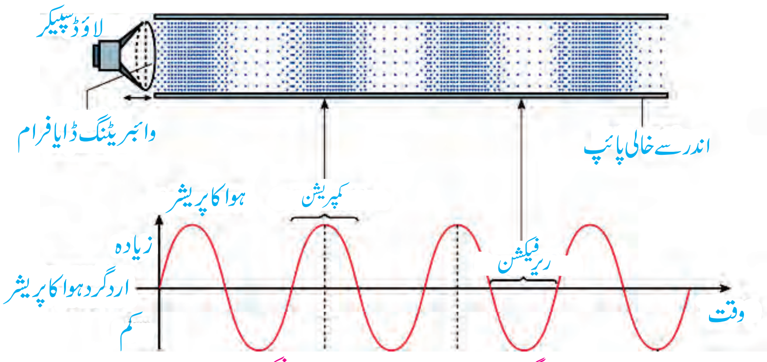
ساؤنڈ کی اشاعت کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے، جیسے ہوا، پانی یا کوئی ٹھوس شے، تا کہ وہ ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہو سکے۔ جب ٹیونگ فورک وائبریٹ کرتی ہے تو یہ ہوا میں کمپریشن (زیادہ دباؤ) اور ریرفیکشن (کم دباؤ) پیدا کرتی ہے، جس سے ساؤنڈ کی اشاعت ممکن ہوتی ہے۔ جب ٹیونگ فورک کا ایک سرا آگے بڑھتا ہے تو یہ ہوا کے مالیکیولز کو آپس میں دھکیلتا ہے، جس سے ایک کمپریشن بنتی ہے جو باہر کی طرف حرکت کرتی ہے۔ جب یہ پیچھے آتی ہے تو یہ ایک ریرفیکشن پیدا کرتی ہے جہاں ہوا کے مالیکیولز آپس میں دور پھیل جاتے ہیں۔ یہ کمپریشن اور ریرفیکشن کا مسلسل سلسلہ ساؤنڈ کو ایک لونگیٹیوڈنل ویو کے طور پر پھیلاتا ہے، یعنی ہوا کے مالیکیولز ویو کی انرجی کی منتقلی کی سمت میں آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں (شکل 13.4)۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ساؤنڈ ایک مکینیکل ویو ہے

- ساؤنڈ کو کسی میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے
- ساؤنڈ ٹھوس، مائع یا گیس میں سفر کر سکتی ہے

ساؤنڈ کی ویولینگتھ وہ فاصلہ ہے جو دو مسلسل کمپریشنز یا ریرفیکشنز کے درمیان ہوتا ہے۔



شکل 13.4: لونگیٹیوڈنل ویوز جن میں کمپریشن اور ریرفیکشن دکھایا گیا ہے

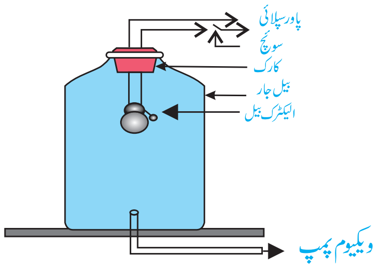
Web version of PECTAA textbook Not for sale

سرگرمی 13.2:

روشنی کی ویوز الیکٹرو میگنیٹک ہوتی ہیں اور خلا میں سفر کر سکتی ہیں، لیکن ساؤنڈ کی ویوز میڈیم کے بغیر سفر نہیں کر سکتیں۔ یہ بات بیل جار اپریٹس (شکل 13.5) کا استعمال کرتے ہوئے دکھائی جا سکتی ہے۔ بیل جار کو ویکیوم پمپ سے منسلک رکھا جاتا ہے، جس کے اندر ایک الیکٹرک بیل لگی ہوتی ہے جو پاور سپلائی سے جڑی ہوتی ہے۔ جب پاور سپلائی آن کیا جاتا ہے تو الیکٹرک بیل بجتی ہے اور ہم ساؤنڈ کو سن سکتے ہیں۔ اس کے بعد ویکیوم پمپ کے ذریعے جار سے ہوا نکالی جاتی ہے۔ جیسے جیسے ہوا نکالی جاتی ہے بیل کی ساؤنڈ کمزور پڑتی جاتی ہے اور آخر کار غائب ہو جاتی ہے حالانکہ بیل بجنا جاری رہتی ہے۔ جب ہوا دوبارہ جار میں شامل کی جاتی ہے تو ساؤنڈ دوبارہ سنائی دینے لگتی ہے۔ یہ تجربہ یہ ثابت کرتا ہے کہ ساؤنڈ کی ویوز میڈیم (جیسے ہوا) کے بغیر سفر نہیں کر سکتیں۔

ذہنی آزمائش

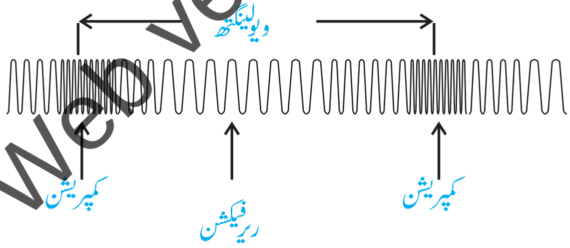
اگر ساؤنڈ وائبریشنز سے پیدا ہوتی ہے تو جب ساؤنڈ ویوز ہوا میں سے گزرتی ہیں تو ہوا کے پارٹیکلز کیسے حرکت پیدا کرتے ہیں؟



شکل 13.5: بیل جار اپریٹس

ساؤنڈ ویوز کی لونگیٹیوڈنل نوعیت (Longitudinal Nature of Sound Waves)

ساؤنڈ ویوز کی منتقلی کو سلنکی (Slinky) کے تجربے (شکل 13.6) سے سمجھا جا سکتا ہے۔ ساؤنڈ لونگیٹیوڈنل ویوز کی شکل میں سفر کرتی ہے۔ یعنی ہوا کے پارٹیکلز ویو کی سمت میں آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ اگر ہم سلنکی کے ایک سرے کو دھکیلیں اور کھینچیں تو ہم کچھ حصوں میں دیکھیں گے کہ کوائلز آپس میں قریب آجاتی ہیں، جسے کمپریشن کہتے ہیں اور کچھ حصوں میں کوائلز ایک دوسرے سے دور پھیل جاتی ہیں جسے ریر فیکشن کہتے ہیں۔ اسی طرح جب ساؤنڈ ہوا میں حرکت کرتی ہے تو یہ کمپریشنز (جہاں ہوا کے پارٹیکلز ایک دوسرے کے قریب ہوتے ہیں) اور ریر فیکشنز (جہاں ہوا کے پارٹیکلز دور ہوتے ہیں) پیدا کرتی ہے۔



شکل 13.6: سلنکی میں لونگیٹیوڈنل ساؤنڈ ویوز کی اشاعت کے لیے کمپریشن اور ریر فیکشن دکھائے گئے ہیں

دو متصل کمپریشنز یا ریر فیکشنز کے درمیان فاصلہ، ویولینگتھ کہلاتا ہے۔

لہٰذا، ساؤنڈ کمپریشنز اور ریر فیکشنز بنا کر حرکت کرتی ہے، بالکل سلنکی کی طرح جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ یہ لونگیٹیوڈنل ویو ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

13.2 ساؤنڈ کی سپیڈ (Speed of Sound)

ساؤنڈ ویوز میڈیم میں موجود وائبریٹ کرتے پارٹیکلز کی مدد سے سفر کرتی ہیں اور خلاء میں منتقل نہیں ہو سکتیں۔ ساؤنڈ کی سپیڈ میڈیم کی نوعیت کے مطابق مختلف ہوتی ہے۔ یہ مائع میں گیس کے مقابلے میں پانچ گنا تیز سفر کرتی ہے اور ٹھوس میں گیس کے مقابلے میں پندرہ گنا تیز سفر کرتی ہے۔ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ مختلف عوامل، جیسے ٹمپریچر اور نمی سے متاثر ہوتی ہے۔ کمرے کے ٹمپریچر (21 °C) پر ساؤنڈ ہوا میں $343\ m\ s^{-1}$ کی سپیڈ سے سفر کرتی ہے جو ٹمپریچر اور نمی کے بڑھنے کے ساتھ بڑھتی جاتی ہے۔ چونکہ ٹھوس اور مائع ساؤنڈ کو گیسوں سے تیز منتقل کرتے ہیں اس لیے میڈیم ساؤنڈ کی سپیڈ کا تعین کرنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ ساؤنڈ کی سپیڈ درج ذیل مساوات سے معلوم کی جاتی ہے:

$$v = f \times \lambda$$

جہاں پر:

$v =$ ساؤنڈ سپیڈ

$f =$ فریکوینسی

$\lambda =$ ویولینگتھ

ساؤنڈ کی سپیڈ مختلف میڈیمز میں ٹیبل 13.1 میں دکھائی گئی ہے۔

ٹیبل 13.1: مختلف میٹیریلز میں ساؤنڈ کی سپیڈ

میٹیریل میڈیم	سپیڈ $(m\ s^{-1})$
گیسز	
ہوا (0 °C)	330
ہوا (25 °C)	346
ہوا (100 °C)	391
ہائڈروجن (0 °C)	1290
آکسیجن (0 °C)	317
ہیلیم (0 °C)	972
25 °C پر مائعات	
خالص پانی	1498
سمندری پانی	1531
25 °C پر ٹھوس میٹیریلز	
لکڑی	200
ایلومینیم	6420
پیتل	4700
نِکل	6040
آئرن	5950
سٹیل	5960
فلِنٹ گلاس	3980

مثال 13.1: ایک ساؤنڈ کی ویو کی فریکوینسی معلوم کریں جس کی سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ ہو اور ویولینگتھ $2.0\ m$ ہو۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

ویو سپیڈ $v = 340\ m\ s^{-1}$

ویولینگتھ $\lambda = 2.0\ m$

معلوم کرنا: فریکوینسی $f = ?$

درج ذیل فارمولا استعمال کرتے ہوئے: $f = v/\lambda$ یا $v = f\lambda$

قیمتیں درج کرنے سے: $f = 340\ m\ s^{-1}/2\ m = 170\ Hz$

13.3 ساؤنڈ کی خصوصیات (Characteristics of Sound)

مختلف اجسام سے پیدا ہونے والی ساؤنڈز کو ان کی مختلف خصوصیات کی بنیاد پر پہچانا جا سکتا ہے، جیسا کہ نیچے وضاحت کی گئی ہے:

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس (Loudness)

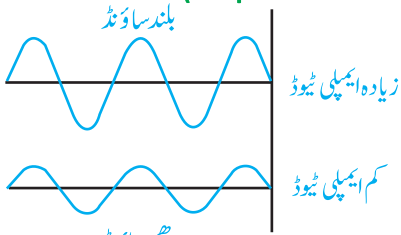
لاؤڈنیس ساؤنڈ کی وہ خصوصیت ہے جس کی مدد سے ہم بلند اور مدھم ساؤنڈز میں فرق کر سکتے ہیں۔

ذہنی آزمائش

کیا ساؤنڈ کی بلندی اس وقت کو متاثر کرتی ہے جو ایک ایکو (گونج) کو واپس آنے میں لگتا ہے؟

مثال کے طور پر، جب ہم دوستوں سے بات کرتے ہیں تو ہماری ساؤنڈ مدھم ہوتی ہے، لیکن جب ہم بڑی تعداد میں سامعین سے خطاب کرتے ہیں تو ہم زیادہ بلند ساؤنڈ میں بولتے ہیں۔ ساؤنڈ کی لاؤڈنیس کئی عوامل پر منحصر ہوتی ہے، جو اس کی انٹینسٹی (Intensity) کو سمجھنے میں مدد دیتے ہیں۔ ان میں سے کچھ عوامل درج ذیل ہیں:

(الف) وائبریٹ کرنے والے جسم کا ایمپلی ٹیوڈ (Amplitude of the vibrating body)



شکل 13.7: ساؤنڈ کی بلندی کا ایمپلی ٹیوڈ کے ساتھ تبدیلی

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس وائبریٹ کرنے والے جسم کے ایمپلی ٹیوڈ پر منحصر ہوتی ہے (شکل 13.7)۔ اگر ہم گٹار کے تاروں کو زیادہ زور سے چھیڑتے (Pluck) ہیں تو وائبریشنز زیادہ ایمپلی ٹیوڈ کے ساتھ پیدا ہوں گی جس سے ساؤنڈ زیادہ بلند ہو گی۔ اسی طرح اگر ہم ڈھول کو زیادہ زور سے ماریں گے تو اس کی ممبرین زیادہ شدّت سے وائبریٹ کرے گی، جس سے ساؤنڈ زیادہ تیز ہو گی۔

(ب) وائبریٹ کرنے والے جسم کا ایریا (Area of the vibrating body)

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس وائبریٹ کرنے والی سطح کے سائز پر بھی اثر ڈالتی ہے۔ ایک بڑا ڈھول چھوٹے ڈھول کے مقابلے میں زیادہ بلند ساؤنڈ پیدا کرتا ہے کیونکہ اس کی بڑی سطح زیادہ ہوا کو وائبریٹ کرتی ہے۔ یہ ظاہر کرتا ہے کہ زیادہ وائبریٹ کرنے والی سطح ساؤنڈ کی لاؤڈنیس کو بڑھاتی ہے، جبکہ چھوٹی سطح کم لاؤڈنیس والی ساؤنڈ پیدا کرتی ہے۔

(ج) وائبریٹ کرنے والے جسم کا سورس سے فاصلہ (Distance from the vibrating source)

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس وائبریٹ کرنے والے سورس اور سننے والے کے درمیان فاصلہ بڑھنے کے ساتھ کم ہو جاتی ہے۔ یہ اس وجہ سے ہوتا ہے کہ ساؤنڈ ویو کا ایمپلی ٹیوڈ فاصلہ بڑھنے کے ساتھ کم ہوتا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ ساؤنڈ کی لاؤڈنیس سننے والے کی سماعت کی صلاحیت پر بھی منحصر ہوتی ہے۔ ایک شخص جو حساس کانوں والا ہو، وہ ساؤنڈ کو زیادہ بلند محسوس کرے گا جبکہ مشکل سے سننے والے شخص کے لیے ساؤنڈ کم محسوس ہو گی۔ تاہم ساؤنڈ کی ایک فیزیکل خصوصیت ہوتی ہے جو سننے والے کی سماعت کی صلاحیت پر منحصر نہیں ہوتی۔ یہ خصوصیت ساؤنڈ کی انٹینسٹی (Intensity of sound) کہلاتی ہے، جو ایک قابلِ پیمائش مقدار ہے اور انسانی ادراک (Perception) پر انحصار نہیں کرتی۔

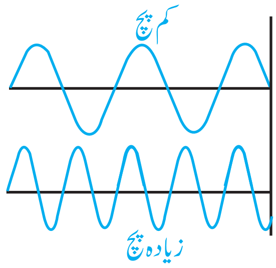
Web version of PECTAA textbook Not for sale

پچ (Pitch)

پچ ساؤنڈ کی وہ خصوصیت ہے جو ہمیں باریک اور بھاری ساؤنڈز میں فرق کرنے کی صلاحیت دیتی ہے۔

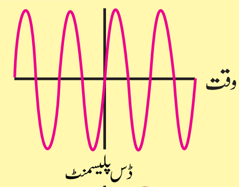
یہ فریکوینسی سے براہِ راست منسلک ہوتی ہے؛ زیادہ فریکوینسی زیادہ پچ پیدا کرتی ہے، جبکہ کم فریکوینسی کم پچ پیدا کرتی ہے۔

مثال کے طور پر، عورتوں اور بچوں کی ساؤنڈز کی فریکوینسی زیادہ ہوتی ہے، جس کی وجہ سے وہ باریک اور بھاری پچ کی ساؤنڈز پیدا کرتی ہیں، جبکہ مردوں کی ساؤنڈز کی فریکوینسی کم ہوتی ہے، جس سے بھاری اور کم پچ کی ساؤنڈ پیدا ہوتی ہے۔ پچ اور فریکوینسی کے درمیان تعلق شکل 13.8 میں دکھایا گیا ہے۔

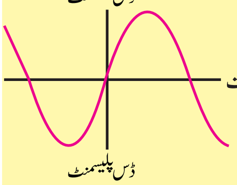


شکل 13.8: پچ کا فریکوینسی کے ساتھ ردّوبدل/تبدیلی

کیا آپ جانتے ہیں؟



وہ ساؤنڈ ویوز جن کی ویوز ایک دوسرے کے قریب ہوتی ہیں، ان کی فریکوینسی اور پچ بھی زیادہ ہوتی ہے۔



وہ ساؤنڈ ویوز جن کی ویوز ایک دوسرے سے دور ہوتی ہیں، ان کی فریکوینسی اور پچ بھی کم ہوتی ہے

13.4 میوزیکل ساؤنڈز اور شور (Musical Sounds and Noise)

ہم روزمرہ زندگی میں مختلف قسم کی ساؤنڈز سنتے ہیں۔ میوزیکل آلات جیسے گٹار، وائلن، ریکارڈر، اور ڈھول وہ ساؤنڈز پیدا کرتے ہیں جن میں کنٹرول شدہ پچ اور معیار ہوتا ہے، جو سننے میں خوشگوار ہوتی ہیں۔ ایسی ساؤنڈز کو میوزیکل ساؤنڈز کہا جاتا ہے۔ لیکن کچھ ساؤنڈز، جیسے ٹریفک کا شور، دروازے کا زور سے بند ہونا، اور مشینری کا شور، کٹھن اور ناگوار ہوتی ہیں۔ ان ساؤنڈز کو شور کہا جاتا ہے۔ شور غیر متوازن اور اچانک وائبریشنز کی وجہ سے ہوتا ہے اور اسے آلودگی کی ایک قسم سمجھا جاتا ہے، جو انسانوں اور جانوروں دونوں پر اثر انداز ہوتی ہے۔

شور کی آلودگی کے اثرات (Effects of Noise Pollution)

صنعتی مشینری، گاڑیوں کے ہارن، الارمز اور تعمیراتی کام سے زیادہ شور کی وجہ سے ذہنی دباؤ، توجہ میں کمی، سننے کی صلاحیت کو نقصان، نیند میں خلل، چڑچڑاپن اور ہائی بلڈ پریشر کا سامنا ہو سکتا ہے۔

شور کی آلودگی کو کنٹرول کرنا (Controlling Noise Pollution)

محفوظ شور کا لیول (Level) 85 سے 90 ڈیسی بل (dB) تک ہے، جو زیادہ سے زیادہ دن میں آٹھ گھنٹے کے کام کے لیے موزوں ہے۔ شور کی آلودگی کو کم کرنے کے لیے:

1۔ زیادہ خاموش اور ماحول دوست مشینری کا استعمال کریں۔
2۔ شور کو روکنے والی دیواریں نصب کریں۔
3۔ آلہ سماعت کا استعمال کریں۔
4۔ زیادہ سے زیادہ شجرکاری کی جائے۔

شور کی آلودگی کو کنٹرول کرنے سے ہم ایک صحت مند ماحول پیدا کر سکتے ہیں۔

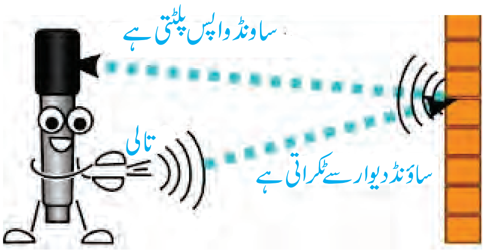
ذہنی آزمائش

جب ہم زور سے چلاتے ہیں تو اپنی ساؤنڈ کی ایکو کیوں سنتے ہیں؟
ہوا کے پارٹیکلز اس میں کیا کردار ادا کرتے ہیں؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

13.5 ساؤنڈ کی ریفلیکشن - ایکو (Reflection of Sound-Echo)

جب ہم کسی بلند عمارت یا پہاڑ کے قریب تالی بجاتے یا ساؤنڈ لگاتے ہیں تو ہم تھوڑی دیر بعد وہی ساؤنڈ واپس سنتے ہیں (شکل 13.9)۔ یہ دہرائی جانے والی ساؤنڈ ایکو کہلاتی ہے، جو ساؤنڈ ویوز کی سطح سے ریفلیکشن کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔



شکل 13.9: ساؤنڈ کی ریفلیکشن (ایکو)

جب ساؤنڈ ویوز کسی سطح سے ٹکرا کر واپس اُسی میڈیم میں آ جائیں تو اس عمل کو ساؤنڈ کی ریفلیکشن یا ایکو کہتے ہیں۔

انسانی دماغ ساؤنڈ کو 0.1 s تک یاد رکھتا ہے، اس لیے ایک واضح ایکو سننے کے لیے، واپس آنے والی ساؤنڈ کا ہمیں کم از کم 0.1 s کے بعد پہنچنا ضروری ہے۔ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ ہے۔ ایکو کے بننے کے لیے کم از کم 34 m کا فاصلہ ضروری ہے، یعنی ریفلیکٹ کرنے والی سطح کم از کم 17 m دور ہونی چاہیے۔ ایکو کئی مرتبہ بھی دہرا سکتے ہیں کیونکہ یہ متواتر ریفلیکشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

چمگادڑیں ایکو کا استعمال کر کے خوراک کیسے تلاش کرتی ہیں؟

چمگادڑیں اپنی ناک یا منہ سے ساؤنڈ ویوز خارج کرتی ہیں۔ جب یہ ساؤنڈ کسی چیز سے ٹکراتی ہے تو واپس لوٹ آتی ہے، جسے ایکو کہتے ہیں۔ چمگادڑ اس واپس آنے والی ساؤنڈ سے پتا لگا سکتی ہے کہ سامنے والی چیز کیا ہے۔ وہ یہاں تک جان لیتی ہے کہ کسی چھوٹے سے کیڑے کا سائز، شکل اور سطح کا ٹیکسچر کیسی ہے۔

مثال 13.2: آسمانی بجلی کی چمک اس کی کڑک سے 2 s پہلے نظر آتی ہے جہاں یہ بجلی چمکتی ہے وہ بادل کتنے فاصلے پر ہیں؟ (ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $332\ m\ s^{-1}$ ہے)۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: وقت $t = 2\ s$

آواز کی سپیڈ $v = 332\ m\ s^{-1}$

معلوم کرنا: فاصلہ $S = ?$

فارمولا: $S = v \times t$

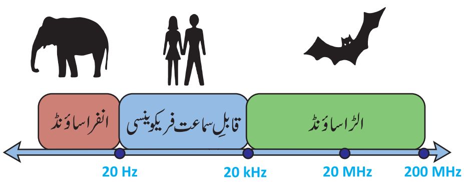
قیمتیں درج کرنے پر

$$S = 332\ m\ s^{-1} \times 2\ s$$

$$S = 664\ m$$

13.6 قابلِ سماعت فریکوئینسی (Audible Frequency)

انسانی کان 20 Hz سے 20,000 Hz تک کی ساؤنڈز کو سُن سکتا ہے، جسے قابلِ سماعت ساؤنڈ کی فریکوئینسی کہا جاتا ہے۔



شکل 13.10: ساؤنڈ کی فریکوئینسی

20 Hz سے کم یا 20,000 Hz سے زیادہ فریکوئینسی کی ساؤنڈز انسان کے لیے سننا ممکن نہیں ہوتا (شکل 13.10)۔ سننے کی صلاحیت عمر کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے۔ چھوٹے بچے 20,000 Hz تک کی

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ساؤنڈز سن سکتے ہیں، جبکہ بڑے افراد 15,000 Hz سے زیادہ ساؤنڈز کو سننے میں مشکل محسوس کرتے ہیں۔

انفراساؤنڈ (Infrasound)

انفراساؤنڈ وہ ویوز ہیں جو 20 Hz سے کم ہوتی ہیں، جنہیں انسان نہیں سن سکتا لیکن وائبریشنز کی صورت میں محسوس کر سکتا ہے۔

کئی جانور، جیسے ہاتھی اور وہیل، انفراساؤنڈ کا استعمال رابطے کے لیے کرتے ہیں۔ یہ قدرتی واقعات (زلزلے، آتش فشانی دھماکے)، صنعتی عمل، اور انسانی سرگرمیاں (مشینری، دھماکے) پیدا کرتے ہیں۔ چونکہ انفراساؤنڈ ویوز لمبے فاصلے تک سفر کرتی ہیں، اس لیے ان کا استعمال قدرتی آفات کی نگرانی کے لیے کیا جاتا ہے۔

دلچسپ معلومات

انفراساؤنڈ سینسرز آتش فشاں کے پھٹنے، زلزلوں اور یہاں تک کہ سونامی آنے سے پہلے ان کی نگرانی کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ ان قدرتی عوامل سے پیدا ہونے والی کم فریکوینسی کی ویوز بہت دور تک سفر کرتی ہیں اور سائنس دانوں کو ابتدائی انتباہ جاری کرنے میں مدد دیتی ہیں۔

انفراساؤنڈ کے استعمالات (Uses of Infrasound)

1- **ہاتھیوں کی کمیونی کیشن:** ہاتھی انفراساؤنڈ ویوز کا استعمال لمبے فاصلے تک رابطہ کرنے کے لیے کرتے ہیں۔ ان کی گہری ساؤنڈز ہوا اور زمین میں دور تک سفر کرتی ہیں، جس سے ان کا آپس میں رابطہ قائم رہتا ہے۔ وہ ان وائبریشنز کو اپنے کانوں سے نہیں بلکہ اپنے پیروں اور سونڈ سے بھی محسوس کرتے ہیں۔

2- **زلزلے کا پتہ چلانا:** سائنسدان انفراساؤنڈ ویوز کا استعمال زلزلوں کا پتہ چلانے کے لیے کرتے ہیں، تاکہ شدید جھٹکے شروع ہونے سے پہلے اس کا پتہ چلایا جا سکے۔ یہ کم فریکوینسی ویوز ایک ابتدائی خبرداری نظام کے طور پر کام کرتی ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

بلیو وہیلز، جو زمین کے سب سے بڑے جانور ہیں، انفراساؤنڈ ویوز نکالتی ہیں جو پورے سمندر کے پار تک سفر کر سکتی ہیں۔ یہ گہری ساؤنڈز انہیں ایک دوسرے سے رابطہ کرنے میں مدد دیتی ہیں۔ یہاں تک کہ جب وہ ایک دوسرے سے سینکڑوں کلومیٹر دور ہوں۔

3- **آتش فشانی دھماکوں کی نگرانی:** جب آتش فشاں پھٹتا ہے تو وہ منفرد انفراساؤنڈز پیدا کرتا ہے۔ سائنسدان ان ویوز کا مطالعہ کرتے ہیں تاکہ آتش فشانی دھماکوں کی پیش گوئی اور خطرات کا اندازہ لگا سکیں۔

4- **جوہری دھماکوں کا پتہ چلانا:** خاص سینسر جوہری دھماکوں سے پیدا ہونے والی انفراساؤنڈ کو ٹریک (Track) کرتے ہیں۔

الٹراساؤنڈ (Ultrasound)

20,000 Hz سے زیادہ فریکوینسی والی ساؤنڈ ویوز جو انسانوں کے لیے سننا ممکن نہیں ہوتا، الٹراساؤنڈ یا الٹراسونکس کہلاتی ہیں۔

الٹراساؤنڈ کے استعمالات (Uses of Ultrasound)

میڈیکل میں استعمال

الٹراساؤنڈ میڈیکل میں تشخیص اور علاج کے لیے وسیع پیمانے پر استعمال ہوتا ہے۔ جب الٹراسونک ویوز جسم کے اندر سے گزرتی ہیں تو وہ مختلف نسوں اور اعضا سے مختلف طریقے سے رفلیکٹ ہوتی ہیں۔ ان رفلیکٹڈ ویوز کو کیمرے پر دکھا کر فوٹوگراف کا تجزیہ کیا جاتا

کیا آپ جانتے ہیں؟

ڈاکٹر الٹراساؤنڈ کے استعمال جسم کے اندر بغیر چیرا لگائے دیکھنے کے لیے کرتے ہیں۔ یہ ویوز مکمل طور پر غیر مضر اور محفوظ ہوتی ہیں، جس کی وجہ سے یہ حمل کے دوران بچے کی نگرانی یا جسمانی اعضاء کے مسائل کی تشخیص کرنے کے لیے بہترین سمجھی جاتی ہیں۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ہے، جسے الٹراسونوگرافی کہا جاتا ہے۔ اس طریقے سے دل، جگر، گردے اور حمل کے دوران بچے کی نگرانی کی جا سکتی ہے۔
الٹراساؤنڈ پیرنٹل اسکیننگ (Parental scanning) میں استعمال ہوتا ہے تاکہ رحم کے اندر موجود بچے کو دیکھا جا سکے، اس کی نشوونما کا جائزہ لیا جا سکے، اور کسی بھی ممکنہ مسئلے کا بروقت پتا چلایا جا سکے۔ اس کے علاوہ، الٹراساؤنڈ تھائیرائڈ گلینڈ کی امیجنگ میں بھی استعمال ہوتا ہے، جس سے ڈاکٹرز کو گلینڈ کی حالت کو واضح انداز میں دیکھنے اور اس کی صحت کا درست اندازہ لگانے میں مدد ملتی ہے۔

سونار (SONAR)

الٹراساؤنڈ کا استعمال سمندر کی گہرائی ماپنے اور سمندری سطح پر موجود اشیا کا مقام معلوم کرنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ سونار (Sound Navigation and Ranging) اس طرح کام کرتا ہے کہ الٹراسونک ویوز پانی میں بھیجی جاتی ہیں؛ رفلیکٹڈ ویوز مدد دیتی ہیں کہ ہم فاصلہ اور چیز کی شکل کا اندازہ لگا سکیں (شکل 13.11)۔

شکل 13.11: بحری جہاز کے ذریعے سونار کے استعمال کی وضاحت

سونار میں فاصلہ ماپنا (Calculating Distance in SONAR)

سونار سسٹمز میں فاصلہ (یا گہرائی) معلوم کرنے کے لیے استعمال ہونے والا فارمولا یہ ہے: 2/(وقت x پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ) = فاصلہ

جہاں پر پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ روم ٹمپریچر پر قریباً $1500\ m\ s^{-1}$ ہوتی ہے۔ وقت وہ دورانیہ ہے جس میں الٹراسونک ویو چیز تک پہنچ کر واپس آتی ہے۔ فاصلہ کو 2 سے تقسیم کیا جاتا ہے کیونکہ ویو پہلے چیز تک پہنچتی ہیں اور پھر واپس آتی ہیں۔

صنعتی استعمالات (Industrial Applications)

الٹراساؤنڈ ویوز مشینوں جیسے ٹربائنز، جہازوں کے انجنز، اور طیاروں کے پرزوں میں دراڑوں (Cracks) کا پتہ لگانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔
الٹراساؤنڈ ویوز نقصان زدہ حصوں سے رفلیکٹ ہوتی ہیں اور چھپے ہوئے نقص کو ظاہر کرتی ہیں۔ یہ مائع میں بیکٹیریا کو تباہ کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتی ہے، جس میں زیادہ انٹینسٹی والی ویوز کام آتی ہیں۔

مثال 13.3 : ایک جہاز پر نصب سونار آلہ ساؤنڈ ویوز بھیجتا ہے جو 3.2 s بعد واپس آتی ہیں۔ اگر پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ $1600\ m\ s^{-1}$ ہو تو جہاز اور سمندری تہ کے درمیان فاصلہ کیا ہو گا؟

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

ساؤنڈ ویوز کے واپس آنے کا وقت $t = 3.2\ s$

پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ $v = 1600\ m\ s^{-1}$

معلوم کرنا: فاصلہ $d = ?$

ساؤنڈ ویوز سمندری تہ تک اور پھر واپس آ کر کل فاصلہ طے کرتی ہیں، یعنی سمندری تہ تک فاصلے کا دوگنا فاصلہ طے ہوتا ہے۔

درج ذیل فارمولا استعمال کرنے سے :

$$d = v \times t$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

قیمتیں درج کرنے سے:

$$d = 1600\ m\ s^{-1} \times 3.2\ s = 5120\ m$$

فاصلہ اصل فاصلہ کا دوگنا ہوتا ہے، اس لیے ہم 2 پر تقسیم کریں گے:

$$d = 5120\ m / 2 = 2560\ m$$

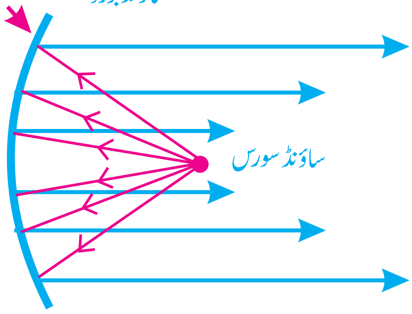
جہاز اور سمندری تہ کے درمیان فاصلہ 2560 m ہے۔

13.7 عمارتوں کا صوتی تحفظ (Acoustic protection of Buildings)

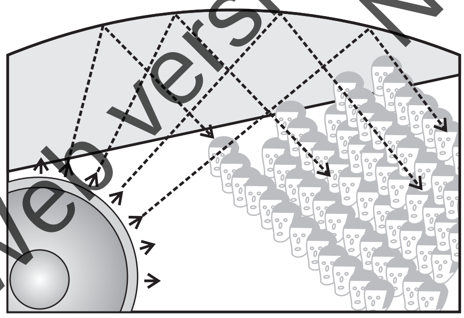
صوتی تحفظ میں غیر مطلوبہ ساؤنڈ کو کم کرنے کے لیے سافٹ، مسام دار میٹیریلز جیسے قالین اور پردوں کا استعمال کیا جاتا ہے، جو ساؤنڈ کو جذب کرتے ہیں اور ایکو (Echo) کو کم کرتے ہیں۔ سخت اور چمکدار سطحیں زیادہ ساؤنڈ رفلیکٹ کرتی ہیں، جبکہ زیادہ انجذاب (Absorption) کلاس رُومز اور ہالز میں سننے کی صلاحیت کو کم کر سکتا ہے (شکل 13.12-الف)۔ بے شمار رفلیکشنز؛ جسے بازگشت (Reverberation) کہا جاتا ہے، ساؤنڈ کو بگاڑ سکتی ہیں، اس لیے رفلیکشن اور انجذاب کے درمیان توازن آڈیٹوریمز، لیکچر ہالز، اور تھیٹرز میں ضروری ہے۔ اسٹیج کے پیچھے رفلیکٹیو سطحیں ساؤنڈ کو سامعین تک پہنچانے میں مدد دیتی ہیں۔ اس کے علاوہ خم دار چھتیں (Curved ceilings) اور ساؤنڈ بورڈز اکثر استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ ہال میں ساؤنڈ کا یکساں پھیلاؤ یقینی بنایا جا سکے (شکل 13.12-ب)۔

دلچسپ معلومات

کنسرٹ ہالز اور تھیٹرز میں خم دار چھتیں اور سافٹ دیواریں صرف خوبصورت نظر آنے کیلیے نہیں ہوتیں انہیں خاص طور پر اس طرح بنایا جاتا ہے کہ ساؤنڈ کی سمت اور پھیلاؤ کو بہتر کیا جا سکے۔ قالین اور پردے ایکو کو جذب کر لیتے ہیں، جبکہ خم دار پینلز اور رفلیکٹرز موسیقی کو سامعین کی طرف رفلیکٹ کرتے ہیں تاکہ آخری قطار میں بیٹھا شخص بھی ہر سُر صاف سّن سکے۔ یہی صوتی تحفظ کا کمال ہے "خاموشی اور ساؤنڈ کا بہترین امتزاج"۔



شکل 13.12 (الف) : بڑے ہال میں استعمال ہونے والی ساؤنڈ ویوز


شکل 13.12 (ب) : کانفرنس ہال کی خم دار چھتیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

13.1 ساؤنڈ کے پیدا ہونے کے لیے کیا ضروری ہے؟

(الف) خلاء (ب) میڈیم کے پارٹیکلز کا وائبریٹ ہونا

(ج) صرف ہوا (د) روشنی کی ویوز

13.2 ایکو کیوں پیدا ہوتی ہے؟

(الف) ساؤنڈ ویوز کی رفریکشن سے (ب) ساؤنڈ ویوز کی رفلیکشن سے

(ج) ساؤنڈ ویوز کی ڈفریکشن سے (د) ساؤنڈ ویوز کے انجذاب سے

13.3 لونگیٹیوڈنل ویو کی ایک مثال ہے:

(الف) روشنی کی ویو (ب) پانی کی ویو (ج) ساؤنڈ ویو (د) ریڈیو ویو

13.4 ساؤنڈ کس میڈیم میں سب سے تیز سفر کرتی ہے؟

(الف) گیسز (ب) مائع (ج) ٹھوس (د) خلاء

13.5 ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ تقریباً کتنی ہے؟

(الف) $150\ m\ s^{-1}$ (ب) $330\text{-}350\ m\ s^{-1}$

(ج) $500\ m\ s^{-1}$ (د) $1{,}000\ m\ s^{-1}$

13.6 عمارتوں کے ڈیزائن میں صوتی تحفظ کی اہمیت کیوں ہے؟

(الف) شور کی آلودگی بڑھانے کے لیے (ب) ایکو کو کم کرنے اور ساؤنڈ کے معیار کو بہتر بنانے کے لیے

(ج) ساؤنڈ کو بلند کرنے کے لیے (د) ساؤنڈ کی رفتار بڑھانے کے لیے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

13.1 کوئی میڈیم ساؤنڈ کی سپیڈ کو کیسے متاثر کرتا ہے؟

13.2 کیا ساؤنڈ ویوز رفلیکشن دکھاتی ہیں؟

13.3 ساؤنڈ کی لاؤڈنیس پر کون سے عوامل اثر انداز ہوتے ہیں؟

13.4 ہم ایک عمارت کے قریب تالی بجاتے وقت ایکو کیوں سنتے ہیں؟

13.5 الٹراساؤنڈ کیا ہے؟ میڈیکل میں یہ کس طرح استعمال ہوتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

13.1 ٹیوننگ فورک کو لکڑی کی میز پر رکھنے کے مقابلے میں وہ ہوا میں رکھنے سے زیادہ بلند ساؤنڈ کیوں پیدا کرتا ہے؟ یہ ہمیں ساؤنڈ کی منتقلی میں سطح کے ایریا کے کردار کے بارے میں کیا بتاتا ہے؟

13.2 اگر ساؤنڈ کو سفر کرنے کے لیے میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے تو بیل جار تجربہ اس ضرورت کو کیسے ثابت کرتا ہے؟ جب ہوا نکالی جاتی ہے تو کیا ہوتا ہے اور کیوں؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

13.3 جب ایک شخص بلند عمارت کے قریب آ کر ساؤنڈ پیدا کرتا ہے تو اسے ایکو کیوں سنائی دیتا ہے؟ عمارت کو کم از کم 17 میٹر دور کیوں ہونا چاہیے تا کہ ایکو صاف سنائی دے؟

13.4 مردوں کی ساؤنڈز عورتوں یا بچوں کے مقابلے میں زیادہ بھاری کیوں لگتی ہیں، چاہے وہ یکساں انٹینسٹی میں بول رہے ہوں؟ فریکوینسی اور پچ کے تعلق کا استعمال کرتے ہوئے وضاحت کریں۔

13.5 سافٹ میٹیریلز جیسے قالین یا پردے کمرے کی صوتی نگہبانی کو کیسے بہتر کرتے ہیں؟ یہ ایکو اور ساؤنڈ کے معیار کو کیسے متاثر کرتے ہیں؟

4۔ تفصیلی سوالات

13.1 ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ تقریباً کتنی ہے، اور کون سے عوامل اس پر اثر انداز ہوتے ہیں؟

13.2 ساؤنڈ ٹھوس میں مائع اور گیسوں کے مقابلے میں تیز کیوں سفر کرتی ہے؟ وضاحت کریں۔

13.3 ایمپلی ٹیوڈ اور فریکوینسی ساؤنڈ کی کوالٹی کو کیسے متاثر کرتے ہیں؟ وضاحت کریں۔

13.4 ایکو کیسے پیدا ہوتی ہے؟ وضاحت کریں۔

13.5 انفرا ساؤنڈ اور الٹرا ساؤنڈ کیا ہیں اور ان کے مختلف استعمالات کیا ہیں؟

5۔ حسابی سوالات

13.1 کسی مخصوص ٹمپریچر پر ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $333\ m\ s^{-1}$ ہے۔ اگر ساؤنڈ کی ویولینگتھ 3 cm ہو تو اس کی فریکوینسی کیا ہوگی؟ کیا یہ فریکوینسی انسانی کان کی سنی جانے والی رینج میں ہے؟ (11 kHz ؛ یہ فریکوینسی قابلِ سماعت ہے)

13.2 ایک گھڑی 1 منٹ میں 48 بار بجتی ہے۔ اس کی فریکوینسی اور پیریڈ کا معلوم کریں۔ (0.8 Hz ، 1.25 s)

13.3 ایک کار کا ہارن 0.5 m کی ویولینگتھ کے ساتھ ساؤنڈ پیدا کرتا ہے۔ اگر ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ سیکنڈ ہو تو کار کے ہارن کی فریکوینسی کیا ہوگی؟ (680 Hz)

13.4 ایک ریسرچ بوٹ سمندر کی تہ میں ساؤنڈ ویوز بھیجتی ہے اور 2 s بعد ایکو وصول کرتی ہے۔ اگر سمندر کے پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ $1600\ m\ s^{-1}$ ہو تو سمندر کی گہرائی کتنی ہوگی؟ (1600 m)

13.5 ایک شخص پہاڑ کے قریب تالی بجاتا ہے اور 6 سیکنڈ بعد ایکو سنتا ہے۔ اگر ساؤنڈ کی سپیڈ $343\ m\ s^{-1}$ ہو تو پہاڑ کا فاصلہ اس شخص سے کتنا ہے؟ (1029 m)

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 14

روشنی
(LIGHT)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

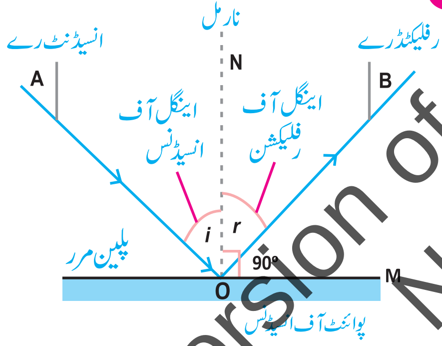
- نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفلیکشن کی اصطلاحات کو بیان کریں اور استعمال کرسکیں۔
- ایک ایسا تجربہ بیان کریں جس سے پلین مرر میں بننے والی امیج کی جگہ اور خصوصیات معلوم ہوں (یعنی: امیج کا سائز وہی ہوتا ہے، مرر کے پیچھے اتنے ہی فاصلے پر بنتی ہے جتنا فاصلہ جسم کا مرر کے سامنے ہوتا ہے، اور امیج ورچوئل ہوتی ہے)
- رفلیکشن کے قوانین استعمال کرتے ہوئے سادہ آپٹیکل حسابی سوالات حل کر سکیں
- اس معیاری اصول کو بیان کریں کہ جب کوئی ویو کسی ایسے میڈیم میں داخل ہوتی ہے جہاں اس کی سپیڈ کم ہو جاتی ہے تو وہ نارمل کی طرف مڑتی ہے، اور جب وہ ایسے میڈیم میں داخل ہوتی ہے جہاں اس کی سپیڈ بڑھ جاتی ہے تو وہ نارمل سے ہٹ کر مڑتی ہے۔ (اگر اینگل آف انسیڈنس صفر ہو تو ویو نارمل کے ساتھ سیدھی چلتی رہتی ہے)
- روشنی کے لیے خلاء سے کسی میڈیم میں رفریکٹیو انڈیکس کو c/v کے طور پر بیان کر سکیں
- رفریکٹیو انڈیکس n کی تعریف کریں: $n = \sin i/\sin r$۔ سنیل کے قانون (Snell's law) $n = \sin i/\sin r$ کو استعمال کرتے ہوئے سادہ حسابی سوالات حل کر سکیں۔
- مختلف شکل کے شفاف بلاکس کے ذریعے روشنی کی رفریکشن کا تجربہ بیان کر سکیں
- کریٹیکل اینگل (Critical angle) اور ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن (Total internal reflection) کی اصطلاحات بیان کر سکیں
- یہ مساوات اخذ کر سکیں: $n = 1/\sin C$

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

- مساوات $n = 1/\sin C$ کو استعمال کرتے ہوئے حسابی سوالات حل کر سکیں
- ایسے تجربات بیان کر سکیں جو کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل انٹرنل ریفلیکشن کو ظاہر کرتے ہوں
- پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن (Dispersion) بیان کر سکیں، بشمول یہ کہ ناقابلِ دید روشنی (Non-visible spectra) کو تھرمامیٹر سے کیسے محسوس کیا جاتا ہے
- نارمل آنکھ، قریب نظری والی آنکھ، اور بعید نظری والی آنکھ میں امیج بننے کے رے ڈایاگرام بنا سکیں
- قریب نظری اور بعید نظری کی درستی کے لیے کنورجنگ اور ڈائیورجنگ لینز کے استعمال کو بیان کر سکیں

روشنی انرجی کی ایک ایسی قسم ہے جو ویوز کی صورت میں سفر کرتی ہے اور ہمیں اپنے اردگرد کی دنیا دیکھنے کے قابل بناتی ہے۔ اس باب میں ہم جانیں گے کہ روشنی مِررز سے کیسے ریفلیکٹ ہوتی ہے، مختلف میڈیمز میں داخل ہونے پر کیسے رفریکٹ ہوتی ہے۔ اہم موضوعات میں اینگل آف انسیڈنس، اینگل آف ریفلیکشن، اینگل آف رفریکشن۔ ہم انسانی آنکھ میں روشنی اور رنگوں کے احساس کو بھی سمجھیں گے، اور یہ بھی جانیں گے کہ لینز نظر کی خرابیاں کیسے درست کرتے ہیں۔

14.1 روشنی کی ریفلیکشن (Reflection of Light)



شکل 14.1: ریفلیکشن

ریفلیکشن اس وقت ہوتی ہے جب روشنی کسی سطح سے ٹکراتی ہے اور اس میں داخل ہونے کے بجائے واپس پلٹ جاتی ہے۔ یہ عمل زیادہ تر ہموار اور چمکدار سطحوں جیسے مررز پر ہوتا ہے۔ جس اینگل پر روشنی سطح سے ٹکراتی ہے، اسے اینگل آف انسیڈنس (Angle of incidence) کہا جاتا ہے، اور جتنا اینگل بنا کر روشنی واپس پلٹتی ہے، اسے اینگل آف ریفلیکشن (Angle of reflection) کہتے ہیں۔ دونوں اینگلز ہمیشہ برابر ہوتے ہیں (شکل 14.1)۔

ریفلیکشن کی دو اقسام ہیں:

باقاعدہ ریفلیکشن (Regular Reflection): یہ ہموار سطحوں (جیسے مِررز) پر ہوتی ہے جہاں روشنی ایک ہی سمت میں ریفلیکٹ ہوتی ہے اور واضح امیج بنتی ہے۔

بے قاعدہ ریفلیکشن (Irregular Reflection): یہ کھُردری یا ناہموار سطحوں (جیسے کاغذ) پر ہوتی ہے جہاں روشنی مختلف سمتوں میں بکھر جاتی ہے، اس لیے کوئی واضح امیج نہیں بنتی۔

ریفلیکشن مِررز، پیری سکوپ اور مختلف آپٹیکل آلات میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے اور ہمیں اشیا کو دیکھنے اور ان کی امیجز بنانے کے قابل بناتی ہے۔

ریفلیکشن کے قوانین (Laws of Reflection)

پہلا قانون: انسیڈنٹ رے، ریفلیکٹڈ رے اور نارمل تینوں ایک ہی پلین (Plane) میں واقع ہوتے ہیں۔

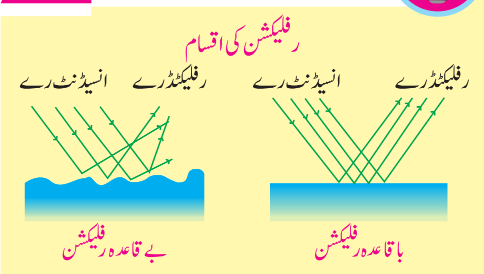
Web version of PECTAA textbook
Not for sale

دوسرا قانون: اینگل آف انسیڈنس (i) ہمیشہ اینگل آف رفلیکشن (r) کے برابر ہوتا ہے۔

$$\angle i = \angle r \qquad \text{............ (14.1)}$$

یہ قوانین ہر اس سطح پر لاگو ہوتے ہیں جو روشنی کو رفلیکٹ کرتی ہے ، جیسے مرر یا پانی۔ انہی قوانین کی مدد سے ہم سمجھتے ہیں کہ روشنی کیسے واپس پلٹ کر امیج بناتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

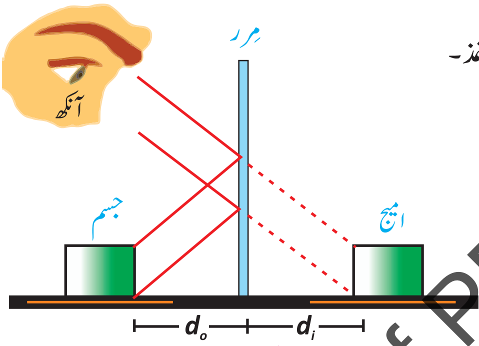


سرگرمی 14.1: پلین مرر (Plane Mirror) میں امیج کی پوزیشن معلوم کرنا

مقصد: پلین مِرر میں بننے والی امیج کی پوزیشن اورخصوصیات کا مشاہدہ کرنا۔

سامان: پلین مِرر، کوئی چھوٹا جسم ، میٹر رُول ، روشنی کا سورس اور سفید کاغذ۔

طریقہ کار: پلین مِرر کو سیدھی عمودی پوزیشن میں رکھیں۔ جسم کو مِرر کے سامنے رکھیں، اس بات کا خیال رکھتے ہوئے کہ جسم کی اونچائی مِرر سے زیادہ نہ ہو۔ روشنی کو جسم پر ڈالیں تا کہ وہ واضح نظر آئے (شکل 14.2)۔ مِرر میں دیکھیں اور جسم سے آنے والی رفلیکٹڈ ریز کا مشاہدہ کریں۔ جب دو رفلیکٹڈ ریز آپ کی آنکھ تک پہنچتی ہیں تو وہ ایسے محسوس ہوتی ہیں جیسے وہ مِرر کے پیچھے سے آ رہی ہوں۔ کاغذ پر پیمانے کی مدد سے رفلیکٹڈ ریز کھینچیں۔



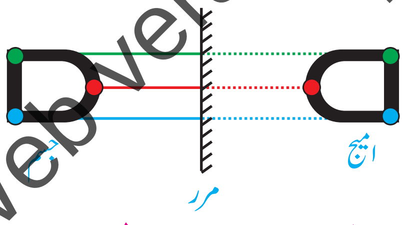
شکل 14.2 پلین مرر میں امیج بننے کا عمل

اب ان رفلیکٹڈ ریز کو پیچھے کی طرف نقاط کے ساتھ بڑھائیں۔ جہاں یہ نقاط آپس میں ملیں، وہی ورچوئل امیج کی پوزیشن ہے۔ یہ طریقہ واضح کرتا ہے کہ پلین مِرر میں امیج کہاں پر بنتی ہے۔ پلین مِرر میں بننے والی امیج کی چار خصوصیات ہیں:

1۔ امیج سیدھی ہوتی ہے، یعنی امیج سیدھی اور بالکل جسم کی طرح سیدھی دکھائی دیتی ہے۔

2۔ امیج کا سائز جسم کے برابر ہوتا ہے امیج اور جسم کا سائز ایک جیسا ہوتا ہے۔ یہ ایسے لکھا جاتا ہے: $d_i = d_o$

3۔ امیج مکمل طور پر اُلٹی (Inverted) ہوتی ہے، یعنی امیج میں دائیں اور بائیں اُلٹے نظر آتے ہیں (شکل 14.3)۔



شکل 14.3 حرف 'D' کا مرر امیج

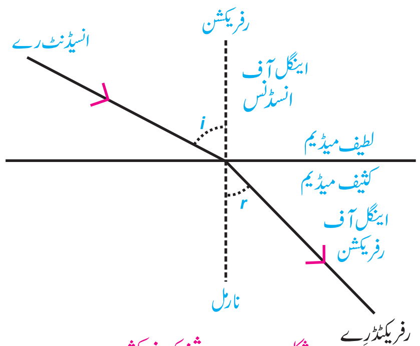
4۔ امیج ورچوئل ہوتی ہے اور سکرین پر نہیں بن سکتی کیونکہ یہ مرر کے پیچھے بنتی ہے، جہاں رئیل ریز آپس میں نہیں ملتیں۔

14.2 روشنی کی رفریکشن (Refraction of Light)

رفریکشن اس وقت ہوتی ہے جب روشنی ایک میڈیم سے دوسرے میڈیم میں داخل ہوتے ہوئے اپنا راستہ بدلتی ہے۔ یہ تبدیلی اس لیے ہوتی ہے کیونکہ روشنی مختلف میٹیریلز میں مختلف سپیڈ سے سفر کرتی ہے۔ جب روشنی ایک لطیف میڈیم (Rare medium) (ہوا) سے کثیف میڈیم (Denser medium) (گلاس یا پانی) میں داخل ہوتی ہے تو عمود کی طرف مُڑ جاتی ہے (شکل 14.4)۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

اور جب کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہوتی ہے تو عمود سے پرے مُڑ جاتی ہے۔ روشنی کتنی مُڑے گی، یہ میڈیم کے رفریکٹیو انڈیکس پر منحصر ہوتا ہے۔ رفریکشن ہماری روزمرہ زندگی میں بہت سی چیزوں کی وضاحت کرتی ہے، جیسے پانی میں پنسل کا ٹیڑھا دکھائی دینا، عینکوں اور کیمروں کے لینزز کا کام کرنا، اور رین بو (Rainbow) کا بننا۔



شکل 14.4: روشنی کی رفریکشن

روشنی کی رفریکشن کے قوانین (Laws of Refraction of Light)

رفریکشن کے دوران روشنی کا مُڑنا دو قوانین کے تحت ہوتا ہے:

1۔ پہلا قانون: انسیڈنٹ رِے، رفریکٹڈ رِے، اور نارمل ایک ہی پلین میں واقع ہوتے ہیں۔

2۔ دوسرا قانون (Snell's Law): سائن کے اینگل آف انسیڈینس اور سائن کے اینگل آف رفریکشن کی نسبت ایک ہی رہتی ہے، اگر میڈیم وہی ہوں۔ یعنی

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \quad .... (14.2)$$

یہاں n دوسرے میڈیم کا پہلے میڈیم کے لحاظ سے رفریکٹیو انڈیکس ہے۔ رفریکٹیو انڈیکس اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ روشنی کی رِے دوسرے میڈیم میں داخل ہوتے وقت کتنی مُڑتی ہے۔

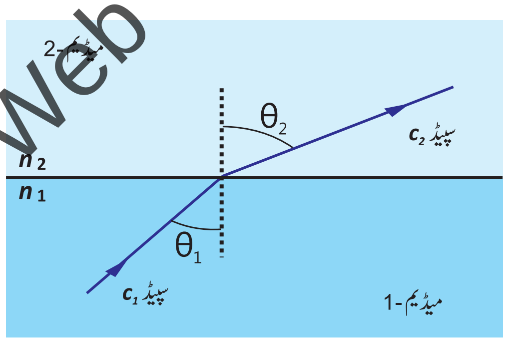
میڈیم میں روشنی کی سپیڈ (Speed of Light in a Medium)

روشنی ہر میڈیم میں ایک جیسی سپیڈ سے سفر نہیں کرتی۔ خلاء میں اس کی سپیڈ سب سے زیادہ ہوتی ہے، جو کہ $3 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔ لیکن جب روشنی، پانی یا گلاس جیسے میڈیمز میں سفر کرتی ہے تو اسے میڈیم کے پارٹیکلز کی وجہ سے سست ہونا پڑتا ہے۔ جتنا میڈیم زیادہ کثیف (Denser) ہو گا، روشنی اتنی ہی آہستہ چلے گی۔ اس کمی یا تبدیلی کو رفریکٹیو انڈیکس (n) سے پیمائش کیا جاتا ہے، جو خلاء میں روشنی کی سپیڈ کا میڈیم میں روشنی کی سپیڈ کی نسبت کے برابر ہوتا ہے۔ سپیڈ میں یہی تبدیلی روشنی کو مُڑنے پر مجبور کرتی ہے، جسے ہم رفریکشن کہتے ہیں۔

رفریکٹیو انڈیکس (Refractive Index)

رفریکٹیو انڈیکس n کسی میڈیم میں روشنی کی سپیڈ میں ہونے والی تبدیلی کا پیمانہ ہے۔ یہ بتاتا ہے کہ روشنی اس میڈیم میں داخل ہو کر کتنی سُست ہو جاتی ہے۔ رفریکٹیو انڈیکس کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

رفریکٹیو انڈیکس روشنی کی خلاء یا ہوا میں سپیڈ کا روشنی کی کسی دوسرے میڈیم میں سپیڈ سے تناسب ہے۔



شکل 14.5: دو میڈیمز کے درمیان باؤنڈری پر روشنی کی رفریکشن

$$\text{رفریکٹیو انڈیکس} = \frac{\text{خلاء میں روشنی کی سپیڈ}}{\text{میڈیم میں روشنی کی سپیڈ}}$$

$$n = \frac{c}{v} \quad .... (14.3)$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

شکل 14.5 یہ ظاہر کرتی ہے کہ روشنی کی رے جب میڈیم-1 (جس کا رفریکٹیو انڈیکس n_1 اور سپیڈ c_1 ہے) سے میڈیم-2 (جس کا رفریکٹیو انڈیکس n_2 اور سپیڈ c_2 ہے) میں داخل ہوتی ہے تو اپنے راستے میں تبدیلی پیدا کرتی ہے۔ اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفریکشن دکھاتے ہیں کہ سنیل کے قانون کے مطابق روشنی کیسے مُڑتی ہے۔

مثال 14.1: روشنی کی ایک رے ہوا سے پانی میں داخل ہوتی ہے۔ اینگل آف انسیڈینس $40°$ ہے اور پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے۔ اینگل آف رفریکشن r معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: رفریکٹیو انڈیکس $n = 1.33$ ؛ اینگل آف انسیڈنس $i = 40°$

معلوم کرنا: اینگل آف رفریکشن $r = ?$

ہم جانتے ہیں کہ:
$$\frac{\sin i}{\sin r} = n$$

قیمتیں درج کرنے سے:
$$1.33 \times \sin r = \sin 40°$$
$$\sin r = \sin 40° \; / \; 1.33 = 0.483$$
$$r = \sin^{-1}(0.483) \quad = 28.9°$$

مثال 14.2: پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے۔ پانی میں روشنی کی سپیڈ معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: خلاء میں روشنی کی سپیڈ $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ؛ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس $n = 1.33$

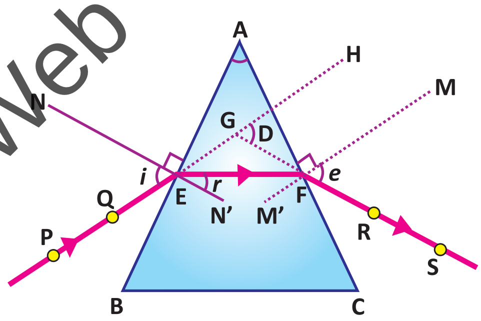
معلوم کرنا: پانی میں روشنی کی سپیڈ $v = ?$

ہم جانتے ہیں کہ: $n = c / v$ یا $v = c / n$

قیمتیں درج کرنے سے:
$$v = (3 \times 10^8 \text{m s}^{-1}) / 1.33$$
$$v = 2.26 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

پرزم کے ذریعے رفریکشن (Refraction Through Prism)

پرزم ایک شفاف جسم ہوتا ہے جس کی کم از کم دو ہموار تراشی ہوئی سطحیں ایک دوسرے کی طرف انکلائینڈ (Inclind) ہوتی ہیں۔ یہ عام طور پر خاص شیشے سے بنایا جاتا ہے اور اس کا استعمال روشنی کو موڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ایک تکونی (Triangular) پرزم جس کا ہر اینگل $60°$ کا ہوتا ہے، جیسے شکل 14.6 میں دکھایا گیا ہے کہ جب روشنی داخل ہوتی ہے تو وہ اپنے اصل راستے کے متوازی باہر نہیں نکلتی بلکہ سمت تبدیل کر لیتی ہے۔ جب روشنی کی آنے والی رے (PE) پرزم کی سطح پر پوائنٹ E پر پہنچتی ہے تو وہ نارمل کی طرف مڑ جاتی ہے اور پرزم کے اندر مڑی ہوئی رے (EF) بن کر آگے بڑھتی ہے۔



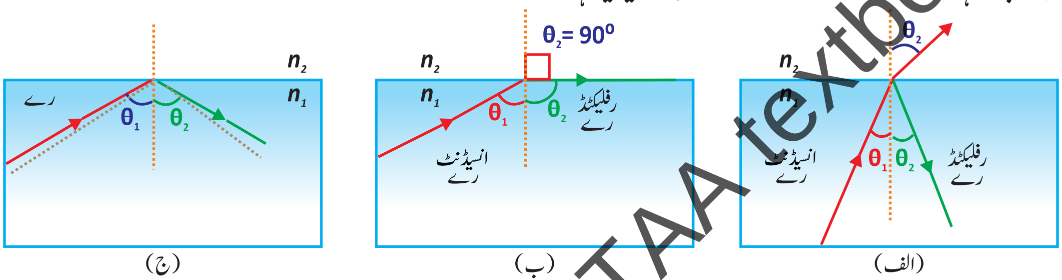
شکل 14.6: شیشے کے تکون نما پرزم میں رفریکشن

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

پرزم کے اندر یہ رے اینگل آف رفریکشن(r) کے ساتھ دوسرے پوائنٹ F تک پہنچتی ہے۔ یہاں سے جب رے باہر نکلتی ہے تو دوبارہ مڑتی ہے اور باہر نکلنے والی رے(FS) بناتی ہے۔ یہ رے (FS) اصل آنے والی رے (PE) کے متوازی نہیں رہتی بلکہ ایک مخصوص اینگل(D) سے ہٹ جاتی ہے، جسے اینگل آف ڈیوی ایشن(Angle of deviation) کہا جاتا ہے۔ روشنی کے راستے میں یہ تبدیلی مختلف آپٹیکل آلات، سپیکٹرومیٹری اور روشنی کی ڈسپرشن کے تجربات میں بہت اہمیت رکھتی ہے۔

ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن (Total Internal Reflection)

جب روشنی ایک میڈیم سے دوسرے میڈیم کی باؤنڈری پر پہنچتی ہے تو اس کا ایک حصہ واپس لوٹ جاتا ہے اور ایک حصہ دوسرے میڈیم میں داخل ہو جاتا ہے، جیسا کہ شکل 14.7 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 14.7: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن

لیکن کچھ خاص حالات میں روشنی مکمل طور پر واپس لوٹ آتی ہے اور بالکل بھی دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی، اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہا جاتا ہے۔ اگر اینگل آف انسیڈنس بڑھایا جائے تو اینگل آف رفریکشن بھی بڑھتا جاتا ہے۔ جوں جوں اینگل آف انسیڈنس میں اضافہ ہوتا ہے، اینگل آف رفریکشن بھی اسی نسبت سے بڑا ہوتا جاتا ہے۔ ایک خاص اینگل پر پہنچ کر مڑی ہوئی رے اب دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی بلکہ باؤنڈری کے ساتھ ساتھ چلتی ہے۔ اس خاص اینگل کو کریٹیکل اینگل کہا جاتا ہے (شکل 14.7-ب)۔ اس کی تعریف یہ ہے:

جس اینگل آف انسیڈنس پر اینگل آف رفریکشن 90° ہو جائے، اسے کریٹیکل اینگل کہتے ہیں۔

اب اگر اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بھی زیادہ بڑھا دیا جائے تو روشنی بالکل بھی دوسرے میڈیم میں داخل نہیں ہوتی۔ اس کے بجائے پوری کی پوری رے واپس اسی میڈیم میں رفلیکٹ ہو جاتی ہے۔ اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہا جاتا ہے جیسا کہ شکل 14.7(ج) میں دکھایا گیا ہے۔

جب روشنی کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہو اور اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بڑا ہو جائے تو روشنی مکمل طور پر اسی میڈیم میں مڑ جاتی ہے۔ اس عمل کو ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کہتے ہیں۔

ٹیبل 14.1: مختلف میڈیمز کے لیے رفریکٹیو انڈیکس، روشنی کی سپیڈ اور کریٹیکل اینگل

میڈیم	رفریکٹیو انڈیکس	روشنی کی سپیڈ ($\times 10^8$ m s^{-1})	کریٹیکل اینگل
ڈائمنڈ	2.42	1.25	24.4°
گلاس (فلنٹ)	1.66	1.81	37.0°
گلاس (کراؤن)	1.52	2.01	41.2°
شفاف پلاسٹک	1.49	2.00	42.0°
پانی	1.33	2.25	48.8°
برف	1.31	2.30	49.8°
ہوا	1.00	2.99	88.6°
خلاء	1.00	3.00	90.0°

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کا فارمولہ اخذ کرنا (Derivation of the formula for Total Internal Reflection)

ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا فارمولا اخذ کرنے کے لیے ہم بنیادی طور پر سنیل کا قانون استعمال کرتے ہیں۔

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad .... (14.4)$$

جب ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن واقع ہوتا ہے تو رفریکٹڈ اینگل 90° ہوجاتا ہے۔اس حالت میں سنیل کا قانون یوں بن جاتا ہے:

$$n_1 \sin i = n_2 \qquad (\because \sin 90° = 1)$$

یہاں پر: θ_i کریٹیکل اینگل C ہے، اور یہ مساوات بتاتی ہے کہ:

$$\sin C = n_2 / n_1 \quad .... (14.5)$$

کریٹیکل اینگل C معلوم کرنے کے لیے دوبارہ ترتیب دینے سے:

$$C = \sin^{-1}(n_2 / n_1) \quad .... (14.6)$$

یہ تعلق صرف اس وقت درست ہوتا ہے جب $n_1 > n_2$، یعنی روشنی کثیف میڈیم سے لطیف میڈیم میں داخل ہو رہی ہو۔

اگر دوسرا میڈیم ہوا ہو (جہاں $n_2 = 1$) تو مساوات یوں بن جاتی ہے:

$$\sin C = 1 / n$$

اس تعلق سے پہلے کثیف میڈیم کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کیا جاسکتا ہے:

$$n = 1 / \sin C \quad .... (14.7)$$

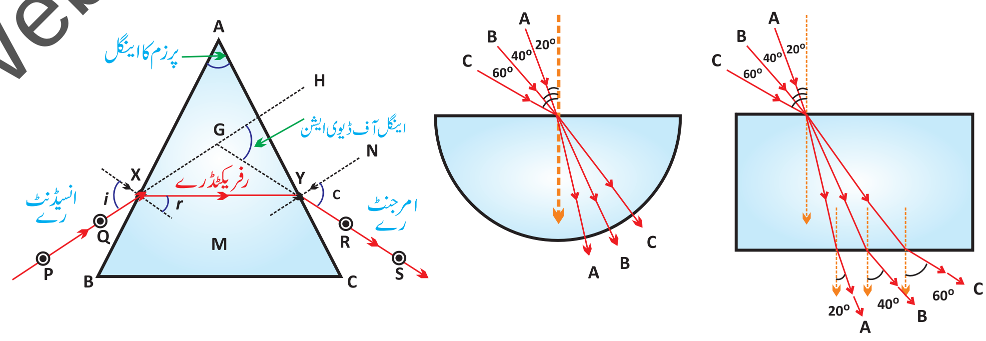
یہ مساوات صرف اس صورت میں درست ہے جب روشنی کثیف میڈیم (رفریکٹیو انڈیکس n) سے ہوا میں داخل ہو رہی ہو۔

تجربہ: روشنی کی رفریکشن کے مشاہدہ کا تجربہ (Experiment to Study Refraction)

روشنی مختلف شفاف میٹریلز میں داخل ہوتے وقت کس طرح مُڑتی ہے؟ یہ جاننے کے لیے ہم ایک سادہ تجربہ کلاس رُوم یا لیبارٹری میں کرسکتے ہیں (شکل 14.8)۔

مقصد تجربہ: یہ مشاہدہ کرنا کہ روشنی رفریکشن کے دوران کس طرح مُڑتی ہے جب وہ مستطیلی (Rectangular) شفاف بلاک، نیم دائرہ نما (Semi-circular) شفاف بلاک، شیشہ کے پرزم میں داخل ہو کر گزرتی ہے۔

سامان: لیزر لائٹ، پروٹریکٹر، کاغذ کی شیٹ، رُولر، پنسل، شفاف پلاسٹک (Perspex) کے بلاکس (مستطیل، نیم دائرہ نما، اور پرزم کی شکل میں)۔



(ج) پرزم (ب) نیم دائرہ نما بلاک (الف) مستطیل نما بلاک

شکل 14.8: روشنی کی رفریکشن کا تجربہ

Web version of PECTAA textbook Not for sale

طریقہ:

مستطیل نما گلاس بلاک کو کاغذ کی شیٹ پر رکھیں اور اس کے نتیجہ میں مشاہدہ کریں۔

- کاغذ پر بلاک کے اس کنارے پر ایک سیدھی لائن کھینچیں جہاں سے روشنی داخل ہوگی۔
- جہاں روشنی بلاک پر پڑے گی اس پوائنٹ پر ایک نارمل (عمودی سیدھی لائن) بنائیں۔
- لیزر لائٹ کو اینگل پر رکھتے ہوئے بنائی گئی لائن کے ساتھ بلاک پر ڈالیں۔

دلچسپ معلومات

ڈائمنڈز چمکتے ہیں کیونکہ ان کا رفریکٹیو انڈیکس بہت زیادہ ہوتا ہے جو اندرونی سطحوں پر بے شمار ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا سبب بنتا ہے۔

تجربہ: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مشاہدہ کا تجربہ (Experiment to Study Total Internal Reflection)

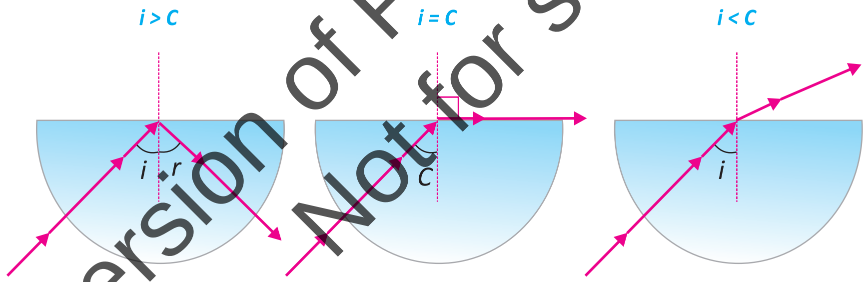
مقصد تجربہ: نیم دائرہ نما گلاس بلاک کی مدد سے ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کا مطالعہ کرنا (شکل 14.9)۔

سامان: روشنی کی رے، پروٹریکٹر، کاغذ، پنسل، رُولر، اور نیم دائرہ نما شفاف پلاسٹک (Perspex) کے بلاک۔

ذہنی آزمائش

ایک پنسل کو پانی کے گلاس میں رکھیں، یہ مڑی ہوئی نظر آتی ہے۔ اس سے پانی میں روشنی کی سپیڈ کے بارے میں کیا پتہ چلتا ہے، جب ہوا سے موازنہ کیا جائے؟

شکل 14.9 (الف) میں رفریکشن دکھایا گیا ہے جبکہ شکل 14.9 (ب) اور 14.9 (ج) بالترتیب کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کو ظاہر کرتی ہیں۔



شکل 14.9: ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کا تجربہ

مثال 14.3: پانی کے لیے کریٹیکل اینگل معلوم کریں (رفریکٹڈ اینگل = 90°)۔ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس 1.33 ہے اور ہوا کا رفریکٹیو انڈیکس 1 ہے۔

حل:

سنیل کے قانون کے مطابق:
$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

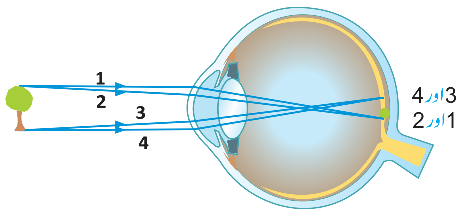
کریٹیکل اینگل کی صورت میں رفلیکشن کا اینگل $r = 90°$ اور $i = C$ ہوتا ہے، اس لیے؛ $\sin 90° = 1$ اور $n \sin C = 1$

اب اینگل C کے لیے مساوات کو ترتیب دینے سے ہیں:
$$C = \sin^{-1}(1/n)$$

قیمتیں درج کرنے پر:
$$C = \sin^{-1}(1/1.33)$$
$$C = \sin^{-1}(0.752) = 48.8°$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

14.3 نارمل آنکھ میں امیج کی تشکیل (Image Formation in a Normal Eye)



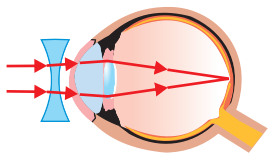
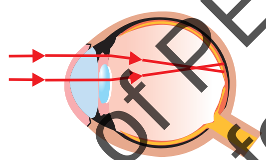
شکل 14.10: آنکھ کے ذریعے امیج کی تشکیل

ایک صحت مند آنکھ میں روشنی کی ریز کورنیا اور لینز سے گزرتی ہیں اور ریٹینا پر بالکل درست مقام پر فوکس ہو جاتی ہیں۔ جیسے کنویکس لینز رئیل امیج بناتا ہے، ویسے ہی آنکھ بھی رئیل اور صاف امیج بناتی ہے،(شکل 14.10)۔جسم کے اوپر اور نیچے کے حصے سے آنے والی ریز ریٹینا (Retina) کے ایک مخصوص مقام پر اکٹھی ہوتی ہیں، جس سے ہمیں صاف امیج نظر آتی ہے۔ یہ عمل اس طرح ہوتا ہے جیسے ایک کنویکس لینز رئیل امیج بناتا ہے۔

قریب نظری اور اس کی درستی (Short-Sightedness (Myopia) and Its Correction)

آنکھ جس کم سے کم فاصلے پر چیزوں کو صاف دیکھ سکتی ہے، اسے نقطہ قریب (Near Point) کہتے ہیں۔ ایک عام شخص میں یہ قریباً 25 cm ہوتا ہے۔

قریب نظری میں شخص کو نزدیک کی چیزیں تو صاف نظر آتی ہیں مگر دُور کی چیزیں دھندلی ہوتی ہیں۔



(ب) (الف)

شکل 14.11: قریب نظری

اس کی وجہ یہ ہے کہ آنکھ کا لینز روشنی کو زیادہ موڑ دیتا ہے، جس سے امیج ریٹینا سے پہلے بن جاتی ہے (شکل 14.11-الف)۔ اور دور کے چیزیں دھندلی دکھائی دیتی ہیں۔

علاج: اسے ٹھیک کرنے کے لیے کنکیو لینز استعمال کیا جاتا ہے (شکل 14.11-ب)۔

یہ لینز روشنی کی ریز کو پھیلا دیتا ہے تاکہ آنکھ کا اپنا لینز انہیں صحیح مقام یعنی ریٹینا پر فوکس کر سکے۔

قریب نظری کی وجوہات (Causes of Short-Sightedness (Myopia))

قریب نظری دو بنیادی وجوہات سے پیدا ہوتی ہے:

1۔ **بہت مضبوط لینز:** آنکھ کا لینز حد سے زیادہ مڑا ہوا ہوتا ہے اور روشنی کو ریٹینا کے سامنے معمول سے زیادہ موڑ دیتا ہے۔

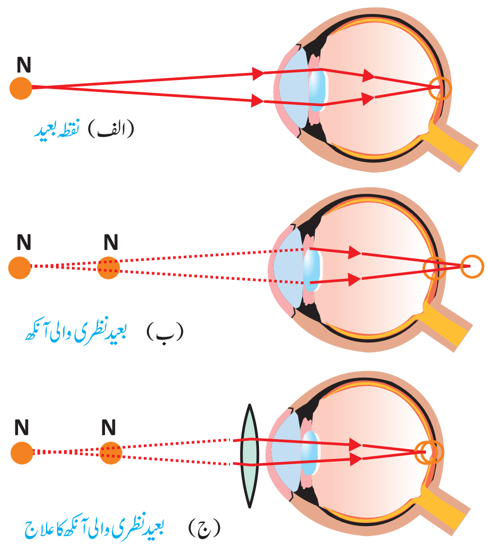
2۔ **بہت بڑا آئی بال:** کورنیا اور ریٹینا کے درمیان فاصلہ بڑھ جاتا ہے جس سے ریٹینا زیادہ پیچھے چلی جاتی ہے اور امیج آگے بن جاتی ہے۔

بعید نظری اور اس کی درستی Long-Sightedness (Hypermetropia) and Its Correction

ایک نارمل آنکھ میں، قریب موجود اجسام سے آنے والی روشنی کی ریز درست طور پر ریٹینا پر فوکس ہوتی ہیں (شکل 14.12-الف)، جس سے صاف امیج بنتی ہے۔ بعید نظری میں دُور کی چیزیں صاف دکھائی دیتی ہیں مگر قریب کی چیزیں دُھندلی دکھائی دیتی ہیں۔ یہ مسئلہ اس وقت پیدا ہوتا ہے جب آنکھ کا لینز کمزور ہو (روشنی کو مناسب حد تک نہ موڑ سکے)، یا آنکھ کا آئی بال (Eyeball) چھوٹا ہو (ریٹینا پیچھے کی طرف زیادہ دُور ہو)۔ اس صورتحال میں روشنی کی ریز ریٹینا کے بجائے پیچھے فوکس ہوتی ہیں (شکل 14.12-ب)، اس لیے قریب کی چیزیں واضح نظر نہیں آتیں۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

علاج: بعید نظری کو درست کرنے کے لیے عینکوں میں کنٹیکٹ لینز یا کنویکس لینز استعمال کیا جاتا ہے۔



شکل 14.12: بعیدنظری

کنویکس لینز روشنی کی ریز کو آنکھ میں داخل ہونے سے پہلے زیادہ موڑ دیتا ہے، جس سے آنکھ کا اپنا لینز انہیں صحیح مقام یعنی ریٹینا پر فوکس کرلیتا ہے (شکل 14.12-ج)۔

بعید نظری کی وجوہات (Causes of Long-Sightedness)

بعید نظری دو اہم وجوہات سے پیدا ہوتی ہے:

1۔ **بہت کمزور لینز:** آنکھ کا لینز روشنی کی ریز کو کافی حد تک نہیں موڑ پاتا۔

2۔ **بہت چھوٹا آئی بال:** ریٹینا لینز کے زیادہ قریب ہوتی ہے۔

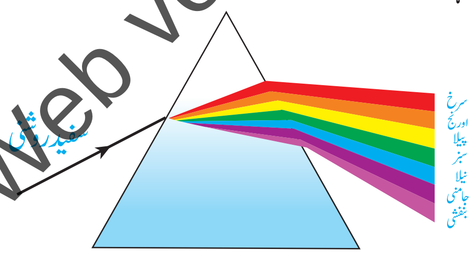
دونوں صورتوں میں امیج ریٹینا کے پیچھے بنتی ہے اور قریب کی چیزیں دُھندلی نظر آتی ہیں۔

14.4 پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن (Dispersion of Light by Prism)

ایک پرزم عام طور پر شیشے کا بنا ہوا ایک آپٹیکل جسم ہوتا ہے، جس کی سطحیں ٹرائی اینگولر (Triangular) اور ریکٹینگل (Rectangle) ہوتی ہیں۔ جب روشنی اس میں سے گزرتی ہے تو رفریکشن کی وجہ سے مڑ جاتی ہے۔ چونکہ مرئی روشنی (Visible light) مختلف ویولینگتھ پر مشتمل ہوتی ہے اور رفریکشن کا انحصار بھی ویولینگتھ پر ہوتا ہے، اس لیے ہر ویولینگتھ مختلف اینگل پر مڑتی ہے، اس عمل کو ڈسپرشن کہتے ہیں۔

سفید روشنی کا پرزم سے گزر کر سات رنگوں میں بٹ جانا، روشنی کی ڈسپرشن کہلاتا ہے۔

جب سفید روشنی پرزم میں داخل ہوتی ہے تو اس کی سپیڈ کم ہو جاتی ہے اور وہ نارمل کی طرف مڑتی ہے۔ ہر رنگ کی اپنی منفرد ویولینگتھ ہوتی ہے، اس لیے پرزم کے اندر سفر کرتے ہوئے ہر رنگ مختلف اینگل پر رفریکٹ ہوتا ہے۔ چھوٹی ویولینگتھ والے رنگ (جیسے نیلا، بنفشی) زیادہ مڑتے ہیں جبکہ بڑی ویولینگتھ والے رنگ (جیسے سرخ، اورنج) کم مڑتے ہیں۔ نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ پرزم سے باہر نکلنے والی روشنی سات الگ الگ رنگوں میں بکھر جاتی ہے: سرخ، اورنج، پیلا، سبز، نیلا، جامنی (Indigo) اور بنفشی (Violet) مرئی سپیکٹرم (Visible spectrum) بناتے ہیں (شکل 14.13)۔



شکل 14.13: پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن

مرئی سپیکٹرم سے آگے بھی پرزم انفراریڈ (IR) اور الٹراوائلٹ (UV) روشنی کو منتشر کر سکتا ہے، اگرچہ یہ روشنی خالی آنکھ سے دکھائی نہیں دیتی۔ ان ویولینگتھ کی پیمائش کے لیے خاص آلات استعمال کیے جاتے ہیں، مثلاً انفراریڈ تھرمامیٹر۔

انفراریڈ تھرمامیٹرز (Infrared Thermometers)

یہ آلات اجسام سے خارج ہونے والی انفراریڈ ریڈی ایشن کا پتا لگاتے ہیں، جو ٹمپریچر کے مطابق ہوتی ہے۔ جب پرزم سے منتشر ہونے والی

Web version of PECTAA textbook Not for sale

روشنی انفراریڈ تھرمامیٹر تک پہنچتی ہے تو یہ آلہ نظر آنے والی روشنی کے ساتھ ساتھ انفراریڈ ریڈی ایشنز کی بھی پیمائش کرسکتا ہے۔ انفراریڈ ریڈی ایشنز کی شدت کا تجزیہ کر کے تھرمامیٹر اس جسم کا ٹمپریچر معلوم کرتا ہے جس سے ریڈی ایشنز خارج ہو رہی ہو۔ یہ ٹیکنالوجی بغیر چھوئے ٹمپریچر معلوم کرنے میں استعمال ہوتی ہے، جیسے انسانی جسم کا ٹمپریچر چیک کرنے کے لیے (شکل 14.14)۔

شکل 14.14: انفراریڈ تھرمامیٹر

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

14.1 اگر کسی میڈیم کا رفریکٹیو انڈکس 1.7 ہو تو اس کا کریٹیکل اینگل کیا ہوگا؟

(الف) 55.1° (ب) 40.5° (ج) 60° (د) 36°

14.2 اگر اینگل آف انسیڈنس کریٹیکل اینگل سے بڑھ جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

(الف) رفریکشن (ب) ابزاریشن (ج) روشنی غائب ہوجاتی ہے (د) ٹوٹل رفلیکشن

14.3 جب کسی میٹریل کا رفریکٹیو انڈیکس بڑھ جاتا ہے تو کیا بڑھ جائے گا؟

(الف) روشنی کی سپیڈ (ب) اینگل آف رفریکشن (ج) روشنی کا مڑ جانا (د) ویولینگتھ

14.4 کون سا بیان ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مظہر کو بہترین بیان کرتا ہے؟

(الف) روشنی کسی نئے میڈیم میں داخل ہو کر مڑتی ہے (ب) روشنی دو میڈیمز کی باؤنڈری پر مکمل طور پر رفلیکٹ ہوجاتی ہے

(ج) روشنی کثیف میڈیم میں داخل ہوتے ہی سست ہوجاتی ہے (د) روشنی بغیر مڑے میڈیم سے گزر جاتی ہے

14.5 پانی سے ہوا میں جاتے ہوئے روشنی کی رے کیسے مڑتی ہے؟

(الف) نارمل کی طرف (ب) نارمل سے دور (ج) 90° پر (د) نارمل کے متوازی

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

14.1 جب روشنی ہوا سے پانی میں داخل ہوتی ہے تو کیا ہوتا ہے؟

14.2 رفریکٹیو انڈیکس کی تعریف کریں۔ ہوا اور پانی کا رفریکٹیو انڈیکس کیا ہے؟

14.3 سنیل کا قانون بیان کریں اور مساوات میں استعمال ہونے والی تمام اصطلاحات کی تعریف کریں۔

14.4 ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کی تعریف کریں۔ اس کے لیے کن شرائط کا ہونا ضروری ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

14.1 جب ایک پنسل کو جزوی طور پر پانی میں ڈالا جاتا ہے تو وہ ٹوٹی ہوئی دکھائی دیتی ہے۔ یہ روشنی کے کس اصول کی وجہ سے ہوتا ہے، اور اس کا سپیڈ کی تبدیلی کے ساتھ کیا تعلق ہے؟

14.2 پرزم سفید روشنی کو اس کے جزوی رنگوں میں کیوں تقسیم کر سکتا ہے، جبکہ پلین گلاس سلیب ایسا نہیں کرپاتی، حالانکہ دونوں میں رفریکشن ہوتی ہے؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

14.3 روشنی پانی سے ہوا میں ایک خاص اینگل پر داخل ہوتے وقت ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کیوں کرتی ہے، مگر ہوا سے پانی میں جاتے ہوئے ایسا کیوں نہیں ہوتا؟

14.4 کریٹیکل اینگل سے کیا مراد ہے؟ اور اس کا ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن سے کیا تعلق ہے؟

14.5 ایک غوطہ خور کو مچھلی اصل سے زیادہ قریب کیوں نظر آتی ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

14.1 روشنی کی رفلیکشن کے حوالے سے نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفلیکشن کی وضاحت کریں۔ وضاحت کے لیے ایک خاکہ بھی بنائیں۔

14.2 کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن کی تعریف کریں۔ وہ شرائط بیان کریں جن میں ٹوٹل اِنٹرنل رفلیکشن ہوتا ہے۔

14.3 رفریکٹیو انڈیکس کے لیے کریٹیکل اینگل کی صورت میں مساوات؛ $(n = 1 / \sin C)$ اخذ کریں۔ تمام مراحل اور مفروضات شامل کریں۔

14.4 ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے مظہر کی وضاحت کریں۔ اس کے دو عملی استعمالات بھی بتائیں۔

14.5 بعید نظری کیا ہے؟ اس کی وجوہات بیان کریں۔

5۔ حسابی سوالات

14.1 پانی میں روشنی کی سپیڈ $2.25 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ ہے۔ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کریں۔ [1.33]

14.2 ہوا میں روشنی کی رے $(n_1 = 1.0)$ شیشے کی سطح $(n_2 = 1.5)$ پر $30°$ کے اینگل آف انسیڈنس کے ساتھ ٹکراتی ہے۔ گلاس کے اندر اینگل آف رفریکشن معلوم کریں۔ [19.5°]

14.3 روشنی کی ایک رے ہوا سے ایک نامعلوم مائع میں داخل ہوتی ہے۔ ہوا میں اینگل آف انسیڈنس $45°$ ہے اور مائع میں اینگل آف رفریکشن $30°$ ہے۔ مائع کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کریں۔ [1.41]

14.4 روشنی کی رے ہوا سے مائع میں جاتی ہے۔ ہوا میں اینگل آف انسیڈنس $50°$ اور مائع میں اینگل آف رفریکشن $32°$ ہے۔ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ $340\ m\ s^{-1}$ اور مائع میں $1500\ m\ s^{-1}$ ہے۔ مائع کا رفریکٹیو انڈیکس اور مائع میں روشنی کی سپیڈ معلوم کریں۔

[$1.45, 2.08 \times 10^8\ m\ s^{-1}$]

14.5 گلاس کے بلاک میں روشنی سفر کرتی ہے جس کا رفریکٹیو انڈیکس $n = 1.6$ ہے۔ یہ روشنی گلاس اور ہوا کی باؤنڈری سے ٹکراتی ہے۔ ٹوٹل انٹرنل رفلیکشن کے لیے کریٹیکل اینگل معلوم کریں۔ [38.68°]

Web version of PECTAA textbook Not for sale

باب 15

الیکٹروسٹیٹکس
(ELECTROSTATICS)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلم

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

- بیان کر سکیں کہ چارج کی دو اقسام ہیں؛ پوزیٹیو اور نیگیٹیو الیکٹرک چارج، اور یہ کہ چارج کی مقدار کولمب میں ماپی جاتی ہے
- بیان کر سکیں کہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں جبکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں
- ایسے تجربات بیان کریں جو فرکشن سے الیکٹروسٹیٹک چارج پیدا ہونے کو ظاہر کریں
- وضاحت کریں کہ ٹھوس اجسام کا فرکشن کے ذریعے چارج ہونا دراصل نیگیٹیو چارج (الیکٹرون) کے منتقل ہونے کا عمل ہے
- بیان کریں کہ ایک کنڈکٹر کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے کیسے چارج کیا جا سکتا ہے، اور پھر اسے ارتھنگ (Earthing) کے ذریعے کیسے ڈسچارج کیا جاتا ہے
- بیان کریں کہ الیکٹرک فیلڈ وہ علاقہ ہے جہاں الیکٹرک چارج پر فورس عمل کرتی ہے
- بیان کریں کہ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں اس مقام پر پوزیٹیو چارج پر فورس لگے
- سادہ الیکٹرک فیلڈ کے خاکے (Patterns) بیان کریں اور دکھائیں (جن میں سمت بھی شامل ہو):
  (الف) پوائنٹ چارج کے گرد
  (ب) چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے گرد
  (ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کے درمیان
- الیکٹریکل کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کی مثالیں بیان کر سکیں

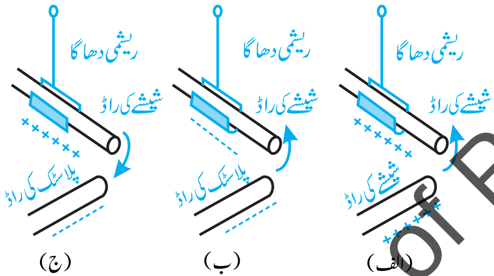
الیکٹروسٹیٹکس فزکس کی وہ شاخ ہے جو ساکن حالت میں موجود الیکٹرک چارجز کے مطالعے سے تعلق رکھتی ہے کہ الیکٹرک چارجز ایک دوسرے کے ساتھ کس طرح اثر انداز ہوتے ہیں اور وہ کس طرح کا الیکٹرک فیلڈ پیدا کرتے ہیں۔ الیکٹروسٹیٹکس ہماری روزمرہ زندگی میں بڑی اہمیت رکھتی ہے۔ اس باب میں ہم ان موضوعات کا مطالعہ کریں گے: الیکٹرک چارج اور اس کی خصوصیات، الیکٹروسٹیٹک انڈکشن، کولمب کا قانون اور الیکٹرک فیلڈ۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

15.1 الیکٹرک چارج (Electric Charge)

شکل 15.1: خشک بالوں پر رگڑی گئی کنگھی کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے

جب ایک پلاسٹک کی کنگھی (یا راڈ) کو خشک بالوں پر رگڑا کر اسے کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کے قریب لایا جائے تو وہ ان ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے(شکل 15.1)۔اسی طرح امبر کی راڈ(Amber rod) کوریشم سے رگڑنے پر وہ بھی چھوٹے کاغذ کے ٹکڑوں کو کھینچ لیتی ہے۔ ہم اکثر میٹل کے دروازے کے ہینڈل کو چھونے پر ہلکا سا جھٹکا محسوس کرتے ہیں، خاص طور پر جب ہم کار کی سیٹ پر سرک کر بیٹھیں یا مصنوعی قالین پر چلیں۔ ان تمام صورتوں میں الیکٹروسٹیٹک فورس الیکٹرک چارج کی وجہ سے عمل کرتی ہے۔اشیا کے درمیان یہ کشش (Attraction) یا دفع (Repulsion) کا عمل ایک خاص خاصیت کی بنا پر ہوتا ہے، جسے الیکٹرک چارج کہتے ہیں۔ہم پہلے پڑھ چکے ہیں کہ ماس ہر شے کی بنیادی خاصیت ہے۔کم ماس والی چیز کم انرشیا رکھتی ہے جبکہ زیادہ ماس والی شے زیادہ انرشیا رکھتی ہے۔ بالکل اسی طرح ایک اور بنیادی خاصیت الیکٹرک چارج ہے۔الیکٹرک چارج کی دو اقسام ہوتی ہیں؛پوزیٹیو چارج اور نیگیٹیو چارج۔ ان کی موجودگی کو ایک سادہ تجربے کے ذریعے ثابت کیا جاسکتا ہے (شکل 15.2)۔الیکٹرک چارج کا SI یونٹ کولمب(C)ہے۔



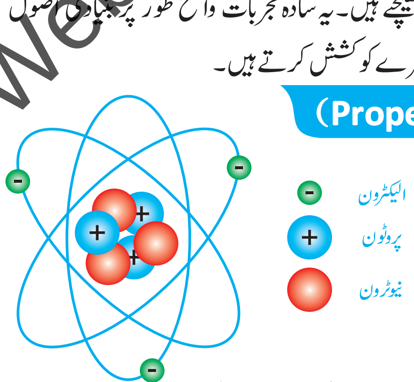
شکل 15.2: رگڑنے کے بعد شیشے کی راڈ اور پلاسٹک راڈ کے درمیان الیکٹروسٹیٹک اثرات

شکل 15.2 میں شیشے اور پلاسٹک کی راڈز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک تعامل دکھائے گئے ہیں جو فرکشن کے ذریعے چارج کی گئی ہیں۔

(الف) دو شیشے کی راڈز کو ریشم سے رگڑنے کے بعد جب ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں راڈز پوزیٹیو چارج حاصل کرتی ہیں۔ چونکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں، اس لیے دونوں راڈز ایک دوسرے کو دفع (Repel) کرتی ہیں۔(ب) دو پلاسٹک کی راڈز کو جنہیں عام طور پر اُون یا کھال (Fur) سے رگڑا جاتا ہے، ایک دوسرے کے قریب لائی جائیں تو دونوں نیگیٹیو چارج حاصل کرتی ہیں ۔ اسی اصول کے مطابق کہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دُور دھکیلتے ہیں ، دونوں پلاسٹک راڈز بھی ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں ۔

(ج) جب پوزیٹیو چارج شدہ شیشے کی راڈ (ریشم سے رگڑی ہوئی) کو نیگیٹیو چارج شدہ پلاسٹک راڈ (اون / کھال سے رگڑی ہوئی) کے قریب لایا جاتا ہے تو اس بار کشش پیدا ہوتی ہے، کیونکہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کھینچتے ہیں۔ یہ سادہ تجربات واضح طور پر بنیادی اصول کو ثابت کرتے ہیں کہ ایک جیسے چارج دفع کرتے ہیں جبکہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔

الیکٹرک چارج کی خصوصیات (Properties of Electric Charges)



شکل 15.3: ایٹم کی ساخت

مادّہ ایٹمز پر مشتمل ہوتا ہے، اور ہر ایٹم چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز سے بنا ہوتا ہے۔ ان میں پروٹون پوزیٹیو چارج رکھتے ہیں اور نیوکلیس میں موجود ہوتے ہیں۔ الیکٹرون نیگیٹیو چارج رکھتے ہیں اور نیوکلیس کے گرد آربٹ میں گردش کرتے ہیں (شکل 15.3)۔چونکہ ہر شے ایٹمز پر مشتمل ہے، اس لیے ہر شے پوزیٹیو، نیگیٹیو یا غیر چارج شدہ (Neutral) ہوسکتی ہے۔چارج میٹریلز کی ایک بنیادی خاصیت ہے

Web version of PECTAA textbook Not for sale

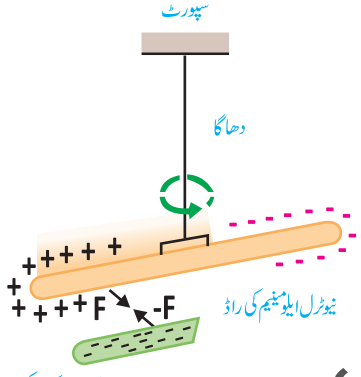
جوانہیں کو ایک دوسرے کو کشش یا دفع کرنے کا سبب بنتی ہے۔چارج مختلف طریقوں سے ایک جسم سے دوسری جسم میں منتقل ہو سکتا ہے، جیسے فرکشن کے ذریعے، براہِ راست رابطے کے ذریعے، الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے، ایک آئسولیٹڈ سسٹم (Isolated system) میں۔ کل چارج ہمیشہ مستقل رہتا ہے یہ نہ پیدا ہوتا ہے نہ تباہ ہوتا ہے، بلکہ صرف منتقل ہوتا ہے۔

15.2 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن (Electrostatic Induction)

کیا آپ جانتے ہیں؟

جب ایک چارج شدہ راڈ کو کسی کنڈکٹر کو بغیر چھوئے قریب لایا جاتا ہے تو کنڈکٹر پر بھی چارج آجاتا ہے۔ یہ الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کا حیرت انگیز اثر ہے۔

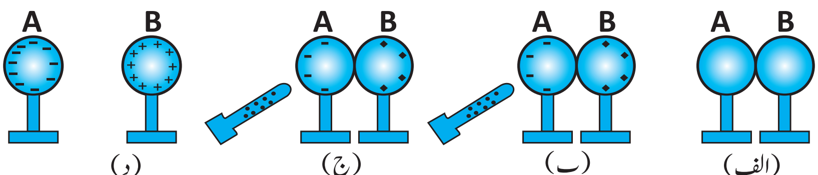
سرگرمی 15.1 : جب ایک چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ کو ایک لٹکی ہوئی غیر چارج شدہ ایلومینیم کی راڈ کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں ایک دوسرے کی طرف کھنچی ہیں، جیسا کہ شکل 15.4 میں دکھایا گیا ہے۔ ابتداء میں یہ محسوس ہوتا ہے کہ جیسے دونوں راڈز پر مخالف چارج موجود ہیں، لیکن حقیقت میں ایسا نہیں ہوتا۔ چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ، ایلومینیم کی راڈ کے اندر موجود پوزیٹیو اور نیگیٹیو چارجز کی دوبارہ تقسیم (Redistribution) کا سبب بنتی ہے۔ اس تقسیم کی وجہ سے ایلومینیم کی راڈ چارج شدہ راڈ کی طرف کھنچتی ہے، لیکن اس کا مجموعی چارج پھر بھی صفر ہی رہتا ہے۔ یہ مشاہدہ ثابت کرتا ہے کہ صرف کشش کو دیکھ کر یہ طے نہیں کیا جاسکتا کہ کوئی شے چارج شدہ ہے یا نہیں۔ یہ عمل الیکٹروسٹیٹک کی ایک مثال ہے۔



شکل 15.4: چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ نیوٹرل ایلومینیم کی راڈ کو اپنی طرف کھینچتی ہے

سرگرمی 15.2 : میٹل کے دو سفیئرز (Spheres) A اور B لیں، اور انہیں انسولیٹڈ (Insulated) اسٹینڈز پر اس طرح رکھیں کہ دونوں ایک دوسرے کو چُھو رہے ہوں، جیسا کہ شکل 15.5(الف) میں دکھایا گیا ہے۔ اب ایک پوزیٹیو چارج شدہ راڈ کو سفیئر A کے قریب لائیں، جیسا کہ شکل 15.5(ب) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ سفیئر A میں موجود نیگیٹیو چارجز کو اپنی طرف کھینچتی ہے اور پوزیٹیو چارجز کو دور دھکیلتی ہے۔ اس طرح سفیئر A کے اُس حصے پر جو راڈ کے قریب ہے نیگیٹیو چارج جمع ہوجاتا ہے، جبکہ سفیئر B کے دائیں حصے پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوتا ہے۔ یہ واضح کرتا ہے کہ مختلف قسم کے چارج ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں جبکہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں۔

اب دونوں سفیئرز کو ایک دوسرے سے علیحدہ کردیں، لیکن پوزیٹیو چارج شدہ راڈ کو سفیئر A کے قریب ہی رکھیں۔ جب آپ دونوں سفیئرز کا معائنہ کریں گے تو معلوم ہوگا کہ وہ مخالف چارج رکھتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.5(ج) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ کو ہٹا دینے کے بعد، چارج دونوں سفیئرز کی سطحوں پر یکساں طور پر پھیل جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.5(د) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پورے عمل میں دونوں سفیئرز پر برابر مقدار کے مخالف چارج پیدا ہوتے ہیں۔ اس مظہر کو انڈکشن کے ذریعے چارج کرنا (Charging by Induction) کہا جاتا ہے۔



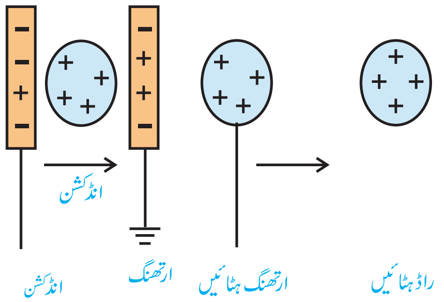
شکل 15.5: الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے دو سفیئرز کو چارج کرنا

کسی چارج شدہ جسم کی موجودگی میں ایک کنڈکٹر (جو کسی بھی طرح زمین سے جڑا نہ ہو) رکھا جائے، تو اس کے ایک سرے پر پوزیٹیو چارج اور دوسرے سرے پر نیگیٹیو چارج پیدا ہوجاتا ہے۔ اس عمل کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہا جاتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

انڈکشن کے ذریعے چارجنگ اور ارتھنگ (Charging by Induction and Earthing)

انڈکشن کے ذریعے چارجنگ وہ طریقہ ہے جس میں کسی کنڈکٹر کو براہِ راست چارج شدہ جسم سے چھوئے بغیر چارج کیا جاتا ہے۔ اس میں چارج شدہ جسم کے قریب آنے سے کنڈکٹر کے اندر موجود چارجز کی دوبارہ تقسیم ہوتی ہے۔ فرض کریں کہ ایک نیگیٹیو چارج شدہ راڈ کو ایک غیر چارج شدہ میٹل سفیئر کے قریب لایا جاتا ہے۔ راڈ کے نیگیٹیو چارج کی وجہ سے سفیئر کے اندر موجود آزاد الیکٹران دھکیل کر دور ہو جاتے ہیں، جس سے راڈ کے قریب والے حصّے پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوتا ہے اور دور والے حصّے پر نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے۔ اس چارج کی علیحدگی کو ہی الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہتے ہیں۔



شکل 15.6: انڈکشن اور ارتھنگ کے ذریعے کنڈکٹر کو چارج کرنا

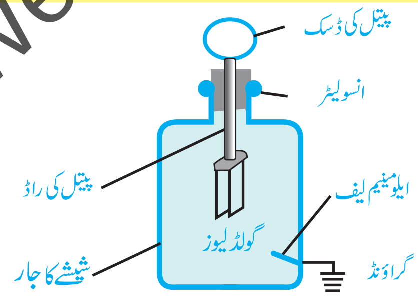
ارتھنگ کسی کنڈکٹر کو زمین سے جوڑنے کا عمل ہے، تاکہ غیر مطلوبہ چارج زمین میں منتقل ہو جائے۔ جب راڈ ابھی تک سفیئر کے قریب رکھا ہو تو سفیئر کے دور والے حصّے کو ایک تار کے ذریعے زمین (Earth) سے جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 15.6)۔ چونکہ یہ حصّہ نیگیٹیو چارج شدہ ہوتا ہے، اس لیے الیکٹرونز زمین کی طرف بہہ جاتے ہیں، اور اضافی نیگیٹیو چارج ختم ہو جاتا ہے۔ جب زائد (unwanted) چارج زمین میں منتقل ہو جائے تو ارتھنگ کی تار ہٹادی جاتی ہے۔ نیگیٹیو چارج نکل جانے کی وجہ سے سفیئر کے قریب والے حصّے پر پوزیٹیو چارج باقی رہ جاتا ہے۔ آخر میں جب چارج شدہ راڈ کو ہٹا دیا جاتا ہے تو سفیئر خالص پوزیٹیو چارج رکھتا ہے، حالانکہ اسے کبھی چھُوا نہیں گیا تھا۔ یہ عمل انڈکشن کے ذریعے چارجنگ کہلاتا ہے۔

الیکٹروسکوپ (Electroscope)

گولڈ لیف الیکٹروسکوپ ایک حساس آلہ ہے جو الیکٹرک چارج کا پتہ لگانے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ ایک پیتل کی راڈ پر مشتمل ہوتا ہے، جس کے اُوپر پیتل کی ایک ڈِسک لگی ہوتی ہے اور نیچے دو باریک سونے کے لیف (Leaf) لٹکے ہوتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.7 میں دکھایا گیا ہے۔ پیتل کی راڈ ایک انسولیٹنگ میٹریل (Insulating material) سے گزرتی ہے، جو اسے اپنی جگہ پر مضبوطی سے تھامے رکھتی ہے چارجز ڈِسک سے لے کر لیوز (Leaves) تک آسانی سے منتقل ہو سکتے ہے۔ اس کے علاوہ جار کے اندر، نچلے حصّے پر ایک پتلی ایلومینیم فوائل چسپاں کی جاتی ہے۔ جار کے اندر موجود ایلومینیم فوائل کو عموماً کاپر وائر کے ذریعے زمین سے جوڑا جاتا ہے، تاکہ گولڈ لیف کو باہر کے غیر ضروری الیکٹریکل اثرات سے محفوظ رکھا جا سکے۔ کسی جسم پر چارج موجود ہے یا نہیں، اس کا پتا لگانے کے لیے اس جسم کو غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ کی ڈِسک کے قریب لایا جاتا ہے۔ اگر جسم غیر چارج شدہ ہو تو لیوز میں کوئی حرکت یا پھیلاؤ پیدا نہیں ہوتا، جیسا کہ شکل 15.8 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔ لیکن اگر جسم پوزیٹیو یا نیگیٹیو چارج شدہ ہو تو الیکٹروسکوپ کے لیوز پھیل جائیں گے۔ مثال کے طور پر اگر جسم نیگیٹیو چارج رکھتا ہو تو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کی وجہ سے ڈِسک پر پوزیٹیو چارج اور لیوز پر

ذہنی آزمائش

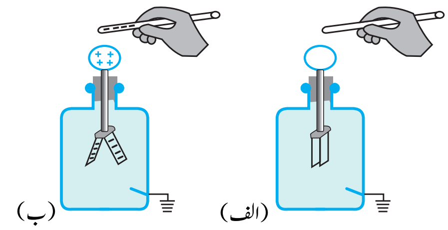
خشک بالوں پر غبارہ رگڑیں اور پھر اُسے دیوار کے قریب لائیں غبارہ دیوار سے چپک جاتا ہے لیکن ایسا کیوں ہوتا ہے؟



شکل 15.7: غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ

Web version of PECTAA textbook Not for sale

نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.8(ب) میں دکھایا گیا ہے۔ چونکہ دونوں لیوز ایک ہی قسم کا چارج رکھتے ہیں، لہٰذا وہ ایک دوسرے کو دفع (Repel) کرتے ہیں اور دور ہو جاتے ہیں۔ لیوز کے پھیلاؤ کی مقدار چارج کی مقدار کے حساب سے زیادہ یا کم ہوتی ہے۔ الیکٹروسکوپ کا استعمال کنڈکٹرز اور انسولیٹرز میں فرق کرنے کے لیے بھی کیا جا سکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے چارج شدہ جسم کو ڈِسک کے قریب لائیں، مگر چھونے نہ دیں۔ اگر لیف (جو پہلے سے پھیلے ہوئے ہیں) واپس سکڑ جائیں تو اس کا مطلب ہے کہ وہ میٹریل اچھا کنڈکٹر ہے، کیونکہ چارج اس کے ذریعے منتقل ہو جاتا ہے۔



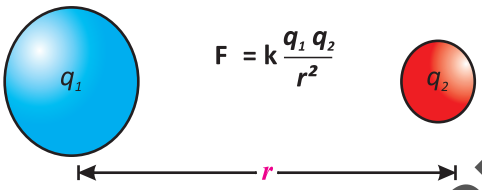
شکل 15.8: گولڈ لیف الیکٹروسکوپ سے چارج کا پتا لگانا

ذہنی آزمائش

جب چارج شدہ جسم الیکٹروسکوپ کو چھوئے بغیر اس کے قریب لایا جاتا ہے تو لیوز کیوں کُھل جاتے ہیں؟

15.3 کولمب کا قانون (Coulomb's Law)

الیکٹرک چارج ایک دوسرے کو دفع بھی کر سکتے ہیں اور کشش بھی۔ ان کے درمیان موجود اس فورس کو الیکٹروسٹیٹک فورس کہتے ہیں۔ چارلس کولمب نے 1785 میں ایسے تجربات کیے جن کی بنیاد پر اس نے دو الیکٹرک چارجز کے درمیان موجود فورس کی نوعیت اور مقدار بیان کی، اسے کولمب کا قانون کہتے ہیں۔ اس قانون کے مطابق:



شکل 15.9: کولمب کا قانون

دو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس کی مقدار ان چارجز کی مقداروں کے حاصل ضرب کے راست متناسب ہوتی ہے اور ان کے درمیان فاصلے کے مربع کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔

فرض کریں دو چارجز q_1 اور q_2 ایک دوسرے سے فاصلہ r پر ہیں (شکل 15.9)۔
حسابی طور پر:

$$F \propto q_1 q_2 \quad \text{.............} \quad (15.1)$$

اور

$$F \propto \frac{1}{r^2} \quad \text{.............} \quad (15.2)$$

یا

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{.............} \quad (15.3)$$

یہاں k ایک تناسب کا مستقل ہے جو دو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹروسٹیٹک فورس کی انٹینسٹی کو بیان کرتا ہے۔ k کی قیمت اس میڈیم پر منحصر ہوتی ہے جو چارجز کے درمیان موجود ہو۔ خلاء یا ہوا میں k کی قیمت تقریباً $9 \times 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$ ہوتی ہے۔ کولمب کا قانون بنیادی طور پر ان پوائنٹ چارجز پر لاگو ہوتا ہے جن کا سائز اُن کے درمیان فاصلے کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہو۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

نیوٹن بمقابلہ کولمب

- مشابہ فارمولے، معکوس مربع کے قوانین
- گریویٹیشنل فورسز صرف کشش کی فورسز ہیں۔
- یہ بڑے اجسام اور زیادہ فاصلے کے لیے اہم ہیں۔
- الیکٹریکل فورسز کشش بھی کرتی ہیں اور دفع بھی۔
- چھوٹے اجسام اور کم فاصلے کے لیے اہم ہوتی ہیں۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

15.4 الیکٹرک فیلڈ (Electric Field)

ایک چارج دوسرے چارج پر ایک فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس اس چارج کے آس پاس ہر جگہ موجود ہوتی ہے اور لا محدود فاصلے (Infinity) تک پھیلی ہوتی ہے، لیکن فاصلے کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس کی انٹینسٹی کم ہو تی جاتی ہے۔

کسی چارج کے الیکٹرک فیلڈ سے مراد چارج کے گرد وہ جگہ ہے جس میں یہ دوسرے چارجز پر الیکٹروسٹیٹک فورس لگاتا ہے۔

حسابی طور پر:

$$E = k\frac{q}{r^2} \quad ....\ (15.4)$$

دلچسپ معلومات

اگر دو چارجز علامت میں ایک دوسرے کے مخالف ہیں (ایک پوزیٹیو، دوسرا نیگیٹیو) تو وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں ۔ اگر علامتیں تبدیل ہو جائیں مطلب دونوں پوزیٹیو ہوں یا دونوں نیگیٹیو، تو وہ ایک دوسرے کو دور دھکیلتے ہیں ۔فورس کی مقدار وہی رہتی ہے مگر سمت بدل جاتی ہے ۔ یہ مثال دکھاتی ہے کہ کولمب کا قانون کس طرح کشش اور دفع دونوں صورتوں میں کام کرتا ہے۔

شکل 15.10: الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی

فرض کریں کہ ایک ٹیسٹ چارج q_o کو ایک سورس چارج Q کے الیکٹرک فیلڈ میں لایا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.10 میں دکھایا گیا ہے۔ سورس چارج، ٹیسٹ چارج پر ایک الیکٹرک فورس **F** لگائے گا۔

الیکٹروسٹیٹک فورس فی یونٹ ٹیسٹ چارج (یعنی پوزیٹیو چارج) جو کسی سورس چارج کے الیکٹرک فیلڈ میں لائے جانے پر اس پر لگتی ہے، الیکٹرک فیلڈ کی انٹینسٹی کہلاتی ہے ۔

حسابی طور پر:

$$\mathbf{E} = \mathbf{F}/\ q_o \quad ....(15.5)$$

الیکٹرک انٹینسٹی کا SI یونٹ $N\ C^{-1}$ (نیوٹن فی کولمب) ہے۔ الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے، یعنی اس میں مقدار بھی ہوتی ہے اور سمت بھی۔ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کی سمت ہو گی جو فورس کی ہوتی ہے۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز (Electric Field Lines)

الیکٹرک فیلڈ کا تصور یہ ظاہر کرتا ہے کہ ایک چارج شدہ جسم اپنے آس پاس موجود دوسرے چارجز پر کس طرح اثر انداز ہوتا ہے۔ الیکٹرک فیلڈ ایک ویکٹر فیلڈ ہے، یعنی اس میں مقدار اور سمت دونوں ہوتی ہیں ۔ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں وہاں رکھا ہوا پوزیٹیو ٹیسٹ چارج حرکت کرے گا۔ نیچے تین عام صورتوں کے لیے الیکٹرک فیلڈ کے پیٹرن وضاحت کے ساتھ دیے گئے ہیں:

(الف) پوائنٹ چارج کے گرد الیکٹرک فیلڈ
(Electric field around a point charge)

ایک پوائنٹ چارج کے گرد الیکٹرک فیلڈ ریڈیل (Radial) ہوتا ہے ، یعنی

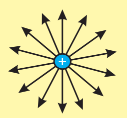
کیا آپ جانتے ہیں؟

الیکٹرک فیلڈز کو الیکٹرک فیلڈ لائنز کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے اور یہاں نقطے پر قوت کی سمت کو دکھاتی ہیں۔

الیکٹرک فیلڈ کی سمت پوزیٹیو چارج سے نیگیٹیو چارج کی طرف ہوتی ہے۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز (جنہیں الیکٹرک فلکس بھی کہا جاتا ہے) ایک دوسرے کو کراس نہیں کرتیں۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز اس راستے کی نشاندہی کرتی ہیں جس پر ایک ٹیسٹ چارج الیکٹرک فیلڈ میں حرکت کرے گا۔

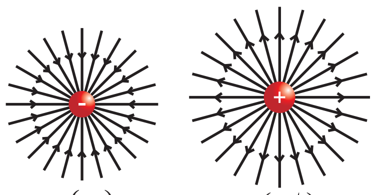


ایک آئسولیٹڈ پوزیٹیو چارج کا الیکٹرک فیلڈ

ایک آئسولیٹڈ نیگیٹیو چارج کا الیکٹرک فیلڈ

Web version of PECTAA textbook Not for sale

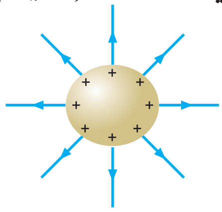
ہر سمت میں پھیلتا ہے۔ پوزیٹیو پوائنٹ چارج کے لیے (شکل 15.11-الف) الیکٹرک فیلڈ لائنز باہر کی طرف جاتی ہیں۔ یہ اس بات کی نشان دہی کرتی ہیں کہ اگر یہاں ایک پوزیٹیو ٹیسٹ چارج رکھا جائے تو وہ دُور دھکیلا جائے گا (Repulsion)۔ نیگیٹیو پوائنٹ چارج (شکل 15.11-ب) کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں۔ یہ ظاہر کرتی ہیں کہ پوزیٹیو ٹیسٹ چارج کو نیگیٹیو چارج اپنی طرف کھینچے گا۔ یہ نمونے یا ڈیزائن واضح کرتے ہیں کہ پوزیٹیو چارج دوسروں کو دھکیلتا ہے جبکہ نیگیٹیو چارج دوسروں کو کھینچتا ہے۔



شکل 15.11: آئسولیٹڈ پوزیٹیو اور نیگیٹیو پوائنٹ چارجز کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز

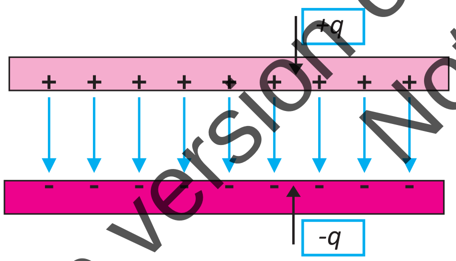
(ب) چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے گرد الیکٹرک فیلڈ (Electric field around a charged conducting sphere)

ایک چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر اپنی سطح پر چارج کو یکساں طور پر تقسیم کرتا ہے۔ اس کے باہر پیدا ہونے والا الیکٹرک فیلڈ ایک پوائنٹ چارج کے فیلڈ جیسا ہوتا ہے۔ پوزیٹیو چارج کی صورت میں الیکٹرک فیلڈ لائنز باہر کی طرف نکلتی ہیں، جبکہ نیگیٹیو چارج کی صورت میں یہ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں (شکل 15.12)۔ سفیئر کے اندر الیکٹرک فیلڈ صفر ہوتا ہے، کیونکہ سطح پر موجود چارج اس طرح ترتیب دے لیتے ہیں کہ اندرونی الیکٹرک فیلڈ مکمل طور پر ختم ہو جاتا ہے۔


شکل 15.12: پوزیٹیو چارج شدہ سفیئر پر چارج کی تقسیم

(ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کے درمیان الیکٹرک فیلڈ (Electric field between two oppositely charged parallel conducting plates)

جب دو بڑی متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کو برابر مقدار میں، مگر مخالف قسم کے چارج دیے جائیں تو ان کے درمیان ایک یونیفارم الیکٹرک فیلڈ بنتا ہے (شکل 15.13)۔ الیکٹرک فیلڈ کی لائنز ہمیشہ پوزیٹیو پلیٹ سے نیگیٹیو پلیٹ کی طرف جاتی ہیں۔ یہ لائنز ایک جیسی، سیدھی اور برابر فاصلے پر ہوتی ہیں، جو اس بات کو ظاہر کرتی ہیں کہ پلیٹوں کے درمیان الیکٹرک فیلڈ کی مقدار اور سمت ہر مقام پر یکساں رہتی ہے۔ یہ یکسانیت پلیٹوں کے بڑے ہونے اور ایک دوسرے کے قریب ہونے کی وجہ سے ہوتی ہے، جس سے کناروں کے اثرات (Edge effects) بہت کم ہو جاتے ہیں۔



شکل 15.13: دو مخالف چارج شدہ متوازی پلیٹوں کے درمیان الیکٹرک فیلڈ

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیئر کے اندر الیکٹرک فیلڈ ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے میٹل کی گاڑیوں یا ہوائی جہازوں کے اندر بیٹھے لوگ آسمانی بجلی گرنے کے دوران محفوظ رہتے ہیں۔

مثال: ایک پوائنٹ چارج $q = 10\ \mu C$ ہوا میں رکھا گیا ہے۔ 0.5 m کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $k = 9 \times 10^9\ N\ m^2\ C^{-2}$ ؛ $q = 10\ \mu C$ ؛ $r = 0.5\ m$

معلوم کرنا: $E = ?$

ہم جانتے ہیں کہ: $E = k\, q / r^2$

قیمتیں درج کرنے پر:

$$E = (9 \times 10^9)(10 \times 10^{-6}) / (0.5)^2$$

$$E = 3.6 \times 10^5\ N\ C^{-1}$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

15.5 الیکٹرک چارجز کی کنڈکشن (Conduction of Electric Charges)

الیکٹریکل کنڈکٹرز (Electrical Conductor)

الیکٹریکل کنڈکٹرز وہ میٹریلز ہیں جن میں الیکٹرک چارج آسانی سے گزر سکتا ہے۔ان میں الیکٹران ڈھیلے بندھے ہوتے ہیں اور جب ان کو وولٹیج دی جائے تو یہ الیکٹرون آزادانہ حرکت کرنے لگتے ہیں، جس سے الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ الیکٹریکل کنڈکٹرز کی مثالیں میٹلز، جیسا کہ کاپر، ایلومینیم اور چاندی، اسی طرح گریفائٹ اور الیکٹرولائٹس ہیں ۔

الیکٹریکل انسولیٹرز (Electrical Insulators)

الیکٹریکل انسولیٹرز وہ میٹریلز ہیں جو الیکٹرک کرنٹ کے بہاؤ میں مدد نہیں کرتے ۔ان میں الیکٹرون مضبوطی سے ایٹمز سے جکڑے ہوتے ہیں، اس لیے وہ آزادانہ حرکت نہیں کر سکتے اور ان میں الیکٹرک کرنٹ نہیں گزر سکتی۔الیکٹریکل انسولیٹرز کی مثالیں ہیں : ربڑ، پلاسٹک، شیشہ، لکڑی، سیرامکس ۔ یہ میٹریلز الیکٹرک کرنٹ کو کم کرنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں اور مختلف الیکٹریکل اپلائینسز میں حفاظتی کردار ادا کرتے ہیں۔

تجربہ : کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کی پہچان کے لیے آیئے ایک تجربہ کرتے ہیں۔بیٹری، بلب، تاروں اور ایک خلا (gap) پر مشتمل سرکٹ بنائیں۔اس خلا میں مختلف چیزیں رکھ کر دیکھیں۔ مثلاً میٹل کی (Metal key) ، پلاسٹک کا چمچ، یا لکڑی کی چھڑی۔اگر بلب روشن ہو جائے تو یہ شے کنڈکٹر ہے اور اگر بلب روشن نہ ہو تو یہ شے انسولیٹر ہے۔ یہ سادہ تجربہ روزمرہ کے میٹریلز کی پوشیدہ الیکٹریکل خصوصیات کو ظاہر کرتا ہے۔

مشق

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) لگائیں۔

15.1 جب آپ غبارے کو اپنے بالوں پر رگڑتے ہیں تو یہ لکڑی کی دیوار سے چپک جاتا ہے۔کون سا مظہر اس بات کی وضاحت کرتا ہے؟

(الف) الیکٹروسٹیٹک انڈکشن (ب) کنڈکشن (ج) فرکشن (د) میگنیٹیزم

15.2 جب دو مخالف چارجز ایک دوسرے کے قریب لائے جائیں تو:

(الف) وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں (ب) وہ ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں

(ج) وہ ایک دوسرے کو غیر مؤثر کر دیتے ہیں (د) کوئی اثر نہیں ہوتا

15.3 کولمب کے قانون کے مطابق، جب دو مخالف چارجڈ اجسام کے درمیان فاصلہ بڑھتا ہے تو باہمی کشش:

(الف) کم ہوتی ہے (ب) زیادہ ہوتی ہے (ج) وہی رہتی ہے (د) معلوم نہیں کی جاسکتی

15.4 دو مخالف چارج شدہ میٹل پلیٹس کے درمیان والے علاقے میں میگنیٹک فیلڈ کے بارے میں کیا درست ہے؟

(الف) دونوں پلیٹس کے درمیان فیلڈ قریباً یونیفارم ہے (ب) پوزیٹو پلیٹ کے قریب فیلڈ مضبوط ہے

(ج) نیگیٹو پلیٹ کے نزدیک فیلڈ کمزور ہے (د) پلیٹس کے مرکز میں فیلڈ مضبوط ہے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

15.1 کولمب کے قانون کو بیان کریں اور اس کی حسابی شکل لکھیں۔

15.2 الیکٹرک فیلڈ سے کیا مراد ہے؟

15.3 الیکٹریکل کنڈکٹرز اور الیکٹریکل انسولیٹرز کی دو دو مثالیں لکھیں۔

15.4 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن سے کیا مراد ہے؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

15.5 جب ہم ایک جیسے اور مخالف الیکٹرک چارجز کو قریب لاتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟

15.6 میٹلز الیکٹرک کرنٹ کو کیوں گزرنے دیتی ہیں جبکہ پلاسٹک نہیں؟

3- تعمیری فکر کے سوالات

15.1 فرکشن سے کچھ میٹیریلز الیکٹرون کیوں حاصل کرتے ہیں جبکہ کچھ الیکٹرون خارج کرتے ہیں؟ کون سی خاصیت اس طرزِ عمل کا تعین کرتی ہے؟

15.2 ایک چارج شدہ کنگھی کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے، لیکن کچھ دیر بعد وہ ٹکڑے واپس کیوں گر جاتے ہیں؟

15.3 اگر ایک غبارہ خشک بالوں پر رگڑ کر پانی کی باریک دھار کے پاس لایا جائے تو پانی اس کی طرف کیوں جھک جاتا ہے؟ اس سے پانی کی نوعیت کے بارے میں کیا پتا چلتا ہے؟

15.4 ایک کنڈکٹر اور ایک انسولیٹر کو الیکٹرک فیلڈ میں رکھا جائے تو دونوں کا طرزِ عمل کیسے مختلف ہو گا اور کیوں؟

15.5 خشک موسم میں جب ہم کسی میٹل کے دروازے کے ہینڈل کو چھوتے ہیں تو ہمیں کرنٹ کا جھٹکا کیوں محسوس ہوتا ہے؟

4- تفصیلی سوالات

15.1 کسی کنڈکٹر کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے عمل سے کیسے چارج کیا جاتا ہے؟ وضاحت سے بیان کریں۔

15.2 اجسام کو فرکشن کے عمل سے کیسے چارج کیا جاتا ہے؟ وضاحت کریں۔

15.3 گولڈ لیف الیکٹروسکوپ کا اصول بیان کریں۔ یہ کس طرح جسم کے چارج کی نوعیت اور مقدار معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے؟

15.4 کولمب کے قانون سے ہم چارج شدہ پارٹیکلز کے درمیان تعامل کو کیسے سمجھ سکتے ہیں؟ ان کے درمیان فورس کو کون سے عوامل متاثر کرتے ہیں؟

15.5 الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی کے تصور کی وضاحت کریں۔ کسی پوائنٹ چارج اور متوازی پلیٹوں والے کپیسٹرز کا الیکٹرک فیلڈ، فیلڈ لائنز کی مدد سے کیسے ظاہر کیا جا سکتا ہے؟

5- حسابی سوالات

15.1 ایک 25 µC پوزیٹیو ٹیسٹ چارج کو ایک الیکٹرک فیلڈ میں رکھا گیا ہے۔ اس پر 0.500 N کی فورس لگتی ہے۔ ٹیسٹ چارج کے مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی مقدار معلوم کریں۔
(2.0×10^4 N C^{-1})

15.2 دو پوائنٹ چارجز $q_1 = 8$ µC اور $q_2 = 4$ µC کو 120 cm کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ ان کے درمیان کولمب کی فورس معلوم کریں اور فورس کی نوعیت بھی بتائیں۔
(0.2 N، دھکیلنے کی سمت میں)

15.3 ایک پوائنٹ چارج $q = 10$ µC ہوا میں رکھا گیا ہے۔ چارج سے 0.5 m کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ کی طاقت معلوم کریں۔
(3.6×10^5 N C^{-1})

15.4 اگر دو چھوٹے ایک جتنے چارج کیے گئے میٹل سفیئرز 3 cm فاصلے پر ہوا میں موجود ہوں تو وہ ایک دوسرے کو 0.5 N فورس سے دُور دھکیلتے ہیں۔ ہر سفیئر پر چارج معلوم کریں۔
(224 µC)

15.5 3.2 سینٹی میٹر فاصلے پر رکھے گئے دو چارجز پر 85 N فورس لگ رہی ہے۔ اگر ایک چارج 25 µC ہو تو دوسرے چارج کی مقدار معلوم کریں۔
(3.87 µC)

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 16

الیکٹریسٹی

(ELECTRICITY)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

- الیکٹرک کرنٹ کی تعریف کریں اور یہ مساوات استعمال کرتے ہوئے اس کی قیمت معلوم کرسکیں: $I = Q/t$
- الیکٹرک کرنٹ میٹلز میں کیسے گزرتا ہے؟ اس کی وضاحت فری الیکٹرونز جو میٹلز کے اندر آزادانہ طور پر حرکت کرتے ہیں کی مدد سے بیان کر سکیں
- یہ بیان کر سکیں کہ کرنٹ کو ایمپیئر میں ماپا جاتا ہے، اور ایک ایمپیئر وہ مقدار ہے جب ایک کولمب چارج ایک سیکنڈ میں گزرتا ہے۔ $(C\ s^{-1})$
- ڈائریکٹ کرنٹ (D.C) اور آلٹرنیٹنگ کرنٹ (A.C) کے درمیان فرق واضح کر سکیں
- کنوینشنل کرنٹ اور الیکٹرونک کرنٹ میں فرق بھی سمجھ سکیں
- مختلف رینجز کے ایمیٹرز (اینالاگ اور ڈیجیٹل) کا استعمال مثالوں کے ذریعے بیان کر سکیں
- ای۔ایم۔ایف (emf) کی تعریف یوں کرسکیں کہ یہ وہ الیکٹریکل ورک ہے جو کوئی سورس ایک یونٹ چارج کو مکمل سرکٹ کے گرد حرکت دینے میں انجام دیتی ہے، جسے مساوات: $E = W/Q$ سے ظاہر کیا جاتا ہے
- پوٹینشل ڈفرینس (p.d) کی تعریف کریں کہ یہ کسی کمپونینٹ سے گزرنے والے یونٹ چارج پر کیے گئے ورک کے برابر ہوتا ہے، اسے مساوات: $V = W/Q$ سے ظاہر کیا جاتا ہے
- یہ بتا سکیں کہ ای۔ایم۔ایف اور پوٹینشل ڈفرینس کو وولٹ میں ماپا جاتا ہے، اور ایک وولٹ ایک جول فی کولمب کے برابر ہوتا ہے؛ $(J\ C^{-1})$
- مختلف رینج کے وولٹ میٹرز (ڈیجیٹل اور اینالاگ) کے استعمال کی وضاحت مثالوں کے ساتھ کر سکیں
- جب کثیر (Multiple) سورسز سیریز میں جوڑی جائیں تو کُل ای۔ایم۔ایف معلوم کر سکیں
- جب ایک جیسی سورسز پیرالل میں جوڑی جائیں تو جان سکیں کہ کُل ای۔ایم۔ایف ایک ہی سورس کے برابر ہوتی ہیں
- اوہم کے قانون کی مساوات بیان کر سکیں اور استعمال کر سکیں؛ $R=V/I$
- ٹمپریچر بڑھنے سے رزسٹر (مثلاً فلامنٹ لیمپ) کی رزسٹنس کیسے بدلتی ہے، اس کی وضاحت کر سکیں

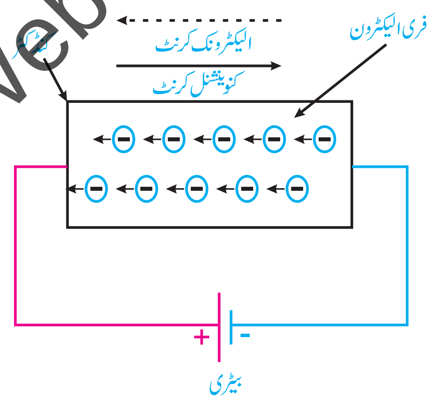
Web version of PECTAA textbook
Not for sale

- سیریز میں جوڑے گئے رزسٹرز کی کل رزسٹنس معلوم کر سکیں
- پیرالل میں جوڑے گئے رزسٹرز کی کل رزسٹنس معلوم کر سکیں
- سرکٹ میں پوٹینشل ڈیوائیڈر کے ورک کا تجزیہ بیان کر سکیں، اس مساوات کی مدد سے : $R_1/R_2 = V_1/V_2$
- مساوات : $P = IV$ کی مدد سے پاور کے حسابی سوالات حل کر سکیں
- مساوات : $E = IVt$ کی مدد سے انرجی کے حسابی سوالات حل کر سکیں
- کلوواٹ آور (kWh) کی تعریف کر سکیں
- الیکٹریکل ڈیوائسز کا انتخاب کرتے وقت ان کے پاور ریٹنگ مناسب چننے کی ضرورت بیان کر سکیں
- گھریلو الیکٹرک ڈیوائسز کے استعمال کی لاگت kWh کی صورت میں نکال سکیں
- ٹرپ سوئچز اور فیوزز کے استعمال اور عمل کو سمجھا سکیں اور مناسب فیوز ریٹنگ یا ٹرپ سیٹنگز (Settings) منتخب کر سکیں
- اگر لائیو وائر کسی ارتھڈ (Earthed) میٹل کو چھو لے تو کیا ہوتا ہے، اسے سمجھ سکیں
- یہ بھی بیان کر سکیں کہ الیکٹریکل ڈیوائسز کا بیرونی خول یا تو نان کنڈکٹنگ (ڈبل انسولیٹڈ) ہونا چاہیے یا ارتھڈ (Earthed)
- بیان کر سکیں کہ مین سرکٹ : لائیو وائر، نیوٹرل وائر اور ارتھ وائر پر مشتمل ہوتی ہے
- یہ وجہ بھی بیان کر سکیں کہ کیوں فیوز اور سرکٹ بریکر ہمیشہ لائیو وائر میں لگائے جاتے ہیں تاکہ سرکٹ محفوظ طریقے سے بند ہو سکے
- گھریلو سرکٹس کو پیرالل میں جوڑنے کی ضرورت کی وضاحت بھی بیان کر سکیں

الیکٹریسٹی فزکس کی وہ شاخ ہے جو چارجز کے بہاؤ کے **متعلق** ہے۔ چارجز کی حرکت سے الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتی ہے جو ہماری روزمرہ زندگی میں بہت اہم کردار ادا کرتی ہے۔ الیکٹریسٹی ہمارے گھروں کو روشن کرتی ہے، صنعتوں کو پاور فراہم کرتی ہے اور ہمیں ایک جگہ سے دوسری جگہ رابطہ رکھنے میں مدد دیتی ہے۔ اس سبق میں ہم الیکٹریسٹی کے بنیادی تصورات سیکھیں گے، جن میں الیکٹرک کرنٹ، پوٹینشل ڈفرینس، اوہم کا قانون، الیکٹریسٹی کے استعمالات، فوائد اور خطرات شامل ہیں۔ یہ موضوعات الیکٹریسٹی کے بارے میں بنیادی معلومات فراہم کرتے ہیں۔

16.1 الیکٹرک کرنٹ (Electric Current)

ایک ایٹم میں الیکٹرون اور پوزیٹیو چارج رکھنے والا نیوکلیس ایک مضبوط فورس کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ لیکن میٹلز میں کچھ الیکٹرونز ایسے ہوتے ہیں جو نیوکلیس کے ساتھ مضبوطی سے جڑے نہیں ہوتے، اس لیے وہ آزادانہ حرکت کر سکتے ہیں۔ کنڈکٹرز میں یہ الیکٹرونز بے ترتیب (Random) حرکت کرتے رہتے ہیں۔ جب کنڈکٹر پر بیرونی الیکٹرک فیلڈ لگائی جاتی ہے تو یہ فری الیکٹرونز ایک خاص سمت میں حرکت کرنے لگتے ہیں (شکل 16.1)۔ چارجز کا یہ بہاؤ الیکٹرک کرنٹ کہلاتا ہے۔ الیکٹرک کرنٹ پوزیٹیو اور نیگیٹیو دونوں چارجز کی حرکت سے پیدا ہو سکتا ہے۔



شکل 16.1: سرکٹ میں الیکٹرونز کا بہاؤ

Web version of PECTAA textbook Not for sale

کسی کنڈکٹر کے کسی بھی حصے سے ایک سیکنڈ میں گزرنے والا چارج، الیکٹرک کرنٹ کہلاتا ہے۔

اگر Q چارج وقت t میں گزرے تو کرنٹ I کو یوں ظاہر کیا جاتا ہے:

$$I = \frac{Q}{t} \quad .... \quad (16.1)$$

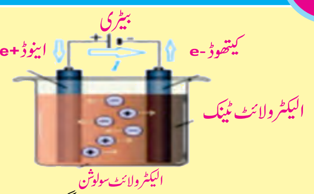
الیکٹرک کرنٹ کا SI یونٹ ایمپیئر (A) ہے۔

اگر ایک کولمب چارج ایک سیکنڈ میں گزرے تو کرنٹ ایک ایمپیئر ہو گا۔

یعنی: $1\ A = 1\ C\ s^{-1}$

الیکٹرون کی دریافت سے پہلے لوگ سمجھتے تھے کہ کرنٹ پوزیٹیو چارجز کے بہاؤ سے پیدا ہوتا ہے۔اسے کنوینشنل کرنٹ کہا جاتا ہے، جو پاور سورس کے پوزیٹیو ٹرمینل سے نیگیٹیو ٹرمینل کی طرف بہتا ہے۔بعد میں جب الیکٹرون دریافت ہوئے تو معلوم ہوا کہ دراصل الیکٹرون حرکت کرتے ہیں اور یہی بہاؤ الیکٹرونک کرنٹ کہلاتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



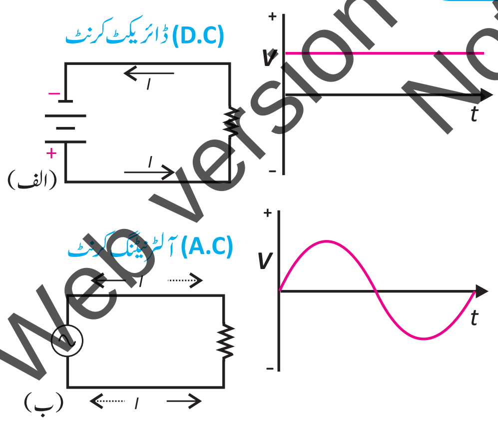
الیکٹرولیسز (Electrolysis) میں کرنٹ پوزیٹیو اور نیگیٹیو دونوں آئنز کی حرکت سے بنتا ہے۔الیکٹرولائٹ کے سلوشن میں نیگیٹیو آئن اینوڈ کی طرف کھنچے چلے جاتے ہیں۔ الیکٹرولائٹ کے اندر آئنز کی یہ حرکت سرکٹ کے اندرونی حصے میں ایک الیکٹرک کرنٹ پیدا کرتی ہے۔

چونکہ الیکٹرونز نیگیٹیو چارج رکھتے ہیں، اس لیے ان کی حرکت کی سمت کنوینشنل کرنٹ کی سمت کے مخالف ہوتی ہے۔اس فرق کے باوجود دونوں تصورات آج بھی استعمال ہوتے ہیں لیکن سرکٹ کے تجزیہ میں کنوینشنل کرنٹ کو معیار مانا جاتا ہے۔

الیکٹرک کرنٹ کی اقسام (Types of Electric Current)

1۔ ڈائریکٹ کرنٹ (D.C)

2۔ آلٹرنیٹنگ کرنٹ (A.C)



شکل 16.2: کرنٹ کی اقسام (الف) ڈائریکٹ کرنٹ (ب) آلٹرنیٹنگ کرنٹ

ڈائریکٹ کرنٹ (Direct Current)

ڈائریکٹ کرنٹ ایسا الیکٹرک کرنٹ ہے جس میں الیکٹرک چارج صرف ایک ہی سمت میں بہتا ہے (شکل 16.2-الف)۔ ڈائریکٹ سرکٹ میں وولٹیج مستقل رہتی ہے اور کرنٹ کی مقدار بھی وقت کے ساتھ تبدیل نہیں ہوتی۔ بیٹری سے حاصل ہونے والا کرنٹ ڈائریکٹ کرنٹ کی بہترین مثال ہے۔

آلٹرنیٹنگ کرنٹ (Alternating Current)

آلٹرنیٹنگ کرنٹ وہ کرنٹ ہے جس کی سمت بار بار تبدیل ہوتی رہتی ہے (شکل 16.2-ب)۔ ہمارے ملک کے زیادہ تر پاور اسٹیشنز آلٹرنیٹنگ کرنٹ پیدا کرتے ہیں۔ آلٹرنیٹنگ کرنٹ ایک سیکنڈ میں 50 مرتبہ اپنی سمت بدلتا ہے اور اس کی فریکوینسی 50 Hz ہوتی ہے ۔ ڈائریکٹ کرنٹ

دلچسپ معلومات

کسی بھی سرکٹ میں کرنٹ ہمیشہ کم سے کم رزسٹنس والے راستے کا انتخاب کرتا ہے، بالکل ایسے ہی جیسے پانی ڈھلوان کی طرف بہتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

کے مقابلے میں آلٹرنیٹنگ کرنٹ کا بڑا فائدہ یہ ہے کہ اسے طویل فاصلے تک کم پاور کے نقصان کے ساتھ منتقل کیا جاسکتا ہے۔

ایمیٹر (Ammeter)

ایمیٹر وہ آلہ ہے جسے سرکٹ میں بہنے والے کرنٹ کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔ ایمیٹر کو ہمیشہ سیریز میں اس کمپونینٹ کے ساتھ لگایا جاتا ہے جس کا کرنٹ ماپنا ہو۔ ایمیٹر کی دو بنیادی اقسام ہیں: اینالاگ ایمیٹر اور ڈیجیٹل ایمیٹر۔ یہ دونوں مختلف کرنٹ رینجز (Ranges) میں دستیاب ہوتے ہیں تاکہ کم اور زیادہ دونوں قسم کے کرنٹ کی درست طریقے سے پیمائش کی جا سکے۔

شکل 16.3: اینالاگ اور ڈیجیٹل ایمیٹرز کا موازنہ

شکل 16.3 میں ڈیجیٹل ایمیٹر (بائیں طرف) اور اینالاگ ایمیٹر (دائیں طرف) دکھائے گئے ہیں، جس سے ان کے ڈسپلے (Display) کے فرق اور رینج کے انتخاب کی آسانی واضح ہوتی ہے۔ دونوں کو سیریز میں لوڈ (Load) کے ساتھ جوڑا جاتا ہے تاکہ کرنٹ کی پیمائش کی جا سکے، مگر ان کے ڈسپلے کا طریقہ اور ریڈنگ کی سہولت ایک دوسرے سے خاصی مختلف ہوتی ہیں۔

ایمیٹر کی اقسام (Types of Ammeters)

اینالاگ ایمیٹر (Analog Ammeter): اینالاگ ایمیٹر میں سوئی (Needle) اور سکیل (Scale) کے ذریعے کرنٹ کو دکھایا جاتا ہے۔ سرکٹ میں بہنے والا کرنٹ ایک مقناطیسی فیلڈ پیدا کرتا ہے جو سوئی کو سکیل پر حرکت دیتا ہے۔ اینالاگ ایمیٹر میں عام طور پر متعدد رینجز ہوتی ہیں، مثلاً: 0–100 mA, 0–10 mA وغیرہ۔ صحیح رینج کا انتخاب ضروری ہوتا ہے تاکہ آلے کو نقصان نہ پہنچے اور ریڈنگ درست ملے۔

استعمال: یہ بنیادی تجربات اور درس و تدریس میں استعمال کیا جاتا ہے کیونکہ اس کی ریڈنگ دیکھنا آسان اور سادہ ہوتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ڈائریکٹ کرنٹ وہ کرنٹ ہے جو نیگیٹیو سرے سے پوزیٹیو سرے کی طرف بہتا ہے۔ اس کا رخ تبدیل نہیں ہوتا۔ بیٹری سے ہمیں یہی کرنٹ ملتا ہے۔ اگر پوزیٹیو اور نیگیٹیو تار آپس میں مل جائیں تو آگ لگنے یا جلنے کا خطرہ پیدا ہو جاتا ہے۔

ڈیجیٹل ایمیٹر (Digital Ammeter): ڈیجیٹل ایمیٹر کرنٹ کو ڈیجیٹل ڈسپلے پر عددی شکل میں دکھاتا ہے۔ یہ اینالاگ ایمیٹر کے مقابلے میں زیادہ درست (Precise) ہوتا ہے۔ ڈیجیٹل ایمیٹر میں بھی مختلف رینجز ہوتی ہیں، جبکہ کچھ ماڈلز خودکار طور پر رینج تبدیل کر لیتے ہیں۔ یہ ایمیٹر زیادہ درستی کی ضرورت والی سائنسی، صنعتی، اور الیکٹرک پیمائشوں میں استعمال ہوتے ہیں۔

رینج کا انتخاب (Range Selection): ایمیٹرز میں مختلف رینجز شامل کی جاتی ہیں تاکہ مختلف مقدار کے کرنٹس کی محفوظ اور درست طریقے سے پیمائش کی جا سکے۔ کم رینج والے ایمیٹر (0–1 A) تھوڑے کرنٹس کو ماپنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں، جیسے کہ لیبارٹری تجربات میں۔ زیادہ رینج والے ایمیٹر (0–10 A) طاقتور سرکٹس اور صنعتی سسٹمز میں استعمال ہوتے ہیں۔ صحیح رینج منتخب نہ کرنے سے ایمیٹر خراب ہو سکتا ہے یا ریڈنگ غلط ہو سکتی ہے، اس لیے رینج کا درست انتخاب بہت اہم ہے۔

16.2 الیکٹروموٹیو فورس (e.m.f) اور پوٹینشل ڈفرینس (p.d)

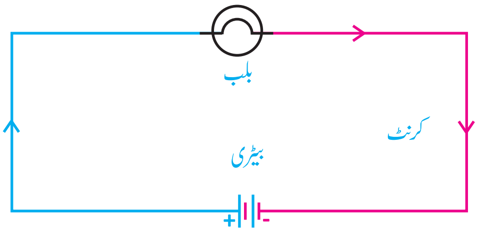
(Electromotive Force and Potential Difference)

الیکٹروموٹیو فورس اور پوٹینشل ڈفرینس دونوں وولٹ (V) میں ماپے جاتے ہیں۔ ایک وولٹ کی تعریف ہے کہ: ایک جول انرجی سے اگر ایک

Web version of PECTAA textbook Not for sale

کولمب چارج کو حرکت دی جائے، تو پیدا ہونے والی وولٹیج ایک وولٹ ہوگی۔ یعنی ($1\ V = 1\ J\ C^{-1}$)۔اس کا مطلب ہے کہ اگر 1 جول انرجی استعمال کر کے 1 کولمب چارج کو حرکت دی جائے، تو وولٹیج 1 وولٹ ہوگی۔

الیکٹروموٹیو فورس (Electromotive Force — e.m.f)



شکل 16.4: الیکٹروموٹیو فورس

الیکٹروموٹیو فورس کا سورس الیکٹریکل انرجی (جیسے کیمیکل، حرارتی یا میکینیکل انرجی) کو الیکٹرک انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔اس کی مثالوں میں بیٹری (کیمیکل انرجی کو الیکٹرک انرجی میں تبدیل کرتی ہے)، تھرموکپل (حرارتی انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں بدلتا ہے)، جنریٹر (میکینیکل انرجی کو الیکٹرک انرجی بناتا ہے)۔ جب کسی کنڈکٹر کو بیٹری سے جوڑا جاتا ہے تو بیٹری کے ٹرمینلز کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس کی وجہ سے کرنٹ بہنے لگتا ہے۔ بیٹری پوزیٹیو چارجز کو پوزیٹیو ٹرمینل سے گزار کر کنڈکٹر کے راستے نیگیٹیو ٹرمینل تک لے جانے کے لیے انرجی فراہم کرتی ہے (شکل 16.4)۔ جب چارج نیگیٹیو ٹرمینل (کم پوٹینشل) تک پہنچ جاتا ہے تو بیٹری اسے دوبارہ پوزیٹیو انرجی ٹرمینل (زیادہ پوٹینشل) کی طرف دھکیلنے کے لیے کام کرتی ہے۔ یہ عمل بار بار جاری رہتا ہے، جس سے کرنٹ مسلسل بہتا رہتا ہے۔ مختصر یہ کہ ای۔ایم۔ایف چارجز کو حرکت میں رکھنے کے لیے انرجی فراہم کرتے ہیں۔

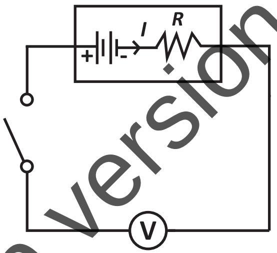
الیکٹروموٹیو فورس وہ الیکٹرک پوٹینشل انرجی ہے جو بیٹری ایک یونٹ پوزیٹیو چارج کو بند سرکٹ میں گردش کروانے کے لیے فراہم کرتی ہے۔

اسے حسابی طور پر یوں لکھ سکتے ہیں:

$$\text{ای۔ایم۔ایف} = \frac{\text{انرجی}}{\text{چارج}} \quad \ldots\ldots\ldots (16.2)$$

یا

$$E = W/Q \quad \ldots\ldots\ldots (16.3)$$



شکل 16.5: بیٹری کی الیکٹروموٹیو فورس ماپنے کا خاکہ

یہاں پر E : الیکٹروموٹیو فورس، W وہ انرجی ہے جو نان الیکٹریکل شکل سے الیکٹریکل شکل میں تبدیل ہوئی ہے اور Q وہ چارج ہے جو بیٹری کی ای۔ایم۔ایف کو براہِ راست وولٹ میٹر کے ٹرمینلز کے ساتھ جوڑ کر پیمائش کرتی ہے (شکل 16.5)۔

پوٹینشل ڈفرینس (Potential Difference)

بیٹری کیمیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتی ہے۔ بیٹری کے اندر ہونے والا کیمیکل ری ایکشن نیگیٹیو ٹرمینل پر الیکٹرونز کی زیادتی اور پوزیٹیو ٹرمینل پر الیکٹرونز کی کمی پیدا کرتا ہے۔اس عدم توازن کی وجہ سے دونوں ٹرمینلز کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس پیدا ہو جاتا ہے ۔ یہی پوٹینشل ڈفرینس الیکٹرونز کو سرکٹ میں بہنے دیتا ہے، جس سے الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے ۔ جب تک بیٹری کے اندر کیمیکل ری ایکشن جاری رہتا ہے، پوٹینشل ڈفرینس برقرار رہتا ہے اور الیکٹرک کرنٹ بہتا رہتا ہے اور سرکٹ کو انرجی ملتی رہتی ہے۔ مختصر یہ کہ: بیٹری کے اندر کیمیکل عمل ایسا پوٹینشل ڈفرینس پیدا کرتا ہے جو سرکٹ میں کرنٹ کے بہاؤ میں معاون ثابت ہوتا ہے۔

الیکٹرک فیلڈ کے کسی مخصوص مقام پر یونٹ چارج کے لیے موجود الیکٹرک پوٹینشل انرجی کی مقدار کو الیکٹرک پوٹینشل کہتے ہیں۔

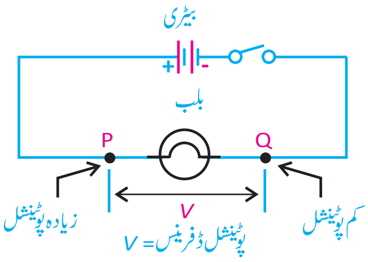
Web version of PECTAA textbook Not for sale

یہاں پر: V = الیکٹرک پوٹینشل ، W = انرجی ، Q = چارج

یعنی:

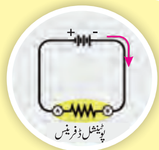
$$V = \frac{W}{Q} \quad .... \quad (16.4)$$

پوٹینشل ڈفرینس الیکٹرک فیلڈ کے دو مقامات کے درمیان الیکٹرک پوٹینشل کی مقدار کا فرق ہوتا ہے (شکل 16.6)۔ الیکٹرک پوٹینشل کا یونٹ وولٹ V ہے۔ ایک وولٹ برابر ہے: ($1\ V = 1\ J\ C^{-1}$)۔ پوٹینشل ڈفرینس کو وولٹیج بھی کہا جاتا ہے، جو سرکٹ میں موجود کسی کمپونینٹ میں استعمال ہونے والی انرجی کو ظاہر کرتا ہے۔ وولٹیج کو e.m.f بھی کہا جاسکتا ہے، جب انرجی کا سورس (جیسے بیٹری) چارج کو حرکت دینے کے لیے انرجی فراہم کرے۔ دونوں پوٹینشل ڈفرینس اور ای۔ایم۔ایف کی وولٹ میں پیمائش کی جاتی ہے۔



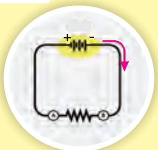
شکل 16.6: سرکٹ کے دو پوائنٹس میں پوٹینشل ڈفرینس

کیا آپ جانتے ہیں؟



وولٹیج

دو پوائنٹس کے درمیان الیکٹرک پوٹینشل کا فرق وولٹیج کہلاتا ہے۔ دو پوائنٹس کے درمیان وولٹیج اس ورک کے برابر ہوتی ہے جو ایک یونٹ چارج پر سٹیٹک الیکٹرک فیلڈ کے خلاف اسے ایک پوائنٹ سے دوسرے پوائنٹ تک لے جانے میں کیا جاتا ہے۔



الیکٹروموٹیوفورس

الیکٹروموٹیوفورس وہ انرجی ہے جو کسی یونٹ پوزیٹیو چارج کو سورس کے پوزیٹیو ٹرمینل کی طرف دھکیلتی ہے۔ یہ دو چارجز کو ایک دوسرے سے الگ کرتی ہے۔

وولٹ میٹر (Voltmeter)

وولٹیج کی پیمائش وولٹ میٹر کے ذریعے کی جاتی ہے۔ وولٹ میٹر دو اقسام کے ہوتے ہیں: اینالاگ وولٹ میٹر اور ڈیجیٹل وولٹ میٹر۔ دونوں مختلف رینجز کے ساتھ دستیاب ہوتے ہیں۔ اینالاگ وولٹ میٹر سوئی اور سکیل کی مدد سے وولٹیج کو دکھاتا ہے۔ وقت کے ساتھ وولٹیج میں آنے والی تبدیلیاں آسانی سے دیکھی جا سکتی ہیں۔ ڈیجیٹل وولٹ میٹر، وولٹیج کو عددی شکل (Numerical value) میں سکرین پر دکھاتا ہے۔ یہ زیادہ درست اور پڑھنے میں بہت آسان ہوتا ہے۔

شکل 16.7: وولٹ میٹر کی اقسام

کم رینج والے وولٹ میٹرز ملی وولٹ (mV) تک پیمائش کر سکتے ہیں، جبکہ زیادہ رینج والے وولٹ میٹرز سیکڑوں یا ہزاروں وولٹ تک پیمائش کر سکتے ہیں۔ کم رینج والے وولٹ میٹرز پر زیادہ وولٹیج لگانے سے آلہ خراب ہو سکتا ہے اور زیادہ رینج والے وولٹ میٹرز سے کم وولٹیج کی پیمائش پر ریڈنگ غلط ہو سکتی ہے۔ شکل 16.7 میں اینالاگ اور ڈیجیٹل دونوں قسم کے وولٹ میٹرز دکھائے گئے ہیں۔

مثال 16.1: ایک بیٹری سرکٹ میں 20 C کولمب چارج کو حرکت دینے کے لیے 120 J ورک کرتی ہے۔ سرکٹ کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس کیا ہوگا؟

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $Q = 20\ C$ چارج ؛ $W = 120\ J$ بیٹری کا کیا گیا ورک

معلوم کرنا: $V = ?$ پوٹینشل ڈفرینس

درج ذیل فارمولا استعمال کرنے سے: $V = W / Q$

قیمتیں درج کرنے سے: $V = 120\ J / 20\ C = 6\ J\ C^{-1} = 6\ V$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

سیریز میں جوڑے گئے سورسز کی کُل ای۔ایم۔ایف (Total E.M.F. of Series Connected Sources)

جب ایک سے زیادہ وولٹیج سورس (مثلاً بیٹریاں) سیریز میں جوڑی جاتی ہیں (شکل 16.8)، تو ان کی کُل الیکٹروموٹیو فورس (ای۔ایم۔ایف) ان سب کے انفرادی (ای۔ایم۔ایف) کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ ہر بیٹری چارج کو مزید انرجی فراہم کرتی ہے، اس لیے ان سب کی انرجی جمع ہو جاتی ہے۔

فارمولا:

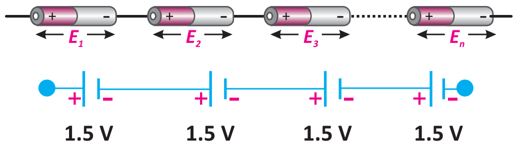
$$E_{total} = E_1 + E_2 + ... + E_n$$

یہاں پر

E_{total} = کُل ای۔ایم۔ایف

$E_1, E_2, ..., E_n$ = انفرادی بیٹریوں کی ای۔ایم۔ایف

مثال: چار بیٹریاں ہر ایک کی (ای۔ایم۔ایف) 1.5 V ہے (شکل 16.8)۔یہ آپس میں سیریز طریقے سے جوڑی گئی ہیں۔ان کی کُل ای۔ایم۔ایف 6 وولٹ ہو گی۔



شکل 16.8: بیٹریوں کا سیریز جوڑ

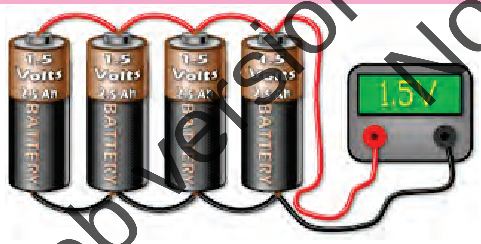
ایک جیسے سورسز کے پیرالل جوڑ میں ای۔ایم۔ایف (E.M.F. of Identical Sources Connected In Parallel)

اگر ایک ہی وولٹیج رکھنے والی متعدد بیٹریاں پیرالل طریقے سے جوڑی جائیں (شکل 16.9) تو پورے سسٹم کی کُل (ای۔ایم۔ایف) ایک بیٹری کی ای۔ایم۔ایف کے برابر رہتی ہے۔اس کی وجہ یہ ہے کہ پیرالل جوڑ میں ہر بیٹری کو براہِ راست ایک ہی دو پوائنٹس کے درمیان جوڑا جاتا ہے، لہٰذا وولٹیج تبدیل نہیں ہوتی۔تاہم کل کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔پیرالل میں جوڑنے سے ای۔ایم۔ایف وہی رہتی ہے۔لیکن سپلائی کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔

آپ کی معلومات کیلیے

سیریز جوڑ میں بیٹریوں کی کل ای۔ایم۔ایف بڑھ جاتی ہے، جس سے الیکٹرک چارج کا سرکٹ میں بہاؤ آسان ہوجاتا ہے۔تاہم سرکٹ میں بہنے والے کرنٹ کا انحصار پورے سرکٹ کی رزسٹنس پر ہوتا ہے۔

وضاحت (Explanation): پیرالل جوڑ میں ہر سورس اپنے طور پر کرنٹ فراہم کرتی ہے، جبکہ ہر سورس کے دونوں سروں پر ایک ہی وولٹیج برقرار رہتی ہے۔اس کے نتیجے میں کُل ای۔ایم۔ایف ایک ہی سورس کی ای۔ایم۔ایف کے برابر رہتی ہے لیکن کُل کرنٹ تمام سورسز کے فراہم کردہ کرنٹ کے مجموعے کے برابر ہو جاتا ہے۔



شکل 16.9: پیرالل طریقے سے جوڑی گئی چار 1.5 V کی بیٹریاں

ذہنی آزمائش

تین ایک جیسے 5 V کے سیل پیرالل جوڑ میں لگائے گئے ہیں۔اس کی کل ای۔ایم۔ایف کیا ہوگی؟

فارمولا: ایک جیسے سورسز کا پیرالل جوڑ

$$E_{total} = E_1 = E_2 = ... = E_n$$

یہاں پر: پورے پیرالل سسٹم کی کُل ای۔ایم۔ایف = E_{total}

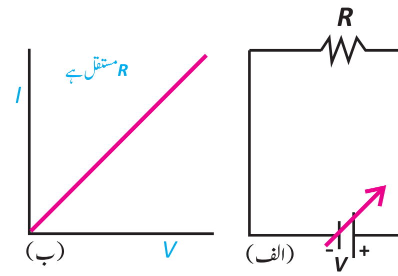
ہر سورس کی انفرادی ای۔ایم۔ایف (جو سب کے لیے یکساں ہوتی ہے) = $E_1, E_2, ..., E_n$

مثال: شکل 16.9 میں چار بیٹریاں (ہر ایک 1.5 V) پیرالل کے طریقے سے جوڑی گئی ہیں۔اس پورے سسٹم کی کُل ای۔ایم۔ایف پھر بھی 1.5 V ہی رہے گی، بالکل اس طرح جیسے صرف ایک بیٹری موجود ہو۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

16.3 اوہم کا قانون (Ohm's Law)

1826 میں جارج سائمن اوہم نے اس تعلق کا مطالعہ کیا کہ کنڈکٹرز کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس بدلنے سے اس میں بہنے والا کرنٹ کیسے بدلتا ہے۔ یہ دیکھا گیا کہ جب کنڈکٹرز کے سروں پر پوٹینشل ڈفرینس بڑھایا جائے تو کنڈکٹرز میں بہنے والا کرنٹ بھی بڑھ جاتا ہے۔ اسی بنیاد پر اوہم کا قانون بیان کیا گیا:



شکل 16.10: (الف) اوہم کے قانون کیلیے سرکٹ (ب) اوہمک کنڈکٹر کیلیے I-V گراف

کسی کنڈکٹر میں بہنے والا کرنٹ اس کے سروں پر لگائے گئے پوٹینشل ڈفرینس کے راست متناسب ہوتا ہے، بشرطیکہ کنڈکٹر کی فزیکل حالت (لمبائی، ٹمپریچر، وغیرہ) تبدیل نہ ہو۔

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاسکتا ہے: $I = \frac{1}{R}V$ یا $I \propto V$

$$V = IR \quad .... (16.5)$$

یہاں پر R ایک مستقل ہے، جسے کنڈکٹر کی رزسٹنس کہتے ہیں۔ رزسٹنس کا SI یونٹ اوہم (Ω) ہے۔ یعنی: $1\Omega = 1\ V\ A^{-1}$

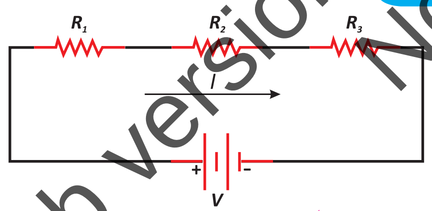
16.4 رزسٹنسز کے جوڑ (Combination of Resistances)

سرکٹ میں رزسٹنس بڑھانے یا گھٹانے کے لیے متعدد رزسٹرز سرکٹ میں جوڑے جاسکتے ہیں۔

رزسٹرز عام طور پر سیریز یا پیرالل میں جوڑے جاتے ہیں اور سرکٹ کی مساوی رزسٹنس جوڑ کی قسم پر منحصر ہوتی ہے۔

رزسٹرز کا سیریز جوڑ (Series Combination of Resistors)

جب رزسٹرز کو اس طرح جوڑا جائے کہ کرنٹ کے بہاؤ کے لیے صرف ایک ہی راستہ ہو تو اسے رزسٹرز کا سیریز جوڑ کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر تین رزسٹرز R_1، R_2، اور R_3 کو سیریز میں جوڑا گیا ہے (شکل 16.11)۔ جب اس جوڑ کو V وولٹ کی بیٹری سے جوڑا جائے تو اس میں سے I کرنٹ گزرتا ہے۔ فرض کریں کہ پورے سرکٹ کی کل رزسٹنس کو ظاہر کرنے کے لیے ایک ہی رزسٹر R_e استعمال کیا گیا ہے، جسے مساوی رزسٹنس کہا جاتا ہے۔ سرکٹ میں کل وولٹیج تینوں رزسٹرز پر آنے والے وولٹیج کے مجموعے کے برابر ہوگی:



شکل 16.11: سیریز میں جوڑے گئے رزسٹرز

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

اوہم کے قانون کے مطابق: $V_1 = IR_1,\ V_2 = IR_2 \text{ and } V_3 = IR_3$

یا $IR_e = IR_1 + IR_2 + IR_3$

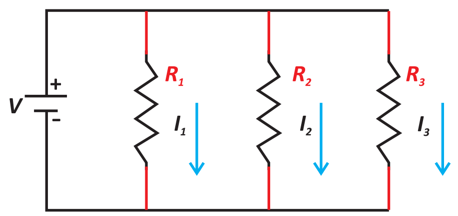
یا $IR_e = I(R_1 + R_2 + R_3)$

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 \quad .... (16.6)$$

اس طرح انفرادی رزسٹنسز کا مجموعہ مساوی رزسٹنس کے برابر ہوتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

رزسٹرز کا پیرالل جوڑ (Parallel Combination of Resistors)



شکل 16.12: پیرالل میں جوڑے گئے رزسٹرز

جب سرکٹ میں کرنٹ کے بہاؤ کے لیے ایک سے زیادہ راستے موجود ہوں، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے تو اسے پیرالل جوڑ کہا جاتا ہے۔ پیرالل جوڑ میں ہر رزسٹر کے دونوں سروں پر ایک ہی جتنا پوٹینشل ڈفرنس موجود ہوتا ہے۔

ہر رزسٹر میں مستقل کرنٹ گزرتا ہے۔ فرض کریں تین رزسٹرز R_1، R_2، R_3 پیرالل میں لگے ہیں (شکل 16.12)۔

ایک V وولٹ کی بیٹری سے یہ سرکٹ کرنٹ I لیتا ہے۔ اگر ایک ہی رزسٹر R_e ایسا ہو کہ اسے اسی بیٹری سے جوڑا جائے تو اس میں بھی اتنی ہی کرنٹ I گزرے، تو اسے مساوی رزسٹنس کہتے ہیں۔ پیرالل جوڑ میں کل کرنٹ وہ ہوتا ہے جو تینوں رزسٹرز میں بہنے والے کرنٹ کا مجموعہ ہو۔ یعنی:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

اوہم کے قانون کے مطابق:

$$V = I_1R_1,\ V = I_2R_2,\ V = I_3R_3$$

یا

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2}, I_3 = \frac{V}{R_3}$$

یا

$$\frac{V}{R_e} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$$

یا

$$\frac{V}{R_e} = V\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right]$$

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \text{..............} \quad (16.7)$$

دلچسپ معلومات

پرندے بجلی کی تار پر محفوظ رہتے ہیں کیونکہ ان کے دونوں پاؤں کے نیچے ایک ہی پوٹینشل ہوتا ہے۔ چونکہ ان کے جسم کے درمیان پوٹینشل کا کوئی فرق نہیں بنتا اس لیے کرنٹ ان کے جسم سے نہیں گزرتا۔

نتیجہ: پیرالل جوڑ میں مساوی رزسٹنس کا معکوس، انفرادی رزسٹرز کے معکوس کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔

مثال 16.2: دو رزسٹرز 8 Ω اور 24 Ω پیرالل میں 30 V پاور سپلائی پر جوڑے گئے ہیں۔ کل رزسٹنس اور سپلائی سے لیا جانے والا کرنٹ معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $R_1 = 8\ \Omega$, $R_2 = 24\ \Omega$ اور $V = 30\ V$

معلوم کرنا: $R_e = ?$ اور $I = ?$

پیرالل رزسٹنس کے لیے فارمولا ہے:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

قیمتیں درج کرنے سے:

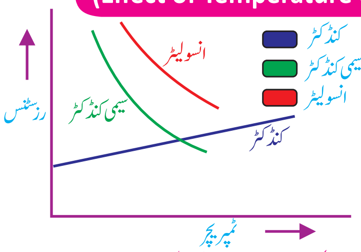
$$1/R_e = (1/8) + (1/24)$$
$$1/R_e = (3/24) + (1/24)$$
$$1/R_e = 4/24 \text{ or } R_e = 24/4 = 6\ \Omega$$

اب ہم اوہم کے قانون کا استعمال کر کے کل کرنٹ معلوم کرتے ہیں:

$$I = V/R_e = 30\ V/6\ \Omega = 5\ A$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

16.5 ٹمپریچر کا کنڈکٹر کی رزسٹنس پر اثر (Effect of Temperature on Resistance of a Conductor)

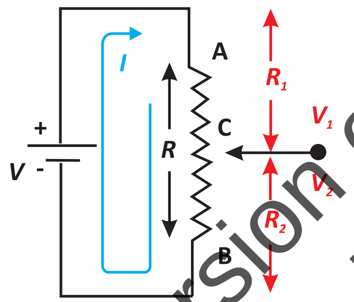


شکل 16.13: میٹریلز پر ٹمپریچر کا اثر

کسی کنڈکٹر کی رزسٹنس اور رزسٹیویٹی ٹمپریچر کے ساتھ بدل سکتی ہیں۔ کنڈکٹر (مثلاً میٹلز) میں ٹمپریچر بڑھنے سے رزسٹنس بڑھ جاتی ہے، کیونکہ ایٹمز کی وائبریشنز (vibrations) زیادہ ہو جاتی ہیں جو الیکٹرونز کے بہاؤ میں رکاوٹ بنتی ہیں۔

مثال: فلامنٹ بلب: جب فلامنٹ (رزسٹر) کا ٹمپریچر بڑھتا ہے تو ایٹمز کی وائبریشن بڑھتی ہے، جس سے الیکٹرونز کی حرکت میں رکاوٹ پیدا ہوتی ہے اور کرنٹ کا بہاؤ مشکل ہوتا ہے، نتیجتاً رزسٹنس بڑھ جاتی ہے۔ اسی لیے گرم فلامنٹ کی رزسٹنس ٹھنڈے فلامنٹ سے زیادہ ہوتی ہے۔ سیمی کنڈکٹرز اور انسولیٹرز میں ٹمپریچر بڑھنے سے رزسٹنس کم ہو سکتی ہے۔ یہ فری چارج کیریئرز (electrons یا Holes) کی تعداد بڑھنے کی وجہ سے ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر تھرمسٹر (Thermistor – NTC) سیمی کنڈکٹر میٹریل سے بنتا ہے۔ اس کی رزسٹنس ٹمپریچر بڑھنے سے کم ہوتی ہے۔ کم ٹمپریچر پر کم چارج کیریئرز ہونے کی وجہ سے رزسٹنس زیادہ ہوتی ہے۔ جیسے جیسے ٹمپریچر بڑھتا ہے، زیادہ چارج کیریئرز آزاد ہوتے ہیں، جس سے کنڈکٹیویٹی بڑھتی ہے اور رزسٹنس کم ہو جاتی ہے۔ اسی تبدیلی کی وجہ سے رزسٹیویٹی بھی بدل جاتی ہے۔ شکل 16.13 میں مختلف میٹریلز کے لیے ٹمپریچر اور رزسٹنس کا گراف دکھایا گیا ہے۔

16.6 پوٹینشل ڈیوائیڈر سرکٹ (Potential Divider Circuit)



شکل 16.14: پوٹینشل ڈیوائیڈر سرکٹ

پوٹینشل یا وولٹیج ڈیوائیڈر ایک ایسا سرکٹ ہے جو رزسٹرز کی مدد سے وولٹیج کو مختلف حصوں میں تقسیم کرتا ہے۔ یہ دو یا زیادہ رزسٹرز پر مشتمل ہوتا ہے، جو سیریز میں وولٹ سورس کے ساتھ جوڑے ہوتے ہیں (شکل 16.14)۔ سیریز میں ہونے کی وجہ سے ہر رزسٹر پر مخصوص وولٹیج ڈراپ پیدا ہوتا ہے، جو اس کی رزسٹنس کے متناسب ہوتا ہے اور یہ وولٹیج ڈراپ سرکٹ کی کل رزسٹنس کے لحاظ سے تقسیم ہوتا ہے۔

اگر دو رزسٹرز R_1 اور R_2 کو سیریز میں جوڑیں۔ ہر رزسٹر پر وولٹیج ڈراپ درج ذیل ہے:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad .... \quad (16.8)$$

یہاں پر:

V_1 = R_1 کے اطراف میں وولٹیج

اور

V_2 = R_2 کے اطراف میں وولٹیج

کُل وولٹیج (V_{total}) دونوں V_1 اور V_2 کا مجموعہ ہے:

$$V_{total} = V_1 + V_2 \quad .... \quad (16.9)$$

سیریز میں کسی بھی رزسٹر پر وولٹیج کو ان فارمولوں سے بھی نکالا جاسکتا ہے:

$$V_1 = IR_1 = \frac{V_{total}}{R_e} \times R_1$$

یا

$$V_1 = V_{total} \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad .... \quad (16.10)$$

$$V_2 = V_{total} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad .... \quad (16.11)$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

16.7 الیکٹرک پاور (Electric Power)

ایک سیکنڈ میں استعمال ہونے والی الیکٹریکل انرجی کو پاور کہتے ہیں۔

حسابی طور پر اسے یوں لکھا جاتا ہے:

$$P = \frac{W}{t}$$

اس سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ کتنی تیزی سے کام انجام دیا گیا یا انرجی خرچ ہوئی۔ الیکٹرک پاور کا SI یونٹ واٹ (W) ہے۔

$$1\ W = J\ s^{-1}$$

الیکٹرک پاور عام طور پر کرنٹ I اور وولٹیج V کے حاصل ضرب کے طور پر لکھی جاتی ہے۔ جیسا کہ:

$$P = IV \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ (16.12)$$

$$V = IR$$

یا

$$P = I^2 R$$

$$P = V^2 / R \ \ldots\ldots\ldots\ (16.13)$$

جول کا قانون (Joule's Law)

الیکٹرک کرنٹ سے پیدا ہونے والی حرارت اور کنڈکٹر کی رزسٹنس کے تعلق کو جول کا قانون بیان کرتا ہے۔ اس قانون کے مطابق:

کسی کنڈکٹر میں پیدا ہونے والی تھرمل انرجی، بہنے والے کرنٹ کے مربع، رزسٹنس اور وقت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

$$H = I^2 R t$$

$$H = P \times t \ \ldots\ldots\ldots\ (16.14)$$

یہ **مساوات** الیکٹرک پاور P اور کل تھرمل انرجی کے درمیان تعلق ہے، جو ظاہر کرتا ہے کہ کل تھرمل انرجی H پاور اور وقت کے حاصل ضرب کے برابر ہے۔

کسی رزسٹر کی طاقت اس بات کا تعین کرتی ہے کہ حرارت کتنی جلدی پیدا ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، ایک 100 W **الیکٹرک بلب** $100\ J\ s^{-1}$ کی شرح سے حرارت پیدا کرتا ہے۔ حرارت کی **کُل** انرجی کا انحصار اس بات پر ہے کہ **الیکٹرک بلب** کتنی دیر تک کام کرتا ہے۔

> **دلچسپ معلومات**
>
> الیکٹریسٹی کے بل دراصل انرجی کی پیمائش ہیں نا کہ الیکٹریسٹی۔ ہمارے الیکٹریسٹی کے بل میں کلوواٹ آور لکھا ہوتا ہے جو استعمال ہونے والی انرجی کی مقدار ہے نا کہ خرچ ہونے والی الیکٹریسٹی کی۔

مثال کے طور پر، اگر کوئی 100 W **الیکٹرک بلب** 10 s تک چلتا ہے تو کل تھرمل انرجی ہوتی ہے:

$$H = P \times t = 100\ W \times 10\ s = 1{,}000\ J$$

کلوواٹ آور (kWh)

الیکٹریکل انرجی عام طور پر بہت زیادہ مقدار میں استعمال ہوتی ہے۔ وہ یونٹ جو بڑی مقدار میں الیکٹریکل انرجی کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے اسے کلوواٹ آور کہا جاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں ہے:

ایک گھنٹے میں ایک کلوواٹ کی پاور سے فراہم کی جانے والی انرجی کی مقدار کو ایک کلوواٹ آور کہا جاتا ہے۔

ایک کلوواٹ آور $(1\ kWh) = 1{,}000\ W \times 1\ hour \ \ldots\ldots\ldots\ (16.15)$

یا $= 1{,}000\ W \times (3600\ s)$

یا $= 3.6 \times 10^6\ J = 3.6\ MJ$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

کلوواٹ آور میں انرجی اس فارمولے سے حاصل کی جاسکتی ہے:

$$\text{کلوواٹ آور میں الیکٹریکل انرجی کی مقدار} = \frac{\text{پاور (واٹ میں)} \times \text{استعمال کا وقت (گھنٹوں میں)}}{1,000}$$

ہمارے گھروں میں نصب الیکٹریسٹی کا میٹر کلوواٹ آور کے یونٹس میں الیکٹریکل انرجی خرچ ہونے کی پیمائش کرتا ہے، جس کے مطابق ہم اپنے الیکٹریسٹی کے بل ادا کرتے ہیں۔

اگر ایک کلوواٹ آور یعنی ایک یونٹ کی لاگت معلوم ہو تو ہم اس فارمولے سے الیکٹریسٹی کے بل کی رقم معلوم کر سکتے ہیں:

$$\text{الیکٹریسٹی کی قیمت} = \text{ایک یونٹ کی لاگت} \times \text{استعمال شدہ یونٹس کی تعداد}$$

$$= \text{ایک یونٹ کی لاگت} \times \frac{\text{استعمال کا وقت (گھنٹوں میں)} \times \text{پاور (واٹ میں)}}{1,000}$$

سرکٹس کو ڈیزائن کرتے وقت، مناسب پاور کے ساتھ کمپونینٹس کا انتخاب ضروری ہوتا ہے۔ درست پاور ریٹنگ کے ساتھ چُنے گئے کمپونینٹس حفاظت، پائیداری اور ایفی شینسی کو یقینی بناتے ہیں۔

ذہنی آزمائش

اگر دو الیکٹریکل آلات کی پاور 100 W اور 1000 W ہو اور دونوں کو ایک گھنٹے کے لیے استعمال کیا جائے تو کیا دونوں برابر انرجی خرچ کریں گے یا مختلف؟ کیوں؟

مثال 16.3: ایک 100 W سیلنگ فین کو روزانہ 10 گھنٹے استعمال کیا جاتا ہے۔ ایک ماہ کا الیکٹریسٹی کا خرچ معلوم کریں۔ (فرض کریں کہ ایک یونٹ کی 25 روپے کا ہے۔)

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

پاور $P = 100\ W = 0.1\ kW$

وقت $T = 10$ گھنٹے ہر روز

دنوں کی تعداد $= 30$

استعمال شدہ یونٹس کی تعداد $=$ پاور × وقت × دن

$= 0.1 \times 10 \times 30 = 30$ یونٹس

کُل خرچ $=$ ایک یونٹ کی قیمت × استعمال شدہ یونٹس

$= 30 \times 25 = \text{Rs. } 750$

16.8 گھریلو سرکٹس اور حفاظتی اقدامات (Household Circuits and Safety Measures)

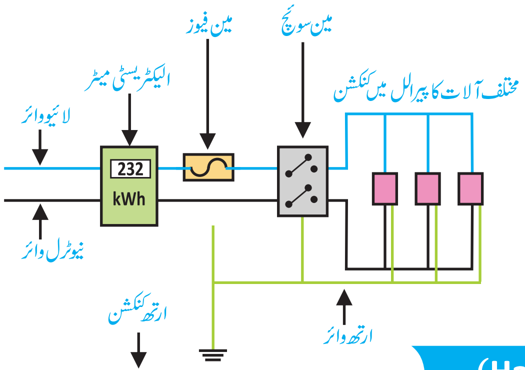
گھریلو سرکٹس الیکٹریسٹی کو گھر کے مختلف حصوں میں محفوظ راستوں سے تقسیم کرتے ہیں۔ الیکٹریسٹی کے حفاظتی اقدامات ہمیں الیکٹریکل خطرات سے محفوظ رکھنے کے لیے ضروری ہیں۔

گھریلو سرکٹس (Household Circuits)

گھروں کے اندر الیکٹریکل ڈیوائسز کو پیرالل سرکٹ میں جوڑا جاتا ہے۔ پیرالل سرکٹ میں ہر ڈیوائس جیسے کہ ریفریجریٹر، بلب، ٹی وی کو سپلائی سے علیحدہ راستہ ملتا ہے۔ ہر ڈیوائیس آزادانہ طور پر کام کرتا ہے۔ مثال کے طور پر آپ کچن کی لائٹ بند کر سکتے ہیں بغیر اس کے کہ ٹی وی بند ہو جائے۔ پیرالل جوڑ میں ہر ڈیوائیس کو مستقل وولٹیج ملتا ہے۔ اگر کوئی ڈیوائیس خراب ہو جائے یا فیوز اُڑ جائے تو باقی گھر کی الیکٹریسٹی

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

متاثر نہیں ہوتی۔ پورا سسٹم زیادہ محفوظ اور قابلِ اعتماد ہوتا ہے۔ یہ ایسے ہے جیسے ہر ڈیوائس کو اس کی اپنی سُپر پاور دی جائے۔ مستقل وولٹیج، آزادانہ آپریشن، اور بہترین کارکردگی۔ اسی لیے گھریلو سرکٹس ہمیشہ پیرالل میں ہی بنائے جاتے ہیں۔ شکل 16.15 میں ایک الیکٹرک گھریلو سرکٹ دکھایا گیا ہے۔



شکل 16.15: گھروں کا الیکٹرک سرکٹ

الیکٹریسٹی کے خطرات اور حفاظتی اقدامات
(Hazards of Electricity and Safety Measures)

الیکٹریسٹی کے عام خطرات عموماً ان وجوہات سے پیدا ہوتے ہیں:

1۔ الیکٹریکل ڈیوائیسز کا غلط استعمال (Malpractice) یا ناقص مرمت یا نامناسب دیکھ بھال؛ الیکٹرک شاک، آگ لگنے، حتیٰ کہ ہلاکت کا سبب بن سکتا ہے۔

2۔ خراب انسولیشن (Damaged Insulation) سے لائیو وائر باہر آسکتی ہے، جس سے الیکٹرک شاک یا شارٹ سرکٹ کا خطرہ ہوتا ہے۔

3۔ تاروں کے زیادہ گرم ہونے سے (Overheating Cables) جب کسی تار میں اس کی صلاحیت سے زیادہ کرنٹ گزرتا ہے تو وہ اوورہیٹ (Overheat) ہو کر آگ کا باعث بن سکتا ہے۔

4۔ اوورلوڈنگ (Overloading) سے ایک ہی ساکٹ، ایکسٹینشن لیڈ یا پاور اسٹرپ میں بہت زیادہ ڈیوائیسز لگانے سے اضافی کرنٹ گزرتا ہے جو سرکٹ کو اوورہیٹ کر کے آگ لگا سکتا ہے۔

شکل 16.16: فیوز کی مختلف اقسام

شکل 16.17: ایک ٹرپ سوئچ

فیوز اور ٹرپ سوئچز: (سرکٹ بریکر) ان خطرات سے بچنے کے لیے ضروری حفاظتی ڈیوائیسز ہیں۔ فیوز میں ایک پتلی تار ہوتی ہے جو زیادہ کرنٹ کے بہاؤ کی وجہ سے پگھل جاتی ہے۔ نتیجتاً سرکٹ ٹوٹنے سے الیکٹریسٹی کا بہاؤ رُک جاتا ہے۔ مختلف قسم کے فیوز کو شکل 16.16 میں دکھائے گئے ہیں۔ دوسری طرف، ٹرپ سوئچز؛ جب کسی خرابی کا پتہ لگاتے ہیں، جیسے اوور لوڈ یا شارٹ سرکٹ شکل 16.17 تو خود بخود الیکٹریسٹی کاٹ دیتے ہیں۔ دونوں ڈیوائیسز سرکٹ کی لائیو تار سے جُڑے ہوتے ہیں، اس بات کو یقینی بناتے ہوئے کہ کسی مسئلے کی صورت میں پورا سرکٹ محفوظ طریقے سے بند ہو جائے۔ سرکٹ میں سب سے اہم حفاظتی خصوصیات میں سے

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ایک ارتھ وائر ہے۔ اگر کوئی خرابی واقع ہوتی ہے ، جیسا کہ ایک لائیو وائر میٹل کے سانچے کو چھوتی ہے، تو ارتھ وائر زمین میں محفوظ طریقے سے کرنٹ کے بہنے کے لیے کم رزسٹنس والا راستہ فراہم کرتی ہے۔ یہ کیسنگ (Casing) کو لائیو ہونے سے روکتا ہے اور الیکٹریسٹی کو بند کرنے کے لیے فیوز یا ٹرپ سوئچ کو متحرک کرتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ الیکٹریکل ڈیوائیسز کا بیرونی کیسنگ یا تو نان کنڈکٹنگ (Non-conducting) یا ارتھ ہونا چاہیے۔

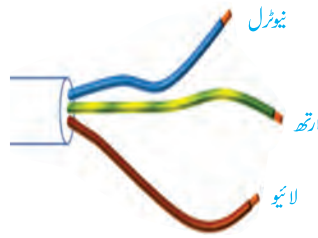
نان کنڈکٹنگ ڈیوائسز، جیسے بہت سے پاور ٹولز، پلاسٹک کے بنے ہوئے کیسنگ ہوتے ہیں، جو الیکٹریسٹی نہیں گزارتے۔ میٹل باکس والے ڈیوائیسز، جیسے واشنگ مشین، حفاظت کے لیے ارتھ وائر سے جڑے ہوتے ہیں۔

ایک عام گھریلو الیکٹرک سرکٹ تین وائرز پر مشتمل ہوتا ہے:

لائیو وائر (یا لائن وائر)، نیوٹرل وائر، اور ارتھ وائر۔ لائیو وائر کرنٹ کو پاور سپلائی سے ڈیوائیسز تک پہنچاتی ہے، نیوٹرل وائر سرکٹ کو مکمل کرتی ہے، جبکہ ارتھ وائر خرابی کی صورت میں کرنٹ روکنے کے لیے ایک محفوظ راستہ فراہم کرتی ہے (شکل 16.18)۔ ان حفاظتی انتظامات کے باوجود، الیکٹرک شاک لگ سکتے ہیں اور یہ انتہائی خطرناک ہو سکتے ہیں۔ جب الیکٹریسٹی انسانی جسم سے گزرتی ہے تو یہ داخلے اور اخراج کے مقامات پر جلنے کے زخم پیدا کر سکتی ہے۔ زیادہ سنگین صورت میں یہ جسم کے الیکٹریکل سگنلز میں خلل ڈال سکتی ہے، جس کے نتیجے میں دل اور پھیپھڑوں کا کام رُک جانا (کارڈیو ریسپائریٹری فیلیئر) (Cardiorespiratory failure) یا دورے پڑ سکتے ہیں۔ اسی لیے فیوز، سرکٹ بریکر اور ارتھنگ جیسے حفاظتی سسٹمز بہت اہم ہیں، کیونکہ یہ حادثات سے بچاؤ اور انسانی جانوں کے تحفظ میں مدد دیتے ہیں۔ مختلف الیکٹریکل ڈیوائیسز کی علامتیں شکل 16.19 میں دکھائی گئی ہیں۔

ذہنی آزمائش

ایک چھوٹا سا آلہ جیسے سمارٹ فون کا چارجر خرابی پڑنے پر آخر کیوں مین سوئچ کو ٹرپ کر سکتا ہے؟



شکل 16.18: مین سرکٹ کی تاریں

ذہنی آزمائش

فرض کریں آپ کے گھر میں ارتھ وائر موجود ہی نہیں۔ اگر لائیو تار کسی الیکٹریکل ڈیوائس کی میٹل کو چھو جائے تو کیا ہو سکتا ہے؟

شکل 16.19: مختلف کمپونینٹس کی علامتیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

16.1 کنوینشنل کرنٹ کی سمت ہوتی ہے:

(الف) نیگیٹیو ٹرمینل سے پوزیٹیو ٹرمینل کی طرف (ب) پوزیٹیو ٹرمینل سے نیگیٹیو ٹرمینل کی طرف

(ج) دونوں سمتوں میں بیک وقت (د) اس کی کوئی مقررہ سمت نہیں ہوتی

16.2 وہ کون سا الیکٹرک کرنٹ ہے جو صرف ایک سمت میں بہتا ہے؟

(الف) آلٹرنیٹنگ کرنٹ (ب) ڈائریکٹ کرنٹ

(ج) انڈیوسڈ کرنٹ (د) ان میں سے کوئی نہیں

16.3 الیکٹرک کرنٹ ماپنے کے لیے کون سا آلہ استعمال ہوتا ہے؟

(الف) وولٹ میٹر (ب) ایمیٹر (ج) اوہم میٹر (د) واٹ میٹر

16.4 سرکٹ میں الیکٹروموٹیو فورس کا کام ہے:

(الف) رزسٹنس کم کرنا (ب) چارجز کو حرکت دینے کے لیے انرجی فراہم کرنا

(ج) الیکٹریکل انرجی ذخیرہ کرنا (د) الیکٹریکل انرجی کو مکینیکل انرجی میں تبدیل کرنا

16.5 وولٹیج، کرنٹ اور رزسٹنس کے درمیان تعلق ہے:

(الف) $V = IR$ (ب) $V = I / R$ (ج) $V = I^2 R$ (د) $V = R / I$

16.6 میٹل کنڈکٹرز کی رزسٹنس ٹمپریچر بڑھنے سے:

(الف) کم ہو جاتی ہے (ب) مستقل رہتی ہے (ج) بڑھ جاتی ہے (د) صفر ہو جاتی ہے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

16.1 ایک ایمیٹر الیکٹرک کرنٹ کی پیمائش کیسے کرتا ہے؟

16.2 ڈائریکٹ کرنٹ اور آلٹرنیٹنگ کرنٹ میں بنیادی فرق کیا ہے؟

16.3 الیکٹروموٹیو فورس کی تعریف کریں۔

16.4 اوہم کا قانون بیان کریں اور رزسٹیویٹی کی تعریف کریں۔

16.5 سیریز سرکٹ میں جوڑے گئے رزسٹرز کی مساوی رزسٹنس معلوم کرنے کا فارمولا کیا ہے؟

16.6 ٹمپریچر کسی کنڈکٹر کی رزسٹنس کو کیسے متاثر کرتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

16.1 ایمیٹر کی رزسٹنس بہت کم ہوتی ہے اور اسے سیریز میں جوڑنا کیوں ضروری ہے، جبکہ وولٹ میٹر کی رزسٹنس بہت زیادہ ہوتی ہے اور اسے پیرالل میں جوڑنا کیوں ضروری ہے؟ اگر ان ڈیوائسز کو غلط طریقے سے جوڑ دیا جائے تو کیا ہو سکتا ہے؟

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

16.2 گھریلو لائیٹنگ سرکٹ میں اگر بلبوں کو پیرالل کی بجائے سیریز میں جوڑ دیا جائے تو کون سے عملی مسائل پیدا ہوں گے؟

16.3 ایک ایسا فیوز ڈیزائن کریں جو 230 V اور 5 A پر چلنے والے آلے کے لیے مناسب ہو۔ آپ کون سی فیوز ریٹنگ منتخب کریں گے اور کیوں؟ اگر فیوز ریٹنگ بہت کم یا بہت زیادہ ہو تو کیا مسائل پیدا ہو سکتے ہیں؟

16.4 آلٹرنیٹنگ کرنٹ شہروں میں الیکٹریسٹی کی ترسیل کے لیے زیادہ موزوں کیوں ہے، جبکہ ڈائریکٹ کرنٹ بیٹریوں اور پورٹ ایبل الیکٹرونک ڈیوائسز میں استعمال ہوتا ہے؟

16.5 آپ کو دو تاریں دی گئی ہیں ایک باریک ہے اور دوسری موٹی۔ ہائی پاور آلات کے لیے آپ کون سی تار کو ترجیح دیں گے، اور کیوں؟

4۔ تفصیلی سوالات

16.1 الیکٹرک کرنٹ کے تصور کو بیان کریں۔ اس کا چارجز کی حرکت سے کیا تعلق ہے، اور سرکٹ میں اس کی پیمائش کیسے کی جاتی ہے؟

16.2 الیکٹروموٹیو فورس اور پوٹینشل ڈفرینس کی تعریف کریں۔ بیٹری پوٹینشل ڈفرینس کیسے پیدا کرتی ہے، اور کرنٹ کے بہاؤ کو برقرار رکھنے میں ای۔ایم۔ایف کا کیا کردار ہے؟

16.3 اوہم کا قانون بیان کریں اور وضاحت کریں کہ کسی کنڈکٹر کی رزسٹنس کرنٹ کے بہاؤ کو کیسے متاثر کرتی ہے، اور عملی الیکٹرک سرکٹس میں اوہم کے قانون کو کیسے استعمال کیا جاتا ہے؟

16.4 رزسٹرز کی سیریز اور پیرالل جوڑ میں فرق واضح کریں۔ دونوں صورتوں میں کل رزسٹنس معلوم کرنے کی مساواتیں لکھیں۔

16.5 الیکٹریکل انرجی اور الیکٹریکل پاور کی تعریف کریں اور ان کے SI یونٹس بتائیں۔ حسابی طور پر الیکٹریکل انرجی کا پاور اور وقت کے ساتھ کیا تعلق ہے؟

5۔ حسابی سوالات

16.1 25 C چارج 10 s میں سرکٹ سے گزرتا ہے۔ سرکٹ میں بہنے والا کرنٹ معلوم کریں۔ (2.5 A)

16.2 4 Ω، 6 Ω اور 8 Ω کے تین رزسٹرز 24 V کی بیٹری کے ساتھ سیریز میں جوڑے گئے ہیں۔ کل رزسٹنس اور سرکٹ میں بہنے والا کرنٹ معلوم کریں۔ (18 Ω, 1.33 A)

16.3 10 Ω اور 30 Ω کے دو رزسٹرز 20 V پاور سپلائی کے ساتھ پیرالل میں جوڑے گئے ہیں۔ کل رزسٹنس اور پاور سپلائی سے لیا جانے والا کرنٹ معلوم کریں۔ (7.5 Ω, 2.67 A)

16.4 ایک ٹارچ میں چار 1.5 V کی بیٹریاں سیریز میں جوڑی گئی ہیں۔ سرکٹ کو ملنے والی کل الیکٹروموٹیو فورس معلوم کریں۔ (6 V)

16.5 ایک سرکٹ میں 5 A کرنٹ 7 Ω رزسٹر سے گزر رہا ہے۔ اس رزسٹر میں ضائع ہونے والی پاور اور 10 منٹ میں خرچ ہونے والی انرجی معلوم کریں۔ (175 W, 105 kJ)

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 17

الیکٹرومیگنیٹزم
(ELECTROMAGNETISM)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

- سیدھی تاروں اور سولینائڈز میں کرنٹ کے باعث بننے والے میگنیٹک فیلڈ کے پیٹرن (Pattern) اور سمت کو بیان کر سکیں
- ایک تجربہ سے بیان کر سکیں جس سے ثابت ہو کہ میگنیٹک فیلڈ میں موجود کرنٹ بردار (Current-carrying) کنڈکٹر پر ایک فورس عمل کرتی ہے اور یہ بھی بتا سکیں کہ فورس پر کیا اثر ہوتا ہے اگر:
  (الف) کرنٹ کی سمت بدل دی جائے (ب) میگنیٹک فیلڈ (Magnetic field) کی سمت بدل دی جائے
- فورس، میگنیٹک فیلڈ، اور کرنٹ کی باہمی سمتوں کو بیان کر سکیں اور استعمال کر سکیں
- پیرالل کنڈکٹرز (Parallel conductors) میں کرنٹ کے مابین بننے والے میگنیٹک فیلڈ کے پیٹرن بیان کریں، اور یہ بھی واضح کریں کہ ان فیلڈز کی وجہ سے کنڈکٹرز پر فورسز کیسے عمل کرتی ہیں (زمین کے میگنیٹک فیلڈ کو شامل کیے بغیر)
- یہ بیان کر سکیں کہ میگنیٹک فیلڈ میں موجود کرنٹ بردار کوائل (coil) پر گھومنے کا اثر (Turning effect) پیدا ہو سکتا ہے، اور یہ گھومنے کا اثر بڑھ جاتا ہے اگر:
  (الف) کوائل کے ٹرنز (Turns) کی تعداد بڑھا دی جائے
  (ب) کرنٹ بڑھایا جائے
  (ج) میگنیٹک فیلڈ کو مضبوط کیا جائے
- الیکٹرک موٹر (Electric motor) کے کام کرنے کا طریقہ بیان کر سکیں، جس میں سپلٹ رنگ کمیوٹیٹر (Split-ring commutator) اور برشز (Brushes) کا عمل بھی شامل ہو

Web version of PECTAA textbook Not for sale

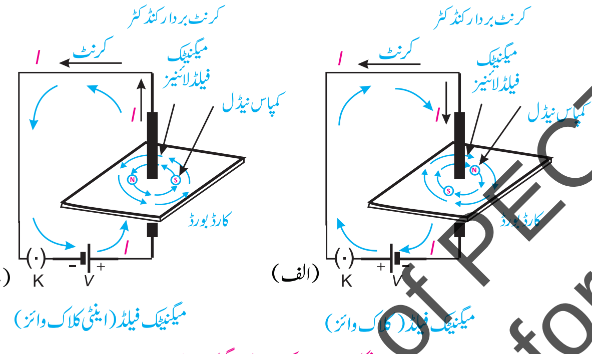
الیکٹرو میگنیٹزم فزکس کی وہ شاخ ہے جو الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز کے باہمی تعامل (Interactions) کے مطالعہ سے تعلق رکھتی ہے۔ یہ وضاحت کرتی ہے کہ ساکن الیکٹرک چارجز کیسے الیکٹرک فیلڈ پیدا کرتے ہیں اور حرکت کرتے ہوئے چارجز میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتے ہیں۔ یہ تعلق ہمیں بہت سے جدید آلات کو سمجھنے میں مدد دیتا ہے۔ الیکٹرو میگنیٹزم ہماری روزمرہ زندگی کا لازمی حصہ ہے کیونکہ یہ الیکٹرک سرکٹس، کمیونیکیشن سسٹمز اور جنریٹرز کو چلانے میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے۔ حتیٰ کہ روشنی بھی ایک الیکٹرو میگنیٹک ویو ہے، اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ الیکٹرو میگنیٹک فورس کی سائنس اور ٹیکنالوجی میں کتنی اہمیت ہے۔ الیکٹرو میگنیٹزم پڑھنے سے ہمیں جدید ٹیکنالوجی کے پیچھے موجود سائنس کو سمجھنے اور مفید مشینیں بنانے کا علم حاصل ہوتا ہے۔

17.1 مستقل کرنٹ کے میگنیٹک اثرات (Magnetic Effects of Steady Current)

ایک مستقل بہنے والی کرنٹ کے میگنیٹک اثرات کو کرنٹ بردار کنڈکٹر پر مشتمل تجربات کے ذریعے واضح کیا جاسکتا ہے۔

سیدھی تار میں کرنٹ کے باعث میگنیٹک فیلڈ (Magnetic Field Due to Current in a Straight Wire)

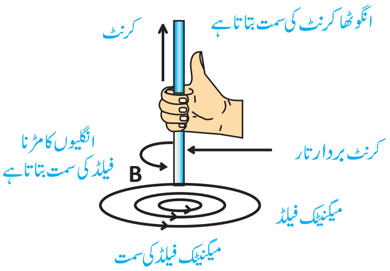
ہانس کرسچین اورسٹیڈ (Hans Christan Orested) کے مطابق، جب کسی کنڈکٹر میں مستقل الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو اس کے اردگرد میگنیٹک فیلڈ B پیدا ہوتا ہے۔ اسے ثابت کرنے کے لیے ایک سیدھی تار کو عمودی کارڈ بورڈ شیٹ میں سے گزار کر بیٹری سے جوڑا جاتا ہے۔ جب کرنٹ گزرتا ہے، تار کے اردگرد میگنیٹک فیلڈ بن جاتا ہے جس کی سمت دائیں ہاتھ کے گرِپ رُول (Right Hand Grip Rule) سے معلوم کی جاسکتی ہے۔



شکل 17.1: کرنٹ کے میگنیٹک اثرات

کنڈکٹر کے گرد ہم مرکز دائروں (Concentric circles) کی شکل میں میگنیٹک لائنز بنتی ہیں۔ اگر کارڈبورڈ پر چھوٹے کمپاس رکھے جائیں یا لوہ چُون (Iron filings) چھڑکی جائیں تو یہ میگنیٹک فیلڈ کی سمت میں ترتیب پا لیتی ہیں۔ کمپاس نیڈلز (Needles) دائرے کے مماس (Tangential) کی سمت میں اشارہ کرتی ہیں (شکل 17.1-الف)۔ اگر بیٹری کے ٹرمینلز بدل کر کرنٹ کی سمت الٹ دی جائے تو کمپاس نیڈلز اور لوہ چُون، دونوں اپنی سمت بدل لیتے ہیں، جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ میگنیٹک فیلڈ کی سمت کرنٹ پر منحصر ہوتی ہے (شکل 17.1-ب)۔ ڈاٹ (.) اور کراس (x) کے طریقہ کار میں، ڈاٹ سے مراد ہے کرنٹ دیکھنے والے کی طرف بہہ رہا ہے جبکہ کراس کا مطلب ہے کرنٹ دیکھنے والے سے دُور جارہا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ تار کے قریب سب سے زیادہ مضبوط ہوتا ہے، اور دُور جانے پر کمزور ہو جاتا ہے۔ یہ تصور الیکٹریکل انجینئرنگ میں خاص طور پر آلٹرنیٹنگ کرنٹ کے مطالعے میں بہت اہم ہے۔

کرنٹ بردار تار کے میگنیٹک فیلڈ کی سمت (Direction of the Magnetic Field of a Current-Carrying Wire)



شکل 17.2: کرنٹ بردار کنڈکٹر

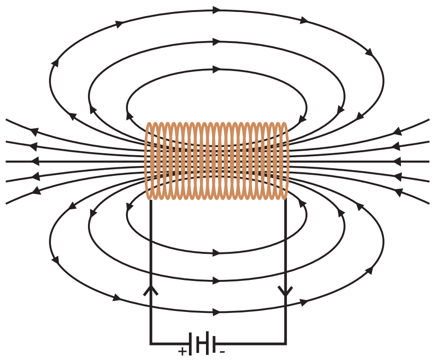
کرنٹ بردار سیدھی تار کے اردگرد بننے والے میگنیٹک فیلڈ B کی سمت دائیں ہاتھ کے گرِپ رُول کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے، جیسا کہ شکل 17.2 میں دکھایا گیا ہے۔ دائیں ہاتھ کے گرِپ رُول کے مطابق:

Web version of PECTAA textbook Not for sale

اگر آپ تار کو دائیں ہاتھ میں اس طرح پکڑیں کہ آپ کا انگوٹھا کرنٹ کی سمت میں اشارہ کرے، تو آپ کی مڑتی ہوئی انگلیاں تار کے گرد میگنیٹک فیلڈ کی سمت بتاتی ہیں۔

یہ سادہ طریقہ ہمیں کسی بھی سیدھی کرنٹ بردار تار کے اردگرد میگنیٹک فیلڈ کی سمت معلوم کرنے میں مدد دیتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ تار کے گرد گول دائروں کی شکل میں بنتا ہے اور اس کی سمت کرنٹ کی سمت پر منحصر ہوتی ہے۔ اگر کرنٹ کی سمت بدل دی جائے تو میگنیٹک فیلڈ کی سمت بھی بدل جاتی ہے۔

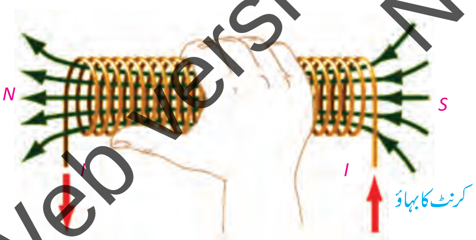
سولینائڈ میں کرنٹ کے باعث میگنیٹک فیلڈ (Magnetic Field Due to Current in a Solenoid)



شکل 17.3: سولینائڈ کی وجہ سے پیدا ہونے والا میگنیٹک فیلڈ

سولینائڈ ایک تار کا کوائل ہے جو سلنڈر کی شکل میں لپیٹی جاتی ہے اور جب اس میں کرنٹ گزرتا ہے تو یہ میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ سولینائڈ کے ہر لوپ کا میگنیٹک اثر مل کر ایک طاقتور اور یکساں (Uniform) فیلڈ بناتا ہے جو بار میگنیٹ کی طرح نارتھ اور ساؤتھ پولز رکھتا ہے۔ اسی لیے سولینائڈ ایک میگنیٹ کی طرح عمل کرتا ہے اور کسی بار میگنیٹ کو کشش یا دفع کر سکتا ہے۔ یہ عارضی میگنیٹ جو الیکٹریسٹی سے چلتا ہے، الیکٹرو میگنیٹ کہلاتا ہے (شکل 17.3)۔ دائیں ہاتھ کا اصول سولینائڈ میں پیدا ہونے والے میگنیٹک فیلڈ کی سمت بتاتا ہے (شکل 17.4)۔ اس اصول کے مطابق:

اگر آپ سولینائڈ کو دائیں ہاتھ سے اس طرح پکڑیں کہ آپ کی مڑی ہوئی انگلیاں کوئیل کرنٹ کی سمت میں ہوں، تو آپ کا انگوٹھا سولینائڈ کے نارتھ پول کی طرف اشارہ کرے گا۔



شکل 17.4: سولینائڈ کے لیے دائیں ہاتھ کا اصول

سولینائڈز (الیکٹرو میگنیٹس)؛ موٹرز (motors)، ری لے ز (Relays)، میگنیٹک تالوں (Magnetic locks) کے لیے کارآمد ہیں کیونکہ الیکٹرک کرنٹ میں تبدیلی کر کے ان کی میگنیٹک طاقت کو قابو میں رکھا جا سکتا ہے۔

میگنیٹک فیلڈ لائنز کی خصوصیات

(Properties of Magnetic Field Lines)

میگنیٹک فیلڈ لائنز بالکل الیکٹرک فیلڈ لائنز کی طرح فرضی (Imaginary) ہوتی ہیں۔ یہ حقیقت میں موجود نہیں ہوتیں، مگر میگنیٹک فیلڈ کو سمجھنے اور دکھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ ان کی اہم خصوصیات یہ ہیں:

1۔ میگنیٹک فیلڈ لائنز ہمیشہ نارتھ پول سے شروع ہوتی ہیں اور ساؤتھ پول پر ختم ہوتی ہیں۔
2۔ میگنیٹک فیلڈ لائنز ہمیشہ بند لوپس (Closed loops) بناتی ہیں۔
3۔ کسی بھی پوائنٹ پر فیلڈ لائن کا مماس (Tangent) میگنیٹک فیلڈ کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔
4۔ میگنیٹک فیلڈ لائنز کبھی بھی ایک دوسرے کو کراس نہیں کرتیں۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

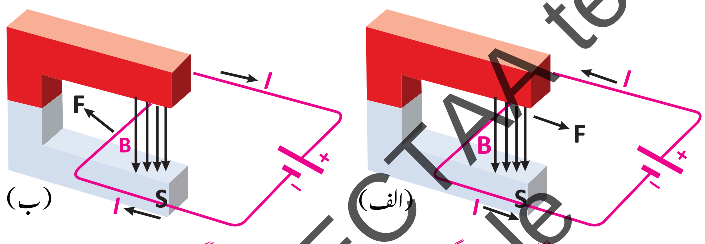
5۔ جہاں فیلڈ لائنز ایک دوسرے کے قریب ہوں، میگنیٹک فیلڈ مضبوط ہوتا ہے اور جہاں دُور ہوں، فیلڈ کمزور ہوتا ہے۔

ان خصوصیات کو سمجھ کر ہم یہ جان سکتے ہیں کہ میگنیٹک فیلڈ؛ میگنیٹس، کرنٹ بردار تاروں، موٹرز اور جنریٹرز کے ارد گرد کیسے عمل کرتا ہے۔ یہ خصوصیات حقیقی زندگی کی ٹیکنالوجیز میں بہت اہم ہیں۔

17.2 میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کنڈکٹر پر لگنے والی فورس

(Force on a Current-Carrying Conductor in a Magnetic Field)

ہم جانتے ہیں کہ کرنٹ ایک میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے، بالکل اسی طرح جیسے ایک مستقل میگنیٹ، میگنیٹک فیلڈ بناتا ہے۔ چونکہ میگنیٹک فیلڈ ایک مستقل میگنیٹ پر فورس لگاتا ہے، اسی لیے جب کوئی کرنٹ بردار کنڈکٹر میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جائے تو اس پر بھی فورس عمل کرے گی۔ کرنٹ بردار تار پر میگنیٹک فیلڈ کے اثر کو شکل 17.5 سے سمجھا جاسکتا ہے۔ بیٹری تار میں کرنٹ پیدا کرتی ہے اور تار کو ایک میگنیٹ کے



شکل 17.5: میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ لے جانے والی تار پر لگنے والی فورس

میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جاتا ہے۔ جیسے ہی کرنٹ گزرتا ہے تو تار اپنا میگنیٹک فیلڈ بھی بنا لیتی ہے، جو میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ کے ساتھ باہمی عمل (Interaction) کرتی ہے۔ اس باہمی عمل کے نتیجے میں تار پر فورس لگتی ہے۔ کرنٹ کی سمت کی بنیاد پر تار دائیں طرف دھکیلی جاسکتی ہے (شکل 17.5-الف)، یا بائیں طرف کھینچی جاسکتی ہے (شکل 17.5-ب)۔

مائیکل فیراڈے (Michael Faraday) کے مطابق یہ فورس ہمیشہ کرنٹ اور میگنیٹک فیلڈ کی سمت کے عموداً ہوتی ہے۔ یہ فورس زیادہ ہو جاتی ہے اگر:

1۔ تار میں کرنٹ (I) بڑھ جائے

2۔ میگنیٹک فیلڈ (B) مضبوط ہو جائے

3۔ تار کی زیادہ لمبائی (L) میگنیٹک فیلڈ کے اندر ہو

اس فورس کی مقدار اس تعلق سے بیان کی جاتی ہے:

$$F = I\,L\,B \sin\theta$$

اس فورس کی سمت کا تعین الیگزینڈر فلیمنگ (Alexander Fleming) کے بائیں ہاتھ کے اصول کا استعمال کرتے ہوئے کیا جاسکتا ہے۔ اس اصول کے مطابق:

بائیں ہاتھ کے انگوٹھے، شہادت کی انگلی اور درمیانی انگلی کو اتنا پھیلائیں کہ وہ ایک دوسرے کے عموداً ہوں۔ اگر شہادت کی انگلی میگنیٹک فیلڈ کی سمت کو ظاہر کرے اور درمیانی انگلی کرنٹ کی سمت کو ظاہر کرتی ہے تو پھر انگوٹھا کنڈکٹر پر عمل کرنے والی فورس کی سمت کی طرف اشارہ کرے گا۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

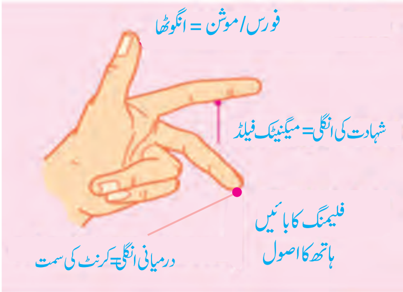
جیسا کہ شکل 17.6 میں دکھایا گیا ہے کہ کنڈکٹر پر لگنے والی فورس، کرنٹ اور میگنیٹک فیلڈ دونوں کے عموداً ہوتی ہے۔ یہ بات فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کے مطابق ہے۔

میگنیٹک فیلڈ یا میگنیٹک فلکس ڈینسٹی کا SI یونٹ ٹیسلا (T) ہے۔

1 ٹیسلا کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

ایک ٹیسلا میگنیٹک فیلڈ کی وہ شدت جو میگنیٹ فیلڈ کے عمودا رکھے گئے 1 A کرنٹ والے 1 m لمبے تار پر 1 N کی فورس پیدا کرے۔

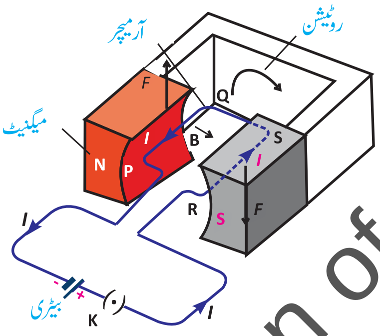
یعنی: $1\ T = 1\ N\ A^{-1}\ m^{-1}$



شکل 17.6: میگنیٹک فیلڈ میں پڑے کرنٹ لے جانے والے کنڈکٹر پر لگنے والی فورس کی سمت

17.3 میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کوائل پر گھماؤ کا اثر
(Turning Effect on a Current-Carrying Coil in Magnetic Field)

فرض کریں کہ ایک مستطیلی کوائل (Rectangular Coil) PQRS جس میں کرنٹ بہہ رہا ہے، اور وہ ایک مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ میں رکھی گئی ہے (شکل 17.7)۔ کوائل کو مستقل میگنیٹ میں اس طرح سے رکھا گیا ہے کہ وہ میگنیٹک فیلڈ کے عموداً ہے۔ جب ہم کوائل کو بیٹری سے جوڑتے ہیں تو اس میں سے کرنٹ بہنا شروع ہو جاتا ہے۔ اب ہم فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کی مدد سے کوائل کے مختلف حصوں پر لگنے والی فورس کی سمت معلوم کر سکتے ہیں۔ اس اصول کے مطابق؛ کوائل کی سائیڈ PQ پر فورس باہر کی جانب لگتی ہے۔ کوائل کی سائیڈ RS پر فورس اندر کی جانب لگتی ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ کوائل کے ان دونوں طرف بہنے والا کرنٹ ایک دوسرے کی الٹ سمتوں میں ہوتا ہے۔ نتیجتاً دو مخالف سمتوں میں برابر مقدار کی فورسز پیدا ہوتی ہیں۔ یہ دونوں فورسز مل کر ایک کپل (Couple) بناتی ہیں۔ یہ کپل ٹارک پیدا کرتا ہے اور کوائل گھومنا شروع کر دیتی ہے۔



شکل 17.7: ایک کرنٹ بردار کوائل میگنیٹک فیلڈ میں

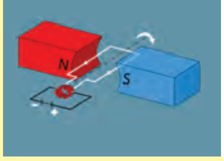
پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ:

جب کرنٹ بردار کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جاتا ہے تو اس پر ایک ایسا کپل پیدا ہوتا ہے جو کوائل کو گھما دیتا ہے (شکل 17.7)۔

یہی الیکٹرک موٹر کے کام کرنے کا بنیادی اصول ہے، اور یہ موٹرز ہمارے اردگرد ہر جگہ استعمال ہوتی ہیں؛ جیسے کہ پنکھے، ڈرل مشینیں، کاریں، وغیرہ۔ کوائل پر پیدا ہونے والے ٹارک کو مضبوط بنایا جا سکتا ہے اگر:

1۔ کوائل کی ٹرنز بڑھا دی جائیں۔ زیادہ لوپس (Loops) ہوں گے تو ٹارک بھی زیادہ ہوگا۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

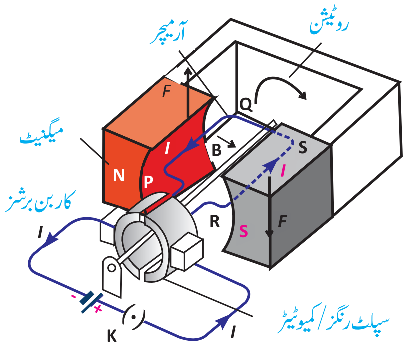
میگنیٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کنڈکٹر پر فورس	الیکٹرک موٹر
فورس کی سمت۔ فلیمنگ کا بائیں ہاتھ کا اصول	• الیکٹریکل انرجی کو میکینیکل انرجی میں بدلتا ہے۔ • جب میگنیٹک فیلڈ کی موجودگی میں کوائل سے کرنٹ گزرتا ہے تو کوائل پر فورس لگتی ہے جو کوائل کو گھماتی ہے۔
	

Web version of PECTAA textbook Not for sale

2۔ کوائل میں بہنے والے کرنٹ کو بڑھا دیا جائے۔ جتنا زیادہ کرنٹ ہو گا، اتنا زیادہ ٹارک ہو گا۔
3۔ میگنیٹک فیلڈ کی طاقت کو بڑھانے سے زیادہ طاقتور میگنیٹ، زیادہ ٹارک پیدا کرتا ہے۔ یہ تمام عوامل الیکٹرک موٹر کو زیادہ طاقتور اور مؤثر بناتے ہیں۔

17.4 الیکٹرک موٹر (Electric Motor)

الیکٹرک موٹر ایک ایسا آلہ ہے جو الیکٹریکل انرجی کو میکینیکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔ موٹروں کی دو بنیادی اقسام ہیں: A.C موٹر اور D.C موٹر۔ D.C موٹر میں ایک کرنٹ گزارنے والی کوائل (آرمیچر) اور میگنیٹک فیلڈ ایک دوسرے کے ساتھ انٹریکٹ کرتے ہیں۔ جب کوائل میگنیٹک فیلڈ میں رکھی جاتی ہے تو اس کے مختلف حصوں پر فورس لگتی ہے، جو اسے گھمانا شروع کر دیتی ہے (شکل 17.8)۔



شکل 17.8: D.C موٹر کے کام کرنے کا اصول

موٹر خود بخود °90 کے بعد کیوں رک جاتی ہے؟ اگر کوائل کو کوئی بیرونی مدد نہ دی جائے تو جیسے ہی کوائل °90 پر پہنچتی ہے، اس کے دونوں بازو (PQ اور RS) عمودی ہو جاتے ہیں اور ٹارک صفر ہو جاتی ہے۔ اس لیے کوائل مزید نہیں گھوم سکتی۔ مسلسل گھومنے کے لیے کیا ضروری ہے؟ کوائل کو مسلسل گھمانے کے لیے ضروری ہے کہ جیسے ہی کوائل °90 تک پہنچے، کرنٹ کی سمت الٹی کر دی جائے۔ یہ کام سپلٹ رنگ کمیوٹیٹر کی مدد سے کیا جاتا ہے۔ سپلٹ رنگ کمیوٹیٹر کیسے کام کرتا ہے؟ یہ میٹل کی ایک رِنگ (Ring) ہوتی ہے جو دو حصوں میں تقسیم ہوتی ہے۔ کوائل کے دونوں سروں کو ان دو حصوں سے جوڑا جاتا ہے۔ موٹر میں کاربن برشز کمیوٹیٹر سے مسلسل رابطے میں رہتے ہیں۔ جب کوائل گھومتی ہے تو کمیوٹیٹر بھی ساتھ گھومتا ہے اور جیسے ہی کوائل عمودی حالت میں پہنچتی ہے، برشز اگلے حصے سے جُڑ جاتے ہیں اس طرح کرنٹ کی سمت بدل جاتی ہے، جس کے نتیجہ میں فورس کی سمت بھی بدل جاتی ہے اور کوائل بغیر رکے گھومتی رہتی ہے۔ موٹر کی سپیڈ کو کرنٹ کی مقدار بڑھا یا گھٹا کر کنٹرول کیا جاتا ہے۔ یعنی زیادہ کرنٹ، زیادہ ٹارک اور زیادہ سپیڈ جبکہ کم کرنٹ تو کم سپیڈ۔

ذہنی آزمائش

D.C موٹر میں سپلٹ رنگ کیمیوٹیٹر کا خاص کردار کیا ہے؟

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

17.1 کون سا بیان میگنیٹک پولز کے بارے میں درست ہے؟
(الف) مختلف پولز ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں
(ب) ایک جیسے پولز ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں
(ج) میگنیٹک پولز کا ایک دوسرے پر کوئی اثر نہیں ہوتا
(د) ایک واحد میگنیٹک پول وجود نہیں رکھتا

17.2 ایک ڈی۔سی موٹر تبدیل کرتی ہے:
(الف) میکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں
(ب) میکینیکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں
(ج) الیکٹریکل انرجی کو میکینیکل انرجی میں
(د) الیکٹریکل انرجی کو کیمیکل انرجی میں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

17.3 ڈی۔سی موٹر کا کون سا حصہ ہر آدھے چکر کے بعد کوائل میں کرنٹ کی سمت کو اُلٹا کر دیتا ہے؟

(الف) آرمیچر (ب) کموٹیٹر (ج) برشز (د) سپلٹ رنگز

17.4 ایک مستقل الیکٹرک کرنٹ کنڈکٹر کے گرد پیدا کرتا ہے:

(الف) الیکٹرک فیلڈ (ب) روشنی (ج) میگنیٹک فیلڈ (د) ساؤنڈ ویوز

17.5 جب کرنٹ کی سمت اُلٹ دی جائے تو میگنیٹک فیلڈ کی سمت:

(الف) وہی رہتی ہے (ب) اُلٹ جاتی ہے

(ج) میگنیٹک فیلڈ زیادہ مضبوط ہو جاتا ہے (د) میگنیٹک فیلڈ ختم ہو جاتا ہے

17.6 ایک سولینائڈ میں میگنیٹک فیلڈ کا پیٹرن سب سے زیادہ ممکنہ طور پر ہوتا ہے:

(الف) کرنٹ بردار اور سیدھی تار کی طرح (ب) ایک بار میگنیٹ کی طرح

(ج) ایک U شکل کے میگنیٹ کی طرح (د) ایک کرنٹ بردار کوائل کی طرح

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

17.1 سیدھی کرنٹ بردار تار کے گرد میگنیٹک فیلڈ کی سمت کیا ہوتی ہے؟

17.2 اگر تار میں بہنے والے کرنٹ کی مقدار بڑھا دی جائے تو میگنیٹک فیلڈ پر کیا اثر پڑتا ہے؟

17.3 کون سا اصول میگنیٹک فیلڈ میں رکھے ہوئے کرنٹ بردار کنڈکٹر پر لگنے والی فورس کی سمت بتاتا ہے؟ مختصراً بیان کریں۔

17.4 ڈی۔سی موٹر میں کموٹیٹر کا کیا کردار ہوتا ہے؟

17.5 ڈی۔سی موٹر کا اصول بیان کریں۔

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

17.1 جب کرنٹ بہتا ہے تو تار کے گرد میگنیٹک فیلڈ کیوں بنتا ہے اور کرنٹ بند ہونے پر کیوں نہیں؟ اس سے الیکٹریسٹی اور میگنیٹزم کی نوعیت کے بارے میں کیا پتا چلتا ہے؟

17.2 ڈی۔سی موٹر میں اگر کرنٹ کی سمت تبدیل نہ کی جائے تو کوائل 90° کے بعد گھومنا کیوں بند کر دیتی ہے؟ کون سی مکینیکل خصوصیت اس مسئلے کو حل کرتی ہے؟

17.3 اگر تار کو میگنیٹک فیلڈ میں مختلف اینگلز پر رکھا جائے تو اس پر عمل کرنے والی فورس کیوں بدل جاتی ہے؟ موٹر کی ڈیزائننگ میں یہ کیوں اہم ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

17.1 کرنٹ بردار تار کے گرد میگنیٹک فیلڈ کیسے بنتا ہے اور اس کی طاقت کن عوامل پر منحصر ہوتی ہے؟

17.2 دائیں ہاتھ کا گرپ رُول بیان کریں اور بتائیں کہ یہ کرنٹ بردار کنڈکٹر کے گرد میگنیٹک فیلڈ کی سمت معلوم کرنے میں کیسے مدد کرتا ہے۔

17.3 جب کرنٹ بردار کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جاتا ہے تو گھومنے والا اثر کس طرح پیدا ہوتا ہے؟ بیان کریں۔

17.4 ڈی۔سی موٹر میں کمیوٹیٹر اور برشز کے افعال پر تبصرہ کریں اور بتائیں کہ یہ کس طرح کوائل کو مسلسل گھومنے کے قابل بناتے ہیں۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 18

الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن

(ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

- الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کو ظاہر کرنے کے لیے ایک تجربہ بیان کر سکیں
- اس حقیقت کو استعمال کر سکیں کہ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کی مقدار، میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کی سپیڈ یا میگنیٹک فیلڈ لائینز کو کاٹنے کی سپیڈ، اور کوائل میں ٹرنز (Turns) کی تعداد سے متاثر ہوتی ہے۔ ان حقائق کی مدد سے سادہ الیکٹرو میگنیٹک حسابی سوالات حل کر سکیں
- اس حقیقت کو بیان کر سکیں کہ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف سے پیدا ہونے والا کرنٹ اس تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے جس سے وہ پیدا ہوتا ہے (لینز کا قانون)
- بیان کر سکیں کہ اے۔سی جنریٹر کیسے کام کرتا ہے (گھومتی ہوئی کوائل یا گھومتے ہوئے میگنیٹک سسٹم)، اور جہاں ضرورت ہو وہاں سلپ رنگز اور برشز کے استعمال کی وضاحت کر سکیں
- سادہ اے۔سی جنریٹر کے لیے ای۔ایم۔ایف اور وقت کے درمیان گراف بنائیں اور ان کی وضاحت کریں، جنریٹر کوائل کی پوزیشن کو ای۔ایم۔ایف کی کرسٹس، ٹرفز اور صفر قدروں سے جوڑتے ہوئے
- سادہ آئرن کور ٹرانسفارمر کے عمل کے اصول کی وضاحت کر سکیں
- پرائمری کوائل، سیکنڈری کوائل، سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر کی اصطلاحات استعمال کر سکیں
- درج ذیل مساوات $(V_p / V_s = N_p / N_s)$ کو استعمال کرتے ہوئے حسابی سوالات حل کر سکیں: جہاں P سے مراد پرائمری کوائل اور S سے مراد سیکنڈری کوائل ہے

Web version of BECTAA textbook Not for sale

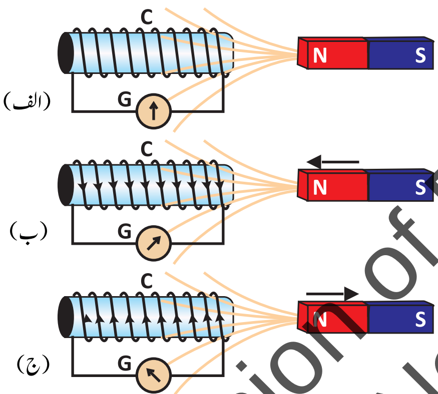
کیا آپ نے کبھی سوچا ہے کہ الیکٹریسٹی بغیر بیٹری کے کیسے پیدا کی جاسکتی ہے؟ جب کوئی میگنیٹ کسی تار کے قریب حرکت کرتا ہے تو اس میں الیکٹریسٹی پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ ایک دلچسپ عمل ہے، جسے الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کہا جاتا ہے۔ یہی سادہ سا تصور بڑے بڑے آلات، جیسے جنریٹرز کو چلاتا ہے اور حتیٰ کہ ہمارے موبائل فون کو وائرلیس (Wireless) طریقے سے چارج کرنے میں بھی استعمال ہوتا ہے۔ لیکن کہانی یہیں ختم نہیں ہوتی۔ یہ بدلتے ہوئے الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈ خلاء میں سفر کرسکتے ہیں اور الیکٹرو میگنیٹک ویوز کی صورت میں ہم تک پہنچتے ہیں۔ یہی ویوز ہمیں روشنی، ریڈیو سگنلز، وائی فائی اور وہ مائیکرو ویوز فراہم کرتی ہیں جو ہمارے کھانے کو گرم کرتی ہیں۔ شہروں کو روشن کرنے سے لے کر دنیا بھر کے لوگوں کو آپس میں جوڑنے تک، الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن اور الیکٹرو میگنیٹک ویوز وہ پوشیدہ فورسز ہیں جو ہماری روزمرہ زندگی کو شکل دیتی ہیں۔ آیئے اب ان حیرت انگیز مظاہر کے پیچھے موجود سائنس کو سمجھتے ہیں۔

18.1 الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن (Electromagnetic Induction)

الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن وہ عمل ہے جس میں میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کے نتیجے میں کسی کنڈکٹر میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔

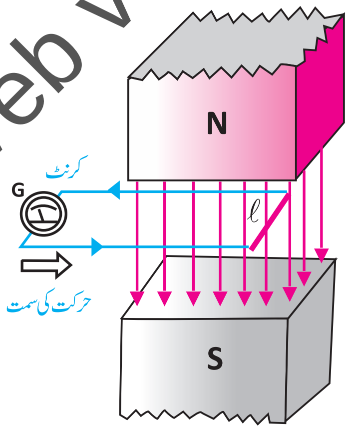
Web version of PECTAA textbook
Not for sale

یہ اصول پہلی مرتبہ مائیکل فیراڈے (Micheal Faraday) اور اسی زمانے میں جوزف ہنری (Joseph Henry) نے 1831 میں دریافت کیا۔ یہ اصول بہت سے آلات، مثلاً جنریٹرز، ٹرانسفارمرز اور اِنڈکٹرز کے کام کرنے کی بنیاد ہے۔ آیئے ہم الیکٹرومیگنیٹک اِنڈکشن کے مظہر کو سمجھنے کے لیے ہم چند تجربات کرتے ہیں۔



شکل 18.1: میگنیٹ کو حرکت دینے سے کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ

ایک کنڈکٹر تار کی کوائل لیں، جسے C سے ظاہر کیا گیا ہے اور اسے ایک گیلوانومیٹر G سے جوڑ دیں، جیسا کہ شکل 18.1 میں دکھایا گیا ہے۔ سب سے پہلے میگنیٹ کو کوائل کے قریب ساکن رکھیں۔ ہم دیکھیں گے کہ گیلوانومیٹر کی سوئی حرکت نہیں کرتی، یعنی کوئی الیکٹریسٹی پیدا نہیں ہوتی، کیونکہ میگنیٹک فیلڈ میں کوئی تبدیلی نہیں ہو رہی ہوتی (شکل 18.1-الف)۔ اب میگنیٹ کو کوائل کی طرف حرکت دیں۔ اس صورت میں گیلوانومیٹر کی سوئی ایک سمت میں جھک جاتی ہے، جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو گیا ہے (شکل 18.1-ب)۔ جب میگنیٹ کو کوائل سے دور لے جایا جاتا ہے تو اس بار گیلوانومیٹر کی سوئی مخالف سمت میں جھک جاتی ہے، جس سے معلوم ہوتا ہے کہ الیکٹرک کرنٹ کی سمت بدل گئی ہے (شکل 18.1-ج)۔ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا کرنے کے مختلف طریقے ہیں۔ اب ایک اور



شکل 18.2: تار کو میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دینے سے کرنٹ کا پیدا ہونا

صورت پر غور کریں۔ فرض کریں ایک سیدھی تار جس کی لمبائی ℓ ہے ایک مستقل میگنیٹ کے میگنیٹک فیلڈ میں رکھی گئی ہے، جیسا کہ شکل 18.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ تار ایک حساس گیلوانومیٹر سے جڑی ہوئی ہے اور اس طرح ایک بند سرکٹ یا لوپ (Loop) بناتی ہے، جس میں کوئی بیٹری استعمال نہیں کی گئی۔ جب یہ لوپ میگنیٹک فیلڈ میں ساکن رہتی ہے تو کوئی الیکٹرک کرنٹ نہیں بہتا اور گیلوانومیٹر کی سوئی کوئی جھکاؤ ظاہر نہیں کرتی۔ لیکن جب لوپ کو بائیں سے دائیں حرکت دی جاتی ہے تو تار میگنیٹک فیلڈ لائینز کو کراس کرتی ہے اور سرکٹ میں الیکٹرک کرنٹ بہنے لگتا ہے، جسے گیلوانومیٹر ظاہر کرتا ہے۔ جب حرکت روک دی جاتی ہے تو الیکٹرک کرنٹ بھی ختم ہو جاتا ہے۔ اگر لوپ کو مخالف سمت میں حرکت دی جائے تو الیکٹرک کرنٹ کی سمت بھی بدل جاتی ہے، جو گیلوانومیٹر کی سوئی کے مخالف سمت میں جُھکنے سے ظاہر ہوتی ہے۔ پیدا ہونے والے الیکٹرک کرنٹ کی مقدار اس بات پر منحصر ہوتی ہے کہ تار کتنی تیزی سے حرکت کر رہی ہے اور لوپ میں موجود رزسٹنس کتنی ہے۔ اگر ہم مختلف رزسٹرز جوڑ کر لوپ کی رزسٹنس بدلیں اور ہر بار لوپ کو ایک ہی سپیڈ سے حرکت دیں تو ہم دیکھتے ہیں کہ الیکٹرک کرنٹ I اور رزسٹنس R کا حاصل ضرب ہمیشہ مستقل رہتا ہے۔ یعنی:

$$I \times R = \text{مستقل}$$

یہ مستقل قیمت ہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کہلاتی ہے۔ جب سرکٹ مکمل ہوتا ہے تو یہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف الیکٹرک کرنٹ کو بہنے پر مجبور کرتی ہے۔

انڈیوسڈ کرنٹ کو درج ذیل طریقوں سے بڑھایا جاسکتا ہے:

1۔ زیادہ طاقتور میگنیٹک فیلڈ استعمال کرکے

2۔ لوپ کو زیادہ تیزی سے حرکت دے کر

3۔ ایک لوپ کی بجائے زیادہ ٹرنز والی کوائل استعمال کرکے

یہ تجربہ ایک اور طریقے سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ میں لوپ کو حرکت دینے کی بجائے لوپ کو ساکن رکھیں اور میگنیٹ کو حرکت دیں۔ دونوں صورتوں میں نتیجہ ایک ہی حاصل ہوتا ہے۔ اس سے یہ بات ثابت ہوتی ہے کہ لوپ اور میگنیٹ کے درمیان باہمی حرکت ہی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا کرتی ہے۔ سادہ الفاظ میں اس حرکت کی وجہ سے لوپ کے اندر میگنیٹک فلکس میں تبدیلی پیدا ہوتی ہے۔

میگنیٹک فلکس سے مراد کسی مخصوص ایریا سے گزرنے والی میگنیٹک فیلڈ لائینز کی تعداد ہے۔

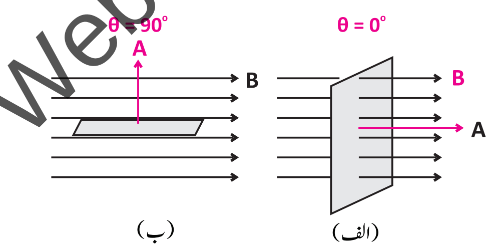
میگنیٹک فلکس (ϕ) برابر ہے:

$$\phi = B\,A\cos\theta \qquad \text{.... (18.1)}$$

یہاں پر: کوائل کا ایریا $= A$ ؛ میگنیٹک فیلڈ کی شدت $= B$

میگنیٹک فیلڈ اور کوائل کے نارمل کے درمیان اینگل $= \theta$

میگنیٹک فلکس کا یونٹ ویبر (weber) ہے۔



شکل 18.3: کسی سطح سے گزرتا ہوا میگنیٹک فلکس
(الف) زیادہ سے زیادہ (ب) صفر

جب 1T (ٹیسلا) کا میگنیٹک فیلڈ 1 مربع میٹر کے ایریا سے عموداً گزرتا ہے تو میگنیٹک فلکس 1Wb کے برابر ہوتا ہے۔

حسابی طور پر اسے یوں لکھا جاتا ہے: $1\text{Wb} = 1\text{T m}^2$

میگنیٹک فلکس زیادہ سے زیادہ ہوتا ہے جب A اور B کے درمیان اینگل $0°$ ہو (شکل 18.3-الف) اور جب A اور B کے درمیان اینگل $90°$ ہو تو فلکس صفر ہو جاتا ہے (شکل 18.3-ب)۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

فیراڈے کا الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کا قانون (Faraday's Law of Electromagnetic Induction)

کسی بھی کنڈکٹنگ کوائل کے N لوپس میں پیدا ہونے والی اوسط انڈیوسڈ emf میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کی شرح کے نیگیٹیو کے برابر ہوتی ہے۔

حسابی طور پر:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad .... \quad (18.2)$$

یہاں پر: میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کی شرح = $\Delta\phi/\Delta t$ ؛ کوائل میں ٹرنز کی تعداد = N ؛ انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف = ε

نیگیٹیو کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ انڈیوسڈ ای۔ ایم۔ ایف اس وجہ کی مخالفت کرتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتی ہے۔

مثال 18.1: ایک کوائل جس میں 25 ٹرنز ہیں، اس میں 0.20 s کے لیے 2.5 V کی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہے۔ اگر اس وقفے کے دوران ای۔ایم۔ایف مستقل رہے تو میگنیٹک فلکس میں کل تبدیلی ($\Delta\phi$) معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $\Delta t = 0.20$ s وقت کا وقفہ ؛ $\varepsilon = 2.5$ V انڈیوسڈ ای۔ایم۔الف ؛ $N = 25$ ٹرنز کی تعداد

معلوم کرنا: $\Delta\phi = ?$ میگنیٹک فلکس میں تبدیلی

فارمولا: $\varepsilon = (N \times \Delta\phi) / \Delta t$

$\Delta\phi$ معلوم کرنے کے لیے: $\Delta\phi = (\varepsilon \times \Delta t) / N$

قیمتیں درج کرنے سے: $\Delta\phi = (2.5 \times 0.20) / 25$

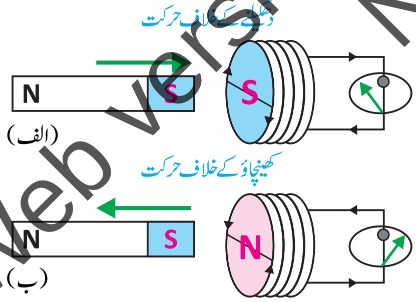
$\Delta\phi = 0.5 / 25 = 0.02$ Wb

انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کی مقدار اور سمت (لینز کا قانون)

Magnitude and Direction of Induced e.m.f (Lenz's Law)

لینز کا قانون الیکٹرو میگنیٹزم کا ایک بنیادی اصول ہے یہ انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت بیان کرتا ہے، جو میگنیٹک فلکس میں تبدیلی کے نتیجے میں پیدا ہوتا ہے۔ اس قانون کے مطابق:

انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت ہمیشہ اس وجہ کے مخالف ہوتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتا ہے۔



شکل 18.4: لینز کا قانون

یہ قانون دراصل انرجی کے کنزرویشن کے قانون کا براہِ راست نتیجہ ہے۔ اگر انڈیوسڈ کرنٹ، تبدیلی کی مخالفت کرنے کے بجائے اسے مزید بڑھائے تو انرجی میں مسلسل اضافہ ہوتا رہے گا، جو کہ ناممکن ہے۔ جب کسی کنڈکٹر کے قریب میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی آتی ہے، چاہے یہ تبدیلی کسی حرکت کرتے ہوئے میگنیٹ، بدلتی ہوئی الیکٹرک کرنٹ یا کوائل کی سمت میں تبدیلی کی وجہ سے ہو تو ایک الیکٹرو موٹیو فورس (ای۔ایم۔ایف) پیدا ہوتی ہے، جو سرکٹ میں کرنٹ کو بہنے پر مجبور کرتی ہے۔ اس کرنٹ کی سمت مخصوص ہوتی ہے، بلکہ یہ ایسا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتی ہے جو اصل میگنیٹک فلکس میں

کیا آپ جانتے ہیں؟

- صرف ایک میگنیٹ کو کوائل کے اندر یا اس کے پاس حرکت دینے سے کرنٹ پیدا کیا جا سکتا ہے۔
- جتنی تیزی سے آپ کوائل میں میگنیٹک فیلڈ کو بدلیں گے اتنا ہی زیادہ کرنٹ پیدا ہو گا۔ اسی لیے تیزی سے گھومنے والے جنریٹر زیادہ کرنٹ پیدا کرتے ہیں۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ہونے والی تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے۔مثال کے طور پر اگر ایک میگنیٹ کو کوائل کی طرف دھکیلا جائے تو کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ ایسا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنیٹ کو دھکیلتا ہے اور اس کی حرکت کی مزاحمت کرتا ہے(شکل 18.4-الف)۔اسی طرح اگر میگنیٹ کو کوائل سے دُور کھینچا جائے تو انڈیوسڈ کرنٹ ایسا فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنیٹ کو اپنی طرف کھینچتا ہے اور یوں دوبارہ اس حرکت کی مخالفت کرتا ہے(شکل 18.4- ب)

ذہنی آزمائش

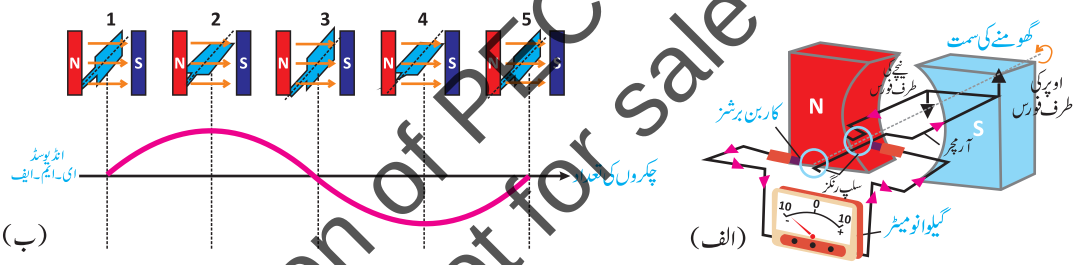
اگر ہم میگنیٹ کو کوائل کے قریب حرکت دینا بند کر دیں تو پیدا ہونے والا کرنٹ کیا ہوگا؟

دلچسپ معلومات

جتنی تیزی سے ہم میگنیٹ کو کوائل کے اندر حرکت دیتے ہیں اتنی ہی زیادہ وولٹیج کی ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہیں۔

18.2 اے۔سی جنریٹر (A.C Generator)

اے۔سی جنریٹر ایک ایسا آلہ ہے جو الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کی مدد سے مکینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔اس کی سب سے سادہ صورت میں ایک مستطیل شکل کی کوائل مستقل میگنیٹ کے پولز کے درمیان رکھی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔یہ کوائل دو سلِپ رِنگز سے منسلک ہوتی ہے جو کوائل کے ساتھ ہی گھومتی ہیں، جبکہ کاربن برشز ساکن رہتے ہیں اور سلِپ رِنگز کے ساتھ منسلک رہ کر پیدا ہونے والے الیکٹرک کرنٹ کو بیرونی سرکٹ تک منتقل کرتے ہیں۔



شکل 18.5: ایک A.C جنریٹر اور کرنٹ کا گراف

دلچسپ معلومات

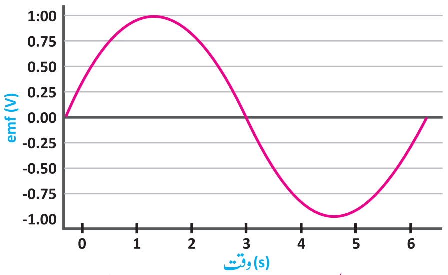
جنریٹر ایک کوائل کو میگنیٹک فیلڈ میں گھما کر کام کرتا ہے۔اس کے گھومنے سے الیکٹریسٹی پیدا ہوتی ہے، جو شہروں کو روشن رکھتی ہے۔

جب کوائل گھومتی ہے تو وہ میگنیٹک فیلڈ میں حرکت کرتی ہے اور میگنیٹک فورس کی لائینز کو عبور کرتی ہے۔اس حرکت کے نتیجے میں کوائل کے سروں کے درمیان الیکٹرو موٹیو فورس پیدا ہو جاتی ہے۔جتنی تیزی سے کوائل گھومتی ہے ، اتنی ہی تیزی سے وہ میگنیٹک فیلڈ کو عبور کرتی ہے ، اور یوں انڈیوسڈ وولٹیج کی مقدار زیادہ ہو جاتی ہے۔یہ انڈیوسڈ وولٹیج (ای۔ایم۔ایف) گھومنے کے دوران مسلسل بدلتی رہتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5(ب) میں دکھایا گیا ہے۔جب کوائل عموداً (Vertical) حالت میں ہوتی ہے تو وہ میگنیٹک فیلڈ لائینز کے ساتھ ساتھ حرکت کرتی ہے اور کوئی میگنیٹک فلکس عبور نہیں کرتی، لہٰذا اس حالت میں ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔جیسے ہی کوائل گھوم کر افقی (Horizontal) حالت میں آتی ہے، وہ میگنیٹک فیلڈ لائینز کو زیادہ سے زیادہ سپیڈ سے عبور کرتی ہے، جس کے نتیجے میں زیادہ سے زیادہ وولٹیج پیدا ہوتی ہے۔آدھا چکر مکمل ہونے کے بعد کوائل کی حرکت کی سمت بدل جاتی ہے، جس کی وجہ سے وولٹیج کی پولیریٹی (Polarity) بھی تبدیل ہوتی ہے۔یوں پیدا ہونے والی وولٹیج ایک بار پوزیٹیو اور ایک بار نیگیٹیو ہو جاتی ہے، جسے آلٹرنیٹنگ وولٹیج کہتے ہیں۔اس مسلسل سمت کی تبدیلی کے نتیجے میں آلٹرنیٹ کرنٹ پیدا ہوتا ہے، جو بیرونی سرکٹ میں آگے پیچھے بہتا ہے۔وولٹیج کے گراف کی شکل سائن ویو (wave Sine) ہوتی ہے اور کوائل کے ہر مکمل چکر پر ایک مکمل ویو بنتی ہے۔ایک

Web version of PECTAA textbook Not for sale

کیا آپ جانتے ہیں؟

اے سی جنریٹر میں ہر آدھا چکر مکمل ہونے پر کوائل کی سمت بدلنے سے وولٹیج کی سمت بھی بدل جاتی ہے، اسی وجہ سے اسے آلٹرنیٹنگ کرنٹ کہا جاتا ہے۔ سلپ رنگز جنریٹر میں گھومتی ہوئی کوائل کے ساتھ مسلسل الیکٹریکل رابطہ قائم رکھتے ہیں اور ساتھ ہی کرنٹ کو از خود بدلتی ہوئی سمت میں بہنے دیتے ہیں۔



شکل 18.6: ایک سادہ اے سی جنریٹر کے لیے e.m.f. اور وقت کا گراف

سیکنڈ میں مکمل ہونے والے چکروں کی تعداد کو فریکوینسی کہتے ہیں، جس کا یونٹ ہرٹز (Hz) ہے۔

مثال کے طور پر اگر کوائل 1s میں ایک چکر لگائے تو فریکوینسی 1 Hz ہوگی، اور اگر 1s میں 50 دفعہ چکر لگائے تو فریکوینسی 50 Hz ہوگی، جو پاکستان سمیت کئی ممالک میں A.C مینز (Mains) کی فریکوینسی ہے۔ فیراڈے کے قانون الیکٹرو میگنیٹک اِنڈکشن کے مطابق، جب کسی کوائل سے گزرنے والے میگنیٹک فِلکس میں تبدیلی آتی ہے تو اس میں ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہے۔ پیدا ہونے والی ای۔ایم۔ایف کی مقدار اس بات پر منحصر ہوتی ہے کہ کوائل میگنیٹک فیلڈ کو کس سپیڈ سے عبور کر رہی ہے۔

شکل 18.6 میں دکھایا گیا ہے کہ ایک سادہ اے سی جنریٹر میں کوائل کے گھومنے کے دوران ای۔ایم۔ایف وقت کے ساتھ کیسے بدلتی ہے۔

یہ گراف ایک واضح سائنوسائیڈل (Sinusoidal) پیٹرن دکھاتا ہے، جو پیدا ہونے والی اے۔سی وولٹیج کی متبادل نوعیت کو ظاہر کرتا ہے۔ جب کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے تو ای۔ایم۔ایف زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے، کیونکہ اس حالت میں میگنیٹک فیلڈ لائنیز سب سے زیادہ عبور ہوتی ہیں۔ جب کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے تو ای۔ایم۔ایف صفر ہو جاتی ہے، کیونکہ اس حالت میں کوئی میگنیٹک فلکس عبور نہیں ہوتا۔ جیسے جیسے کوائل گھومتی رہتی ہے، ہر آدھے چکر کے بعد ای۔ایم۔ایف کی سمت بدل جاتی ہے اور یوں آلٹرنیٹنگ کرنٹ پیدا ہوتا رہتا ہے۔

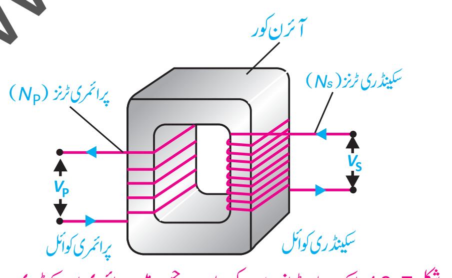
کوائل کی پوزیشن اور ای۔ایم۔ایف:

- 0 اور π ریڈیئن (Radian) یا 0° اور 180° پر کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔
- π/2 اور 3π/2 ریڈیئن یا 90° اور 270° پر کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے۔
- π/2 پر ای۔ایم۔ایف پوزیٹیو اور زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔
- 3π/2 پر کوائل کی حرکت کی سمت بدلنے کی وجہ سے ای۔ایم۔ایف نیگیٹیو اور زیادہ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔

یہ عمل بار بار دہرایا جاتا ہے، جس کے نتیجے میں وہی اے۔سی ویوفارم (Waveform) بنتی ہے جو وقت کے ساتھ پوزیٹیو اور نیگیٹیو قدروں کے درمیان بدلتی رہتی ہے۔

18.3 ٹرانسفارمر (Transformer)

ٹرانسفارمر ایک ایسا آلہ ہے جو A.C سرکٹ میں وولٹیج کو بڑھانے یا کم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ آلہ پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کے درمیان کسی بھی براہِ راست الیکٹریکل کنکشن کے بغیر کام کرتا ہے۔ شکل 18.7 میں ایک سادہ ٹرانسفارمر دکھایا گیا ہے۔ اس میں تار کی دو کوائلز ہوتی ہیں۔ پرائمری کوائل جس میں N_p ٹرنز ہوتی ہیں۔ سیکنڈری کوائل جس میں N_s ٹرنز ہوتی ہیں دونوں کوائلز سافٹ آئرن کور (Core) پر لپٹی ہوتی ہیں جو ایک کوائل سے



شکل 18.7: ایک سادہ ٹرانسفارمر کی بناوٹ، جس میں پرائمری اور سیکنڈری کوائلز آئرن کور کے گرد لپٹی ہوئی دکھائی گئی ہیں

Web version of PECTAA textbook Not for sale

دوسری کوائل تک میگنیٹک فیلڈ کو منتقل کرنے میں مدد دیتی ہے۔

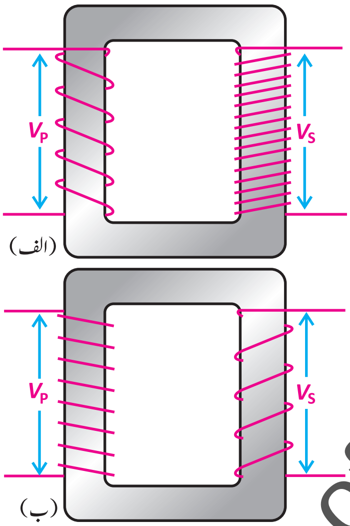
جب پرائمری کوائل کو متبادل وولٹیج V_P دی جاتی ہے تو اس میں آلٹرنیٹنگ الیکٹرک کرنٹ I_P بہنے لگتا ہے ۔ یہ الیکٹرک کرنٹ آئرن کور میں ایک بدلتا ہوا میگنیٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ یہ میگنیٹک فیلڈ آئرن کور کے ذریعے سیکنڈری کوائل سے گزرتا ہے، جہاں یہ ایک آلٹرنیٹنگ وولٹیج V_S پیدا کرتا ہے ۔ نتیجتاً ، سیکنڈری سرکٹ میں الیکٹرک کرنٹ بہنے لگتا ہے۔ یہاں یہ بات اہم ہے کہ پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کے درمیان کوئی براہِ راست الیکٹریکل کنکشن نہیں ہوتا۔ انرجی پرائمری کوائل سے سیکنڈری کوائل تک میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ٹرانسفارمر میں آنے والی بھنبھناہٹ کی ساؤنڈ آئرن کور کی 50 یا 60 Hz پر ہونے والی ہلکی وائبریشن بدلتے ہوئے میگنیٹک فیلڈ کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے نہ کہ براہِ راست کرنٹ کی وجہ سے۔

سٹیپ اَپ اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز (Step-up and Step-down Transformers)

A.C سرکٹس میں وولٹیج کو بڑھانے یا کم کرنے کے لیے ٹرانسفارمرز کا استعمال کیا جاتا ہے۔ جب سیکنڈری کوائل میں پرائمری کوائل سے زیادہ ٹرنز ہوتی ہیں تو ٹرانسفارمر آؤٹ پٹ وولٹیج بڑھاتا ہے اسے سٹیپ اپ ٹرانسفارمر کہا جاتا ہے (شکل 18.8-الف)۔ اس کے برعکس جب سیکنڈری کوائل میں پرائمری سے کم ٹرنز ہوتی ہیں تو آؤٹ پٹ وولٹیج کم ہوجاتا ہے اور اسے سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر کہا جاتا ہے (شکل 18.8-ب)۔



شکل 18.8: (الف) سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر (ب) سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر

کوائل میں ٹرنز اور وولٹیج کے درمیان یہ تعلق درج ذیل مساوات کے ذریعے بیان کیا گیا ہے:

$$\frac{V_S}{V_P} = \frac{N_S}{N_P} \quad \text{...............} \quad (18.3)$$

اس مساوات کو ٹرنز کا تناسب ٹرنز ریشو (Turns-ratio) کے نام سے جانا جاتا ہے۔

یہاں پر : سیکنڈری کوائل کے سروں پر وولٹیج = V_S ؛ پرائمری کوائل کے سروں پر وولٹیج = V_P

اور سیکنڈری کوائل میں ٹرنز کی تعداد = N_S ؛ پرائمری کوائل میں ٹرنز کی تعداد = N_P

یہ مساوات ظاہر کرتی ہے کہ وولٹیج کا تناسب براہِ راست کوائلز میں ٹرنز کی تعداد کے تناسب کے برابر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر پرائمری کوائل میں 5 ٹرنز اور سیکنڈری کوائل میں 10 ٹرنز ہوں تو آؤٹ پُٹ وولٹیج اِن پُٹ وولٹیج سے دوگنا ہوجائے گی۔

دلچسپ معلومات

سٹیپ اَپ ٹرانسفارمرز زیادہ فاصلے تک ترسیل کے لیے وولٹیج کو بڑھا دیتے ہیں جبکہ سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز ہمارے گھروں میں استعمال کے لیے وولٹیج کو محفوظ حد تک کم کردیتے ہیں۔

مثال 18.2: الیکٹریسٹی کو 20,000 V کی وولٹیج اور 5 A کے کرنٹ پر ایسی پاور کیبلز کے ذریعے منتقل کیا جاتا ہے جن کی رزسٹنس 10 Ω ہے۔ کیبلز میں ہونے والا پاور کا ضیاع معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: رزسٹنس $R = 10\ \Omega$ ؛ کرنٹ $I = 5\ A$ ؛ وولٹیج $V = 20,000\ V$

معلوم کرنا: پاور $P = ?$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ہم جانتے ہیں کہ: $P = I^2 R$

قیمتیں درج کرنے سے : $P = (5)^2 \times 10$

$P = 25 \times 10 = 250\ W$

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

18.1 آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی ویوفارم کس شکل کی دکھائی دیتی ہے؟

(الف) ایک سیدھی متوازی لائن (ب) ایک مربع نماویو (ج) ایک سائن ویو (د) ایک پلس

18.2 اگر کسی کوائل میں میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کی سپیڈ بڑھادی جائے تو انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف :

(الف) کم ہوجائے گی (ب) وہی رہے گی (ج) بڑھ جائے گی (د) صفر ہوجائے گی

18.3 ایک اے۔سی جنریٹر میں سلِپ رِنگز کا استعمال کیا جاتا ہے:

(الف) کرنٹ کی سمت کو وقفے وقفے سے بدلنے کے لیے (ب) اے۔سی کو ڈی۔سی میں تبدیل کرنے کے لیے

(ج) انڈیوسڈ کرنٹ کو روکنے کے لیے (د) میگنیٹک فلکس بڑھانے کے لیے

18.4 سٹیپ ڈاوٴن ٹرانسفارمر میں سیکنڈری کوائل کی ٹرنز کی تعداد ہوتی ہے:

(الف) پرائمری کوائل سے زیادہ (ب) پرائمری کوائل کے برابر

(ج) پرائمری کوائل سے کم (د) ہمیشہ صفر

18.5 ٹرانسفارمر میں انرجی پرائمری کوائل سے سیکنڈری کوائل تک کس ذریعے سے منتقل ہوتی ہے؟

(الف) براہِ راست الیکٹرک کنکشن سے (ب) آئرن کور میں میگنیٹک فیلڈ سے

(ج) کور کے ذریعے الیکٹرونز کے بہاوٴ سے (د) حرارت کی کنڈکشن سے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

18.1 کوائل کے ذریعے میگنیٹ کی حرکت کی سپیڈ، پیدا شدہ وولٹیج کے سائز کو کس طرح متاثر کرتی ہے؟

18.2 لینز کے قانون کے مطابق انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت کیا ہوتی ہے؟

18.3 اے۔سی جنریٹر میں سلِپ رِنگز کیوں استعمال کیے جاتے ہیں؟

18.4 اے۔سی جنریٹر میں انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف کب صفر ہوتی ہے؟

18.5 ٹرانسفارمر کیا ہے اور یہ کس اصول پر کام کرتا ہے؟

18.6 ٹرانسفارمر میں آئرن کور کا کیا کردار ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

18.1 جب کسی کوائل میں میگنیٹ کو تیزی سے داخل کیا جائے تو زیادہ ای۔ایم۔ایف کیوں پیدا ہوتی ہے؟
سپیڈ انڈیوسڈ کرنٹ کی مقدار کو کیوں متاثر کرتی ہے؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

18.2 ٹرانسفارمر میں لکڑی یا پلاسٹک کے بجائے آئرن کور کیوں استعمال کی جاتی ہے؟ مختصراً وضاحت کریں۔

18.3 ٹرانسفارمر صرف اے۔سی پر کیوں کام کرتا ہے، ڈی۔سی پر کیوں نہیں؟

18.4 کیا ٹرانسفارمر الیکٹریکل انرجی کو ایک کوائل سے دوسری کوائل میں منتقل کرتا ہے؟ مختصراً وضاحت کریں۔

4۔ تفصیلی سوالات

18.1 وضاحت کریں کہ لینز کا قانون انرجی کنزرویشن کے قانون کی کس طرح حمایت کرتا ہے۔ اپنی وضاحت کے لیے ایک عملی مثال دیں۔

18.2 اے۔سی جنریٹر کے کام کرنے کے عمل کی وضاحت کریں۔ اس میں شامل پارٹس؛ الیکٹرومیگنیٹک انڈکشن کے کردار اور یہ آلہ کس طرح کرنٹ پیدا کرتا ہے جو اپنی سمت بدلتا رہتا ہے، کی وضاحت کریں۔

18.3 سٹیپ اَپ اور سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز کا موازنہ کریں۔ ٹرنز کی تعداد، وولٹیج، اور یہ فرق بھی شامل کریں کہ ہر ایک کہاں استعمال ہوتا ہے؟

5۔ حسابی سوالات

18.1 ایک کوائل جس میں 50 مضبوطی سے لپٹی ہوئی ٹرنز ہیں، اس میں میگنیٹک فلکس 0.3 Wb سے بڑھ کر 0.8 Wb ہو جاتی ہے، جبکہ وقت 0.4 s ہے۔ کوائل میں پیدا ہونے والی اوسط انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف معلوم کریں۔ (-62.5 V)

18.2 0.2 m ریڈیس اور 5 Ω رزسٹنس والا ایک گول لوپ، 0.5 T کے میگنیٹک فیلڈ کے عموداً رکھا گیا ہے۔ اگر فیلڈ 0.1 s میں صفر ہو جائے تو معلوم کریں:

(الف) انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف (ب) انڈیوسڈ کرنٹ اور اس کی سمت (فرض کریں فیلڈ پیپر کے اندر کی طرف ہے)

(0.63 V, 0.126 A)

18.3 ایک ٹرانسفارمر میں پرائمری ٹرنز کی تعداد 500 اور سیکنڈری ٹرنز کی تعداد 100 ہے۔ اگر پرائمری وولٹیج 220 V ہو تو معلوم کریں:

(الف) سیکنڈری وولٹیج (ب) یہ ٹرانسفارمر سٹیپ اَپ ہے یا سٹیپ ڈاؤن؟

(44 V, سٹیپ ڈاؤن $(V_s < V_p)$)

18.4 ایک سٹیپ اَپ ٹرانسفارمر میں ٹرنز کا تناسب 2:100 ہے۔ اگر پرائمری کوائل پر 25 V لگائی جائے تو سیکنڈری وولٹیج کیا ہوگی؟

(1250 V)

18.5 ایک سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں ٹرنز کا تناسب 100:5 ہے۔ اگر پرائمری کوائل پر 190 V A.C وولٹیج لگائی جائے تو سیکنڈری کوائل میں سے گزرنے والی وولٹیج معلوم کریں۔ (9.5 V)

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

باب 19

نیوکلیئر فزکس
(NUCLEAR PHYSICS)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

- پروٹون نمبر (اٹامک نمبر) Z اور نیوکلیون نمبر (ماس نمبر) A کی تعریف کر سکیں اور نیوکلیئس میں نیوٹرونز کی تعداد معلوم کرنے کے قابل ہوں
- نیوکلائیڈ (Nuclide) کی اصطلاح پہچانیں اور نیوکلائیڈ کی علامت $^{A}_{Z}X$ استعمال کر سکیں
- آئسوٹوپ سے کیا مراد ہے، اس کی وضاحت کر سکیں اور بیان کر سکیں کہ ایک ایلیمنٹ کے ایک سے زیادہ آئسوٹوپس ہو سکتے ہیں
- نیوکلیئس سے ریڈی ایشن کے اخراج کو اچانک (Spontaneous) اور رینڈم (Ranom) کے طور پر بیان کر سکیں
- الفا پارٹیکلز، بیٹا پارٹیکلز اور گیما ریڈی ایشنز کی وضاحت کر سکیں۔
- الفا پارٹیکلز، بیٹا پارٹیکلز اور گیما ریڈی ایشنز کی پاور کے ترتیب وار فرق کو معیاری (Qualitatively) طور پر واضح کر سکیں
  (الف) نسبتی آیونائزنگ اثرات (Relative ionizing effects)
  (ب) نسبتی نفوذی پاور (Relative penetrating powers)
- الیکٹرک فیلڈز اور میگنیٹک فیلڈز میں الفا پارٹیکلز، بیٹا پارٹیکلز اور گیما ریڈی ایشنز کی ڈیفلیکشن کی وضاحت کر سکیں
- وضاحت کر سکیں کہ ریڈیو ایکٹیو ڈی کے (Radioactive decay) ایک غیر مستحکم (Unstable) نیوکلیئس میں تبدیلی ہے جس کے نتیجے میں عموماً الفا پارٹیکلز یا بیٹا پارٹیکلز یا گیما ریڈی ایشنز کا اخراج ہوتا ہے۔ (ریڈی ایشنز کی دیگر اقسام بھی موجود ہیں لیکن اس کلاس میں درکار نہیں ہیں)
- ڈی کے کی مساوات استعمال کر سکیں اور نیوکلائیڈ نوٹیشن (Nuclide notation) کا استعمال کرتے ہوئے الفا پارٹیکلز، بیٹا پارٹیکلز اور گیما ریڈی ایشنز کے اخراج کو ظاہر کر سکیں
- نیوکلیئر ری ایکشنز (فِشن اور فیوژن) کی وضاحت کر سکیں مثالوں کے ساتھ (فیوژن کو اس طرح بیان کر سکیں کہ دو چھوٹے نیوکلیائی (Nuclei) مل کر ایک بڑا نیوکلیئس بناتے ہیں اور انرجی خارج ہوتی ہے، اور یہ تسلیم کر سکیں کہ فیوژن ستاروں کے لیے انرجی کا بنیادی ذریعہ ہے)
- یہ تسلیم کر سکیں کہ ماڈے کو انرجی میں اور انرجی کو ماڈے میں تبدیل کیا جا سکتا ہے (اس طرح انرجی کنزرویشن کا قانون برقرار رہتا ہے)
- نیوکلیئر ری ایکشنز کے عمل میں خارج ہونے والی انرجی معلوم کرنے کے لیے مساوات؛ $E = mc^2$ کو استعمال کر سکیں
- ریڈیو ایکٹیو میٹیریل کی سرگرمی (Activity) بیان کر سکیں یونٹ ٹائم میں کاؤنٹس (Counts) کی صورت میں
- ہاف لائف کی تعریف کر سکیں اور اس کا اندازہ لگائیں کہ (ہاف لائف وہ وقت ہے جس میں کسی سیمپل (Sample) میں موجود آئسوٹوپ کے آدھے نیوکلیائی ڈی کے ہو جاتے ہیں۔ اس تعریف کو حسابی سوالات حل کرنے میں استعمال کر سکیں، جن میں ٹیبلز یا ڈی کے کے کروز (Curves) شامل ہو سکتے ہیں)
- کاربن ڈیٹنگ کے تصور کی وضاحت کر سکیں اور اس کا اطلاق کر کے مسائل حل کر سکیں۔

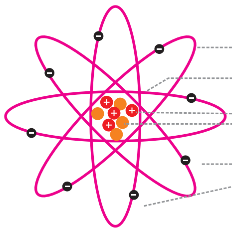
Web version of PECTAA textbook
Not for sale

- وضاحت کر سکیں کہ خارج ہونے والی ریڈی ایشنز کی اقسام اور آئسوٹوپس کی ہاف لائف یہ طے کرتی ہے کہ کون سا آئسوٹوپ کس ڈیوائیس میں استعمال ہو گا، جن میں شامل ہیں: (الف) گھریلو فائر (اسموک) الارمز (ب) بیکٹریا کو ختم کرنے کے لیے خوراک کو تابکاری کے زیرِ اثر لانا (ج) گیماریز کے ذریعے آلات کی جراثیم کشی (Sterilization) (د) مناسب ریڈی ایشنز استعمال کرتے ہوئے مٹیریلز کی موٹائی کی پیمائش اور کنٹرول (ہ) گیماریز استعمال کر کے کینسر کی شناخت اور علاج
- آئیونائزنگ نیوکلیئر ریڈی ایشنز کے زندہ مخلوقات پر اثرات بیان کر سکیں جن میں سیل کی موت، تبدیلیاں، اور کینسر شامل ہیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن سے کیا مُراد ہے

نیوکلیئر فزکس سائنس کی وہ شاخیں ہیں جو ہمیں مادّہ کے سب سے چھوٹے بنیادی اجزا کو سمجھنے میں مدد دیتی ہیں۔ نیوکلیئر فزکس ایٹم کے نیوکلیئس پر توجہ مرکوز کرتی ہے۔ جس میں پروٹونز اور نیوٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ یہ ریڈیوایکٹیویٹی، نیوکلیئر ری ایکشنز اور نیوکلیئر پاور پلانٹس میں انرجی کے اخراج جیسے اہم تصورات کی وضاحت کرتی ہے۔ ان شعبوں میں کی گئی ریسرچ نے میڈیسن، انرجی اور ٹیکنالوجی میں اہم اطلاقات (Applications) کو جنم دیا ہے۔ اس باب میں ہم ان بنیادی خیالات کا مطالعہ کریں گے اور سمجھیں گے کہ یہ ہمارے اردگرد کی دنیا کو کس طرح تشکیل دیتے ہیں۔

19.1 اٹامک نیوکلیئس (Atomic Nucleus)

اٹامک نیوکلیئس ایٹم کا مرکزی حصہ ہوتا ہے جو اس کے زیادہ تر ماس کو اپنے اندر رکھتا ہے (شکل 19.1)۔ یہ پروٹونز اور نیوٹرونز پر مشتمل ہوتا ہے، جنہیں مجموعی طور پر نیوکلیونز (Nucleons) کہا جاتا ہے۔ پروٹونز اور نیوٹرونز آپس میں مضبوط نیوکلیئر فورس کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ نیوکلیئس کا سائز پورے ایٹم کے سائز کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہوتا ہے۔



شکل 19.1: ایٹم کا خاکہ جس میں نیوکلیئس کے اندر، پروٹونز، نیوٹرونز اور الیکٹرونز کے آربٹس دکھائے گئے ہیں

چارج نمبر اور ماس نمبر (Charge Number and Mass Number)

ایٹمز پروٹونز، نیوٹرونز اور الیکٹرونز پر مشتمل ہوتے ہیں۔ چارج نمبر (Z) ہمیں بتاتا ہے کہ کسی ایٹم میں کتنے پروٹونز موجود ہیں، اور یہ ہر ایلیمنٹ کے لیے مختلف ہوتا ہے۔ اسے اٹامک نمبر بھی کہا جاتا ہے۔ یہی نمبر پیریاڈک ٹیبل میں کسی ایلیمنٹ کی پوزیشن اور اس کی کیمیکل خصوصیات کا تعین کرتا ہے۔ ماس نمبر (A) ایٹم کے نیوکلیئس میں موجود پروٹونز اور نیوٹرونز کی کل تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ چونکہ الیکٹرونز کا ماس بہت کم ہوتا ہے، اس لیے انہیں ماس نمبر میں شامل نہیں کیا جاتا۔ سائنس دان ماس نمبر کو ایٹم کے سائز، استحکام اور سٹرکچر کو سمجھنے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔ ایک نیوکلائیڈ کو ${}^{A}_{Z}X$ سے ظاہر کیا جاتا ہے، جہاں X اس کا کیمیکل سمبل (Chemical symbol) ہوتا ہے، سُپرسکرپٹ (Superscript) ماس نمبر A کو ظاہر کرتا ہے اور سبسکرپٹ (Subscript) چارج نمبر Z کو ظاہر

کیا آپ جانتے ہیں؟

نیوکلیئس میں موجود پروٹونز کی تعداد ہی کسی ایلیمنٹ کی پہچان ہوتی ہے۔ اگر پروٹونز کی تعداد بدل دی جائے تو ایلیمنٹ خود بدل جائے گا۔

دلچسپ معلومات

الیکٹرونز، پروٹونز کے مقابلے میں قریباً 1836 گنا ہلکے ہوتے ہیں، لیکن اس کے باوجود اپنے آربٹس میں نہایت تیزی سے حرکت کرتے ہیں، قریباً روشنی کی سپیڈ سے۔

ذہنی آزمائش

اگر پروٹونز ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں تو پھر اتنے زیادہ پروٹونز ایک چھوٹے سے نیوکلیئس میں اکٹھے کیسے رہتے ہیں؟ وہ بکھر کیوں نہیں جاتے؟ انہیں اکٹھا رکھنے والی فورس کون سی ہے؟

Web version of PECTAA textbook Not for sale

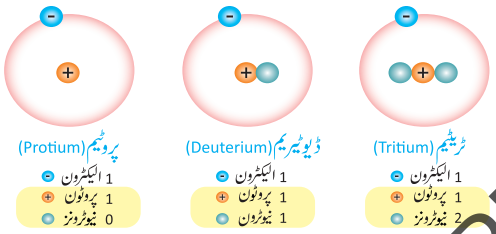
کرتا ہے۔کسی ایٹم کے نیوکلیس میں موجود نیوٹرونز کی تعداد کو معلوم کرنے کے لیے فارمولا؛ $N = A\text{-}Z$ استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال 20.1 نیوکلائیڈ $^{15}_{7}X$ میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کریں۔

حل: علامت سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ $Z = 7$ اٹامک نمبر (پروٹونز کی تعداد) $A = 15$ ماس نمبر (پروٹونز + نیوٹرونز)
چونکہ پروٹونز کی تعداد 7 ہے، اس لیے نیوٹرونز کی تعداد 8 ہوگی۔ لہٰذا یہ ایلیمنٹ نائٹروجن-7 کا ایک آئسوٹوپ ہے، اور اسے $^{15}_{7}N$ لکھا جاتا ہے۔

19.2 آئسوٹوپس (Isotopes)

آئسوٹوپس کسی ایک ہی ایلیمنٹ کے وہ ایٹمز ہوتے ہیں جن میں پروٹونز کی تعداد ایک جیسی ہوتی ہے لیکن نیوٹرونز کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔ ایٹمز الیکٹریکل طور پر نیوٹرل ہوتے ہیں، یعنی ان میں پروٹونز اور الیکٹرونز کی تعداد برابر ہوتی ہے۔ اگر کوئی ایٹم الیکٹرونز حاصل کرے یا کھو دے تو وہ آئن بن جاتا ہے اور اس پر الیکٹرک چارج آ جاتا ہے۔ پروٹونز اور الیکٹرونز کی تعداد ایٹم کی کیمیکل خصوصیات کا تعین کرتی ہے، جبکہ نیوٹرونز کی تعداد اس کی نیوکلیئر خصوصیات، جیسے کہ سٹیبلیٹی (Stability) اور ریڈیوایکٹیویٹی کو متاثر کرتی ہے۔ آئسوٹوپس کی ایک عام مثال ہائیڈروجن ہے، جس کے تین آئسوٹوپس ہوتے ہیں، جیسا کہ شکل 19.2 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 19.2: ہائیڈروجن کے آئسوٹوپس

$^{1}_{1}H$ میں 1 پروٹون اور 0 نیوٹرونز ہوتے ہیں۔

$^{2}_{1}H$ میں 1 پروٹون اور 1 نیوٹرون ہوتا ہے۔

$^{3}_{1}H$ میں 1 پروٹون اور 2 نیوٹرونز ہوتے ہیں۔

اگرچہ ان ہائیڈروجن آئسوٹوپس کا ماس مختلف ہوتا ہے، لیکن یہ کیمیکل طور پر ایک ہی طرح کا طرزِ عمل رکھتے ہیں۔ اسی طرح کاربن کے بھی تین آئسوٹوپس $^{12}_{6}C$ ، $^{13}_{6}C$ ، اور $^{14}_{6}C$ ہوتے ہیں، جن میں بالترتیب 6، 7 اور 8 نیوٹرونز ہوتے ہیں۔

19.3 ریڈیوایکٹیویٹی (Radioactivity)

ریڈیوایکٹیویٹی وہ عمل ہے جس میں غیر مستحکم (Unstable) ایٹمز مستحکم (Stable) ہونے کے لیے انرجی خارج کرتے ہیں۔ یہ انرجی ریڈی ایشنز کی صورت میں خارج ہوتی ہے، جو پارٹیکلز یا ویوز کی شکل میں ہو سکتی ہے۔ کچھ ایلیمنٹس قدرتی طور پر ریڈیوایکٹیو (Radioactive) ہوتے ہیں، جبکہ کچھ کو لیبارٹری میں ریڈیوایکٹیو بنایا جا سکتا ہے۔ ریڈیوایکٹیویٹی کو 1896 میں ہینری بیکرل (Henri Becquerel) نے دریافت کیا، اور بعد میں میری کیوری (Marie Curie) اور ارنسٹ ردرفورڈ (Ernest Rutherford) نے اس پر مزید تحقیق کی۔

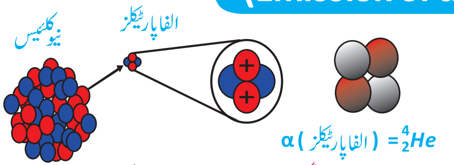
> **کیا آپ جانتے ہیں؟**
>
> میری اسکلودوسکا کیوری (Marie Sklodowska Curie) ایک فرانسیسی طبیعیات دان اور کیمیائی ماہر تھیں، وہ نوبل پرائز حاصل کرنے والی پہلی خاتون تھیں، اور واحد خاتون تھیں جنہوں نے دو نوبل پرائز حاصل کیے۔ یورینیم کی ریز پر تحقیق کے دوران انہوں نے نئے ایلیمنٹ دریافت کیے اور ان کے نام پولونیم اور ریڈیم رکھے۔

ایٹمز میں ایک نیوکلیس ہوتا ہے جو پروٹونز اور نیوٹرونز پر مشتمل ہوتا ہے، اور اس کے گرد الیکٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ بعض اوقات پروٹونز اور نیوٹرونز کے عدم توازن (Imbalance) یا اضافی انرجی (Excess energy) کی وجہ سے نیوکلیس غیر مستحکم ہو جاتا ہے۔ مستحکم ہونے کے لیے نیوکلیس ٹوٹتا ہے اور ریڈی ایشنز خارج کرتا ہے، اس عمل کو ریڈیوایکٹیو ڈیکے کہتے ہیں۔ یہ عمل قدرتی ہوتا ہے اور اسے کنٹرول نہیں کیا جا سکتا۔ یہ خود بخود اور رینڈم (Spontaneous and random) ہوتا ہے۔ اگرچہ کسی ایک ایٹم کے ٹوٹنے کا اندازہ نہیں کیا جا سکتا، لیکن بڑی تعداد میں ایٹمز کے لیے یہ عمل ایک باقاعدہ پیٹرن (Pattern) کے مطابق ہوتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

الفا، بیٹا اور گیما ریڈی ایشنز کا اخراج (Emission of α, β and γ Radiations)

ریڈیو ایکٹیوڈی کے دوران تین اقسام کی ریڈی ایشنز خارج ہوتی ہیں: الفا(α)، بیٹا (β) اور گیما (γ) ریڈی ایشنز، جن کی خصوصیات ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں۔



شکل 19.3: الفاپارٹیکلز کی نمائندگی

الفا پارٹیکلز (α) دراصل ہیلیم نیوکلیس ہوتے ہیں، جن میں 2 پروٹونز اور 2 نیوٹرونز شامل ہوتے ہیں (شکل 19.3)۔ ان پر +2e چارج ہوتا ہے ($1e = 1.6 \times 10^{-19}$ C)، اور یہ نسبتاً بڑے اور بھاری ہوتے ہیں [4 اٹامک ماس یونٹس (amu-u)]۔ اپنے بڑے سائز کی وجہ سے الفا پارٹیکلز کی داخل ہونے کی پاور (Penetration power) کم ہوتی ہے اور انہیں کاغذ کی ایک شیٹ یا چند سینٹی میٹر ہوا بھی روک سکتی ہے۔ تاہم ان کی آئیونائزنگ پاور (Ionizing power) بہت زیادہ ہوتی ہے، یعنی یہ جن ایٹمز سے ٹکراتے ہیں ان پر شدید اثر ڈالتے ہیں۔

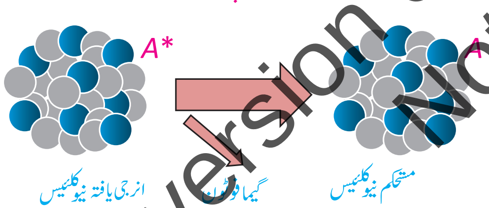
دلچسپ معلومات

الفا پارٹیکلز تین عام اقسام کی ریز میں سے سب سے بھاری اور سست ہیں۔ یہ کاغذ کی ایک شیٹ کو بھی عبور نہیں کر سکتے، لیکن اگر انہیں سانس کے ذریعے اندر نگل لیا جائے تو یہ شدید نقصان پہنچا سکتے ہیں۔

بیٹا پارٹیکلز (β) نیوکلیس سے نکلنے والے ہائی انرجی الیکٹرونز ${}^{0}_{-1}e$ یا پوزیٹرونز (Positrons) ${}^{0}_{+1}e$ ہوتے ہیں (شکل 19.4)۔ ان پر الیکٹرون کی صورت میں 1e- چارج اور پازیٹرون کی صورت میں 1e + چارج ہوتا ہے، اور ان کا ماس بہت کم ہوتا ہے۔ بیٹا ریڈی ایشنز کی داخل ہونے کی پاور درمیانے درجے کی ہوتی ہے۔ یہ کاغذ سے گزر سکتی ہیں لیکن چند ملی میٹر ایلومینیم اسے روک لیتا ہے۔ ان کی آئیونائزنگ پاور درمیانے درجے کی ہوتی ہے، یعنی یہ الفا پارٹیکلز سے کم لیکن گیما ریز سے زیادہ آئیونائزیشن پیدا کرتے ہیں۔

شکل 19.4: بیٹاپارٹیکلز کی نمائندگی

گیما ریڈی ایشن (Gamma Radiation) زیادہ انرجی کی الیکٹرومیگنیٹک ویوز (فوٹونز) پر مشتمل ہوتی ہے، اس لیے یہ بغیر ماس کے اور نیوٹرل ہوتی ہے (صفر چارج)۔ گیما ریز نیوکلیس کی انرجی کے کم ہونے (De-excitation) کے نتیجے میں خارج ہوتی ہیں (شکل 19.5)۔ گیما ریز کی کسی میٹیریل سے گزرنے کی پاور بہت زیادہ ہوتی ہے، جس کی وجہ سے یہ سیسہ (Lead) یا کنکریٹ جیسے موٹے میٹریلز سے بھی گزر سکتی ہیں۔ تاہم ان کی آئیونائزنگ پاور کم ہوتی ہے، یعنی یہ الفا اور بیٹا پارٹیکلز کے مقابلے میں بہت کم آئیونائزیشن پیدا کرتی ہیں۔



شکل 19.5: گیما ریڈی ایشن کی نمائندگی

آئیونائزنگ اثرات اور کسی میٹیریل سے گزرنے کی صلاحیت (Ionizing Effects and Penetrating Powers)

آئیونائزنگ اثرات

آئیونائزیشن اس عمل کو کہتے ہیں جس میں ریڈی ایشن ایٹمز سے الیکٹرونز نکال دیتی ہے، جس سے وہ آئن بن جاتے ہیں۔ کسی ریڈی ایشن کی آئیونائز کرنے کی صلاحیت اس کی انرجی اور چارج پر منحصر ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گیما ریز بغیر ماس اور چارج کے خالص الیکٹرومیگنیٹک انرجی ہیں وہ سب سے زیادہ نفوذ کرنے والی ریز ہوتی ہیں اور ان سے بچاؤ کیلئے موٹی لیڈ یا کنکریٹ کی تہ درکار ہوتی ہے۔

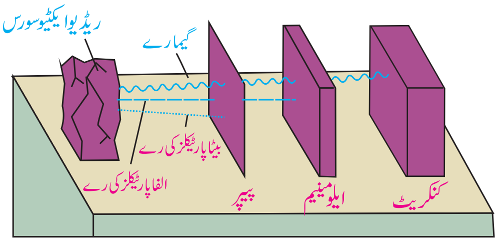
الفا (α) پارٹیکلز سب سے زیادہ آئیونائزنگ پاور رکھتے ہیں، کیونکہ ان کا سائز اور چارج زیادہ ہوتا ہے۔

بیٹا (β) پارٹیکلز درمیانی آئیونائزنگ پاور رکھتے ہیں، کیونکہ یہ الفا

Web version of PECTAA textbook Not for Sale

پارٹیکلز سے چھوٹے اور زیادہ تیز ہوتے ہیں۔

گیما (γ) ریز سب سے کم آئیونائزنگ پاور رکھتی ہیں، کیونکہ ان میں نہ چارج ہوتا ہے اور نہ ہی ماس۔



شکل 19.6: تین اقسام کی ریڈی ایشنز کی گزرنے کی پاور

میٹریل سے گزرنے کی صلاحیت (Penetrating Powers)

اس سے مراد یہ ہے کہ کوئی ریڈی ایشن کسی میٹریل میں جذب ہونے سے پہلے کتنی دور تک سفر کر سکتی ہے۔

الفا (α) پارٹیکلز سب سے کم گزرنے کی صلاحیت- کاغذ کی ایک شیٹ یا چند سینٹی میٹر ہوا بھی انہیں روک لیتی ہے۔

بیٹا (β) پارٹیکلز درمیانی گزرنے کی صلاحیت- کاغذ سے گزر سکتی ہیں لیکن چند ملی میٹر ایلومینیم انہیں روک لیتا ہے۔

گیما (γ) ریز سب سے زیادہ گزرنے کی صلاحیت- کاغذ، ایلومینیم اور حتیٰ کہ موٹا سیسہ یا کنکریٹ بھی عبور کر سکتی ہیں۔

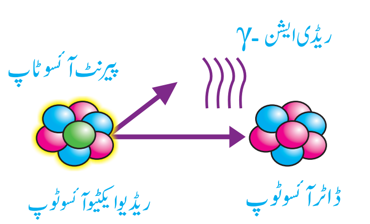
ان ریڈی ایشنز کی دیگر خصوصیات جیسے کمپوزیشن، چارج، ماس، آئیونائزنگ پاور، گزرنے کی صلاحیت اور فیلڈز میں ڈفلیکشن ٹیبل 20.1 میں دکھائی گئی ہیں۔ الفا (α)، بیٹا (β) اور گیما (γ) ریز کی گزرنے کی صلاحیت شکل 19.6 میں بھی واضح کی گئی ہے۔

ٹیبل 20.1: الفا، بیٹا اور گیما پارٹیکلز کا موازنہ

خصوصیت	الفا پارٹیکلز (α)	بیٹا پارٹیکلز (β)	گیما ریز (γ)
اجزا کی ترکیب	4 ہیلیم نیوکلیائی ($^{4}_{2}He$)	الیکٹرون ($^{0}_{-1}e$) اور پوزیٹرون ($^{0}_{+1}e$)	الیکٹرومیگنیٹک ویوز (فوٹونز)
چارج	+2e	-1e یا +1e	0
ماس	4 اٹامک ماس یونٹ	بہت کم	0
آئیونائزنگ پاور	زیادہ	معتدل	کم
گزرنے کی پاور	کم	معتدل	زیادہ
فیلڈز میں ڈفلیکشن	معمولی سا الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈ دونوں میں	الیکٹرک اور میگنیٹک فیلڈز میں واضح	کوئی ڈفلیکشن نہیں ہوئی

19.4 ریڈیو ایکٹو ڈیکے (Radioactive Decay)

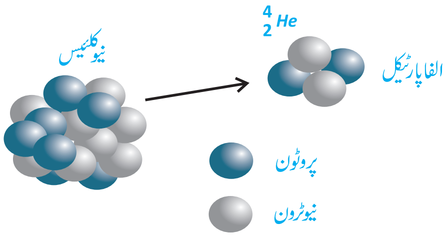
ریڈیو ایکٹو ڈیکے وہ عمل ہے جس میں غیر مستحکم ایٹمز مستحکم ہونے کے لیے ریڈی ایشن خارج کرتے ہیں۔ یہ ریڈی ایشنز یا تو پارٹیکلز کی صورت میں ہوتی ہے (الفا اور بیٹا) یا ویوز کی صورت میں (گیما ریز)۔ بعض ایٹمز کے نیوکلیئس میں نیوٹرانز بہت زیادہ یا بہت کم ہوتے ہیں، جس کی وجہ سے وہ غیر مستحکم ہو جاتے ہیں۔ مستحکم ہونے کے لیے وہ انرجی ریڈی ایشنز کی شکل میں خارج کرتے ہیں۔



شکل 19.7: ایک اصل آئسوٹوپ کا حاصل شدہ آئسوٹوپ میں تبدیل ہونا

Web version of PECTAA textbook Not for sale

شکل 19.7 ایک ریڈیوایکٹیو عمل کو ظاہر کرتی ہے جس میں پیرنٹ آئسوٹوپ (Parent isotope) ریڈی ایشن کے اخراج کے ذریعے ڈاٹر آئسوٹوپ (Daughter isotope) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔



شکل 19.8: الفا ڈی کے کی نمائندگی

1۔ الفا (α) ڈی کے کی مساوات (Alpha (α) Decay Equation)

الفا ڈی کے میں، ایک غیر مستحکم نیوکلیئس ایک الفا پارٹیکل (^4_2He) خارج کرتا ہے، جس سے اٹامک نمبر میں 2 کی کمی اور ماس نمبر میں 4 کی کمی ہو جاتی ہے (شکل 19.8)۔

جنرل مساوات :

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2He \quad \text{.............. (19.1)}$$

مثال (یورینیم-238 کا ڈی کے): $^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^4_2He$ + انرجی

2۔ بیٹا (β) ڈی کے کی مساوات (Beta Decay Equation)

بیٹا ڈی کے میں، ایک نیوٹران پروٹان میں تبدیل ہو جاتا ہے اور ایک بیٹا پارٹیکل (الیکٹرون) خارج ہوتا ہے۔

جنرل مساوات :

$$^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}\beta + \text{انرجی} \quad \text{.............. (19.2)}$$

مثال (کاربن-14 کا ڈی کے): $^{14}_6C \rightarrow {}^{14}_7N + {}^0_{-1}\beta$ + انرجی

3۔ گیما (γ) ڈی کے مساوات (Gamma Decay Equation)

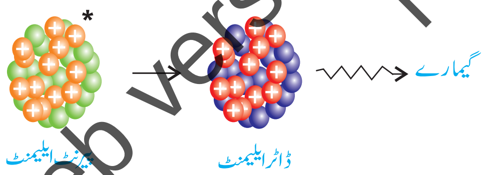
گیما ڈی کے میں، نیوکلیئس اضافی انرجی گیما رے (γ) کی صورت میں خارج کرتا ہے، بغیر پروٹونز یا نیوٹرونز کی تعداد بدلے (شکل 19.9)۔

جنرل مساوات :

$$^A_ZX^* \rightarrow {}^A_ZX + \gamma \quad \text{.............. (19.3)}$$

مثال (کوبالٹ-60 کا ڈی کے):

$$^{60}_{27}Co^* \rightarrow {}^{60}_{27}Co + \gamma$$



شکل 19.9: گیما ڈی کے کی نمائندگی

یہ مساواتیں ریڈیو ایکٹیو ڈی کے کے بنیادی عمل کو ظاہر کرتی ہیں، جو ہمیں یہ سمجھنے میں مدد دیتی ہیں کہ غیر مستحکم ایٹمز کس طرح مستحکم ایٹمز میں تبدیل ہوتے ہیں۔

مثال 20.2: یورینیم (U-238) کے الفا ڈی کے کے بعد بننے والے نیوکلیئس کا اٹامک نمبر اور اٹامک ماس معلوم کریں۔

حل:

الفا ڈی کے نیوکلیئر ری ایکشن :

$$^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + \alpha + \text{انرجی}$$

یورینیم-238 کے لیے نیوکلیئر ری ایکشن :

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{238-4}_{92-2}Y + {}^4_2He(\alpha) + \text{انرجی}$$

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Y + {}^4_2He(\alpha) + \text{انرجی}$$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

لہٰذا مطلوبہ نیوکلیئس کا اٹامک نمبر 90 اور ماس نمبر 234 ہے۔

ہر ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر منفرد ہوتا ہے۔ پیریاڈک ٹیبل (Periodic table) کے مطابق، نیا ایلیمنٹ تھوریم (Th) ہے جس کا $Z = 90$ ہے۔

اب مکمل نیوکلیئر ری ایکشن اس طرح سے لکھا جاسکتا ہے: $^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He(\alpha)$ + انرجی

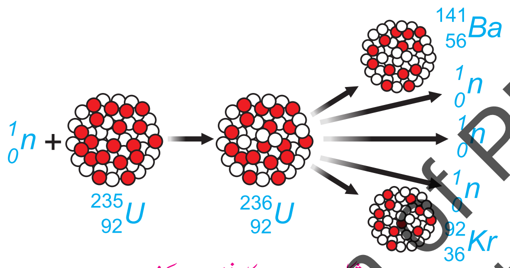
19.5 نیوکلیئر ری ایکشنز (Nuclear Reactions)

نیوکلیئر ری ایکشنز میں ایٹم کے نیوکلیئس میں تبدیلیاں ہوتی ہیں، جن کے نتیجے میں ایلیمنٹس کی ٹرانسفارمیشن (Transformation) ہوتی ہے اور انرجی خارج یا جذب ہوتی ہے۔ یہ ری ایکشنز کیمیکل ری ایکشنز سے مختلف ہوتے ہیں، کیونکہ کیمیکل ری ایکشنز میں صرف الیکٹرانز شامل ہوتے ہیں۔

نیوکلیئر ری ایکشنز کی دو اقسام ہیں:

1۔ فِشن ری ایکشن 2۔ فیوژن ری ایکشن

فِشن ری ایکشن (Fission Reaction)



شکل 19.10: نیوکلیئر فِشن ری ایکشن

فِشن ری ایکشن میں ایک بھاری نیوکلیئس، جیسے یورینیم - 235 نیوٹرون کی بمبارڈمنٹ (Bombardment) سے دو چھوٹے نیوکلیائی میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ اس عمل میں بہت زیادہ انرجی خارج ہوتی ہے اور اضافی نیوٹرونز بھی خارج ہوتے ہیں، جو چین ری ایکشن (Chain reaction) کا سبب بن سکتے ہیں۔ فِشن ری ایکشن نیوکلیئر پاور جنریشن اور ایٹمی ہتھیاروں دونوں کی بنیاد ہے۔ فِشن ری ایکشن میں ماس کا ایک بہت چھوٹا حصہ ایک بہت بڑی مقدار کی انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ نیوکلیئر فِشن پہلی بار 1939 میں اوٹو ہاہن (Otto Hahn) اور فرٹز سٹراسمان (Fritz Strassman) نے دریافت کی۔ انہوں نے مشاہدہ کیا کہ یورینیم کا نیوکلیئس ایک سست سپیڈ نیوٹرون جذب کرنے کے بعد قریباً دو برابر حصوں میں تقسیم ہو جاتا ہے (شکل 19.10)۔ اس عمل میں اضافی نیوٹرونز بھی خارج ہوتے ہیں، عام طور پر ہر فِشن ری ایکشن عمل میں دو یا تین، اور اوسطاً 2.5 نیوٹرونز فی ری ایکشن خارج ہوتے ہیں۔ یہ چین ری ایکشن نیوکلیئر پاور جنریشن اور اٹامک بمز میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{236}_{92}U^{*} \longrightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n + \text{انرجی} \qquad \text{.......... (19.4)}$$

نیوکلیئر فِشن ری ایکشن میں پروڈکٹس (Products) کا کل ماس اصل بھاری نیوکلیئس سے قدرے کم ہوتا ہے۔ یہ ضائع شدہ ماس انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے، جس سے قریباً 200 MeV انرجی ($1eV = 1.6 \times 10^{-19}$ J) فی فِشن ری ایکشن خارج ہوتی ہے، جو کیمیکل ری ایکشنز سے حاصل ہونے والی انرجی سے کہیں زیادہ ہے۔ مثال کے طور پر، 1 ٹن کوئلہ جلانے سے 3.6×10^{9} J انرجی خارج ہوتی ہے، جبکہ 1 کلوگرام یورینیم-235 کے فِشن سے قریباً 6.7×10^{13} J انرجی پیدا ہوتی ہے۔ فِشن کے دوران خارج ہونے والے

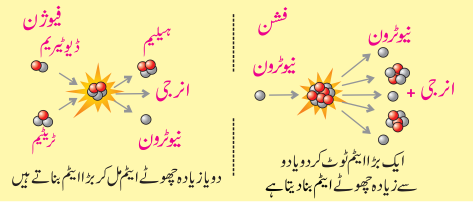
Web version of PECTAA textbook Not for sale

نیوٹرونز مزید ری ایکشنز کو متحرک کر سکتے ہیں، جس سے چین ری ایکشن بنتا ہے۔ اگر یہ کنٹرول نہ ہو تو بہت تیزی سے انرجی خارج ہوتی ہے، جس کے نتیجے میں دھماکا ہو سکتا ہے۔ تاہم نیوکلیئر ری ایکٹرز میں اس ری ایکشن کو اضافی نیوٹرونز جذب کر کے احتیاط سے کنٹرول کیا جاتا ہے، تاکہ انرجی کو محفوظ طریقے سے پاور جنریشن کے لیے استعمال کیا جا سکے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

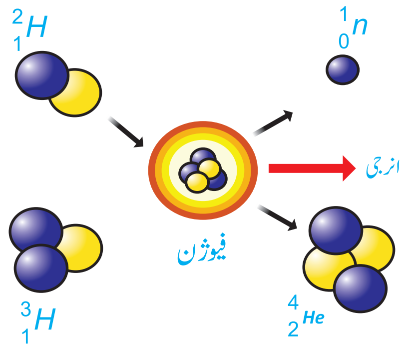
فشن بمقابلہ فیوژن

نیوکلیئر ری ایکشن جو بہت زیادہ انرجی پیدا کرتے ہیں مگر مختلف عوامل کے ذریعے



نیوکلیئر فیوژن (Nuclear Fusion)

نیوکلیئر فیوژن وہ عمل ہے جس میں دو یا زیادہ ہلکے نیوکلیائی؛ جیسے ہائڈروجن کے آئسوٹوپس آپس میں مل کر ایک بھاری نیوکلیئس بناتے ہیں، اور بہت زیادہ انرجی خارج ہوتی ہے (شکل 19.11)۔ یہ عمل انتہائی زیادہ ٹمپریچر اور سپیڈ پر ہوتا ہے، جہاں کچھ ماس انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ حاصل شدہ نیوکلیئس ہمیشہ اصل نیوکلیائی کے کل ماس سے ہلکا ہوتا ہے اور ضائع شدہ ماس انرجی میں بدل جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، جب ڈیوٹیریم اور ٹریٹیم کا فیوژن ہوتا ہے تو وہ ہیلیم (الفا پارٹیکل) بنتے ہیں اور انرجی خارج ہوتی ہے۔



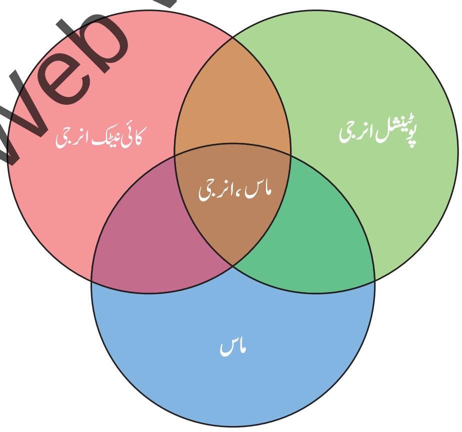
شکل 19.11: نیوکلیئر فیوژن ری ایکشن

$$^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + \text{انرجی} \quad \text{............} \quad (19.5)$$

سورج اور ستارے فیوژن ری ایکشنز کی وجہ سے روشن ہیں، جہاں چار ہائڈروجن نیوکلیائی مل کر ایک ہیلیم نیوکلیئس بناتے ہیں اور قریباً 25.7 MeV انرجی خارج ہوتی ہے۔ سورج کی کور (Core)، جس کا ٹمپریچر قریباً 20 ملین کیلون ہے، فیوژن کے وقوع پذیر ہونے کے لیے بہترین حالات فراہم کرتا ہے۔

19.6 ماڈّے اور انرجی کا باہمی تبادلہ (Interconversion of Matter and Energy)

ماڈّہ اور انرجی ایک دوسرے میں تبدیل ہو سکتے ہیں (شکل 19.12)۔ اس تصور کی وضاحت آئن سٹائن (Einstein) کی مساوات ($E=mc^2$) سے ہوتی ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ ماڈّہ کی بہت تھوڑی مقدار ایک بہت بڑی مقدار کی انرجی میں تبدیل ہو سکتی ہے، جیسا کہ نیوکلیئر فِشن اور نیوکلیئر فیوژن میں دیکھا جاتا ہے، جو نیوکلیئر ری ایکٹرز اور سورج کو انرجی فراہم کرتے ہیں۔ اسی طرح، انتہائی حالات میں انرجی بھی ماڈّے میں تبدیل ہو سکتی ہے؛ جیسے پارٹیکل ایکسلریٹرز (Particle accelerators) میں، جہاں زیادہ انرجی والے فوٹونز پارٹیکل۔اینٹی پارٹیکل جوڑے پیدا کرتے ہیں، جسے پیئر پروڈکشن (Pair production) کہا جاتا ہے۔ یہ عمل انرجی



شکل 19.12: مختلف انرجیز کی باہمی تبدیلی

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

کنزرویشن کے قانون کے مطابق ہوتا ہے، جس کے مطابق کسی آئسولیٹڈ سسٹم (Isolated system) میں کل انرجی، بشمول ماس انرجی، مستقل رہتی ہے۔ ماڈے کو انرجی میں اور انرجی کو ماڈے میں تبدیل کرنے کی صلاحیت کائنات، ستاروں اور اٹامک پارٹیکلز کو سمجھنے میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے۔ نظریاتی طور پر ماڈہ کا صرف ایک گرام اتنی انرجی میں تبدیل ہو سکتا ہے جو کئی دنوں تک ایک شہر کو بجلی فراہم کر سکے۔

آئن سٹائن کی مساوات اور انرجی کیلکولیشن (Einstein's Equation and Energy Calculation)

آئن سٹائن کی مساوات $E = mc^2$؛ نیوکلیئر ری ایکشنز؛ جیسے فِشن اور فیوژن میں خارج ہونے والی انرجی معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ اس کے مطابق ماس m کی تھوڑی سی مقدار انرجی E میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ یہاں پر: انرجی E، ماس m اور روشنی کی سپیڈ $c = 3\times10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ نیوکلیئر ری ایکشنز میں حاصلات (Products) کا کل ماس تعاملات (Reactants) کے ماس سے تھوڑا کم ہوتا ہے۔ اس ضائع شدہ ماس کو ماس ڈیفیکٹ (Mass defect) "Δm" کہا جاتا ہے۔ مساوات؛ $E = mc^2$ استعمال کر کے خارج ہونے والی انرجی معلوم کی جا سکتی ہے۔ اگر $\Delta m = 1 \times 10^{-4}$ کلوگرام ہو تو:

$$E = (1\times10^{-4} \text{ kg}) \times (3\times10^8 \text{ m s}^{-1})^2 \; ; \; E = 9\times10^{12} \text{ J}$$

یونیفارم ماس سکیل (Uniform Mass Scale-u)

یونیفارم ماس سکیل (u) سے مراد اٹامک ماس یونٹ (u) ہے، جو ایٹمز اور مالیکیولز کے ماس کی پیمائش کے لیے ایک معیاری یونٹ کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔

$$1\text{u} = \frac{1}{12} \text{ حصہ کاربن-12 کے ماس کا } \approx 1.66605 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

مثال 20.3: نیوکلیئر فِشن ری ایکشن میں خارج ہونے والی انرجی

$${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3{}^{1}_{0}n + \text{انرجی}$$

حل:

یورینیم-235 کے فِشن کو مدِنظر رکھیں:

یہاں پر:

${}^{235}_{92}U$ کا ماس $= 235.0439$ u

نیوٹرون ${}^{1}_{0}n$ کا ماس $= 1.0087$ u

${}^{141}_{56}Ba$ کا ماس $= 140.9144$ u

${}^{92}_{36}Kr$ کا ماس $= 91.9262$ u

3 نیوٹرونز کا ماس $= 3\times1.0087 = 3.0261$ u

ماس ڈیفیکٹ ہوگا:

$\Delta m =$ حاصلات کا ماس - تعاملات کا ماس

$$\Delta m = (235.0439 + 1.0087) - (140.9144 + 91.9262 + 3.0261)$$

$$\Delta m = 236.0526 - 235.8667 = 0.1859 \text{ u}$$

خارج ہونے والی انرجی ہوگی:

$$E = \Delta m \times 931.5 \text{ MeV/u}$$

$$E = 0.1859 \times 931.5 = 173.2 \text{ MeV}$$

دلچسپ معلومات

نیوکلیئر پاور پلانٹس فشن کے عمل کو استعمال کرتے ہیں جس میں یورینیم جیسے بھاری نیوکلیائی ٹوٹ کر چھوٹے حصوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں اور اس عمل کے دوران انرجی خارج ہوتی ہیں جبکہ فیوژن نسبتاً زیادہ محفوظ اور صاف طریقہ ہے، لیکن اسے کنٹرول کرنا مشکل ہوتا ہے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

19.7 ہاف لائف (Half-Life)

ذہنی آزمائش

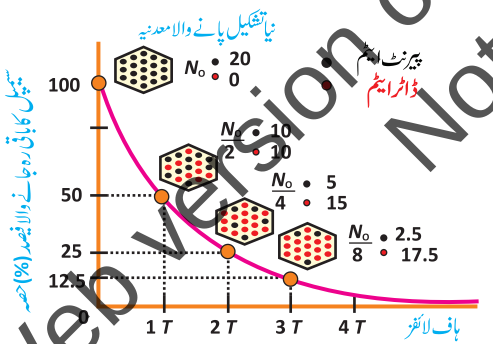
جب نیوکلیئر فشن کے دوران یورینیم کا نیوکلیس ٹوٹتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟ کیا یہ صرف دو ٹکڑوں میں ٹوٹ جاتا ہے یا اس کے ساتھ کوئی اور چیز بھی خارج ہوتی ہے؟

کسی ریڈیو ایکٹیو میٹیریل کی ایکٹیویٹی اس سپیڈ کو ظاہر کرتی ہے جس سے اس کے ایٹمز ٹوٹتے ہیں اور الفا، بیٹا یا گیما پارٹیکلز کی صورت میں ریڈی ایشنز خارج کرتے ہیں۔ یہ ہمیں بتاتی ہے کہ کسی مقررہ وقت میں کتنے ایٹمز ڈی کے ہوتے ہیں۔ ایکٹیویٹی کو بیکریل (Becquerels) میں ماپا جاتا ہے، جہاں 1Bq = 1 ڈس انٹگریشن فی سیکنڈ، یا کیوری (Curie) میں، جہاں $1Ci = 3.7 \times 10^{10}$ ڈس انٹگریشن فی سیکنڈ۔ کسی مادّہ کی ایکٹیویٹی کا انحصار اس میں موجود ریڈیو ایکٹیو ایٹمز کی تعداد اور ڈی کے کونسٹنٹ (λ) پر ہوتا ہے، جو اس کی ہاف لائف سے جڑی ہوتی ہے۔ جس میٹیریل کی ہاف لائف کم ہو، وہ تیزی سے ڈی کے ہوتا ہے اور اس کی ایکٹیویٹی زیادہ ہوتی ہے، جبکہ جس میٹیریل کی ہاف لائف زیادہ ہو، وہ آہستہ ڈی کے ہوتا ہے اور اس کی ایکٹیویٹی کم ہوتی ہے۔ سائنس دان ریڈیو ایکٹیویٹی کی پیمائش کے لیے گائگر کاؤنٹر (Geiger counter) اور سنٹی لیشن ڈی ٹیکٹرز (Scintillation detectors) جیسے آلات استعمال کرتے ہیں، جو ریڈی ایشن لیول کی نگرانی یا حفاظت کو یقینی بنانے اور میڈیسن، آرکیالوجی (Archaeology) اور نیوکلیئر فزکس جیسے شعبوں میں ریڈیو ایکٹیو ڈی کے کے مطالعے میں مدد دیتے ہیں۔

ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپ کی ہاف لائف وہ وقت ہے جس میں کسی سیمپل کے آدھے ریڈیو ایکٹیو ایٹمز ٹوٹ کر زیادہ مستحکم حالت میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔

یہ تصور سائنس دانوں کو یہ اندازہ لگانے میں مدد دیتا ہے کہ کوئی ریڈیو ایکٹیو سیمپل کتنی دیر تک فعال رہے گا، اور یہ نیوکلیئر پاور، طبی علاج اور دیگر استعمالات کے لیے نہایت اہم ہے۔

کسی دیے گئے نمونے میں ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپ کی مقدار وقت کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 19.13 میں دکھایا گیا ہے۔ وقت $t = 0$ پر موجود نیوکلیائی کی تعداد N_0 ہوتی ہے، اور وقت $t = T_{1/2}$ پر موجود نیوکلیائی کی تعداد $N = N_0/2$ ہو جاتی ہے۔ اسی طرح وقت $t = 2T_{1/2}$ پر $N = N_0/4$ اور آگے بھی اسی ترتیب سے کمی ہوتی رہتی ہے۔ اس مثال میں ریڈیو ایکٹیو میٹیریل کی مقدار N جو کچھ وقت t کے بعد باقی رہتی ہے، یوں دی جاتی ہے:



شکل 19.13: بیٹا ڈی کے ذریعے $^{99}_{43}Tc$ کا $^{99}_{44}Ru$ میں تبدیل ہونا

1 ہاف لائف کے بعد: $N_1 = \frac{1}{2}N_0$

2 ہاف لائف کے بعد: $N_2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 N_0$

3 ہاف لائف کے بعد: $N_3 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 N_0$

4 ہاف لائف کے بعد: $N_4 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2}N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 N_0$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ہاف لائف کی تعداد (n) درج ذیل تعلق سے معلوم کی جا سکتی ہے:

$$\text{ہاف لائف کی تعداد} = \frac{\text{کل گزرا ہوا وقت}}{\text{ہاف لائف}}$$

$$n = \frac{\Delta t}{T_{1/2}} \quad \text{............} \quad (19.6)$$

ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپس کی ہاف لائف (Half-Life of Radioactive Isotopes)

کسی ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپ کی ہاف لائف وہ وقت ہے جس میں اس کے آدھے ایٹمز ٹوٹ کر زیادہ مستحکم حالت میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ ہر آئسوٹوپ کی ایک مخصوص ہاف لائف ہوتی ہے جو کبھی تبدیل نہیں ہوتی، چاہے مادّے کی مقدار کتنی ہی ہو یا ارد گرد کے حالات جیسے بھی ہوں۔ مثال کے طور پر کاربن-14 جو ریڈیو کاربن ڈیٹنگ میں استعمال ہوتا ہے، اس کی ہاف لائف 5730 سال ہے، جبکہ یورینیم-238 کو آدھا ڈی کے ہونے میں قریباً 4.5 بلین سال لگتے ہیں۔ ریڈیو ایکٹو ڈی کے ایک تیزی سے بڑھنے یا گھٹنے والا پیٹرن (Exponential pattern)، یعنی ہر ہاف لائف کے بعد باقی رہنے والے میٹیریل کا صرف آدھا حصہ باقی رہتا ہے۔

ہاف لائف کا تصور کئی شعبوں میں بہت اہم ہے، جن میں آرکیالوجی (قدیم نوادرات کی عمر معلوم کرنا)، میڈیسن (تشخیص اور علاج کے لیے ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپس کا استعمال)، اور نیوکلیئر انرجی (ریڈیو ایکٹیو ویسٹ کو سنبھالنا) شامل ہیں۔ کسی میٹیریل کی ہاف لائف جان کر سائنس دان یہ اندازہ لگا سکتے ہیں کہ وہ میٹیریل کتنی دیر تک ریڈیو ایکٹیو رہے گا اور کتنی سپیڈ سے ڈی کے ہو گا۔

کاربن ڈیٹنگ (Carbon Dating)

کاربن ڈیٹنگ ایک سائنسی طریقہ ہے جو قدیم نامیاتی مادّوں، جیسے لکڑی، ہڈیوں اور خولوں، کی عمر معلوم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے، جو قریباً 50,000 سال پرانے ہو سکتے ہیں۔ یہ تکنیک کاربن-14 کے ریڈیو ایکٹیو ڈی کے پر مبنی ہے، جو کاربن کی ایک قسم ہے اور فضا میں پائی جاتی ہے۔

ذہنی آزمائش

اگر چٹان کی ایک ہی تہ میں پائے جانے والے دو فوسلز میں کاربن-14 کی مقدار قریباً برابر ہو، لیکن ایک فوسل تیزی سے زندہ رہنے والے جانوروں کا ہو اور دوسرا آہستہ زندہ رہنے والے جانوروں کا تو کون کون سا فوسل زیادہ پرانا ہو گا؟ یا کیا دونوں کی عمر ایک جیسی ہو گی؟

دلچسپ معلومات

کاربن-14 ایٹما سفیئر کی بالائی سطح میں مسلسل بنتا رہتا ہے جب کاسمک ریز نائٹروجن کے ایٹم سے ٹکراتی ہیں تو مطلب عمر ماپنے والی گھڑی اس وقت چلنا شروع ہو جاتی جب کوئی جاندار مر جاتا ہے۔

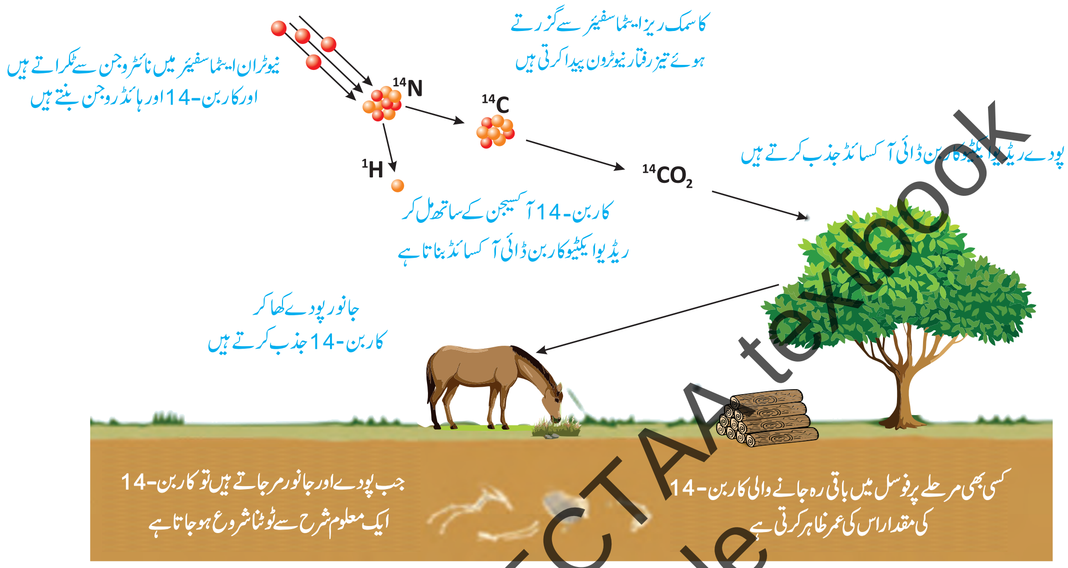
زندہ جاندار اپنی زندگی کے دوران مسلسل کاربن-14 جذب کرتے رہتے ہیں اور کاربن-12 کے ساتھ ایک متوازن حالت برقرار رکھتے ہیں۔ تاہم جب کوئی جاندار مر جاتا ہے تو وہ کاربن جذب کرنا بند کر دیتا ہے اور اس میں موجود کاربن-14 ایک مقررہ سپیڈ سے ڈی کے ہونا شروع ہو جاتا ہے، جس کی ہاف لائف قریباً 5730 سال ہے۔ کسی سیمپل میں باقی رہ جانے والے کاربن-14 کی مقدار پیمائش کر کے اور اسے اصل مقدار سے موازنہ کر کے، سائنس دان یہ اندازہ لگاتے ہیں کہ وہ جاندار کتنے عرصہ پہلے مرا تھا۔ کاربن ڈیٹنگ آرکیالوجی، جیالوجی اور اینتھروپولوجی (Enthropology) میں ایک نہایت اہم جزو ہے، جو محققین کو نوادرات، فوسلز اور قدیم باقیات کی عمر معلوم کرنے میں مدد دیتا ہے اور انسانی تاریخ اور

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

ماحولیاتی تبدیلیوں کے بارے میں اہم معلومات فراہم کرتا ہے۔
کاربن-14 کا ریڈیو ایکٹیو ڈی کے شکل 19.14 میں دکھایا گیا ہے۔

مزیدار حقیقت

کاربن-14 زمین کی فضا میں مسلسل بنتا رہتا ہے!



شکل 19.14: کاربن ڈیٹنگ

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

مثال 20.4: ہمارے پاس لیڈ-212 کا 50 ملی گرام کا سیمپل ہے۔ یہ بیٹا اور گیما کے اخراج کے ذریعے ڈی کے ہوتا ہے اور اس کی ہاف لائف 10.6 گھنٹے ہے۔ 53 گھنٹوں کے بعد خالص سیمپل کی کتنی مقدار باقی رہے گی؟

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $N_o = 50\ mg$ خالص لیڈ-212 کی ابتدائی مقدار

$T_{1/2} = 10.6\ h$ لیڈ-212 کی ہاف لائف

$t = 53\ h$ کل گزرا ہوا وقت

مطلوب: $N = ?$ باقی رہنے والی مقدار

ہاف لائف کی تعداد n درج ذیل تعلق سے دی جاتی ہے: $n = \Delta t / T_{1/2}$

قیمتیں درج کرنے سے:

$$n = \frac{53\ h}{10.6\ h}$$

$$n = 5$$

ہاف لائف کے بعد باقی رہنے والا اصل سیمپل: $N = (1/2)^n \times N_o$

قیمتیں درج کرنے سے:

$$N = \left[\frac{1}{2}\right]^5 x 50 mg$$

$$N = 1.56\ mg$$

لہٰذا 53 گھنٹوں یعنی 5 ہاف لائف کے بعد لیڈ-212 کی مقدار 1.56 mg باقی رہ جائے گی۔

19.8 نیوکلیئر ریڈی ایشنز کے اثرات اور استعمال (Effects and Uses of Nuclear Radiations)

آئیو نائزنگ ریڈی ایشنز (جیسے الفا، بیٹا اور گیما ریز) زندہ جانداروں پر اثر انداز ہو سکتی ہے کیونکہ یہ ایٹمز اور مالیکیولز، بشمول ڈی این اے کو تبدیل یا نقصان پہنچا سکتی ہیں۔ ریڈی ایشن کا اثر اس کی مقدار (Dose)، سامنا کرنے کا دورانیہ اور ریڈی ایشن کی قسم پر منحصر ہوتا ہے۔

نیوکلیئر ریڈی ایشنز کے اثرات (Effects of Nuclear Radiations)

1۔ زیادہ مقدار سیلز کو ہلاک کر سکتی ہے کیونکہ یہ ان کے ڈی این اے کو نقصان پہنچاتی ہے، اسی لیے ریڈی ایشن کو کینسر کے علاج (ریڈیو تھراپی) میں کینسر سیلز کو تباہ کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

2۔ ریڈی ایشنز ڈی این اے میں تبدیلیاں پیدا کر سکتی ہیں، کیمیکل بانڈز توڑ دیتی ہیں اور جینیٹک کوڈز (Genetic codes) کو تبدیل کر دیتی ہیں، جس کے نتیجے میں جینیاتی بیماری (Genetic disorder) یا موروثی بیماریاں پیدا ہو سکتی ہیں، خاص طور پر اگر ری پروڈکٹیو (Reproductive) سیلز متاثر ہوں۔

3۔ کم ڈوز کی طویل مدتی سامنا نارمل باڈی سیلز میں تبدیلی پیدا کر کے کینسر کے خطرے کو بڑھا دیتی ہے۔ مثال کے طور پر، سورج سے آنے والی زیادہ الٹرا وائلٹ ریڈی ایشنز جلد کے کینسر کا سبب بن سکتی ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

زیادہ انرجی والی گیما ریز ریڈیو تھراپی میں کینسر کے سیل کو نشانہ بنا کر انہیں تباہ کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ صحت مند سیلز کو نقصان سے بچانے کے لیے درستی اور احتیاط نہایت ضروری ہوتا ہے۔

4۔ قلیل مدتی شدید سامنا ریڈی ایشن کمزوری کا باعث بن سکتا ہے، جس سے متلی، قے، آرگن کا ناکارہ ہو جانا اور انتہائی صورتوں میں موت بھی واقع ہو سکتی ہے۔

نیوکلیئر ریڈی ایشنز کے استعمالات (Uses of Nuclear Radiations)

ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپ کے انتخاب کا انحصار اس کی ریڈی ایشن کی قسم اور ہاف لائف پر ہوتا ہے۔

1۔ **میڈیکل استعمالات:** کم ہاف لائف والے آئسوٹوپس ریڈیو تھراپی (Radiotherapy) اور امیجنگ (Imaging) میں استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ طویل مدتی ریڈی ایشن رِسک کم رہے۔

2۔ **انڈسٹریل استعمالات:** زیادہ ہاف لائف والے آئسوٹوپس پاور جنریشن، ریڈی ایشن ڈیٹیکٹرز اور میٹیریل ٹیسٹنگ میں استعمال ہوتے ہیں، جہاں طویل مدتی استحکام ضروری ہوتا ہے۔

نیوکلیئر ریڈی ایشن میڈیسن، انڈسٹری اور سائنٹیفک ریسرچ میں اہم کردار ادا کرتی ہے، لیکن نقصان دہ اثرات سے بچنے کے لیے اسے احتیاط سے ہینڈل کرنا ضروری ہے۔

3۔ **خوراک کو محفوظ رکھنے میں کوبالٹ-60 اور سیزیم-137:** ان آئسوٹوپس سے خارج ہونے والی گیما ریز خوراک میں موجود بیکٹیریا کو ختم کر دیتی ہیں، جس سے خوراک کا معیار متاثر کیے بغیر مدّتِ استعمال بڑھ جاتا ہے۔ کوبالٹ-60، جس کی ہاف لائف معتدل (5.27 سال) ہے، فوڈ انڈسٹری میں عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔

4۔ **جراثیم کشی میں کوبالٹ-60:** گیما ریڈی ایشنز میڈیکل آلات کو اسٹرلائز (Sterilize) کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہیں، جو بیکٹیریا اور وائرس کو ختم کرتی ہیں بغیر میٹیریلز کو نقصان پہنچائے۔

Web version of PECTAA textbook Not for sale

ریڈی ایشن سورسز (Radiation Sources)

1۔ **امیریکیئم-241 ($^{241}_{95}Am$) اسموک ڈیٹیکٹرز میں:** فائر الارمز میں استعمال ہوتا ہے، جہاں الفا پارٹیکلز ہوا کے مالیکیولز کو آئیونائز کرتے ہیں اور ایک الیکٹرک کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ جب دھواں داخل ہوتا ہے تو کرنٹ متاثر ہو جاتا ہے اور الارم بجنا شروع ہو جاتا ہے۔ اس کی طویل ہاف لائف (432 سال) اسے لانگ ٹرم استعمال کے لیے موزوں بناتی ہے۔

2۔ **میڈیسن میں کوبالٹ-60 اور آئیوڈین-131**

کوبالٹ-60 سے خارج ہونے والی گیما ریز ریڈیوتھراپی میں کینسر سیلز کو تباہ کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہیں، جبکہ آئیوڈین-131، جس کی ہاف لائف کم (8 دن) ہے، تھائیرائڈ کی تشخیص اور علاج میں استعمال ہوتا ہے تاکہ طویل مدتی ریڈی ایشنز کا سامنا کم سے کم رہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

نیوکلیئر پاور اور میڈیکل سکینز کے بغیر بھی ہم مختلف قدرتی ذرائع سے ریڈی ایشنز کا سامنا کرتے رہتے ہیں۔ یہ ریڈی ایشنز کاسمک ریز، چٹانوں اور حتیٰ کے کیلا (جس میں پوٹاشیم - 42 موجود ہوتا ہے) سے بھی خارج ہوتی ہیں۔

19.9 تابکاری کا سامنا (Radiation Exposure)

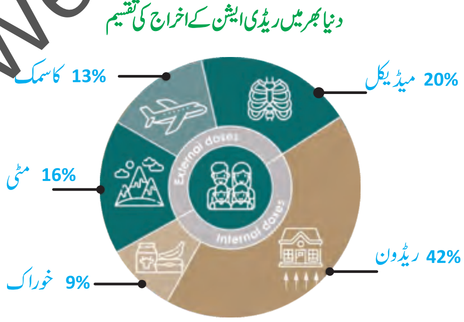
شکل 19.15: ریڈی ایشن کے اخراج کی وارننگ

تابکاری کا سامنا اس وقت ہوتا ہے جب کوئی شخص ریڈی ایشن کے رابطے میں آتا ہے، جو انرجی کی ایک قسم ہے (شکل 19.15)۔ یہ انرجی قدرتی ذرائع جیسے سورج اور زمین سے بھی آ سکتی ہے اور انسان کے بنائے ہوئے ذرائع جیسے ایکس رے مشینز اور نیوکلیئر پاور پلانٹس سے بھی۔ تھوڑی مقدار میں تابکاری عام طور پر محفوظ ہوتی ہے لیکن زیادہ تابکاری کا سامنا جسم کے سیلز (Cells) کو نقصان پہنچا سکتا ہے کیونکہ یہ سیلز کو متاثر کرتی ہے۔ اسی لیے تابکاری کو مفید مقاصد کے لیے استعمال کرتے وقت ہم حفاظتی اقدامات کرتے ہیں؛ جیسے حفاظتی لباس کا استعمال اور محدود سامنا کرنا۔

بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن (Background Radiation)

وہ ریڈی ایشن جو ہر وقت ہمارے اردگرد موجود ہوتی ہے، اسے بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن کہا جاتا ہے۔

یہ ماحول میں موجود مسلسل، کم سطح کی آئیونائزنگ ریڈی ایشن ہوتی ہے جو قدرتی اور انسانی ذرائع دونوں سے آتی ہے۔ اس میں خلا سے آنے والی کاسمک ریز، زمین کی کرسٹ (Crust) میں موجود ریڈیو ایکٹیو میٹیریلز، جیسے یورینیم اور ریڈون، اور حتیٰ کہ ہماری خوراک اور جسم میں موجود معمولی مقدار کی ریڈی ایشن بھی شامل ہے۔ انسانی سرگرمیاں، جیسے میڈیکل عوامل (ایکس ریز، سی ٹی اسکینز)، نیوکلیئر پاور پلانٹس اور ماضی کے نیوکلیئر تجربات بھی اس میں اضافہ کرتے ہیں۔ عام سطح پر بیک گراؤنڈ ریڈی ایشنز نقصان دہ نہیں ہوتیں، لیکن یہ ہماری دنیا کا ایک مستقل حصہ ہے، جو ہمیں قدرتی اور انسانی اثرات کی یاد دلاتی ہے جو ہمارے ماحول کو تشکیل دیتے ہیں (شکل 19.16)۔



شکل 19.16: ریڈی ایشن کے سورسز

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

ریڈی ایشنز کے سورسز (Sources of Radiations)

(الف) ریڈون گیس (Radon gas) ہوا میں

1۔ ریڈون گیس ایک الفا ایمیٹر (Alpha emitter) ہے۔

2۔ اگر ریڈون گیس بڑی مقدار میں پھیپھڑوں کے اندر سانس کے ذریعے داخل ہو جائے تو یہ خاص طور پر خطرناک ہوتی ہے۔

3۔ یہ گیس بے ذائقہ، بے رنگ اور بے بو ہوتی ہے، لیکن عام طور پر صحت کے لیے مسئلہ نہیں بنتی جب تک اس کی مقدار حد سے زیادہ نہ ہو۔

دلچسپ معلومات

زمین سے خارج ہونے والی ریڈون گیس، گھروں میں، خاص طور پر تہ خانوں میں داخل ہو سکتی ہے اور قدرتی بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن میں اضافہ کرتی ہیں۔ یہ نظر نہ آنے والی، بے بو، اور ریڈیو ایکٹیو ہے۔

(ب) چٹانیں اور عمارتیں (Rocks and Buildings)

1۔ قدرتی ریڈیو ایکٹیویٹی عمارتوں کے میٹیریلز میں پائی جا سکتی ہے، جن میں سجاوٹی چٹانیں، پتھر اور اینٹیں شامل ہیں۔

2۔ بھاری ریڈیو ایکٹیو عناصر، جیسے یورینیم اور تھوریم، زمین کی چٹانوں میں قدرتی طور پر موجود ہوتے ہیں۔

3۔ یورینیم ڈی کے (Uranium decay) کے عمل کے دوران ریڈون گیس پیدا کرتا ہے۔

(ج) خوراک اور مشروبات (Food and Drink)

1۔ خوراک اور پانی میں قدرتی طور پر پائے جانے والے ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپس کی تھوڑی مقدار موجود ہوتی ہے، جیسے پوٹاشیم-40 اور کاربن-14۔

2۔ یہ آئسوٹوپس پودوں اور جانوروں کے ذریعے جذب ہو جاتے ہیں اور استعمال کے ذریعے انسانی جسم میں داخل ہوتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کچھ کاسمک ریز جو زمین سے ٹکراتی ہیں، دور دراز گلیکسیز سے لاکھوں سال کا سفر طے کر کے آتی ہیں۔ یہ ریز جب ہمارے ایٹماسفیئر کے ایٹمز سے ٹکراتی ہیں تو بیک گراؤنڈ ریڈی ایشنز پیدا ہوتی ہیں۔

3۔ خوراک اور مشروبات سے حاصل ہونے والی ریڈی ایشن کی مقدار عموماً کم ہوتی ہے، لیکن مسلسل موجود رہتی ہے۔

(د) خلاء سے آنے والی کاسمک ریز (Cosmic Rays from Space):

آپ کی معلومات کے لیے

ایٹماسفیئر میں ریڈیو ایکٹیو میٹیریلز کے اخراج کے انسانوں پر اثرات

1۔ سورج اور دیگر ستارے ہر وقت بے شمار کاسمک ریز خارج کرتے ہیں، جن میں پروٹونز بھی شامل ہوتے ہیں۔

2۔ ان میں سے کچھ بہت زیادہ سپیڈ کے ساتھ زمین کے ماحول میں داخل ہو جاتی ہیں۔

3۔ جب یہ ہوا کے مالیکیولز سے ٹکراتی ہیں تو اس کے نتیجے میں گیما ریڈی ایشنز پیدا ہوتی ہیں۔

4۔ قلیل وقت میں ریڈی ایشنز کی زیادہ مقدار میں سامنا ریڈی ایشن کی بیماری کا باعث بن سکتی ہے، جس کی علامات میں متلی، الٹی، تھکن اور اعضاء کو نقصان شامل ہے۔

5۔ کم سطح کی ریڈی ایشنز کا طویل عرصے تک سامنا کینسر کے خطرے میں اضافہ کرتا ہے، خاص طور پر پھیپھڑوں، تھائیرائڈ (Thyroid) اور ہڈیوں میں۔

6۔ ریڈی ایشنز ڈی این اے کو نقصان پہنچا سکتی ہیں، جس سے جینیٹک (Genetic) تبدیلیاں پیدا ہو سکتی ہیں جو آنے والی نسلوں کو متاثر کر سکتی ہیں۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

7۔ ریڈیو ایکٹیو میٹیریلز ہوا، پانی، مٹی اور خوراک کو آلودہ کر سکتے ہیں، جس سے ماحول میں ریڈی ایشنز پھیلتی ہیں۔

8۔ ریڈیو ایکٹیو گرد و غبار (Dust) کا سانس کے ذریعے اندر جانا یا آلودہ پانی پینا جسم کے اندر تابکاری کے اثر کا سبب بنتا ہے، جس میں ریڈیو ایکٹیو پارٹیکلز جسم کے اندر رہ کر مسلسل ریڈی ایشنز خارج کرتے رہتے ہیں۔

9۔ اگر ریڈیو ایکٹیو میٹیریل کو محفوظ طریقے سے ذخیرہ یا استعمال نہ کیا جائے تو رساؤ (Leak)، بہاؤ (Spill) یا دھماکوں (Explosions) جیسے حادثات پیش آ سکتے ہیں۔

ذہنی آزمائش

کس قسم کی ریڈی ایشنز خلاء سے آتی ہیں اور ہوائی جہاز کے پائلٹوں کو متاثر کرتی ہیں، لیکن دیواروں کے پار کبھی نہیں جا سکتیں؟

10۔ نیوکلیئر پاور پلانٹس کے حادثات یا ناقص ویسٹ مینجمنٹ بڑے پیمانے پر تباہی کا سبب بن سکتے ہیں، جس سے معاشرے اور ایکو سسٹمز کو شدید نقصان پہنچتا ہے۔

11۔ ریڈیو ایکٹیو میٹیریل کو نیوکلیئر بموں **(Nuclear bombs)** میں غلط استعمال کیا جا سکتا ہے، جن میں روایتی دھماکا خیز میٹیریل کے ذریعے ریڈی ایشنز پھیلائی جاتی ہیں، جس سے خوف و ہراس اور طویل مدتی آلودگی پیدا ہوتی ہے۔

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

19.1 کسی ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر کس چیز کی نمائندگی کرتا ہے؟
(الف) نیوکلیئس میں نیوٹرونز کی تعداد (ب) نیوکلیئس میں پروٹونز کی تعداد
(ج) پروٹونز اور نیوٹرونز کی کل تعداد (د) الیکٹرونز اور نیوٹرونز کی تعداد

19.2 کون سی ریڈی ایشن پوزیٹیو طور پر چارج ہوتی ہے اور دو پروٹونز اور دو نیوٹرونز پر مشتمل ہوتی ہے؟
(الف) الفا(α) (ب) بیٹا(β) (ج) گیما(γ) (د) نیوٹرون اخراج

19.3 وہ عمل جس میں ایک غیر مستحکم نیوکلیئس ریڈی ایشن خارج کر کے زیادہ مستحکم نیوکلیئس میں تبدیل ہو جاتا ہے، کہلاتا ہے:
(الف) نیوکلیئر فیوژن (ب) نیوکلیئر فِشن (ج) ریڈیو ایکٹیو ڈیکے (د) آئسوٹوپس کا تبادلہ

19.4 نیوکلیئر فِشن میں شامل ہوتا ہے:
(الف) ہلکے نیوکلیائی کو ملا کر بھاری نیوکلیئس بنانا (ب) بھاری اٹامک نیوکلیائی کو چھوٹے نیوکلیائی میں تقسیم کرنا
(ج) پائیداری بڑھانے کے لیے گیما ریڈی ایشن جذب کرنا (د) ان میں سے کوئی نہیں

19.5 آئن سٹائن کی مساوات؛ $E=mc^2$ بیان کرتی ہے :
(الف) کیمیکل ری ایکشنز میں خارج ہونے والی انرجی (ب) ماس اور انرجی کی برابری
(ج) ریڈیو ایکٹیو ڈیکے کی سپیڈ (د) ماس کا مومینٹم میں تبدیل ہونا

19.6 درج ذیل میں سے نیوکلیئر ریڈی ایشن کا کون سا عملی استعمال ہے؟
(الف) مائیکرو ویو اوون میں کھانا پکانا (ب) میڈیکل امیجنگ اور کینسر کے علاج
(ج) سولر انرجی جنریشن (د) ہوائی جہازوں کے نیوی گیشن سسٹمز

19.7 بیک گراؤنڈ ریڈی ایشنز کا ایک اہم ذریعہ کون سا ہے؟
(الف) ہوا میں آکسیجن (ب) خلاء سے آنے والی کاسمک ریز
(ج) فضا میں ساؤنڈ ویوز (د) سورج سے آنے والی روشنی

Web version of PECTAA textbook Not for sale

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

19.1 سورج کو بنانے والے دو بنیادی عناصر کون سے ہیں؟

19.2 اٹامک نیوکلیس کی تعریف کریں۔اس کی دو اہم خصوصیات کون سی ہیں؟

19.3 الفا ریڈی ایشن بیٹا ریڈی ایشن سے کیسے مختلف ہے؟

19.4 سورج اور دیگر ستاروں کا بنیادی انرجی سورس کیا ہے؟

19.5 آئن سٹائن کی ماس-انرجی مساوات لکھیں۔

19.6 کاربن ڈیٹنگ کا اصول اور اس کا استعمال کیا ہے؟

19.7 نیوکلیئر فیوژن کی تعریف ایک مثال کے ساتھ کریں۔

19.8 بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن کیا ہے اور اس کے قدرتی ذرائع کون سے ہیں؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

19.1 اگر ایک ایٹم زیادہ تر خالی جگہ پر مشتمل ہے تو ہم ٹھوس اشیا کے اندر سے کیوں نہیں گزر جاتے یا دیواروں سے کیوں نہیں گزرتے؟

19.2 فرض کریں ایک نیا ریڈیو ایکٹیو ایلیمنٹ دریافت ہوا ہے۔ سائنس دان اس کی ہاف لائف ہزاروں سال انتظار کیے بغیر کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟

19.3 اگر گیما ریز نیوکلیئس میں پروٹونز یا نیوٹرونز کی تعداد نہیں بدلتی تو پھر بھی انہیں خطرناک کیوں سمجھا جاتا ہے؟

19.4 اگر آج ایٹماسفیئر میں کاربن-14 بننا بند ہو جائے تو مستقبل میں کاربن ڈیٹنگ کے استعمال پر کیا اثر پڑے گا؟

19.5 وضاحت کریں کہ بیک گراؤنڈ ریڈی ایشنز ہمارے ماحول میں ہمیشہ کیوں موجود رہتی ہیں، اور انسانی سرگرمیوں میں اتار چڑھاؤ کے باوجود کاسمک اور زمینی ذرائع کس طرح ایک دوسرے کو متوازن رکھتے ہیں۔

4۔ تفصیلی سوالات

19.1 ایٹم کی ساخت اس کی کیمیکل خصوصیات کو کیسے متعین کرتی ہے؟ پروٹونز، نیوٹرونز اور الیکٹرونز کی ترتیب کے حوالے سے وضاحت کریں۔

19.2 ریڈیو ایکٹیوڈی کے عمل کی وضاحت کریں اور یہ کیسے الفا، بیٹا اور گیما ریڈی ایشنز کے اخراج کا باعث بنتا ہے؟

19.3 ایک ہی ایلیمنٹ کے مختلف آئسوٹوپس کی کیمیکل خصوصیات ایک جیسی لیکن فزیکل خصوصیات مختلف کیوں ہوتی ہیں؟ وضاحت کریں۔

19.4 کاربن ڈیٹنگ کاربن-14 کا استعمال کر کے نوادرات کی عمر کیسے معلوم کرتی ہے؟ کاربن-14 کی ہاف لائف کے اثر کو مدِّ نظر رکھتے ہوئے اس کی اہلیت پر بحث کریں۔

19.5 بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن کے بڑے ذرائع کون سے ہیں، اور انسانی سرگرمیاں اس میں کس طرح حصہ ڈالتی ہیں؟

5۔ حسابی سوالات

19.1 $^{21}_{9}X$ میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کریں۔ [9 پروٹونز اور 12 نیوٹرونز]

19.2 ایک فوسل میں زندہ سیمپل کے مقابلے میں کاربن-14 کی مقدار 25% پائی گئی۔ فوسل کی عمر کتنی ہے؟ [≈11,460 سال]

19.3 ایک سیمپل میں ابتدا میں 400 گرام ریڈیو ایکٹیو آئسوٹوپ موجود ہے جس کی ہاف لائف 10 سال ہے۔ 30 سال بعد کتنی مقدار باقی رہے گی؟ [50 g]

19.4 ایک نیوکلیئر ری ایکشن میں 4 μg ماس انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ انرجی معلوم کریں۔ [360MJ]

19.5 420 دن میں پولونیم (Po) کا آٹھواں حصہ بغیر ڈی کے کے باقی رہتا ہے۔ پولونیم کی ہاف لائف معلوم کریں۔ [140 دن]

Web version of PECTAA textbook Not for sale

فزکس (ٹیک)-10

پیپرنگ سکیم/امتحانی پیپر تیار کرنے کے لیے ہدایات

فزکس (ٹیک) کلاس-10 کا پیپر 40 نمبر پر مشتمل ہوگا۔ اس پیپر کا وقت دو (02) گھنٹے (معروضی 15 منٹ اور انشائی طرز 1:45 گھنٹے) ہے۔ یہ پیپر درج ذیل ہدایات کے مطابق تیار کیا جائے گا:

معروضی طرز

سوال 1:

کتاب کے تمام متن میں سے دس (10) کثیر الانتخابی سوالات پوچھے جائیں گے۔ ہر باب میں سے ایک ایک کثیر الانتخابی سوال پوچھا جائے گا۔

انشائی طرز
(حصہ-اوّل)

یہ حصہ دو (02) مختصر جوابات کے سوالات پر مشتمل ہے۔ ہر مختصر جواب کا سوال کتاب کے متن میں سے پوچھا جائے گا۔ اس کی تفصیل اس طرح سے ہے:

سوال 2:

چھ (06) میں سے چار (04) مختصر سوالات کے جوابات دینے ہوں گے، جس کی تفصیل اس طرح سے ہے:

باب 10، 11، 12 اور 13 میں سے مختصر طرز کا ایک ایک سوال پوچھا جائے گا جبکہ باب 14 میں سے مختصر طرز کے دو سوالات پوچھے جائیں گے۔

سوال 3:

چھ (06) میں سے چار (04) مختصر طرز کے سوالات کے جوابات دینے ہوں گے۔ اس کی تفصیل اس طرح سے ہے:

باب 15، 16، 17 اور 18 میں سے ایک ایک مختصر طرز کا سوال پوچھا جائے گا جبکہ باب 19 میں سے مختصر طرز کے دو سوالات پوچھے جائیں گے۔

(حصہ-دوم)

یہ حصہ تین (03) تفصیلی سوالات پر مشتمل ہوگا، جس میں سے دو (02) سوالات کے جوابات دینے ہوں گے۔ ہر سوال کے سات (07) نمبر ہیں۔ ہر تفصیلی سوال کتاب کے متن میں سے پوچھا جائے گا۔ اس کی تفصیل اس طرح سے ہے:

سوال 4:

باب 10، 11، 12 اور 13 میں سے ایک تفصیلی سوال پوچھا جائے گا۔

سوال 5:

باب 14، 15 اور 16 میں سے ایک تفصیلی سوال پوچھا جائے گا۔

سوال 6:

باب 17، 18 اور 19 میں سے ایک تفصیلی سوال پوچھا جائے گا۔

نوٹ: اس حصے میں ہر سوال کے دو پارٹ ہوں گے۔ پارٹ (الف) کسی بھی باب سے پوچھا جائے گا اور پارٹ (ب) کسی دوسرے باب سے پوچھا جائے گا، نہ کہ اس باب سے جس سے پارٹ (الف) پوچھا گیا ہو۔ پارٹ (الف) کے تین (03) نمبر ہیں اور پارٹ (ب) کے چار (04) نمبر ہیں۔

Web version of PECTAA textbook
Not for sale

MODEL PAPER

Objective Type

Max. Marks: 10 — کل نمبر: 10

Time allowed: 15 Min. — وقت: 15 منٹ

نوٹ: ہر سوال کے چار ممکنہ جوابات A، B، C اور D دیے گئے ہیں۔ جو انتخاب آپ کے خیال میں درست ہے، اس سوال کے سامنے والے دائرے کو مارکر یا پین کی سیاہی سے بھریں۔ دو یا دو سے زیادہ دائروں کو کاٹنے یا بھرنے کی صورت میں جواب غلط تصور ہوگا۔

Note: Four possible answers A, B, C and D to each question are given. The choice which you think is correct, fill that circle in front of that question with marker or pen ink in the answer book. Cutting or filling two or more circles will result in zero mark in that question.

1. Select the correct answer. — 1- درست جواب کا انتخاب کریں۔

(1x10=10)

(i) مادّہ کی کون سی خصوصیت یہ بتاتی ہے کہ کوئی ٹھوس جسم اپنے ٹمپریچر میں تبدیلی سے پہلے کتنی حرارت جذب کر سکتا ہے؟

(i) Which property of matter determines how much heat a solid can absorb before its temperature changes significantly?

(a) Density ڈینسٹی (b) Specific heat capacity حرارت مخصوصہ
(c) Colour رنگ (d) Hardness مضبوطی

(ii) انتقالِ حرارت کے کون سے طریقے میں میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی؟

(ii) Which method of heat transfer does not require a medium?

(a) Conduction کنڈکشن (b) Convection کنویکشن
(c) Radiation ریڈی ایشن (d) Both (b) and (c) (b) اور (c) دونوں

(iii) ٹرانسورس ویو کے نچلے ترین مقام کو کیا کہتے ہیں؟

(iii) Which part of a transverse wave carry the lowest point?

(a) Crest کرسٹ (b) Trough ٹرف (c) Compression کمپریشن (d) Rarefaction ریرفیکشن

(iv) An example of a longitudinal wave is: لونگیٹیوڈنل ویو کی مثال ہے:

(a) Light wave روشنی کی ویو (b) Water wave پانی کی ویو (c) Sound wave ساؤنڈ ویو (d) Radiowave ریڈیو ویو

(v) روشنی کی ایک رے پانی سے ہوا میں داخل ہوتے ہوئے جھک جاتی ہے:

(v) A ray of light travelling from water to air bends:

(a) Towards the normal نارمل کی طرف (b) Away from the normal نارمل سے پرے
(c) At 90° to the normal نارمل پر 90° (d) Parallel to the normal نارمل کے متوازی

(vi) جب دو مخالف چارجز کو ایک دوسرے کے قریب لایا جاتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟

(vi) What happens when two unlike charges are brought close to each other?

(a) They attract وہ ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں (b) They repel وہ ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں
(c) They neutralize each other وہ ایک دوسرے کے اثر کو زائل کر دیتے ہیں (d) Nothing happens کچھ بھی نہیں ہوتا

(vii) Electromotive force is equal to: الیکٹرو موٹیو فورس برابر ہے:

(a) $Q = W/E$ (b) $Q = E/W$ (c) $E = W/Q$ (d) $E = Q/W$

Web version of PECTAA textbook Not for sale

(viii) One tesla (T) is equal to: ایک ٹیسلا (T) برابر ہے: (viii)

(a) $1T=1N\,Am^{-1}$ (b) $1T=1N\,A^{-1}\,m^{-1}$ (c) $1T=1N\,Am$ (d) $1T=1N^{-1}A^{-1}\,m$

(ix) سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں سیکنڈری کوائل میں ٹرنز کی تعداد ہوتی ہے:

(ix) In a step-down transformer, the number of turns in the secondary coil is:

(a) Greater than the primary coil پرائمری کوائل سے زیادہ (b) Equal to the primary coil پرائمری کوائل کے برابر

(c) Less than the primary coil پرائمری کوائل سے کم (d) Always zero ہمیشہ صفر

(x) کون سی ریڈی ایشن پوزیٹیو چارج رکھتی ہے اور دو پروٹون اور دو نیوٹران پر مشتمل ہوتی ہے؟

(x) Which type of radiation in positively charged and consists of two protons and two neutrons?

(a) Alpha الفا (b) Beta بیٹا (c) Gamma گیما (d) Neutron emission نیوٹران ایمشن

Subjective Type
(Part-I)

Max. Marks: 30 **کل نمبر: 30**

Time allowed: 1.45 Hours **وقت: 1:45 گھنٹے**

.2 کوئی سے چار (04) سوالات کے مختصر جوابات لکھیے۔

2. Write short answers to any four (04) questions: (2x4=8)

(i) ویپورائزیشن کی مخفی حرارت سے کیا مراد ہے اور اسے کیسے معلوم کیا جاتا ہے؟

(i) What is latent heat of vaporization and how is it calculated?

(ii) Enlist some applications of conduction. کنڈکشن کے چند اطلاقات کے نام لکھیں۔ (ii)

(iii) Wat is meant by wave front? ویوفرنٹ سے کیا مراد ہے؟ (iii)

(iv) How can noise pollution be controlled? شور کی آلودگی کو کیسے کنٹرول کیا جا سکتا ہے؟ (iv)

(v) ٹوٹل انٹرنل ریفلیکشن کی تعریف کریں۔ اس کے لیے کن شرائط کا ہونا ضروری ہے؟

(v) Define total internal reflection. What conditions are required for it to occur?

(vi) کریٹیکل اینگل کی تعریف کریں۔ خلاء کے لیے کریٹیکل اینگل کی قیمت کیا ہے؟

(vi) Define critical angle. What is the value of critical angle for vacuum?

.3 کوئی سے چار (04) سوالات کے مختصر جوابات لکھیے:

3. Write short answers to any four (04) questions: (2x4=8)

(i) روزمرہ زندگی میں الیکٹروسٹیٹکس کے چند اطلاقات کے نام لکھیں۔

(i) List some applications of electrostatics in daily life.

(ii) الیکٹرک پاور کی تعریف کریں اور اس کا فارمولا لکھیں۔

(ii) Define electric power and write its formula.

(iii) State the principle of D.C motor. ڈی۔سی موٹر کا اصول بیان کریں۔ (iii)

(iv) Define magnetic flux. میگنیٹک فلکس کی تعریف کریں۔ (iv)

Web version of PECTAA textbook
Not for Sale

(v) بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن کے چند ذرائع کے نام لکھیں۔

(v) Enlist some sources of background radiation.

(vi) الفا ریڈی ایشن بیٹا ریڈی ایشن سے کس طرح مختلف ہے؟

(vi) How does alpha radiation differ from beta radiation?

(Part-II)

4. Write detailed answers of any two (02) questions. **:کوئی سے دو (02) سوالات کے تفصیلاً جوابات لکھیے .4**

(2x7=14)

(الف) مائعات اور گیسز میں کنویکشن کے عمل کے ذریعے حرارتی انرجی کیسے منتقل ہوتی ہے؟ وضاحت کریں کہ کمرے میں ہیٹر کے ایک ہی جگہ پر پڑے رہنے سے سارا کمرہ کیسے گرم ہو جاتا ہے۔ **(3)**

(a) How heat energy is transferred by convection in liquids and gases? Explain how the whole room is heated by placing a heater at one place in the room. **(3)**

(ب) ایک آدمی ایک پہاڑی کے نزدیک اپنے ہاتھوں سے تالی بجاتا ہے اور 6 s کے بعد اس کی ایکو کو سنتا ہے۔ اگر ساؤنڈ کی سپیڈ 343 m s^{-1} ہو تو آدمی کا پہاڑی سے فاصلہ کتنا ہوگا؟ **(4)**

(b) A person claps his hands near a mountain and hears the echo after 6 s. If the speed of sound is 343 m s^{-1}, what is the distance of the mountain from the person? **(4)**

.5 (الف) دُور نظری سے کیا مراد ہے؟ اس کی وجوہات بیان کریں۔ **(3)**

5. (a) What is long sightedness? Discuss its causes. **(3)**

(ب) اپنے کمرے میں 100 W کا سیلنگ فین روزانہ 10 گھنٹے چلانے کی لاگت معلوم کریں۔ فرض کریں کہ ایک یونٹ کی قیمت 25 روپے ہے۔ **(4)**

(b) Calculate the one-month cost of using a 100 W ceiling fan for 10 hours dail in your room. Assume that the price of one unit is Rs. 25. **(4)**

.6 (الف) وضاحت کریں کہ کاربن ڈیٹنگ کس طرح کاربن-14 کا استعمال کرتے ہوئے نوادرات کی عمر کا اندازہ لگاتی ہے۔ اس کی قابل اعتمادیت پر بحث کریں، خصوصاً کاربن-14 کی ہاف-لائف کے اثر کو مدِّنظر رکھتے ہوئے۔ **(3)**

6. (a) Explain how carbon dating uses carbon-14 to estimate the age of artifacts. Discuss its reliability, considering the influence of carbon-14's half-life. **(3)**

(ب) ایک سٹیپ اپ ٹرانسفارمر میں ٹرنز کا تناسب 2:100 ہے۔ اگر پرائمری کوائل پر 25 V اے۔ سی وولٹیج لگائی جائے تو سیکنڈری وولٹیج کیا ہوگی؟ **(4)**

(b) A step-up transformer has a turn ratio of 2:100. If an alternating voltage of 25 V is applied to the primary coil, what will be the secondary voltage? **(4)**

Web version of PECTAA textbook
Not for sale