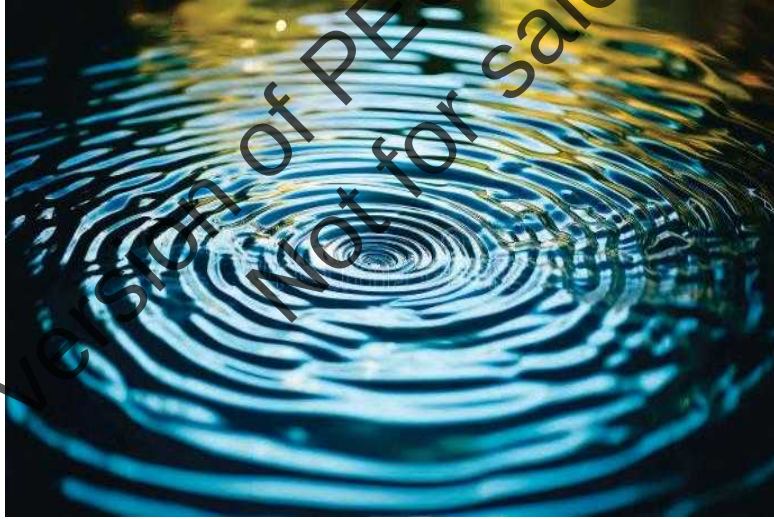


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

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

10

(ٹیک)



پنجاب ایجوکیشن، کریکولم، ٹریننگ اینڈ اسمنٹ اتھارٹی

تمام حقوق PECTAA، لاہور کے پاس محفوظ ہیں۔

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

مصنفین

پروفیسر

پروفیسر (فزکس)، بان بنگ یونیورسٹی، جنوبی کوریا
اسسٹنٹ پروفیسر، سینٹر فار ایڈوانسڈ سٹڈیز اینڈ فزکس،
گورنمنٹ کالج یونیورسٹی، لاہور

ڈاکٹر نوید افضل

پروفیسر (فزکس)، یونیورسٹی سائنسز ملائیشیا
ایسوسی ایٹ پروفیسر، سینٹر فار ایڈوانسڈ سٹڈیز اینڈ فزکس
گورنمنٹ کالج یونیورسٹی، لاہور

ایڈیٹر

• غلام اللہ (ایم فل فزکس)

ایکسٹرنل ریویو کمیٹی

• محمد علی شاہد • فیصل محمود • ڈاکٹر اریبہ صالح • عبدالحق بھٹی

سینئر جانچ کمیٹی

• ڈاکٹر مرید حسین • بابر ظہیر • حافظ حامد رضا • سچل ریویو کمیٹی • فیصل محمود • عبدالحق بھٹی • ڈاکٹر اریبہ صالح

تجرباتی ایڈیشن

• کوآرڈینیٹر • عبدالرؤف زاہد

• ڈائریکٹر (کریکولم اینڈ کمپلیمینٹس) • عامر ریاض • ڈپٹی ڈائریکٹر (کمپلیمینٹس سائنسز) • سید صغیر الحسنین لودھی

• انچارج (آرٹ سیل) • مسماٹ عائشہ صادق • لے آؤٹ اینڈ ڈیزائننگ • منیر احمد خالد

• تیار کردہ • ملک سراج الدین اینڈ سنز • کمپوزر • خبیب اقبال • محمد کاشف اقبال • (ایم فل فزکس) • (بی ایس آفز) فزکس

C 48، لوئر مال، لاہور

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	الیکٹرو سٹیٹکس	15
65	الیکٹریسٹی	16
81	الیکٹرو میگنیٹیزم	17
88	الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن	18
97	نیوکلیئر فزکس	19
i-iv	پیئرنگ سکیم / امتحانی پیپر تیار کرنے کے لیے ہدایات اور ماڈل پیپر	•

تھرمل فزکس (THERMAL PHYSICS)

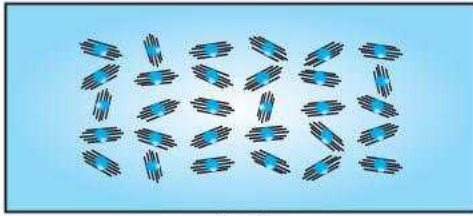
طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

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

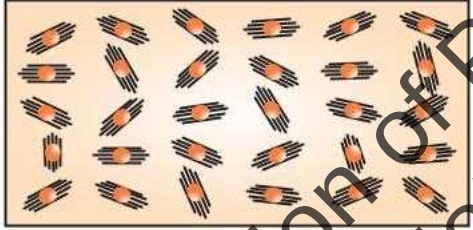
- ٹھوس اجسام کے حرارتی پھیلاؤ کو کیفیاتی طور پر بیان کریں، جس میں طویل پھیلاؤ اور والیوم میں پھیلاؤ دونوں شامل ہیں
- مانع کا حرارتی پھیلاؤ (حقیقی اور ظاہری پھیلاؤ) اور گیسز کے حرارتی پھیلاؤ کی وضاحت کریں
- گیس میں پریشر اور پریشر میں تبدیلی کو پارٹیکلز کے لحاظ سے بیان کریں، یعنی وہ فورس جو پارٹیکلز کی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

حرارت اور ٹمپرچر ہماری روزمرہ 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 ٹمپرچر کیسے بڑھتا یا گھٹتا ہے اور حرارتی انرجی ایک جسم سے دوسرے جسم تک کیسے پہنچتی ہے۔ فزکس کی یہ شاخ ٹمپرچر، انتقال تھرمل انرجی، مخصوص حرارتی گنجائش، مخفی حرارت اور بوائلنگ جیسے اہم تصورات کی سائنسی بنیادیں فراہم کرتی ہے۔ تھرمل فزکس کی بنیاد ہماری روزمرہ 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)



(الف)



(ب)

شکل 10.1: کسی جسم کے (الف) کم ٹمپرچر پر (ب) زیادہ ٹمپرچر پر پھیلاؤ کا پتہ چلتا ہے۔

حرارتی پھیلاؤ کسی جسم کی لمبائی، ایریا یا وولیم میں اضافہ ہے جو اسے حرارت دینے پر پیدا ہوتا ہے۔ جیسے ہی مادے کا ٹمپرچر بڑھتا ہے، اس کے مالیکیولز کا نیٹ انرجی حاصل کرتے ہیں، جس کے باعث وہ تیزی سے حرکت کرتے ہیں اور ایک دوسرے سے دور ہوتے ہیں۔ یوں جسم پھیل جاتا ہے، جیسا کہ شکل 10.1 (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کے برعکس جب مادہ ٹھنڈا ہوتا ہے تو مالیکیولز انرجی کھودیتے ہیں اور قریب آ جاتے ہیں، جس سے مادے میں سکڑاؤ پیدا ہوتا ہے۔ (شکل 10.1-الف)۔ اس عمل کو حرارتی سکڑاؤ کہا جاتا ہے۔

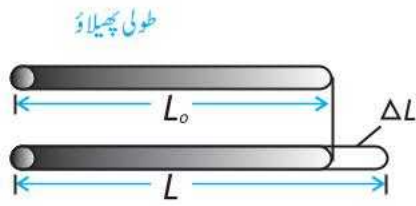
ٹھوس اجسام میں حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion in Solids)

جب ٹھوس اجسام کو حرارت دی جاتی ہے تو وہ پھیلتے ہیں اور یہ پھیلاؤ ایک وسیع ٹمپرچر تک قریباً مستقل رہتا ہے۔ ٹمپرچر میں تبدیلی کے ٹھوس کی لمبائی یا وولیم میں تبدیلی ہو سکتی ہے۔ اگر ٹھوس جسم کی لمبائی حرارت دینے سے تبدیل ہو جائے تو اسے طویل حرارتی پھیلاؤ کہتے ہیں۔ مثال کے طور پر شکل 10.2 میں دکھائی گئی میٹل کی سلاخ کی ابتدائی لمبائی L_0 کو ٹمپرچر T_0 تک گرم کیا جائے تو وہ پھیلنے لگتی ہے۔ جب میٹل کی سلاخ کو حرارت دے کر اس کا ٹمپرچر T تک بڑھا دیا جائے تو اس کی نئی لمبائی L ہو جاتی ہے۔ لہذا سلاخ کی لمبائی میں اضافہ یوں ہوگا:

$$\Delta L = L - L_0$$

اور ٹمپرچر میں اضافہ یوں ظاہر کیا جاتا ہے:

$$\Delta T = T - T_0$$



شکل 10.2: میٹل کی سلاخ میں طولی پھیلاؤ

مشاہدہ کیا گیا ہے کہ ٹھوس جسم کی لمبائی میں تبدیلی اس کی ابتدائی لمبائی

اور ٹمپریچر میں تبدیلی کے براہ راست متناسب ہوتی ہے۔ یعنی:

$$\Delta L \propto L_0 \Delta T$$

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T$$

$$\alpha = \Delta L / (L_0 \Delta T)$$

$$L - L_0 = \alpha L_0 \Delta T$$

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \dots\dots\dots (10.1)$$

ٹیبل 10.1: مختلف ٹھوس میٹریلز کے طولی پھیلاؤ کے کوائفی سینٹس

α (K ⁻¹)	میٹریلز
2.4 × 10 ⁻⁵	المینیم
1.9 × 10 ⁻⁵	پیتل
1.7 × 10 ⁻⁵	کاپر
1.2 × 10 ⁻⁵	سٹیل
1.93 × 10 ⁻⁵	فلور (چاندی)
1.3 × 10 ⁻⁵	سونا (گولڈ)
8.6 × 10 ⁻⁵	پلائیم
0.4 × 10 ⁻⁵	ڈنکسٹن
0.4 × 10 ⁻⁵	گلاس (پارکس)
0.9 × 10 ⁻⁵	گلاس (عام)
1.2 × 10 ⁻⁵	کنکریٹ

یہاں α کسی میٹریل کے طولی پھیلاؤ کا کوائفی سینٹ (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 مادے کی ابتدائی والیوم

V₀ اور اس کا ٹمپریچر T₀ ہے۔ جب اسے نئے ٹمپریچر T تک گرم کیا

جاتا ہے تو اس کا نیا والیوم یوں ہو گا:

$$\Delta V = V - V_0$$

اور ٹمپریچر میں اضافہ ہو گا:

$$\Delta T = T - T_0$$

طولی پھیلاؤ کی طرح والیوم میں پھیلاؤ بھی ابتدائی والیوم اور ٹمپریچر

میں تبدیلی کے براہ راست متناسب ہوتا ہے۔ یعنی:

$$\Delta V \propto V_0 \Delta T$$

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta T$$

$$V - V_0 = \beta V_0 \Delta T$$

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta T) \dots\dots\dots (10.2)$$

یہاں β کسی جسم کے والیوم میں پھیلاؤ کا کوائفی شینٹ ہے، جو یہ بتاتا ہے کہ کوئی ٹھوس جسم ٹمپرچر 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:

$$\beta = \frac{\Delta V}{V_0 \Delta T}$$

ٹھوس میٹریلز میں (مجموعی) منظم اور خاص ترتیب میں جڑے ہوتے ہیں۔ ٹمپرچر بڑھنے پر ایٹم زیادہ وابہریت 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۔

مانعات 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 بنادیتی 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، مانعات کی کوئی خاص شکل نہیں ہوتی، اس لیے وہ ٹمپرچر 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 کوائفی شینٹ پر ہوتا ہے، جو ہر میٹریل کے لیے منفرد ہوتا ہے۔ والیوم میں پھیلاؤ کو درج ذیل مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے:

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

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

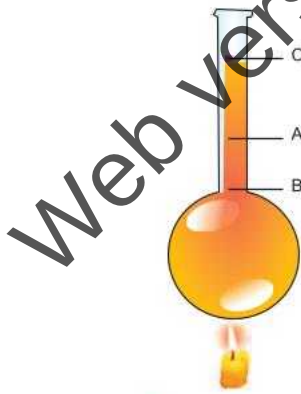
ΔT = ابتدائی والیوم ؛ V_0 = ٹمپرچر میں تبدیلی

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



شکل 10.3: مائع کا حرارتی پھیلاؤ

دلچسپ معلومات

مانعات 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 جنے کے دوران اس کے پھٹنے کا امکان ہوتا ہے۔

اور اس 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۔

$$BC = AC + AB$$

گیسز میں حرارتی پھیلاؤ (Thermal Expansion in Gases)

جب کسی گیس کا ٹمپرچر 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 ٹمپرچر بڑھتا ہے، گیس کے پارٹیکلز کی کائیٹک 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 ہے 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 پلکدار ہو، تو وہ پھیل جاتا 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 ٹمپرچر کے براہ 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 روزمرہ 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 پلسٹن 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 ٹمپرچر کے باعث ان کے اندر موجود گیس اپنی حد سے زیادہ پھیل کر دھماکے کا باعث بن سکتی ہے۔

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 کوائیفیٹینٹ (α) معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

$$\Delta L = 0.025 \text{ m} \quad \text{لمبائی میں تبدیلی}$$

$$L_0 = 1.5 \text{ m} \quad \text{ابتدائی لمبائی}$$

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

معلوم کرنا:

$$\alpha = ? \quad \text{طولی پھیلاؤ کا کوائیفیٹینٹ}$$

طولی پھیلاؤ کا فارمولا ہے:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T$$

فارمولا کو α کے لیے ترتیب دینے سے:

$$\alpha = \Delta L / (L_0 \Delta T)$$

قیمتیں درج کرنے پر سے:

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

$$\alpha = 0.025 / 225$$

$$\alpha = 1.11 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

10.2 مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity)

کسی میٹریل کو حرارت دینے کے لیے درکار انرجی میں تین عوامل مختصر ہوتے ہیں:

- 1- میٹریل کا ماس (Mass of the material)
- 2- ٹمپریچر میں تبدیلی (Change of temperature)
- 3- میٹریل کی نوعیت (Nature of the Material)

کچھ میٹریل دوسرے میٹریلز 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 الکحل کا ٹمپریچر بڑھانا آسان ہوتا ہے۔ اس تعلق

کو درج ذیل فارمولا سے ظاہر کیا جاتا ہے:

$$Q = m c \Delta T \quad \text{..... (10.4)}$$

جہاں پر: Q = تھرمل انرجی

m = میٹریل کا ماس

ΔT = ٹمپریچر میں تبدیلی

c = حرارت مخصوصہ



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

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

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

کیا آپ جانتے ہیں؟



جب میٹل اور لکڑی دونوں ایک ہی ٹمپرچر پر ہوں تو میٹل ٹھونسنے 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۔



ٹھوس کی مخصوص حرارتی گنجائش حرارت کی وہ مقدار ہے جو 1 kg ٹھوس کا ٹمپرچر 1°C بڑھانے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ وہ میٹریلز جن کی مخصوص حرارت زیادہ ہوتی ہے، جیسے لکڑی اور ربڑ، ان کا ٹمپرچر 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 کاربن جیسی دھاتوں کی حرارت مخصوصہ کم ہوتی ہے، یعنی یہ جلدی گرم اور جلدی ٹھنڈی ہو جاتی ہیں۔ اس وجہ سے انہیں کیتلیوں، ریڈی ایٹر اور ہیٹ انجینز میں استعمال کیا جاتا ہے۔

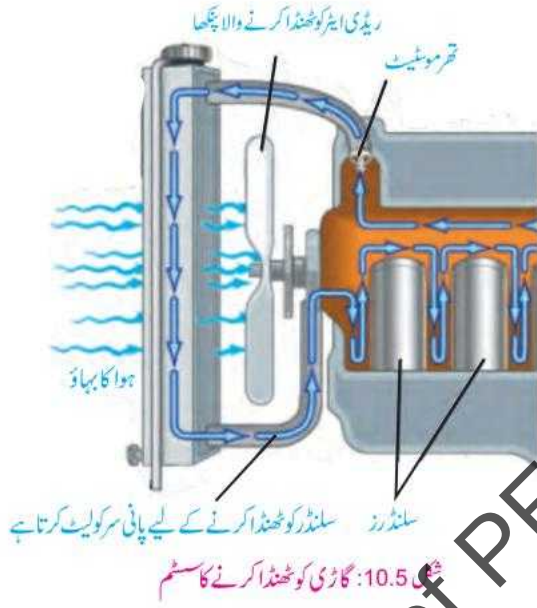
مائع کی مخصوص حرارتی گنجائش (Specific Heat Capacity of Liquids)

کسی مائع کی مخصوص حرارتی گنجائش حرارت کی وہ مقدار ہے جو 1 kg مائع کا ٹمپرچر 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 $4,200 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پانی بہت زیادہ حرارت کو جذب کر سکتا ہے جبکہ اس کا ٹمپرچر بہت کم بڑھتا ہے۔ اسی خاصیت کی وجہ سے پانی کو کولنگ سسٹمز، ہیٹنگ سسٹمز اور حرارتی ٹمپرچر برقرار رکھنے والے میٹریل کے طور پر استعمال کیا جاتا ہے۔ دوسرے مائع، جیسے الکحل اور مرکری کی حرارت 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 ٹمپرچر 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 $4,200 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ہے، جبکہ خشک مٹی کی مخصوص حرارتی گنجائش $810 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ ہے، لہذا مٹی پانی کی نسبت پانچ گنا زیادہ تیزی سے گرم ہوتی ہے۔ اسی وجہ سے زمین کا ٹمپرچر جلدی بڑھتا اور جلدی کم ہوتا ہے، جبکہ سمندری ٹمپرچر 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۔

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 جاسکے۔ 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 تھر موٹیٹ کے ذریعے بہتا ہے، جو پانی کی حرکت کو ٹمپریچر کے مطابق کنٹرول کرتا ہے۔ اگر پانی بہت گرم ہو جائے



تو تھر موٹیٹ اسے ریڈی ایٹر میں بھیج دیتا ہے۔ ریڈی ایٹر میں ایک فن یا پمپ 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 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۔

10.3 مخفی حرارت (Latent Heat)

مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو کسی مادے 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)

پگھلاؤ کی مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو 1 kg ٹھوس مادے کو اس کے میلنگ 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 مادہ پگھل نہ جائے، ٹمپریچر مستقل رہتا

$$Q = m L_f \dots\dots\dots (10.5)$$

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

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 $3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ 1 kg برف کو 0°C پر پانی بنانے کے لیے $3.36 \times 10^5 \text{ J}$ 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 $3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$ ہے۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: برف کا $m = 600 \text{ g} = 0.600 \text{ kg}$

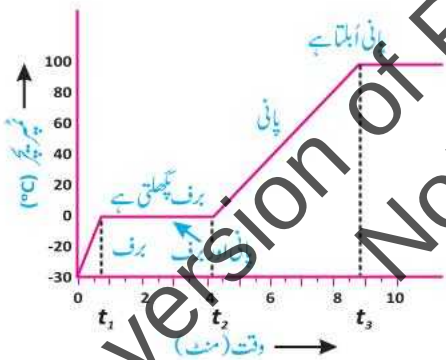
برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت $L_f = 3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$

درکار تھرمل انرجی $Q = ?$

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

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

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



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

تجربہ 1: اس تجربے میں چھوٹے برف کے ٹکڑے کو ایک بیکر میں رکھا جاتا ہے، اور ٹھنڈے پانی کو ماسٹر میں ڈال دیا جاتا ہے۔ حرارت بیکر کو گرم کرتی ہے، جس سے برف پگھلتی ہے اور کمپچر 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 ٹھنڈے پانی 0°C سے بڑھ کر 100°C تک ہو جاتا ہے۔ اس تبدیلی کے لیے درکار وقت بھی نوٹ کریں۔ وقت کے مقابلے میں ٹیمپریچر کا گراف بنائیں (شکل 10.6) اور حاصل شدہ ڈیٹا کی مدد سے برف کے پگھلاؤ کی مخفی حرارت کو معلوم کریں۔

ویپورائزیشن کی مخفی حرارت (Latent Heat of Vaporization)

ویپورائزیشن کی مخفی حرارت وہ تھرمل انرجی ہے جو 1 kg مائع کو اس کے بوائیٹنگ پوائنٹ پر بغیر ٹیمپریچر 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 ٹیمپریچر مستقل رہتا ہے جب تک کہ پورا مائع اوپن ریٹ 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

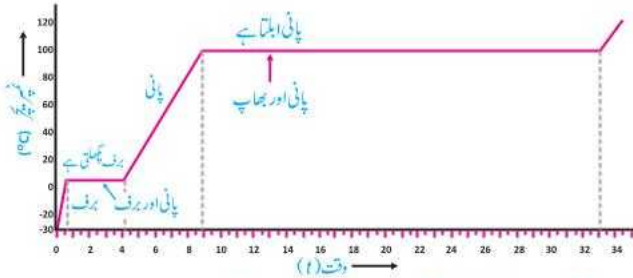
حرارت $2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ 1 kg پانی کو 100°C پر بھاپ میں تبدیل کرنے کے لیے کل درکار تھرمل انرجی $2.26 \times 10^6 \text{ J}$ ہے۔ پانی کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت ہے:

$$Q = mL_v \dots\dots\dots (10.6)$$

یہاں پر: L_v = ویپورائزیشن کی مخفی حرارت

Q = تھرمل انرجی

m = پانی کی کمیت



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

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

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

- 10.1 جب کاپر کی سلاخ کا ٹمپرچر بڑھایا جائے تو اس کی مہم کی (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 ٹمپرچر بڑھانے پر جس قدر بڑھتی ہے، اسے کس کا کوائفیٹینٹ 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 کھودیتے ہیں (ج) برتن کی دیواروں سے زیادہ بار بار زور سے ٹکراتے ہیں (د) تعداد میں کم ہو جاتے ہیں
- 10.4 کون سی خصوصیت یہ بتاتی ہے کہ کوئی ٹھوس میٹریل اپنی ٹمپرچر 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 ویپوریٹ ہو جاتا ہے (د) کم ٹمپرچر پر ابل 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؟

- 10.3 مختلف میٹریلز حرارتی پھیلاؤ کے مختلف رویے 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 گرم مائع 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 نظام کی پھیلاؤ میں سے کون سا بڑا ہوتا ہے؟
 10.3 مخصوص حرارتی گنجائش کی زیادہ ہوتی ہے، مائع یا گیس کی، اور کیوں؟
 10.4 الیکٹریسیٹی کی سپلائی کی تاروں میں 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 کی سطحیں مختلف ہوتی ہیں؟ 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 حرارت مخصوصہ سے کیا مراد ہے؟ پانی کی زیادہ حرارت مخصوصہ کے اثرات بیان کریں۔
 10.4 ٹھوس، مائع 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 کر کے 0.02 m بڑھ جاتی ہے۔ اس کے طولی پھیلاؤ کا کوائفی شینٹ معلوم کریں۔
 ($2.0 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$)
 10.2 ایک برتن میں 20°C پر 1 لیٹر پانی موجود ہے۔ اگر پانی کے والیوم کے پھیلاؤ کا کوائفی شینٹ 2.1×10^{-4} فی $^{\circ}\text{C}$ 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 مانی گئی ہے۔ اگر سٹیل کے کوائفی شینٹ کا طولی پھیلاؤ $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ہو تو 100°C پر اس کی لمبائی کیا ہو گی؟
 (2.002m)
 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 $450 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ہے۔
 (72 kJ)
 10.5 500 گرام برف کو 0°C پر پانی میں تبدیل کرنے کے لیے کتنی حرارت درکار ہو گی؟
 (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؟
 (2.26 MJ)
 (پانی کی ویپورائزیشن کی مخفی حرارت $2.26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ ہے۔)

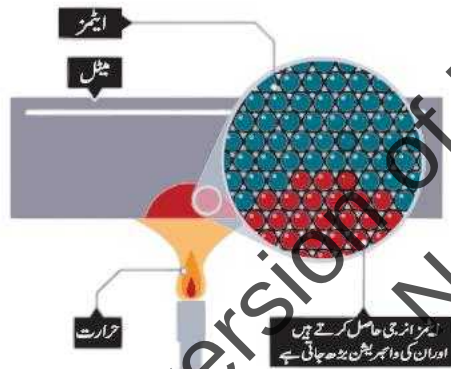
انتقال تھرمل انرجی (TRANSFER OF THERMAL ENERGY)

طلبہ کے مسائل پر تعلیم

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

- تمام ٹھوس اجسام میں تھرمل کنڈکشن کی وضاحت کر سکیں چاہے وہ اسٹی یا مائیکرونی کرشل (Lattice) ساخت کی وائبریشنز کی صورت میں ہو یا آزاد الیکٹرانز کی موشن کے ذریعہ دھاتی کنڈکٹرز میں ہو
- روزمرہ 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 ٹمپرچر برقرار رکھنے اور عمارتوں میں انتقال تھرمل انرجی کم کرنے کے لیے تھرمل انسولیشن کا استعمال
- مانعات اور گیسوں میں کنویکشن کی وضاحت کر سکیں ڈیفیوژن میں تھرمسٹک کی بنیاد پر، کنویکشن کو واضح کرنے والے تجربات کی وجہ بیان کر سکیں
- سمندری پانی میں کنویکشن کے عمل کی وضاحت کر سکیں 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 تبادلہ 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 کنڈکشن کے ذریعے فضاء میں بلند رہتے ہیں، اور گلابیڈرز کس طرح اوپر اٹھتے ہیں۔ (الف) کنویکشن کے ذریعے کمروں کی حرارت کو برقرار رکھنے کا عمل بیان کر سکیں گے (ب) گھریلو گرم پانی کے سسٹم کے طریقہ کار کی وضاحت کر سکیں
- ریڈی ایشن کے ذریعے انتقال تھرمل انرجی کے عمل کو بیان کر سکیں گے، اور یہ بھی جان سکیں گے کہ اس عمل کے لیے کسی مائع کی ضرورت نہیں ہوتی
- سطح کے رنگ اور سطح کی ساخت کا انفراریڈ ریڈی ایشن کے اخراج، انجذاب (Absorption)، اور رفلیکشن پر کیا اثر ہوتا ہے، اس کی وضاحت کر سکیں
- معیاری طور پر یہ بیان کر سکیں کہ کسی جسم کے ٹمپرچر 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

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 ٹمپرچر 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 انتقال تھرمل انرجی کے مختلف طریقوں کا مطالعہ کریں گے۔ جب دو اجسام مختلف ٹمپرچر کے ساتھ ایک دوسرے کے رابطے میں آتے ہیں تو تھرمل انرجی گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے۔ اس عمل کو انتقال تھرمل انرجی کہا جاتا ہے۔ جب تک دونوں اجسام کے درمیان ٹمپرچر 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 پر گرم ہو رہی ہو، یا گرم کافی کا کپ ٹھنڈا ہو رہا ہو، یا آگ میں رکھے گئے دھاتی سلاح کا ٹمپرچر بڑھ رہا ہو انتقال 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۔



شکل 11.1: میٹلز میں کنڈکشن کے لیے انتقال تھرمل انرجی

11.1 کنڈکشن (Conduction)

کنڈکشن وہ عمل ہے جس کے ذریعے حرارت کسی مادی کے پارٹیکلز کی وابہریٹری موشن سے منتقل ہوتی ہے، بغیر اس کے کہ میٹریل خود حرارت 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 وابہریٹ کرتے رہتے ہیں، جیسا کہ شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔

دلچسپ معلومات

ڈائمنڈ میٹل 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

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

حرارت میٹلز میں نان میٹلز کی نسبت جلدی کیوں منتقل ہوتی ہے؟

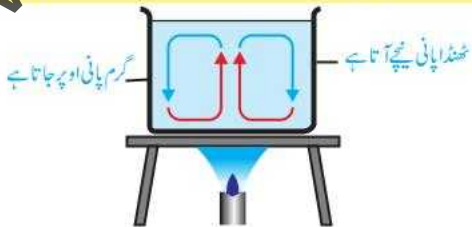
میٹلز میں فری الیکٹرونز (Free electrons) موجود ہوتے ہیں جو میٹریل کے اندر آسانی سے حرکت کر سکتے ہیں۔ یہ تیز رفتار الیکٹرونز حرارت کو بہت جلدی گرم حصے سے ٹھنڈے حصے تک لے جاتے ہیں۔ اسی وجہ سے میٹلز نان میٹلز کے مقابلے میں بہت زیادہ اچھی کنڈکٹر ہوتی ہیں اور ان میں حرارت کا پھیلاؤ زیادہ تیز ہوتا ہے۔

11.2 مائع اور گیسوں میں کنوئیکشن (Convection in liquids and Gases)

مائع اور گیسوں میں حرارت کو کنڈکشن کے ذریعے زیادہ موثر طریقے سے منتقل نہیں کرتیں، لیکن حرارت پھر بھی ان فلیوئڈز (Fluids) (مائع یا گیس) میں کنوئیکشن 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 اُٹھتی ہو جاتی ہے۔ گرم 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۔

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



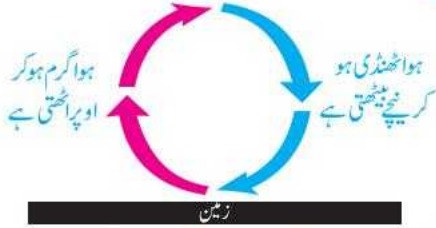
شکل 11.2: کنوئیکشن کرنٹس کے دوران گرم پانی اوپر کی جانب اور ٹھنڈا پانی نیچے کی جانب گھومتا ہے۔

تجربہ: (مائع میں کنوئیکشن 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 پونا شیم پر مینگنیٹ کے دو یا تین کرسل ڈالیں۔ ہم دیکھیں گے کہ شعلے کے اوپر والے حصے میں رنگ دار دھاریاں اوپر کی طرف اٹھتی ہیں، پھر بیکر کی دیواروں کے

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 کنوئیکشن کرنٹس کی حرکت کو ظاہر کرتی ہیں۔ لیکن جب برنز ہٹا دیا جاتا ہے تو یہ کنوئیکشن 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 آکر اس کی جگہ لیتا ہے۔

ہوا میں کنوئیکشن کرنٹس (Convection Currents in Air)



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

جب گیس 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 کنوئیکشن کرنٹس بنتے ہیں۔ اس عمل کو ایک سادہ تجربے سے بھی دکھایا جاسکتا ہے جیسا کہ شکل 11.3 میں دکھایا گیا ہے۔ کیا آپ اس عمل کی وضاحت کر سکتے ہیں؟ یہ عمل اُس وقت شروع ہوتا ہے جب سورج زمین کی سطح کو گرم کرتا ہے اور زمین کے قریب موجود ہوا کا ٹمپرچر 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 کنوئیکشن کرنٹس کہتے ہیں۔ یہ کنوئیکشن 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 متاثر کرنے میں بہت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔

کنوئیکشن کرنٹس کے استعمالات (Applications of Convection Currents)

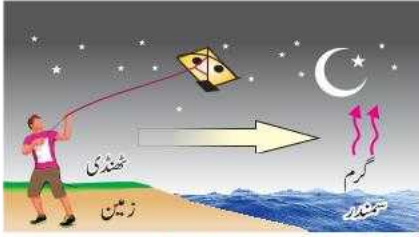
الیکٹرک، گیس یا کونکے کے ہیٹر سے پیدا ہونے والے کنوئیکشن کرنٹس گھروں اور کاروں کو گرم رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ سینٹرل ہیٹنگ سسٹمز بھی پوری عمارت میں حرارت پھیلانے کے لیے کنوئیکشن پر ہی انحصار کرتے ہیں۔ وسیع پیمانے پر، فطرت میں بھی کنوئیکشن کرنٹس خود بخود بنتے ہیں۔ فضا میں روزانہ ٹمپرچر میں ہونے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



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

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 کنوئیکشن ہے۔ دن کے وقت زمین کا ٹمپرچر 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۔

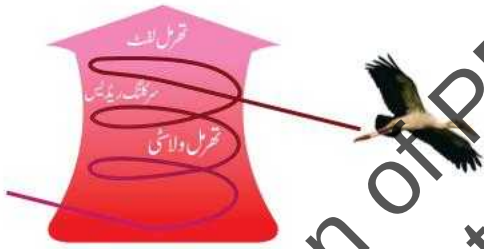


شکل 11.5: رات کے وقت زمینی ہوا زمین سے سمندر کی طرف چلتی ہے جبکہ گرم ہوا پانی سے اوپر کی طرف اٹھتی ہے۔



شکل 11.6: گلائڈر

گلائڈر ان گرم اوپر اٹھنے والی ہواؤں کا فائدہ اٹھاتا 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 اٹھنے کے ساتھ وہ بلندی حاصل کرتے رہتے ہیں۔ عقاب، باز اور گولڈ فینچ جیسے پرندے تھرملز کو استعمال کرنے میں خاص مہارت رکھتے ہیں۔ وہ تھرملز کی محنت سے بہت لمبے فاصلے طے کر لیتے ہیں اور انھیں بمشکل محسوس پروں کو پھڑپھڑانا پڑتا ہے (شکل 11.7)



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

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

سمندری پانی میں کنوئیکشن 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۔ ٹمپرچر کے فرق کی وجہ سے سمندر میں کنوئیکشن 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 اجزاء (Nutrients) اوپر آتے ہیں۔ یہ عمل سمندری جانوروں اور پودوں کی بقا کے لیے

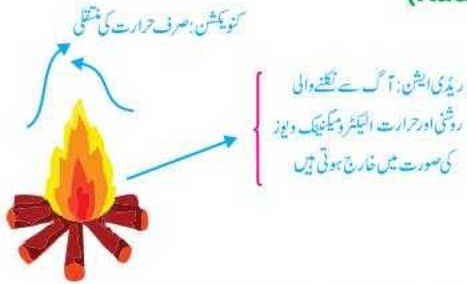
نہایت ضروری ہے، کیونکہ اس سے سمندر کی مختلف گہرائیوں میں آکسیجن اور غذا مناسب مقدار میں دستیاب رہتی ہے۔ اگر کنوئیکشن نہ ہوتا تو سمندر کی گہرائیوں میں آکسیجن کم ہو جاتی اور سطح کے پانی میں غذائی اجزاء کم پڑ جاتے، جس سے آبی نظام (Marine Ecosystem) کی زندگی مشکل ہو جاتی۔

11.3 ریڈی ایشن کے ذریعے انتقال 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 الیکٹرو میگنیٹک 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 انتقال تھرمل انرجی کسی بھی میڈیم کے بغیر الیکٹرو میگنیٹک ویوز کے ذریعے ہوتا ہے۔

آگ کے الاؤ سے حرارت (Radiation from a Fireplace)



شکل 11.8: تھرمل ریڈی ایشن کا الیکٹرو میگنیٹک ویوز میں تبدیل ہونا

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

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 ٹمپرچر
- سطح کا ایریا

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 اشیاء جیسا کہ دیواریں، چھت، فرش، فرنیچر وغیرہ حرارت خارج بھی کرتی ہیں اور جذب بھی کرتی ہیں۔ اگر کسی جسم کا ٹمپرچر اپنے آس پاس کی نسبت زیادہ ہو تو وہ زیادہ حرارت

خارج کرتا ہے اور کم حرارت جذب کرتا ہے۔ نتیجتاً اس کا ٹمپرچر کم ہوتا جاتا ہے یہاں تک کہ وہ ارد گرد کے ماحول کے ٹمپرچر کے برابر ہو جائے۔ دوسری طرف، اگر کسی جسم کا ٹمپرچر 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 آخر کار 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:



شکل 11.9: لیزلی کے کیوب سے ریڈی ایشن



شکل 11.10: ریڈی ایشن کے جذب ہونے کا موازنہ

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

جب کیوب (لیزلی) 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 مدم سیاہ سطح سب سے زیادہ حرارت خارج کرتی ہے (شکل 11.9)۔ اسی طرح مختلف سطیوں حرارت جذب کرنے میں بھی فرق رکھتی ہیں۔ مثال کے طور پر اگر مدم سیاہ سطح کا مقابلہ پالش شدہ یا چمکیلی سطح سے کیا جائے تو مدم سیاہ 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۔ اس 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 ایشن 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۔ مدم اور گہرے رنگ والی سطحیں انفراریڈ ریڈی ایشن کو بہت اچھی طرح جذب بھی کرتی ہیں اور خارج بھی کرتی ہیں۔ اسی وجہ سے مدم 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 میٹلوں، دھوپ میں بھی سیاہ سطحوں کے مقابلے میں ٹھنڈی رہتی ہیں۔ ساخت کا بھی اثر ہوتا ہے: کھردری سطحیں ریڈی ایشن کو زیادہ جذب اور زیادہ خارج کرتی ہیں، جبکہ ہموار (Smooth) سطحیں زیادہ تر ریڈی ایشن کو واپس رفلیکٹ کر دیتی ہیں، اس لیے وہ کم گرم ہوتی ہیں۔

سطح کے ٹمپریچر اور سطحی ایریا کا انتقال 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:

دلچسپ معلومات
سورج کی روشنی ہم تک ریڈی ایشن کے ذریعے پہنچتی ہے۔ یہ خالص انرجی ہے جسے ہوا کی ضرورت نہیں بلکہ خلا میں سفر کرتی 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

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۔

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 ایٹر زمیں بہت سی باریک پلیٹس یا فنز (Fins) بنائے جاتے ہیں۔ اس طرح زیادہ جگہ گھیر کے فیئر سطح کا ایریا بڑھ جاتا ہے، اور زیادہ حرارت ایک ساتھ خارج ہوتی ہے۔

لہذا زیادہ سطحی ٹمبریچر اور زیادہ دنوں 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



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



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)

دلچسپ معلومات

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

انتقال تھرمل انرجی کا ایک روزمرہ استعمال باورچی خانے کے برتنوں میں کھانا پکانے کے دوران سامنے آتا ہے۔ جب کوئی دھکی یا پتیل چولہے پر رکھی جاتی ہے تو حرارت کے انتقال کا 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)

2۔ تھرمل انسولیشن کے ذریعے مائع کا ٹمبریچر برقرار رکھنا

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 انتقال 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 دھکن انسولیٹنگ میٹریل جیسے پلاسٹک یا 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 ٹمبریچر پر برقرار رکھتا ہے۔

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



(ب) معلق چھت



(الف) ڈبل گلیزڈ کھڑکی

شکل 11.13: تھرمل انرجی کی منتقلی کو کم کرنا

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 معلق چھت (False ceiling) لگائی جائے (شکل 11.13-ب)، تو ہم حرارت کے نقصان کو کنٹرول 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 روکتی ہے۔

اس طرح ہیٹڈ 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 وینٹیلیشن (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 حصے کو اپنے اندر روک لیتا ہے، جس کی وجہ سے زمین کا ٹمپریچر زندگی کے لیے مناسب رہتا ہے۔



آپ کی معلومات کے لیے

گرین ہاؤس ایفیکٹ

سورج کی انرجی زمین کو گرم رکھتی ہے



کچھ واپس خلا میں ہٹ جاتی ہے

بعض واپس ماحول میں موجود

گرین ہاؤس گیسز کو روک رکھتی ہے

زمین پر تقریباً 60°F ہے۔

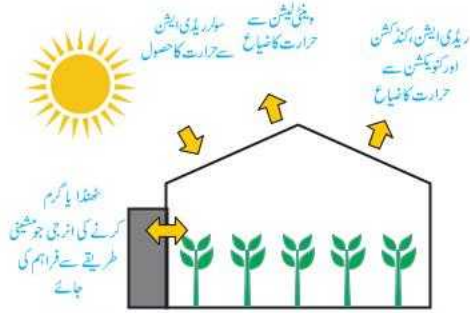
بدلتا ہوا جو یہ صرف 0°F رہ جائے گا۔

(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 انفرارڈ ایٹم، اور زیادہ ویولینگتھ والی انفرایڈ ریڈی ایشن شامل ہوتی ہے۔ شیشہ اور پلاسٹک جیسے شفاف میٹریلز کم ویولینگتھ والی شعاعوں کو اندر جانے دیتے ہیں، لیکن زیادہ ویولینگتھ والی انفرایڈ ایٹم کو باہر جانے نہیں دیتے۔ یعنی اندر حرارت بچھنس 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 رفلیکٹ 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 آکسائیڈ گرین ہاؤس ایفیکٹ کو بڑھا کر زمین کو گرم کر رہی ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ کاربن ڈائی آکسائیڈ ہماری فضا کا صرف 0.035% حصہ ہے اور یہ بہت کمزور گرین ہاؤس گیس ہے۔



شکل 11.14: گرین ہاؤس میں حرارت کی منتقلی کے طریقے

کیا آپ جانتے ہیں؟

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

زمین پر گرین ہاؤس ایلیکٹ (Greenhouse Effect on Earth)

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

1- کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

- 11.1 انتقال تھرمل انرجی کے کون سے طریقہ میں پارٹیکلز براہ راست جڑے ہوئے ہیں؟
(الف) کنویکشن (ب) ریڈی ایشن (ج) کنڈکشن (د) ایلیکٹ
- 11.2 مائع اور گیسوں میں کنویکشن کرنٹس کس وجہ سے بنتے ہیں؟
(الف) پارٹیکلز کی ہر سمت مسلسل حرکت 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 براہ راست رابطے سے
(ج) الیکٹرو میگنیٹک 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
(ج) شفاف اور باریک سطحیں
(ب) سیاہ اور گھردری سطحیں
(د) پالش شدہ سفید سطحیں

- 11.6 زمین کے ٹمپرچر 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 ٹمپرچر 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 جوابوں کے سوالات

- 11.1 انتقال تھرمل انزولی کے تین بنیادی طریقے کون سے ہیں؟
 11.2 میٹل میں حرارت کی منتقلی کے مقابلے میں جلد کیوں سفر کرتی ہے؟
 11.3 مائع اور گیسوں میں کنویکشن کے ذریعے حرارت کیسے منتقل ہوتی ہے؟
 11.4 کون سا قدرتی عمل زمین اور سمندری سطحیں پید ا کرتا ہے؟
 11.5 پرندے اور گلائڈرز 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 ٹمپرچر کو 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 ٹمپرچر ایک جیسا ہوتا ہے؟
 11.2 ٹھوس اجسام میں کنویکشن کیوں نہیں ہو سکتی، اور مائع و گیسوں میں کنویکشن کرنٹس ان کی کمزور حرارتی کنڈکٹیویٹی کی کیسے پوری کرتے ہیں؟
 11.3 گلائڈر اور پرندے، جیسا کہ عقاب بغیر پروں کو ہلے گھنٹوں فضا میں کیسے اڑتے ہیں؟ اس کے نیچے 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 انتقال تھرمل انزولی 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 ٹمپرچر 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 انزولی 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۔

باب 12

ویوز (WAVES)

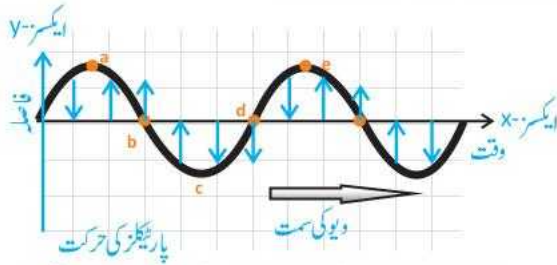
طلبہ کے حاصلات

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

- ثابت کریں کہ ویوز انرجی کو منتقل کرتی ہیں مگر میڈیم کو منتقل نہیں کرتیں
- وضاحت کریں کہ ویوموشن سے کیا مراد ہے [جیسا کہ (i) سپریمیشن، (ii) ڈیفریکشن، اور (iii) ڈیفریکشن کے تجربات سے ظاہر ہوتا ہے]
- ویوز کی اقسام بیان کریں؛ جیسا کہ (i) ٹرانسورس ویوز (ii) لمیٹیوڈل ویوز
- ویوز کی خصوصیات بیان کریں: ویو فرنٹ، ویو لیگتھ، فریکوینسی، ٹائم پیریڈ، کرسٹ (Crest)، ٹرف (Trough)، کمپریشن، ریٹرفیکشن ایمپلی ٹیوڈ، اور ویو سپیڈ کے لحاظ سے
- درج ذیل اصطلاحات کی تعریف کریں: فریکوینسی، ویو لیگتھ، ایمپلی ٹیوڈ
- یہ مساوات یاد کریں اور استعمال کریں: $v = f\lambda$
- مثالوں کے ساتھ واضح کریں کہ ٹرانسورس ویوز میں پارٹیکلز کی حرکت انتقال انرجی کی سمت کے عمود ہوتی ہے [مثالیں: الیکٹرو میگنیٹک ویوز، پانی کی سطح کی ویوز، سیمک ویوز (Seismic wave)]
- مثالوں کے ساتھ دکھائیں کہ لمیٹیوڈل ویوز میں پارٹیکلز کی حرکت انتقال انرجی کی سمت کے متوازی ہوتی ہے [مثالیں: سونڈ ویوز، سیمک پرائمری ویوز]

ویوز کا تصور یہ واضح کرتا ہے کہ ویوز ایک جگہ سے دوسری جگہ انرجی منتقل کرتی ہیں مگر میڈیم کو منتقل نہیں کرتیں۔ ہماری روزمرہ زندگی کے بے شمار مظاہر کو سمجھنے میں ویوز اہم کردار ادا کرتی ہیں۔ ہمارے ارد گرد ہر جگہ ویوز موجود ہوتی ہیں۔ ساکن جمیل 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 رویے کو کنٹرول کرتے ہیں۔ ہم بنیادی تصورات جیسے ایمپلی ٹیوڈ، ویو لیگتھ فریکوینسی، اور ویو سپیڈ کو بھی سمجھیں گے۔ تجربات اور روزمرہ مثالوں کے ذریعے ہم دیکھیں گے کہ ویوز ہماری زندگی پر کیسے اثر انداز 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)



شکل 12.1: ویوز میں پارٹیکلز کی وابہریشن جو ویوز کی سمت کے عموداً ہوتی ہے



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

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

اسی اصول کو سپرنگ میں ہونے والی (وابہریشنز) سے بھی سمجھا جاسکتا ہے۔ جب ایک لمبی کھینچ بولی سپرنگ کے ایک سرے کو چھوڑا جائے تو اس میں لوئگیٹیوڈل ویوز پیدا ہوتی ہیں، جیسا کہ شکل 12.4 میں دکھایا گیا ہے۔ سپرنگ میں کپریشن بننے ہیں (جہاں کوائلز آپس میں قریب ہوتے ہیں) ریر فیکشن بننے ہیں (جہاں کوائلز ایک دوسرے سے دور ہوتے ہیں)۔ یہ کپریشن اور ریر فیکشن سپرنگ کے ساتھ ساتھ آگے بڑھتے



شکل 12.4: ایک کھینچ ہوئے اسپرنگ میں لوئگیٹیوڈل ویوز



شکل 12.3: گٹار کی سٹرنگز میں وابہریشن 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 ویوموشن کو بہت واضح طور پر دکھاتا ہے اور بتاتا ہے کہ لوئگیٹیوڈل ویوز (جیسے ساؤنڈ ویوز) مادے میں کس طرح سفر کرتی ہیں۔

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



شکل 12.5: ریل ٹینک

ویوموشن کو سمجھنے کا ایک نہایت سادہ اور مؤثر طریقہ ریل 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 پھیلنے لگتی ہیں جو پانی کی سطح پر آگے کی طرف حرکت کرتے ہوئے نظر آتے ہیں جس سے پلین ویوز بنتی ہیں۔

12.2 ویوز کی اقسام (Types of Waves)

ویوز کی دو بنیادی اقسام ہیں:

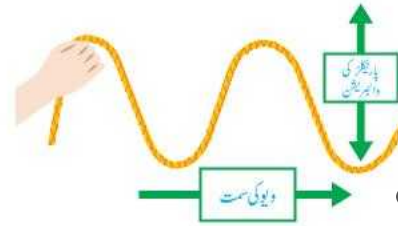
1- کمینیکل ویوز (Mechanical Waves)

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

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

2- الیکٹرو میگنیٹک ویوز (Electromagnetic Waves)

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



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

ویوز سمندروں، ہوا اور حتیٰ کہ خلا میں بھی انرجی منتقل کرتی ہیں۔ بغیر اس کے کہ وہ پارٹیکلز کو اپنے ساتھ لے جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



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



دلچسپ معلومات

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

الٹرا وائٹ ریز، ایکس ریز، گیماریز۔ ان ویوز کی ویولینتھ اور فریکوئنسی مختلف ہوتی ہے، لیکن خلاء میں یہ سب روشنی کی سپید سے سفر کرتی ہیں جو تقریباً 3,00,000 کلومیٹر فی سیکنڈ، یعنی $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔

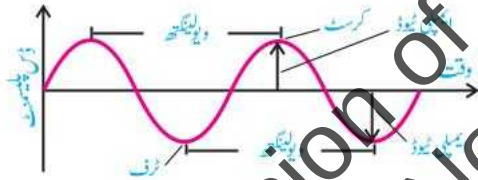
ان تمام الیکٹرو میگنیٹک ویوز کی رینج کو الیکٹرو میگنیٹک سپیکٹرم کہا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 12.7 میں دکھایا گیا ہے۔

الیکٹرو میگنیٹک سپیکٹرم



شکل 12.7: الیکٹرو میگنیٹک سپیکٹرم کے تمام اقسام

مکینیکل ویوز کی اقسام (Types of Mechanical Waves)



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

ذہنی آزمائش

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

مکینیکل ویوز کو بنیادی طور پر دو اقسام میں:

- 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 وابہریٹ کرتے ہیں۔

ٹرانسورس ویوز (Transverse Waves)

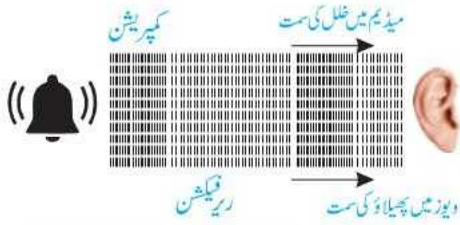
ٹرانسورس ویوز میں میڈیم کے پارٹیکلز ویو کی سمت کے عموداً وابہریٹ کرتے ہیں۔ یہ عمودی وابہریٹیشن انرجی کو میڈیم میں آگے منتقل کرتی ہے، لیکن پارٹیکلز خود ویو کے ساتھ آگے نہیں بڑھتے۔

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 نیچا 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 الیکٹرو میگنیٹک ریڈی ایشن ہے (جیسے روشنی، ریڈیو ویوز، ایکس ریز۔ ان میں الیکٹرون اور میگنیٹک فیلڈز انرجی کی سمت کے عموداً وابہریٹ کرتے ہیں۔

لوئگیٹیوڈنل ویوز (Longitudinal Waves)



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

لوئگیٹیوڈنل ویوز میں میڈیم کے پارٹیکلز اسی سمت کے متوازی (Parallel) وابہریٹ کرتے ہیں۔ ٹرانسورس ویوز کے برعکس، جہاں پارٹیکلز اوپر نیچے حرکت کرتے ہیں، لوئگیٹیوڈنل ویوز میں پارٹیکلز آگے پیچھے کرتے ہیں اور انرجی کی سمت کے ساتھ اسی راستے میں وابہریٹ کرتے ہیں۔ اس حرکت سے دو واضح حصے بنتے ہیں: کمپریشن جہاں پارٹیکلز ایک دوسرے کے بہت قریب ہوتے ہیں۔

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

لوئگیٹیوڈنل ویو کی سب سے اہم اور عام مثال ساؤنڈ 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 دھکیلتے 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) بننے والے تک پہنچا دے۔

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

دلچسپ معلومات

فریکوئنسی ہمیں بتاتی ہے کہ ایک سیکنڈ میں کتنی ویوز کسی پوائنٹ سے گزرتی ہیں۔ اے ایف ایم 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 کی طرف، ویولیٹنگتھ 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 لوئگیٹیوڈنل ویو کا وہ حصہ ہے جہاں میڈیم کے پارٹیکلز آپس میں بہت قریب ہوتے ہیں۔ اس کی باعث زیادہ پریشر پیدا ہوتا ہے۔

ریرفیکشن (Rarefaction): ریرفیکشن لوئگیٹیوڈنل 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۔

ویولیٹنگتھ (λ): ویولیٹنگتھ دو متصل ویوز کے ایک جیسے حصوں کے درمیان

ذہنی آزمائش

دو یوز ایک ہی سپیڈ سے سفر کرتی ہیں لیکن ایک کی فریکوئنسی زیادہ ہے۔ بتائیں کس کی ویلینگتھ کم ہوگی۔

فاصلے کو کہتے ہیں مثلاً: ٹرانسورس ویو میں کرسٹ سے کرسٹ یا ٹرف سے ٹرف اور لوئگیٹیوڈ مل ویو میں کمپریشن سے کمپریشن یا ریرفیکشن سے ریرفیکشن تک کا فاصلہ ویولیگتھ کہلاتا ہے۔ ویولیگتھ کا SI یونٹ میٹر (m) ہے۔

فریکوئنسی (f): کسی پوائنٹ کے گرد و ابھر بیڑی موشن کرتے ہوئے جسم کی ایک سیکنڈ میں وائبریشنز کی تعداد، فریکوئنسی کہلاتی ہے۔ اسے f سے ظاہر کیا جاتا ہے اس کا یونٹ ہرٹز (Hz) ہے۔ $1 \text{ Hz} = 1 \text{ ویونی سیکنڈ}$

ٹائم پیریڈ (T): کسی مقام پر 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 فریکوئنسی کا الٹ (Inverse) ہوتا ہے۔ یعنی: $T = 1 / f$ ۔ اس کی اکائی سیکنڈ (s) ہے۔

ویو فرنٹ (Wave front): موجز ایک خیالی (Imaginary) سطح ہوتی ہے جس پر موجود تمام پوائنٹس ایک ہی وائبریشنز فیئر (Vibratory phase) میں ہوتے ہیں۔ یعنی ان کا ڈس پلیمینٹ 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

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

یعنی: وقت / فاصلہ = سپیڈ

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

$$v = S / t$$

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

$$v = \lambda / T \dots\dots\dots (12.1)$$

اب $f = 1 / T$ فریکوئنسی، لہذا:

$$v = f \times \lambda \dots\dots\dots (12.2)$$

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

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

(الف) ویو کی فریکوئنسی (ب) ویو کی سپیڈ

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $\lambda = 1.2 \text{ m}$ ، ویولیگتھ ؛ $t = 5 \text{ s}$ ، وقت ؛ $10 =$ سائیکلز کی تعداد

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

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

$$f = 10 / 5 = 2 \text{ Hz}$$

$$v = f \times \lambda$$

$$v = 2 \times 1.2 = 2.4 \text{ m s}^{-1}$$

جیسا کہ
قیمتیں درج کرنے سے:

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 زیر زمین دھماکوں کے نتیجے میں بنتی ہیں۔ سیمومیٹرز (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 میڈیل کو اسی سمت میں سکیراتی لہر پھیلاتی ہیں جس سمت میں ویوز سفر کرتی ہے بالکل اس طرح جیسے ایک سہلنگی 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۔



1- کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

12.1 لوٹگیٹیوڈل ویوز میں وائبریشن کی سمت ہوتی ہے:

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

12.2 ٹرانسورس ویوز کا سب سے نکلا 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 میڈیل میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے؟

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

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

- (الف) کرسٹ (ب) ایمپلی ٹیوڈ (ج) ویولینگتھ (د) سپیڈ

- 12.5 ایک ویوفرنٹ ہے :
 (الف) دو کرسٹس کے درمیان فاصلہ
 (ب) ویوکاز یا دہ پریشر والا حصہ
 (ج) ایک ایسی لائن جس پر تمام پوائنٹس فیز میں ہوں
 (د) ویو میڈیم کا بیرونی کنارہ
- 12.6 ایک ویوجنزٹر 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 ہوگی؟
 (الف) 0.60 m (ب) 0.10 m (ج) 1.0 m (د) 0.30 m

2۔ اہم سوالات

- 12.1 ویوز ایک کیسے سفر کرتے ہیں؟
 12.2 مکینیکل ویوز کی لہریں مثالیں لکھیں۔
 12.3 کون سی ویوز خلا میں سفر کر سکتی ہیں؟
 12.4 ٹرانسورس اور لوئنگٹیوڈل ویوز میں کیا فرق ہے؟
 12.5 ویولینگتھ سے کیا مراد ہے؟
 12.6 فریکوئنسی کی تعریف لکھیں۔

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

- 12.1 ساؤنڈ خلا میں سفر کیوں نہیں کر سکتی؟
 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 ایپلی ٹیوڈ اور ویو کی انرجی میں کیا تعلق ہے؟ مثال کے ساتھ وضاحت کریں۔
 12.4 ایک شخص 100 Hz فریکوئنسی کی الیکٹرو میگنیٹک ویو اور مکینیکل ویو دونوں پیدا کرنا چاہتا ہے۔ وہ یہ کیسے حاصل کر سکتا ہے؟

4۔ تفصیلی سوالات

- 12.1 ویوز بغیر میڈیم کو منتقل کیے انرجی کیسے منتقل کرتی ہیں؟ روزمرہ زندگی سے مثالیں دیں۔
 12.2 مکینیکل اور الیکٹرو میگنیٹک ویوز میں فرق مثالوں کے ساتھ بیان کریں۔
 12.3 ٹرانسورس اور لوئنگٹیوڈل ویوز کی وضاحت کریں۔ ڈایا گرامز اور مثالوں کے ساتھ بیان کریں۔
 12.4 ویو کی سپیڈ، ویولینگتھ اور فریکوئنسی 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 فریکوئنسی 5 Hz ہے۔ ویو کی سپیڈ معلوم کریں۔
 12.2 ایک ویو کی سپیڈ 300 m s^{-1} ہے اور ویولینگتھ 3 m ہے۔ اس کی فریکوئنسی معلوم کریں۔
 12.3 ایک ساؤنڈ ویو کی فریکوئنسی 250 Hz اور سپیڈ 340 m s^{-1} ہے۔ اس کی ویولینگتھ کیا ہوگی؟
 12.4 ایک ویو کی فریکوئنسی 50 Hz ہے۔ وہ ایک ویو مکمل کرنے میں کتنا وقت لیتی ہے؟
 12.5 ایک ویو کی ویولینگتھ 0.5 m اور فریکوئنسی 200 Hz ہے۔ ویو کی رفتار معلوم کریں۔
 12.6 ایک ویو کا ٹائم پیریوڈ 0.02 s ہے۔ ویو کی فریکوئنسی معلوم کریں۔

ساونڈ (SOUND)

باب 13

طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

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

- ساؤنڈ کے پیدا ہونے کی وضاحت کر سکیں۔ (یعنی مختلف ذرائع سے ساؤنڈ کیسے پیدا ہوتی ہے)
- ساؤنڈ کی لوئگیٹیوڈ مل نوعیت بیان کر سکیں۔ (یعنی ساؤنڈ بوز میں اور ریفریکشن کیسے بنتے ہیں)
- انسانی سماعت کی قابل سماعت حد بیان کر سکیں۔ تقریباً 20 ہرٹز سے 20,000 ہرٹز تک ہے
- وجہ بیان کریں کہ ساؤنڈ خلا میں سفر کیوں نہیں کر سکتی۔ (خارجیت کی مدد سے وضاحت)
- امپلی ٹیوڈ اور فریکوینسی میں تبدیلی کے، ساؤنڈ کی لاؤڈنس (Loudness) اور پیچ (Pitch) پر اثرات بیان کر سکیں
- ایکو (Echo) کو ساؤنڈ کی رفلیکشن کے طور پر بیان کر سکیں
- ساؤنڈ کی رفلیکشن کو ظاہر کرنے کے لیے سادہ تجربات بیان کر سکیں
- یہ بیان کر سکیں کہ ہوا میں ساؤنڈ کی سپیڈ تقریباً $330-350 \text{ m s}^{-1}$ 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
- الٹراساؤنڈ کی تعریف کر سکیں (20 kHz سے زیادہ فریکوینسی والی ساؤنڈ)
- الٹراساؤنڈ کے استعمالات کی وضاحت اور تجزیہ کر سکیں، صفائی، قبل از پیدائش اسکین و دیگر طبی تصویریں 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 بوز کی خصوصیات کا استعمال بیان کر سکیں
- ایکو (Echo) کم کرنے کے لیے سافٹ میٹریلز کا استعمال بیان کر سکیں (مثلاً کلاس روم، ہال، اور اجتماع گاہوں میں)

ساؤنڈ ویوز پیدا کرنا بہت آسان ہے۔ جب ہم بولتے ہیں تو ہمارے ووگل کارڈز (Vocal cords) وابہریٹ کرتے ہیں، جس سے ساؤنڈ ویوز پیدا ہوتی ہیں۔ کوئی بھی چیز جو ہوا میں وابہریٹ کرتی ہے، وہ قریب کی ہوا کی تہوں کو بھی وابہریٹ کرتی ہے، جو باری باری ساتھ والی تہوں کو متاثر کرتی ہیں۔ یہ مسلسل وابہریشنز ہوا کو دباؤ (کمپریشن) اور پھیلاؤ (ریرفیکشن) 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 وابہریٹ کرنے کا سبب بنتی ہیں، جس سے ہم ساؤنڈ کو محسوس کرتے ہیں۔ جب یہ وابہریشنز ہوا کے ذریعے سفر کرتی ہیں تو وہ ساؤنڈ ویوز بناتی ہیں۔ یہ ویوز لوئیڈو ڈیل ویوز ہیں، یعنی ہوا کے ذرات ویو کی انرجی کی منتقلی کی سمت میں آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ ساؤنڈ ویوز کی سپیڈ تقریباً 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۔

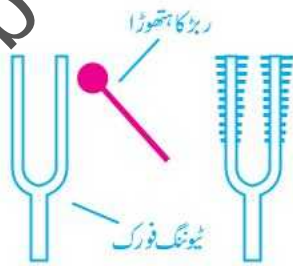
13.1 ساؤنڈ کا پیدا ہونا اور اس کا سفر (Production and Propagation of sound)



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

دلچسپ معلومات

ساؤنڈ پیدا کرنے کے لیے ایک میڈیم (جیسے ہوا، پانی یا ٹھوس اجسام) کی ضرورت ہوتی ہے۔ خلا میں کوئی میڈیم موجود نہیں ہوتا ہے جو وابہریشن کر سکیں اس لیے ساؤنڈ وہاں سفر نہیں کر سکتا۔



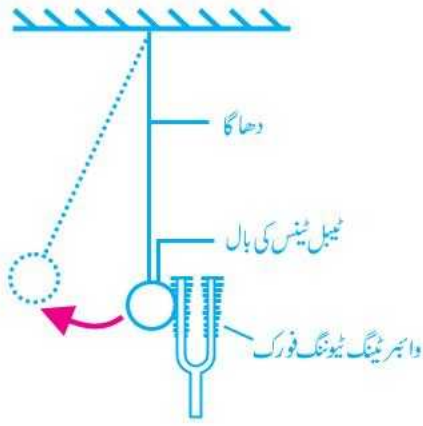
شکل 13.2: ریز کے ہتھوڑے کو ٹیوننگ فورک پر ضرب لگانے سے وابہریشنز پیدا ہوتی ہیں

ساؤنڈ کیسے پیدا ہوتی ہے؟

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

سرگرمی 13.1:

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

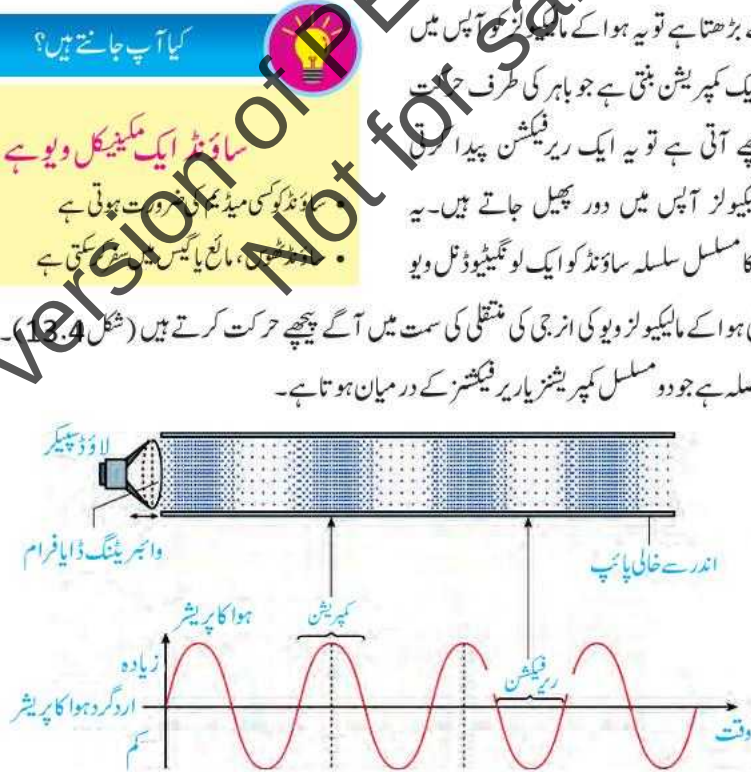


شکل 13.3: واہرینگ ٹیوننگ فورک سے ساؤنڈ ویوز کا نکلنا

ٹیوننگ فورک کی واہریشنز کا ہم ایک چھوٹے ٹیبل ٹینس بال کو دھاگے سے لٹکانے کے ذریعے بھی مشاہدہ کر سکتے ہیں (شکل 13.3)۔ جب ٹیوننگ فورک کا واہریت کرنے والا حصہ بال کو چھوتا ہے تو بال حرکت کرتی ہے جو واہریشنز کی موجودگی کو ظاہر کرتا ہے۔ اسی طرح اگر ہم ٹیوننگ 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 واہریشنز ساؤنڈ پیدا کرتے ہیں۔

ساؤنڈ کی اشاعت (Propagation of Sound)

ساؤنڈ کی اشاعت کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے، جیسے ہوا، پانی یا کوئی ٹھوس شے، تاکہ وہ ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل ہو سکے۔ جب ٹیوننگ فورک واہریت 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 ٹیوننگ 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 لونگیٹوڈنل 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)۔ ساؤنڈ کی ویو لینگتھ وہ فاصلہ ہے جو دو مسلسل کمپریشنز یا ریرفیکشنز کے درمیان ہوتا ہے۔

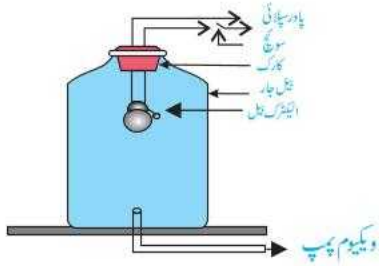


شکل 13.4: لونگیٹوڈنل ویوز جن میں کمپریشن اور ریرفیکشن دکھایا گیا ہے

سرگرمی 13.2:

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؟

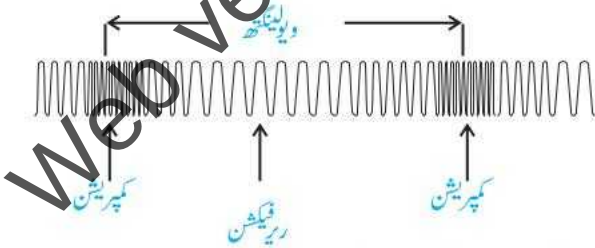


شکل 13.5: بیل جارا پریس

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 جارا پریس (شکل 13.5) کا استعمال کرتے ہوئے دکھائی جا سکتی ہے۔ بیل جارا پریس وکیوم پمپ سے منسلک رکھا جاتا ہے، جس کے اندر ایک الیکٹرک بیل بجاتی ہے جو پاور سپلائی سے جڑی ہوتی ہے۔ جب پاور سپلائی آن کی جاتی ہے تو الیکٹرک بیل بجتی ہے اور ہم ساؤنڈ کو سن سکتے ہیں۔ اس کے بعد وکیوم پمپ کے ذریعے جار سے ہوا نکالی جاتی ہے۔ جیسے جیسے ہوا نکالی جاتی ہے ساؤنڈ کمزور پڑتی جاتی ہے اور آخر کار غائب ہو جاتی ہے حالانکہ بیل بھابھاری 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۔

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

ساؤنڈ ویوز کی منتقلی کو سلیکی (Slinky) کے تجربے (شکل 13.6) سے سمجھا جاسکتا ہے۔ لوٹگیٹھوڈل ویوز کی شکل میں سفر کرتی ہے۔ یعنی ہوا کے پارٹیکلز ویوز کی سمت میں آگے پیچھے حرکت کرتے ہیں۔ اگر ہم سلیکی کے ایک سرے کو دھکیلیں تو دھکیلیں تو ہم کچھ حصوں میں



شکل 13.6: سلیکی میں لوٹگیٹھوڈل ساؤنڈ ویوز کی اشاعت کے لیے کمپریشن اور ریئر فیکشن دکھائے گئے ہیں

دیکھیں گے کہ کوائلز آپس میں قریب آ جاتی ہیں، جسے کمپریشن کہتے ہیں اور کچھ حصوں میں کوائلز ایک دوسرے سے دور پھیل جاتی ہیں جسے ریئر 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 ریئر فیکشنز (جہاں ہوا کے پارٹیکلز دور ہوتے ہیں) پیدا کرتی ہے۔

دو متصل کمپریشنز یا ریئر فیکشنز کے درمیان فاصلہ، ویولینٹھ کہلاتا ہے۔

لہذا، ساؤنڈ کمپریشنز اور ریئر فیکشنز بنا کر حرکت کرتی ہے، بالکل سلیکی کی طرح جو یہ ظاہر کرتا ہے کہ یہ لوٹگیٹھوڈل ویوز ہے۔

مثیل 13.1: مختلف میڈیمز میں ساؤنڈ کی سپیڈ

میڈیم (m s ⁻¹)	سپیڈ
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 مائع	
خالص پانی	1498
سینکائی پانی	1531
25°C پر ٹھوس میڈیمز	
لکڑی	200
آئرن	6420
پتیل	4700
نکل	6040
آئرن	5950
سٹیل	5960
فلٹ گلاس	3980

13.2 ساؤنڈ کی سپیڈ (Speed of Sound)

ساؤنڈ ویوز میڈیم میں موجود ذرات کے 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:

$$v = \text{ساؤنڈ سپیڈ}$$

$$f = \text{فریکوینسی}$$

$$\lambda = \text{ویولینگتھ}$$

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

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: $v = 340 \text{ m s}^{-1}$

$$\lambda = 2.0 \text{ m}$$

$$f = ?$$

معلوم کرنا: فریکوینسی

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

$$f = 340 \text{ m s}^{-1} / 2 \text{ m} = 170 \text{ Hz}$$

13.3 ساؤنڈ کی خصوصیات (Characteristics of Sound)

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

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس (Loudness)

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

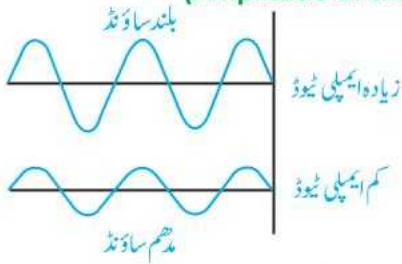
ذہنی آزمائش

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

مثال کے طور پر، جب ہم دوستوں سے بات کرتے ہیں تو ہماری ساؤنڈ مدہم 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) واہیریٹ کرنے والے جسم کا ایمپلی ٹیوڈ (Amplitude of the vibrating body)



ساؤنڈ کی لاؤڈنیس واہیریٹ کرنے والے جسم کے ایمپلی ٹیوڈ پر منحصر ہوتی ہے (شکل 13.7)۔ اگر ہم گٹار کے تاروں کو زیادہ زور سے چٹاتے

(Pluck) ہیں تو واہیریٹرز زیادہ ایمپلی ٹیوڈ کے ساتھ پیدا ہوں گے جس سے ساؤنڈ زیادہ بلند ہوگی۔ اسی طرح اگر ہم دھول کو زیادہ زور سے

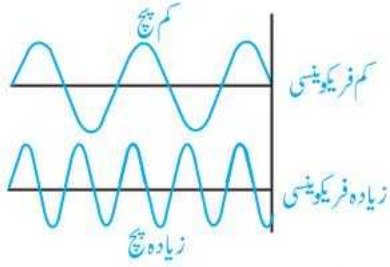
ماریں گے تو اس کی ممبرین زیادہ شدت سے واہیریٹ کرے گی، جس سے ساؤنڈ زیادہ تیز ہوگی۔

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

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

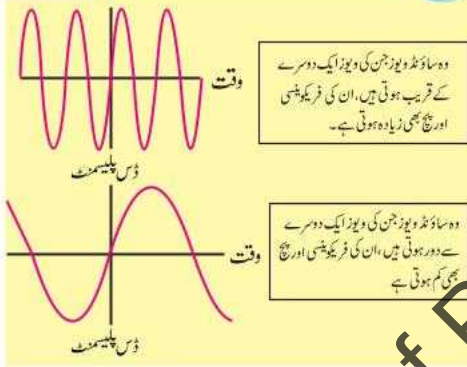
(ج) واہیریٹ کرنے والے جسم کا سورس سے فاصلہ (Distance from the vibrating source)

ساؤنڈ کی لاؤڈنیس واہیریٹ 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 ہوگی۔ تاہم ساؤنڈ کی ایک فزیکل 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 قابل پیمائش مقدار ہے اور انسانی ادراک (Perception) پر انحصار نہیں کرتی۔



شکل 13.8: پیچ کا فریکوئنسی کے ساتھ رد و بدل / تبدیلی

کیا آپ جانتے ہیں؟



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

یہ فریکوئنسی سے براہ راست منسلک ہوتی ہے؛ زیادہ فریکوئنسی زیادہ پیچ پیدا کرتی ہے، جبکہ کم فریکوئنسی کم پیچ پیدا کرتی ہے۔ مثال کے طور پر، بچوں کی ساؤنڈز کی فریکوئنسی زیادہ ہوتی ہے، جس کی وجہ سے وہ باریک اور بھاری پیچ کی ساؤنڈز پیدا کرتی ہیں، جبکہ مردوں کی ساؤنڈز کی فریکوئنسی کم ہوتی ہے، جس سے بھاری اور کم پیچ کی ساؤنڈز پیدا ہوتی ہے۔ پیچ اور فریکوئنسی کے درمیان تعلق شکل 13.8 میں دکھایا گیا 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 پیچ اور معیار ہوتا ہے، جو سننے میں خوشگوار ہوتی ہیں۔ لیکن 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 واپس پھرنے 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 میں نقصان، نیند میں خلل، چوچڑاپن 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 شجر کاری 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 ایکویٹی سننے میں؟
ہوا کے پارٹیکلز اس میں کیا کردار ادا کرتے ہیں؟

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



شکل 13.9: ساؤنڈ کی رفلیکشن (ایکو)

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 رفلیکشن کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔

جب ساؤنڈ ویوز کسی سطح سے ٹکرا کر واپس اسی میڈیم میں آجائیں تو اس عمل کو ساؤنڈ کی رفلیکشن کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



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

چگاڑیں 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۔ چگاڑا 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 ایکو جھل اور سطح کا ٹیکچر کیسی ہے۔

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 رفلیکٹ کر کے والی سطح کم از کم 17 m دور ہونی چاہیے۔ ایکو کو اکثر مرتبہ بھی دہرائی سکتے ہیں کیونکہ یہ متواتر رفلیکشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔

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

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

$$t = 2 \text{ s}$$

$$v = 332 \text{ m s}^{-1}$$

$$S = ?$$

$$S = v \times t$$

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

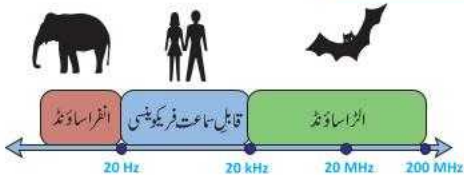
$$S = 664 \text{ m}$$

معلوم کرنا:

فارمولا:

قیمتیں درج کرنے پر

13.6 قابل سماعت فریکوئنسی (Audible Frequency)



شکل 13.10: ساؤنڈ کی فریکوئنسی

انسانی کان 20 Hz سے 20,000 Hz تک کی ساؤنڈز کو سن سکتا ہے، جسے قابل سماعت ساؤنڈ کی فریکوئنسی کہا جاتا ہے۔

20 Hz سے کم یا 20,000 Hz سے زیادہ فریکوئنسی 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

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

انفراساؤنڈ (Infrasound)

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 فریکوئنسی کی ویوز بہت دور تک سفر کرتی ہیں اور سائنس دانوں کو ابتدائی انتباہ جاری کرنے میں مدد دیتی ہیں۔

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 فشاں دھماکے)،

صنعتی عمل، اور انسانی سرگرمیاں (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۔

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۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

بلیو ویمن جو مین کے سب سے بڑے جانور ہیں، انفراساؤنڈ ویوز کا استعمال کرتے 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۔

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 جاسکے۔ یہ کم فریکوئنسی ویوز ایک ابتدائی خبرداری نظام کے طور پر کام کرتی ہیں۔

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

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 فریکوئنسی 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 نسون اور اعضا سے مختلف طریقے سے رفلیکٹ ہوتی ہیں۔ ان رفلیکٹڈ ویوز کو کیمرے پر دکھا کر فوٹو گراف کا تجزیہ کیا جاتا

کیا آپ جانتے ہیں؟

ڈاکٹر الٹراساؤنڈ کے استعمال جسم کے اندر بغیر چیراگائے 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۔

ہے، جسے الٹراسونوگرافی کہا جاتا ہے۔ اس طریقے سے دل، جگر، گردے اور حمل کے دوران بچے کی نگرانی کی جاسکتی ہے۔
الٹراساؤنڈ پیرنٹل اسکیننگ (Parental scanning) میں استعمال ہوتا ہے تاکہ رحم کے اندر موجود بچے کو دیکھا جاسکے، اس کی نشوونما کا جائزہ لیا جاسکے، اور کسی بھی ممکنہ مسئلے کا بروقت پتا چلایا جاسکے۔ اس کے علاوہ، الٹراساؤنڈ تھائیرائڈ گلیٹنڈ کی امیجنگ میں بھی استعمال ہوتا ہے، جس سے ڈاکٹر زکو گلیٹنڈ 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 اشیاء 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



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

ہیں کہ ہم فاصلہ اور چیز کی شکل کا اندازہ لگاسکیں (شکل 13.11)۔

سونار میں فاصلہ ماپنا (Calculating Distance in SONAR)

سونار سسٹمز میں فاصلہ (یا گہرائی) معلوم کرنے کے لیے استعمال ہونے والا

فارمولا یہ ہے: $\text{فاصلہ} = \frac{\text{وقت} \times \text{پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ}}{2}$

جہاں پر پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ 1500 m s^{-1} اور ٹیمپریچر تقریباً 1500 m s^{-1}

ہوتی ہے۔ وقت وہ دورانیہ ہے جس میں الٹراسونک ویوز چیز تک پہنچ کر واپس آتی ہے۔ فاصلہ کو 2 سے تقسیم کیا جاتا ہے کیونکہ ویوز 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 بڑوں میں دراڑوں (Cracks) کا پتہ لگانے کے لیے استعمال ہوتی ہیں۔
الٹراساؤنڈ ویوز نقصان زدہ حصوں سے رفلیکٹ ہوتی ہیں اور چھپے ہوئے نقص کا مظاہر کرتی ہیں۔ یہ لگاتار میکانیکی یا کوٹنگز 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 ہوگا؟

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

$$t = 3.2 \text{ s} \quad \text{ساؤنڈ ویوز کے واپس آنے کا وقت}$$

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

$$d = ? \quad \text{معلوم کرنا: فاصلہ}$$

ساؤنڈ ویوز سمندری تہ تک اور پھر واپس آکر کل فاصلہ طے کرتی ہیں، یعنی سمندری تہ تک فاصلہ کا دو گنا فاصلہ طے ہوتا ہے۔

درج ذیل فارمولا استعمال کرنے سے:

$$d = v \times t$$

قیمتیں درج کرنے سے:

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

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

$$d = 5120 \text{ m} / 2 = 2560 \text{ m}$$

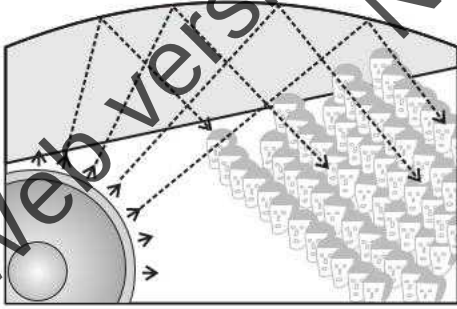
جہاز اور سمندر کے درمیان فاصلہ 2560 m ہے۔

13.7 عمارتوں کی صوتی تحفظ (Acoustic protection of Buildings)

دلچسپ معلومات

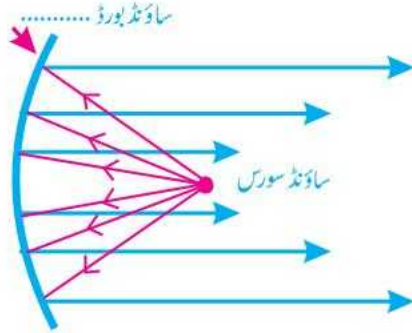
کنسرٹ ہالز اور تھیٹرز میں غم دار چھتیں اور سافٹ دیواریں صرف خوبصورت نظر آنے کیلئے نہیں ہوتیں انہیں خاص طور پر اس طرح بنایا جاتا ہے کہ ساؤنڈ کی سمت اور پھیلاؤ کو بہتر کیا جاسکے۔ قالین اور پردے ایکو کو جذب کر لیتے ہیں، جبکہ غم دار چھتوں اور رفلیکٹرز موسیقی کو سامعین کی طرف رفلیکٹ کرتے ہیں تاکہ آخری قطار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

کو سامعین تک پہنچانے میں مدد دیتی ہیں۔ اس کے علاوہ غم دار چھتیں (Curved ceilings) اور ساؤنڈ بورڈز اکثر استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ ہال میں ساؤنڈ کا یکساں پھیلاؤ یقینی بنایا جاسکے (شکل 13.12-ب)۔



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

صوتی تحفظ میں غیر مطلوبہ ساؤنڈ کو کم کرنے کے لیے سافٹ، مسام دار میٹریلز جیسے قالین اور پردوں کا استعمال کیا جاتا ہے، جو ساؤنڈ کو جذب کرتے ہیں اور ایکو (Echo) کو کم کرتے ہیں۔ سخت اور پگھلاؤ والی سطحیں زیادہ ساؤنڈ رفلیکٹ کرتی ہیں، جبکہ زیادہ انجذاب (Absorption) کا اس رومز 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 آڈیو ریمکس، لیکچر ہالز، اور تھیٹرز میں ضروری ہے۔ اسٹیج کے پیچھے رفلیکٹیو سطحیں (مادہ) کو سامعین تک پہنچانے میں مدد دیتی ہیں۔ اس کے علاوہ غم دار چھتیں (Curved ceilings) اور ساؤنڈ بورڈز اکثر استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ ہال میں ساؤنڈ کا یکساں پھیلاؤ یقینی بنایا جاسکے (شکل 13.12-ب)۔



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

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

13.1 ساؤنڈ کے پیدا ہونے کے لیے کیا ضروری ہے؟

- (الف) خلا
(ب) میڈیم کے پارٹیکلز کا واسطہ ہونا
(ج) صرف ہوا
(د) روشنی کی ویو

13.2 ایکو کیل پیدا ہوتی ہے؟

- (الف) ساؤنڈ ویو کی رفریکشن سے
(ب) ساؤنڈ ویو کی رفریکشن سے
(ج) ساؤنڈ ویو کے انجکشن سے
(د) ساؤنڈ ویو کے انجکشن سے

13.3 لو ٹیڈیوڈل 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) خلا

13.5 ہوائیں ساؤنڈ کی سپیڈ قریباً کتنی ہے؟

- (الف) 150 m s^{-1}
(ب) $330-350 \text{ m s}^{-1}$
(ج) 500 m s^{-1}
(د) $1,000 \text{ m s}^{-1}$

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

- (الف) شور کی آلودگی بڑھانے کے لیے
(ب) ایکو کیل کے پیدا ہونے 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 ویو رفریکشن 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 ٹیونگ فورک کو لکڑی کی میز پر رکھنے کے مقابلے میں وہ ہوائیں رکھنے سے زیادہ بلند ساؤنڈ کیوں پیدا کرتا ہے؟ یہ ہمیں ساؤنڈ کی منتقلی

میں سطح کے امیریا کے کردار کے بارے میں کیا بتاتا ہے؟

13.2 اگر ساؤنڈ کو سفر کرنے کے لیے میڈیم کی ضرورت ہوتی ہے تو نیل جارج تجربہ اس ضرورت کو کیسے ثابت کرتا ہے؟ جب ہوائ نکالی جاتی

ہے تو کیا ہوتا ہے اور کیوں؟

- 13.3 جب ایک شخص بلند عمارت کے قریب آکر ساؤنڈ پیدا کرتا ہے تو اسے ایکو کیوں سنائی دیتا ہے؟ عمارت کو کم از کم 17 میٹر دور کیوں ہونا چاہیے تاکہ 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 ہیچ کے تعلق کا استعمال کرتے ہوئے وضاحت کریں۔
- 13.5 سونے کی مٹی یا 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۔ حجابی سوالات

- 13.1 ہوائیں ساؤنڈ کی چمک قریباً کتنی ہے، اور کون سے عوامل اس پر اثر انداز ہوتے ہیں؟
- 13.2 ساؤنڈ ٹھوس میں بائیں اور گیسوں کے مقابلے میں تیز کیوں سفر کرتی ہے؟ وضاحت کریں۔
- 13.3 ایمپلی ٹیوڈ اور فریکوینسی ساؤنڈ کی کوئی ایکسٹرنل متاثر کرتے ہیں؟ وضاحت کریں۔
- 13.4 ایکو کیسے پیدا ہوتی ہے؟ وضاحت کریں۔
- 13.5 انفر ساؤنڈ اور الرٹرا ساؤنڈ کیا ہیں اور ان کے مختلف استعمالات کیا ہیں؟

5۔ حجابی سوالات

- 13.1 کسی مخصوص ٹیمپریچر پر ہوائ میں ساؤنڈ کی سپیڈ 333 m s^{-1} ہے۔ اگر ساؤنڈ کی ویو لینتھ 3 cm ہو تو اس کی فریکوینسی کیا ہوگی؟ کیا یہ فریکوینسی انسانی کان کی سنی جانے والی رینج میں ہے؟
- 13.2 ایک گھڑی 1 منٹ میں 48 بار بجتی ہے۔ اس کی فریکوینسی اور پیریڈ کا معلوم کریں۔
- 13.3 ایک کار کا ہارن 0.5 m کی ویو لینتھ کے ساتھ ساتھ حرکت کر رہا ہے۔ اگر ہوائ میں ساؤنڈ کی سپیڈ 340 m s^{-1} سیکنڈ ہو تو کار کے ہارن کی فریکوینسی کیا ہوگی؟
- 13.4 ایک ریسرچ بوٹ سمندر کی تہ میں ساؤنڈ ویوز بھیجتی ہے اور 2 s بعد واپس وصول کرتی ہے۔ مگر سمندر کے پانی میں ساؤنڈ کی سپیڈ 1600 m s^{-1} ہو تو سمندر کی گہرائی کتنی ہوگی؟
- 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؟

باب 14

روشنی (LIGHT)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

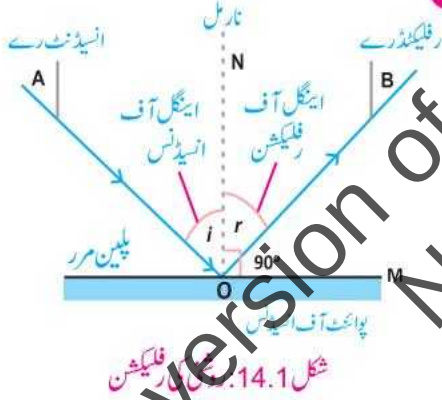
اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف ریفلیکشن کی اصطلاحات کو بیان کریں اور استعمال کر سکیں۔
- 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 مرر کے سامنے ہوتا ہے، اور امیج ورچوئل ہوتی ہے)
- ریفلیکشن 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 جھٹ 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 ریفریکٹیو انڈیکس کو c/v کے طور پر بیان کر سکیں
- ریفریکٹیو 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 ریفلیکشن کا تجربہ بیان کر سکیں
- کریٹیکل اینگل (Critical angle) اور ٹوٹل انٹرنل ریفلیکشن (Total internal reflection) کی اصطلاحات بیان کر سکیں
- یہ مساوات اخذ کر سکیں: $n = 1 / \sin C$

- 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 رفلیکشن کو ظاہر کرتے ہوں
- پرزم کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن (Dispersion) بیان کر سکیں، بشمول یہ کہ ناقابل دید روشنی (Non-visible spectra) کو تھرمائیٹر سے کیسے محسوس کیا جاتا ہے
- نارمل آنکھ، قریب نظری والی آنکھ، اور بعید نظری والی آنکھ میں امیج بننے کے رے ڈیاگرام بنا سکیں
- قریب نظر والی 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 ہماری صورت میں سفر کرتی ہے اور ہمیں اپنے ارد گرد کی دنیا دیکھنے کے قابل بناتی ہے۔ اس باب میں ہم جانیں گے کہ روشنی مرز سے کیسے رفلیکٹ ہوتی ہے، مختلف میڈیمز میں داخل ہونے پر کیسے رفریکٹ ہوتی ہے۔ اہم موضوعات میں اینگل آف انسیڈنس، اینگل آف رفلیکشن، 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 رفلیکشن (Reflection of Light)



شکل 14.1: روشنی کی رفلیکشن

رفلیکشن اس وقت ہوتا 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 مرز 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 رفلیکشن (Angle of reflection) کہتے ہیں۔ دونوں اینگلز ہمیشہ برابر ہوتے ہیں (شکل 14.1)۔

رفلیکشن کی دو اقسام ہیں:

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

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

رفلیکشن مرز، پیری سکوپ اور مختلف آپٹیکل آلات میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے اور ہمیں اشیاء کو دیکھنے اور ان کی امیج بنانے کے قابل بناتی ہے۔

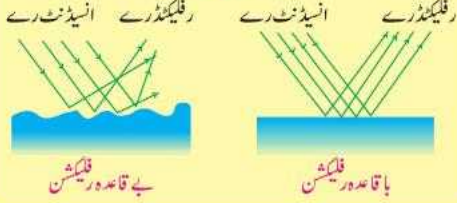
رفلیکشن کے قوانین (Laws of Reflection)

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



کیا آپ جانتے ہیں؟

رفلیکشن کی اقسام

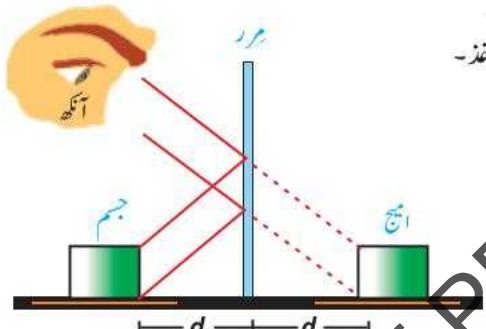


دوسرا قانون: اینگل آف انیڈنس (i) ہمیشہ اینگل آف رفلکشن (r) کے برابر ہوتا ہے۔

$$\angle i = \angle r \quad \dots\dots\dots (14.1)$$

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

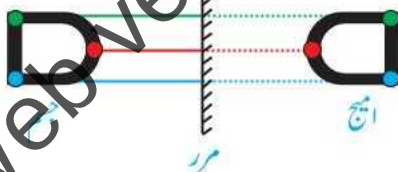
سرگرمی 14.1: امیج (Plane Mirror) میں امیج کی پوزیشن معلوم کرنا



شکل 14.2 پلین مرر میں امیج بننے کا عمل

مقصد: پلین مرر میں بننے والی امیج کی پوزیشن اور خصوصیات کا مشاہدہ کرنا۔
 سامان: پلین مرر، کوئی چھوٹا جسم، میٹر زول، روشنی کا سورس اور سفید کاغذ۔
 طریقہ کار: پلین مرر کو سیدھی عمودی پوزیشن میں رکھیں۔ جسم کو مرر کے سامنے رکھیں، اس بات کا خیال رکھتے ہوئے کہ جسم کی اونچائی مرر سے زیادہ نہ ہو۔ روشنی کو جسم پر ڈالیں تاکہ وہ واضح نظر آئے (شکل 14.2)۔ مرر میں دیکھیں کہ 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 مرر کے پیچھے سے آرہی ہوں۔ کاغذ پر پیمانے کی مدد سے رفلیکٹڈ ریز کھینچیں۔

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



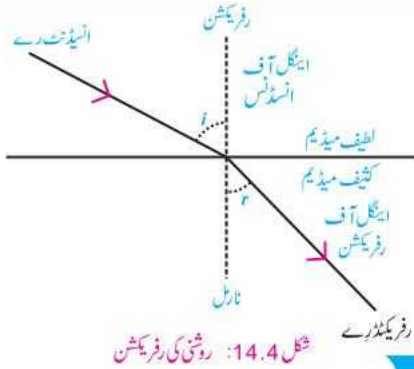
شکل 14.3 حرف 'D' کا مرر امیج

- 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 الٹی (Inverted) ہوتی ہے، یعنی امیج میں دائیں اور بائیں اُلٹے نظر آتے ہیں (شکل 14.3)۔

- 4- امیج ورجوئل ہوتی ہے اور سکریں پر نہیں بن سکتی کیونکہ یہ مرر کے پیچھے بنتی ہے، جہاں ریئل 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 میڈیوں 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 مڑ جاتی ہے (شکل 14.4)۔



شکل 14.4: روشنی کی فریکشن

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

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

فریکشن کے دوران روشنی کا مڑنا دو قوانین کے تحت ہوتا ہے:

1- پہلا قانون: انکسٹریٹ رے، فریکٹڈ رے، اور نارمل ایک ہی پلین میں واقع ہوتے ہیں۔

2- دوسرا قانون (Snell's Law): نارمل کے ایکسٹنڈنڈ اور سائن کے ایکسٹنڈنڈ 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 فریکٹیو انڈیکس ہے۔ فریکٹیو انڈیکس اس بات کی نشاندہی کرتا ہے کہ روشنی کی رے دوسرے میڈیم میں داخل ہوتے وقت کتنی مڑتی 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، تاکہ $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ لیکن جب روشنی، پانی یا گلاس جیسے میڈیمز میں سفر کرتی ہے تو اسے میڈیم کے پارٹیکل کی وجہ سے ہٹا دیتا ہے۔ جتنا میڈیم زیادہ کثیف (Denser) ہوگا، روشنی اتنی ہی آہستہ چلے گی۔ اس کی تبدیلی کو فریکٹیو انڈیکس (n) سے پیمائش کیا جاتا ہے۔ خلاء میں روشنی کی سپیڈ کا میڈیم میں روشنی کی سپیڈ کی نسبت کے برابر ہوتا ہے۔ سپیڈ میں یہی تبدیلی روشنی کو مڑنے پر مجبور کرتی ہے، جسے ہم فریکشن کہتے ہیں۔

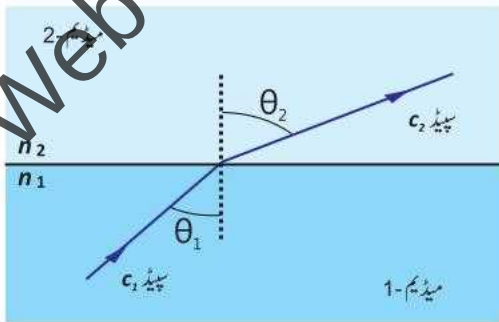
فریکٹیو انڈیکس (Refractive Index)

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

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

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

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



شکل 14.5: دو میڈیمز کے درمیان بانڈری پر روشنی کی فریکشن

شکل 14.5 یہ ظاہر کرتی ہے کہ روشنی کی رے جب میڈیم-1 (جس کا refractive index n_1 اور speed c_1 ہے) سے میڈیم-2 (جس کا refractive index n_2 اور speed 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 مڑتی ہے۔

علی:

معلوم کرنا: $r = ?$ اینگل آف فریکشن

1.33 x sin r = sin 40°

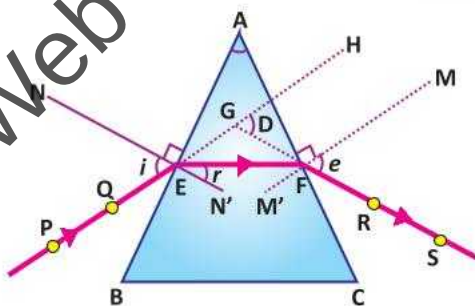
$$r = \sin^{-1}(0.483) = 28.9^\circ$$

حل:

معلوم کرنا: $V = ?$ یانی میں روشنی کی پیمید

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

$$v = 2.26 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

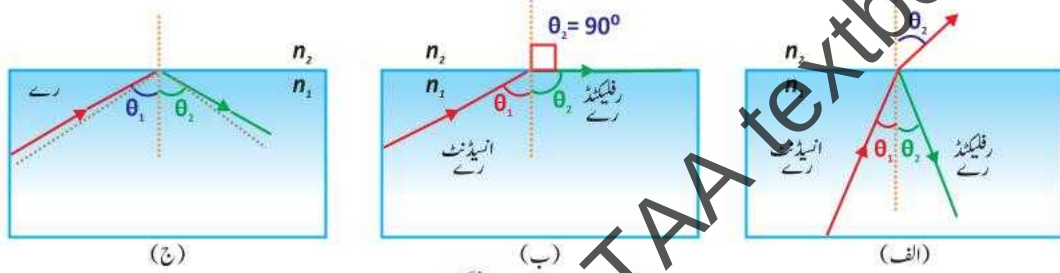


پرزم ایک شفاف جسم ہوتا ہے جس کی کم از کم دو ہموار تراشی ہوئی سطیوں ایک دوسرے کی طرف انکلائنڈ (Inclined) ہوتی ہیں۔ یہ عام طور پر خاص شیشے سے بنایا جاتا ہے اور اس کا استعمال روشنی کو موڑنے کے لیے کیا جاتا ہے۔ ایک کونی (Triangular) پرزم جس کا ہر اینگل 60° کا ہوتا ہے، جیسے شکل 14.6 میں دکھایا گیا ہے کہ جب 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۔

پرزیم 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) بنتی 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 ڈسپنشن 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 بڑھا دیا 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 سپید اور کریٹیکل اینگل

میڈیم	رفریکٹیو انڈیکس	روشنی کی سپید ($\times 10^8 \text{ m s}^{-1}$)	کریٹیکل اینگل
ڈائمنڈ	2.42	1.25	24.4°
گلاس (فلٹ)	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°

ٹوٹل انٹرنل رفلکشن کا فارمولہ اخذ کرنا (Derivation of the formula for Total Internal Reflection)

ٹوٹل انٹرنل رفلکشن کا فارمولہ اخذ کرنے کے لیے ہم بنیادی طور پر سینل کا قانون استعمال کرتے ہیں۔

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

جب ٹوٹل انٹرنل رفلکشن واقع ہوتا ہے تو فریکٹنڈ اینگل 90° ہو جاتا ہے۔ اس حالت میں سینل کا قانون یوں بن جاتا ہے:

$$n_1 \sin i = n_2 \quad (\because \sin 90^\circ = 1)$$

یہاں پر: θ_1 کریٹیکل اینگل C ہے، اور یہ مساوات بتاتی ہے کہ:

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

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

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

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 فریکٹو انڈیکس معلوم کیا جاسکتا ہے:

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

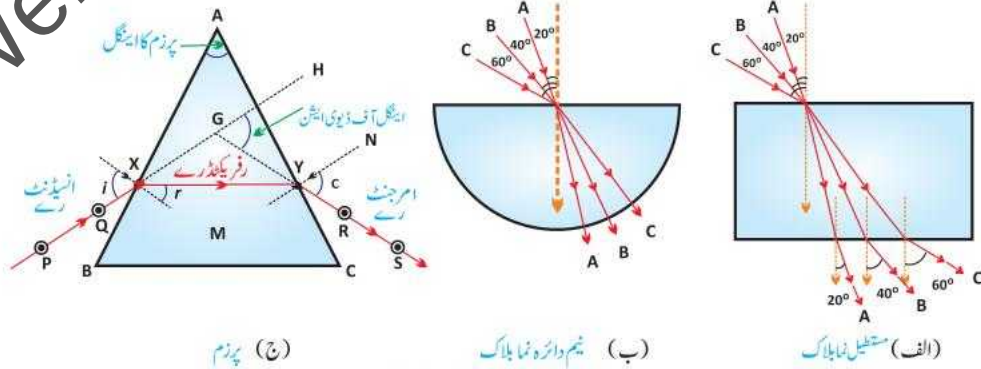
یہ مساوات صرف اس صورت میں درست ہے جب روشنی کثیف میڈیم (فریکٹو انڈیکس n) سے ہوا میں داخل ہو رہی ہو۔

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

روشنی مختلف شفاف میڈیمز میں داخل ہوتے وقت کس طرح مڑتی ہے؟ یہ جاننے کے لیے ہم ایک سادہ تجربہ کلاس روم یا لیبارٹری میں کر سکتے ہیں (شکل 14.8)۔

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

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



شکل 14.8: روشنی کی رفلکشن کا تجربہ

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۔

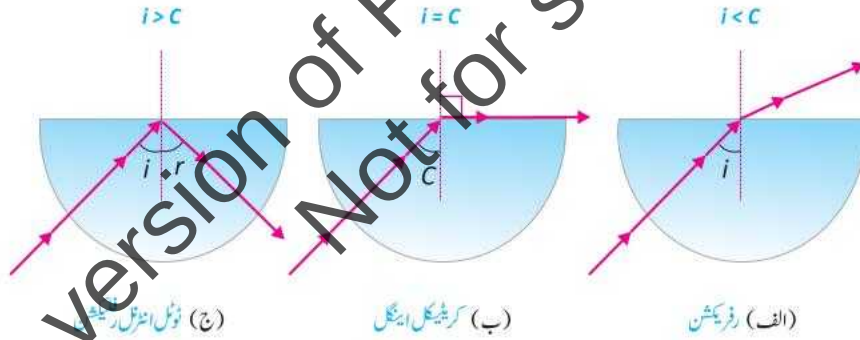
• لیئر لائٹ کو اینٹلر پر رکھیں تو بے بنائی گئی لائن کے ساتھ بلاک پر ڈالیں۔

تجربہ: ٹوٹل اینٹلر ریفلیکشن کے مشاہدہ کا تجربہ (Experiment to Study Total Internal Reflection)

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

سامان: روشنی کی رے، پروٹریکٹر، کاغذ، پنسل، رولر، اوپٹیم ڈائنگ ہاف شفاف پلاسٹک (Perspex) کے بلاک۔

شکل 14.9 (الف) میں ریفلیکشن دکھایا گیا ہے جہاں $i < C$ اور $r = 90^\circ$ (ج) بالترتیب کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل اینٹلر ریفلیکشن کو ظاہر کرتی ہیں۔



شکل 14.9: ٹوٹل اینٹلر ریفلیکشن کا تجربہ

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

حل:

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

کریٹیکل اینگل کی صورت میں ریفلیکشن کا اینگل $r = 90^\circ$ اور $i = C$ ہوتا ہے، اس لیے: $\sin 90^\circ = 1$ اور $n \sin C = 1$

اب اینگل C کے لیے مساوات کو ترتیب دینے سے ہیں:

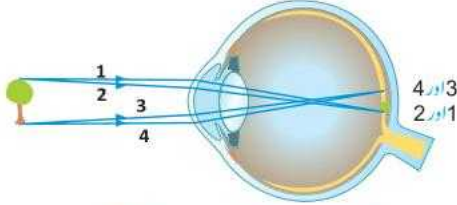
$$C = \sin^{-1} (1 / n)$$

$$C = \sin^{-1} (1 / 1.33)$$

قیمتیں درج کرنے پر:

$$C = \sin^{-1} (0.752) = 48.8^\circ$$

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



شکل 14.10: آنکھ کے ذریعے امیج کی تشکیل

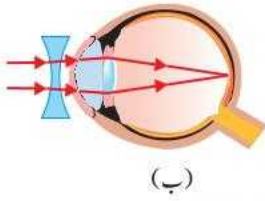
ایک صحت مند آنکھ میں روشنی کی ریز کورنیا اور لینز سے گزرتی ہیں اور ریٹینا پر بالکل درست مقام پر فوکس ہو جاتی ہیں۔ جیسے کنوئیکس لینز ریٹیل امیج بناتا ہے، ویسے ہی آنکھ بھی ریٹیل اور صاف امیج بناتی ہے، (شکل 14.10)۔ جسم کے اوپر اور نیچے کے حصے سے آنے والی

ریز ریٹینا (Retina) پر ایک مخصوص مقام پر اکٹھی ہوتی ہیں، جس سے ہمیں صاف امیج نظر آتی ہے۔ یہ عمل اس طرح ہوتا ہے جیسے ایک کنوئیکس لینز ریٹیل 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 مڑھاتا ہے، جس سے امیج ریٹینا سے پہلے بن جاتی ہے (شکل 14.11-الف)۔ اور دُور کے چیزیں دھندلی دکھائی دیتی ہیں۔

علاج: اسے ٹھیک کرنے کے لیے کنوئیکس 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))

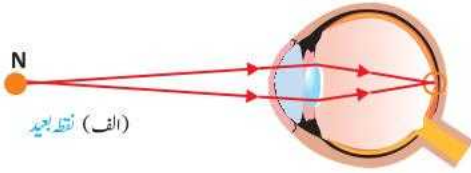
قریب نظری دو بنیادی وجوہات سے پیدا ہوتی ہے:

- 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)

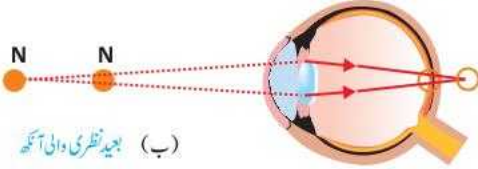
ایک نارمل آنکھ میں، قریب موجود اجسام سے آنے والی روشنی کی ریز درست طور پر ریٹینا پر فوکس ہوتی ہیں (شکل 14.12-الف)، جس سے صاف امیج بنتی ہے۔ بعید نظری میں دُور کی چیزیں صاف دکھائی دیتی ہیں مگر قریب کی چیزیں دھندلی دکھائی دیتی ہیں۔ یہ مسئلہ اس وقت پیدا ہوتا ہے جب آنکھ کا لینز کمزور ہو (روشنی کو مناسب حد 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۔

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



(الف) نقطہ بعید

کنوکیکس 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 کر لیتا ہے (شکل 14.12-ج)۔



(ب) بعید نظری والی آنکھ

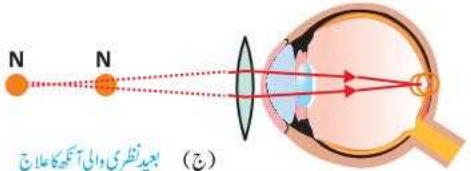
بعید نظری کی وجوہات (Causes of Long-Sightedness)

بعید نظری دو حالتوں 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۔



(ج) بعید نظری والی آنکھ کا علاج

شکل 14.12: بعید نظری

14.4 پرمز کے ذریعے روشنی کی پکڑ (Dispersion of Light by Prism)

ایک پرمز عام طور پر شیشے کا بنا ہوا ایک آپٹیکل جسم ہوتا ہے، جس کی سطحیں (ایک ٹریگولر (Triangular) اور ریکٹینگل (Rectangle)) ہوتی ہیں۔ جب روشنی اس میں سے گزرتی ہے تو رفریکشن کی وجہ سے مڑ جاتی ہے۔ چونکہ مڑتی 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 پرمز سے گزر کر سات رنگوں میں بٹ جانا، روشنی کی پکڑ میں کہلاتا ہے۔

جب سفید روشنی پرمز میں داخل ہوتی ہے تو اس کی سپیڈ کم ہو جاتی ہے اور وہ نارل کی طرف مڑتی ہے۔ ہر رنگ کی اپنی منفرد ویولینگتھ ہوتی ہے، اس لیے پرمز کے اندر سفر کرتے ہوئے ہر رنگ مختلف اینگل پر رفریکٹ ہوتا ہے۔ چھوٹی ویولینگتھ والے رنگ (بنفشی، نیلا، بنفشی) زیادہ مڑتے ہیں جبکہ بڑی ویولینگتھ والے رنگ (جیسے سرخ، اورنج) کم مڑتے ہیں۔ نتیجہ یہ



ہوتا ہے کہ پرمز 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: پرمز کے ذریعے روشنی کی ڈسپرشن

(شکل 14.13)۔

مرئی سپیکٹرم سے آگے بھی پرمز انفراریڈ (IR) اور الٹرا وائلٹ (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 تھرمامیٹر (Infrared Thermometers)

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



شکل 14.14: انفراریڈ تھرمامیٹر

مشق

روشنی انفراریڈ تھرمامیٹر تک پہنچتی ہے تو یہ آلہ نظر آنے والی روشنی کے ساتھ ساتھ انفراریڈ ریڈی ایشنز کی بھی پیمائش کر سکتا 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)۔

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

- 14.1 اگر کسی میڈیم کا فریکٹیو 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) ایڈزیشن (ج) روشنی غائب ہو جاتی ہے (د) ٹوٹل رفلیکشن
- 14.3 جب کسی میٹرل کا فریکٹیو انڈکس بڑھ جاتا ہے تو کیا بڑھ جائے گا؟
 (الف) روشنی کی سپیڈ (ب) اینگل آف رفریکشن (ج) روشنی کا مڑ جانا (د) ویلیگٹیو
- 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 ہو جاتی ہے (ج) روشنی کثیف میڈیم میں داخل ہوتے ہی ست ہو جاتی ہے (د) روشنی بغیر کسی 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 انڈکس کی تعریف کریں۔ ہوا اور پانی کا رفریکٹیو انڈکس 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 پرمز سفید روشنی کو اس کے جزوی رنگوں میں کیوں تقسیم کر سکتا ہے، جبکہ پلین گلاس سلیب ایسا نہیں کر پاتی، حالانکہ دونوں میں رفریکشن ہوتی ہے؟

14.3 روشنی پانی سے ہوا میں ایک خاص اینگل پر داخل ہوتے وقت ٹوٹل انٹرل رفلکشن 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 انٹرل رفلکشن 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 رفلکشن کے حوالے سے نارمل، اینگل آف انسیڈنس اور اینگل آف رفلکشن کی وضاحت کریں۔ وضاحت کے لیے ایک خاکہ بھی بنائیں۔

14.2 کریٹیکل اینگل اور ٹوٹل انٹرل رفلکشن کی تعریف کریں۔ وہ شرائط بیان کریں جن میں ٹوٹل انٹرل رفلکشن 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 انٹرل رفلکشن 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 $2.25 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ پانی کا رفریکٹیو انڈیکس معلوم کریں۔ [1.33]

14.2 ہوا میں روشنی کی رے $(n_1 = 1.0)$ کے شعاع 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° ہے 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, $2.08 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

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۔ [38.6°]

الیکٹروسٹیٹکس

(ELECTROSTATICS)

طلبہ کے حاصلات

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

- بیان کر سکیں کہ چارج کی دو اقسام ہیں: پوزیٹو اور نیگیٹو 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 الیکٹرک چارج پیدا کرنے کو ظاہر کریں
 - وضاحت کریں کہ ٹھوس اجسام کا فرکشن کے ذریعے چارج ہونا دراصل الیکٹرون (الیکٹرون) کے منتقل ہونے کا عمل ہے
 - بیان کریں کہ ایک کنڈکٹر کو الیکٹرک انڈکشن کے ذریعے چارج کیا جاسکتا 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 لگاتی ہے
 - بیان کریں کہ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں اس مقام پر پوزیٹو چارج رکھ دیں گے
 - 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 سفیر کے گرد
- (ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹس کے درمیان
- الیکٹرک فیلڈ 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، الیکٹرک انڈکشن، کولمب کا قانون اور الیکٹرک فیلڈ۔

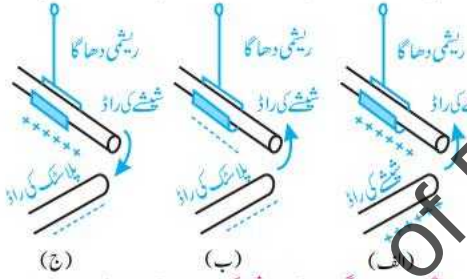


شکل 15.1: خشک بالوں پر رگڑی گئی کنگھی کاغذ کے چھوٹے ٹکڑوں کو اپنی طرف کھینچتی ہے

15.1 الیکٹرک چارج (Electric Charge)

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) کو ریشم سے رگڑنے پر وہ بھی چھوٹے کاغذ کے ٹکڑوں کو کھینچ لیتی ہے۔ ہم اکثر میٹل کے اجسام کے پینڈل کو چھونے پر ہلکا سا جھٹکا محسوس کرتے ہیں، خاص طور پر جب ہم گاڑی کے سیٹ پر سر کر بیٹھیں یا مصنوعی قالین پر چلیں۔ ان تمام صورتوں میں الیکٹرک فورس الیکٹرک چارج کی وجہ سے عمل

کرتی ہے۔ اشیاء 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 کے 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: پوزیٹو چارج اور نیگیٹو چارج۔

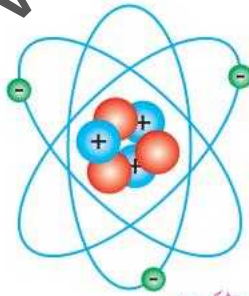


شکل 15.2: (الف) پوزیٹو چارج، (ب) نیگیٹو چارج، (ج) نیوٹرل چارج کے ذریعے ثابت کیا جاسکتا ہے

ان کی موجودگی کو ایک سادہ تجربے کے ذریعے ثابت کیا جاسکتا ہے (شکل 15.2)۔ الیکٹرک چارج SI یونٹ (کولمب) (C) ہے۔ شکل 15.2 میں شیشے اور پلاسٹک کی راڈ سے (الف) 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 پوزیٹو 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 اون یا کھال (Fur) سے رگڑا جاتا ہے، ایک دوسرے کے قریب لائی جائیں تو دونوں نیگیٹو چارج حاصل کرتی ہیں۔ اسی اصول کے مطابق کہ ایک جیسے چارج ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں، دونوں پلاسٹک راڈز بھی ایک دوسرے کو دفع کرتی ہیں۔ (ج) جب پوزیٹو چارج شدہ شیشے کی راڈ (ریشم سے رگڑی ہوئی) کو نیگیٹو 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۔

15.3 ایٹم کی ساخت (Properties of Electric Charges)



شکل 15.3: ایٹم کی ساخت

ایلیٹرون
پروٹون
نیوٹرون

مادہ ایٹمز پر مشتمل ہوتا ہے، اور ہر ایٹم چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز سے بنا ہوتا ہے۔ ان میں پروٹون، پوزیٹو چارج رکھتے ہیں اور نیوٹرونز میں موجود ہوتے ہیں۔ الیکٹرون نیگیٹو چارج رکھتے ہیں اور نیوٹرونز کے گرد آرہٹ میں گردش کرتے ہیں (شکل 15.3)۔ چونکہ ہر شے ایٹمز پر مشتمل ہے، اس لیے ہر شے پوزیٹو، نیگیٹو یا غیر چارج شدہ (Neutral) ہو سکتی ہے۔ چارج میٹریلز کی ایک بنیادی خاصیت ہے

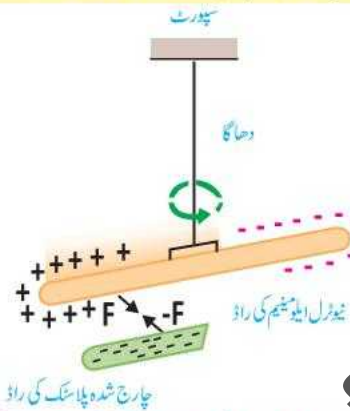
جو انہیں کو ایک دوسرے کو کشش یا دفع کرنے کا سبب بنتی ہے۔ چارج مختلف طریقوں سے ایک جسم سے دوسری جسم میں منتقل ہو سکتا ہے، جیسے فرکشن کے ذریعے، براہ راست رابطے کے ذریعے، الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے، ایک آکسولیڈ سسٹم (Isolated system) میں۔ کل چارج ہمیشہ مستقل رہتا ہے یہ نہ پیدا ہوتا ہے نہ تباہ ہوتا ہے،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

15.2 الیکٹروسٹیٹک انڈکشن (Electrostatic Induction)

کیا آپ جانتے ہیں؟



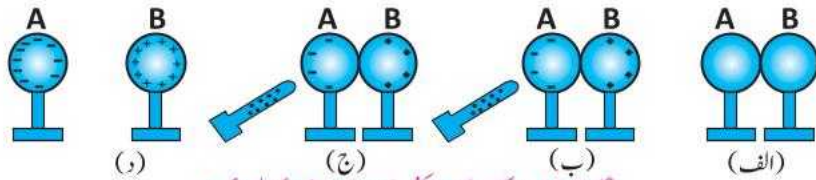
جب ایک چارج شدہ راڈ کو کسی کنڈکٹر کو بغیر چھوئے قریب لایا جاتا ہے تو کنڈکٹر پر بھی چارج آ جاتا ہے۔ یہ الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کا حیرت انگیز اثر ہے۔



سرگرمی 15.1: جب ایک چارج شدہ پلاسٹک کی راڈ کو ایک لگی ہوئی غیر چارج شدہ ایلومینیم کی راڈ کے قریب لایا جاتا ہے تو دونوں ایک دوسرے کی طرف کھینچے 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 پوزیٹو اور نیگیٹو چارجز کی دوبارہ تقسیم (Redistribution) کا سبب بنتی ہے۔ اس تقسیم کی وجہ سے ایلومینیم کی راڈ چارج شدہ راڈ کی طرف کھینچا جاتا 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 ہے کہ کئی شے چارج شدہ ہے یا نہیں۔ یہ عمل الیکٹروسٹیٹک کی ایک مثال ہے۔

سرگرمی 15.2: میٹل کے دو سفیرز (Spheres) A اور B لیں،

اور انہیں انسولیڈڈ (Insulated) اسٹینڈز پر اس طرح رکھیں کہ دونوں ایک دوسرے کو چھو رہے ہوں، جیسا کہ شکل 15.5 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔ اب ایک پوزیٹو چارج شدہ راڈ کو سفیرز A کے قریب لائیں، جیسا کہ شکل 15.5 (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ سفیرز A میں موجود نیگیٹو چارجز کو اپنی طرف کھینچنے سے اور پوزیٹو چارجز کو دور دھکیلتی ہے۔ اس طرح سفیرز A کے اُس حصے پر جو راڈ کے قریب ہے نیگیٹو چارج جمع ہو جاتا ہے، جبکہ سفیرز B کے دائیں حصے پر پوزیٹو 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 سفیرز کو ایک دوسرے سے علیحدہ کر دیں، لیکن پوزیٹو چارج شدہ راڈ کو سفیرز A کے قریب ہی رکھیں۔ اب آپ دونوں سفیرز کا معائنہ کریں گے تو معلوم ہو گا کہ وہ مخالف چارج رکھتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.5 (ج) میں دکھایا گیا ہے۔ راڈ کو ہٹا دینے کے بعد چارج دونوں سفیرز کی سطحوں پر یکساں طور پر پھیل جاتا ہے، جیسا کہ شکل 15.5 (د) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پورے عمل میں دونوں سفیرز پر چارج کا مقدار کے مخالف چارج پیدا ہوتے ہیں۔ اس مظہر کو انڈکشن کے ذریعے چارج کرنا (Charging by Induction) کہا جاتا ہے۔

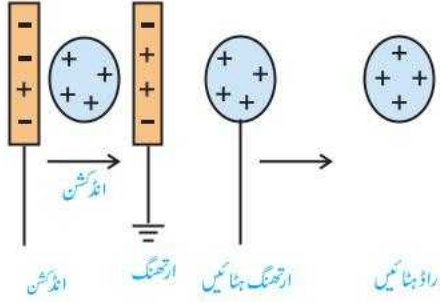


شکل 15.5: الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کے ذریعے دو سفیرز کو چارج کرنا

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 پوزیٹو چارج اور دوسرے سرے پر نیگیٹو چارج پیدا ہو جاتا ہے۔ اس عمل کو الیکٹروسٹیٹک انڈکشن کہا جاتا ہے۔

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

انڈکشن کے ذریعے چارجنگ وہ طریقہ ہے جس میں کسی کنڈکٹر کو براہ راست چارج شدہ جسم سے چھوئے بغیر چارج کیا جاتا ہے۔ اس میں چارج



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

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 میل سفیر کے قریب لایا جاتا ہے۔ راڈ کے نیگیٹیو چارج کی وجہ سے میل سفیر کے اندر موجود آزاد الیکٹران دھکیل کر دور ہو جاتے ہیں، جس کے قریب والے حصے پر پوزیٹیو چارج ظاہر ہوتا ہے اور دور والے حصے پر نیگیٹیو چارج جمع ہو جاتا ہے۔ اس چارج کی علیحدگی کو ہی الیکٹرک سٹینڈ انڈکشن کہتے ہیں۔ ارتھنگ کسی

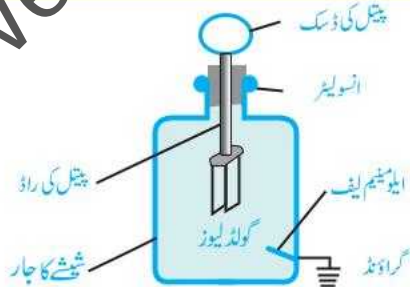
کنڈکٹر کو زمین سے جوڑنے کا عمل ہے، تاکہ غیر مطلوبہ چارج زمین میں منتقل ہو جائے۔ جب راڈ ابھی تک سفیر کے قریب رکھا ہو تو سفیر کے دور والے حصے کو ایک تار کے ذریعے زمین (Earth) سے جوڑ دیا جاتا ہے (شکل 15.6)۔ چونکہ یہ حصہ نیگیٹیو چارج شدہ ہوتا ہے، اس لیے الیکٹرونز زمین کی طرف بہہ جاتے ہیں، اور اضافی نیگیٹیو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

الیکٹروسکوپ (Electroscope)

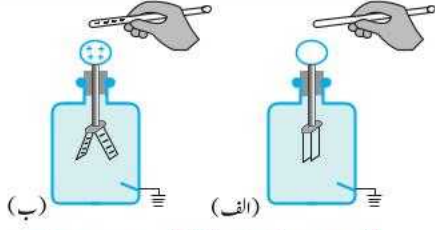
گولڈ لیف الیکٹروسکوپ ایک حساس آلہ ہے جو الیکٹرک چارج کا پتہ لگانے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ ایک پیتل کی راڈ پر مشتمل ہوتا ہے، جس کے اوپر پیتل کی ایک ڈسک لگی ہوتی ہے اور نیچے دو باریک سونے کے لیف (Leaf) لگے ہوتے ہیں، جیسا کہ شکل 15.7 میں دکھایا گیا ہے۔ پیتل کی راڈ ایک انسولیٹنگ میٹریل (Insulating material) سے گزرتی ہے، جو اسے اپنی جگہ پر مضبوطی سے تھامے رکھتی ہے چارجز ڈسک سے ملے کہ پتلی (Leaves) تک آسانی سے

منتقل ہو سکتے ہیں۔ اس کے علاوہ جار کے اندر، نچلے حصے پر ایک پتلی ایلیومینیم فوائل چسپاں کی جاتی ہے۔ جار کے اندر موجود ایلیومینیم فوائل کو عموماً کا پراؤر کے ذریعے زمین سے جوڑا جاتا ہے، تاکہ گولڈ لیف کو باہر کے غیر ضروری الیکٹرک اثرات سے محفوظ رکھا جاسکے۔ کسی جسم پر چارج موجود ہے یا نہیں، اس کا پتہ لگانے کے لیے اس جسم کو غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ کی ڈسک 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 الیکٹروسٹیک انڈکشن کی وجہ سے ڈسک پر پوزیٹیو چارج اور لیوز پر

دفنی آزمائش
خنگ بالوں پر غبارہ رگڑیں اور پھر اُسے دیوار کے قریب الیکٹریک غبارہ دیوار سے چیک جاتا ہے لیکن ایسا کیوں ہوتا ہے؟



شکل 15.7: غیر چارج شدہ الیکٹروسکوپ



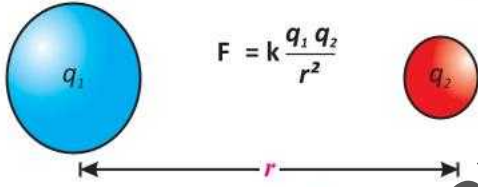
شکل 15.8: گولڈ لیف الیکٹروسکوپ سے چارج کا پتہ لگانا

دہنی آزمائش

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

نیگیٹو 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، لہذا 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 کیا جاسکتا ہے۔ اس مقصد کے لیے چارج شدہ جسم کو ڈسک کے قریب لائیں، مگر چھونے نہ دیں۔ اگر لیف (جو پہلے سے پھیلے ہوئے ہیں) واپس سنبھل جائیں تو اس کا مطلب ہے کہ وہ میٹریل اچھا کنڈکٹر ہے، کیونکہ چارج اس کے ذریعے منتقل ہو جاتا ہے۔

15.3 کولمب کا قانون (Coulomb's Law)



شکل 15.9: کولمب کا قانون

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

$$F \propto q_1 q_2 \quad (15.1)$$

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

$$\text{یا } F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (15.3)$$

یہاں k ایک تناسب کا مستقل ہے جو دو پوائنٹ چارجز کے درمیان الیکٹروسٹیک 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 $9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ہوتی ہے۔ کولمب کا قانون بنیادی طور پر ان پوائنٹ چارجز پر لاگو ہوتا ہے جن کا سائز ان کے درمیان فاصلے کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہو۔

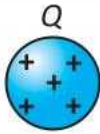
کیا آپ جانتے ہیں؟

نیوٹن بمقابلہ کولمب

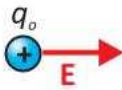
- مشابہ فارمولے، معکوس مربع کے قوانین
- گریویٹیشنل فورسز صرف کشش کی فورسز ہیں۔
- یہ بڑے اجسام اور زیادہ فاصلے کے لیے اہم ہیں۔
- الیکٹریکل فورسز کشش بھی کرتی ہیں اور دفع بھی۔
- چھوٹے اجسام اور کم فاصلے کے لیے اہم ہوتی ہیں۔

دلچسپ معلومات

اگر دو چارجز علامت میں ایک دوسرے کے مخالف ہیں (ایک پوزیٹو، دوسرا نیگیٹو) تو وہ ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں۔ اگر علامتیں تبدیل ہو جائیں مطلب دونوں پوزیٹو ہوں یا دونوں نیگیٹو، 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۔



سورس چارج



ٹیسٹ چارج

شکل 15.10: الیکٹرک فیلڈ انٹینسٹی

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 لامحدود فاصلے (Infinity) تک پھیلی ہوتی ہے، لیکن فاصلے کے بڑھنے کے ساتھ ساتھ اس کی انٹینسٹی کم ہوتی جاتی ہے۔

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

حسابی طور پر:

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

فرض کریں کہ ایک ٹیسٹ چارج q_0 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۔

الیکٹرک فیلڈ کی انٹینسٹی (یعنی 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:

$$E = F / q_0 \quad (15.5)$$

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 ہوگی جو فورس کی ہوتی ہے۔

الیکٹرک فیلڈ لائنز (Electric Field Lines)

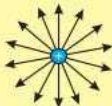
الیکٹرک فیلڈ کا تصور یہ ظاہر کرتا ہے کہ ایک چارج شدہ جسم اپنے آس پاس موجود دوسرے چارجز پر کس طرح اثر انداز ہوتا ہے۔ الیکٹرک فیلڈ ایک ویکٹر فیلڈ ہے، یعنی اس میں مقدار اور سمت دونوں ہوتی ہیں۔ کسی مقام پر الیکٹرک فیلڈ کی سمت وہی ہوتی ہے جس سمت میں وہاں رکھا ہوا پوزیٹو ٹیسٹ چارج حرکت کرے گا۔ نیچے تین عام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

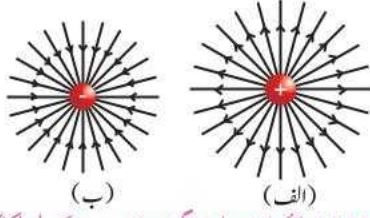
الیکٹرک فیلڈ کو الیکٹرک فیلڈ لائنز کے ذریعے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہاں نقطے پر قوت کی سمت کو دکھاتی ہیں۔
الیکٹرک فیلڈ کی سمت پوزیٹو چارج سے نیگیٹو چارج کی طرف ہوتی ہے۔
الیکٹرک فیلڈ لائنز (جنہیں الیکٹرک فیلڈ بھی کہا جاتا ہے) ایک دوسرے کو کراس نہیں کرتیں۔
الیکٹرک فیلڈ لائنز اس راستے کی نشاندہی کرتی ہیں جس پر ایک ٹیسٹ چارج الیکٹرک فیلڈ میں حرکت کرے گا۔



ایک آکولید پوزیٹو چارج کا الیکٹرک فیلڈ



ایک آکولید نیگیٹو چارج کا الیکٹرک فیلڈ

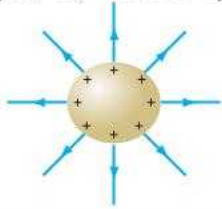


شکل 15.11: آئسو لیڈ پوزیٹو اور نیگیٹو پوائنٹ چارج کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز

ہر سمت میں پھیلتا ہے۔ پوزیٹو 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 پوزیٹو ٹیسٹ چارج رکھا جائے تو وہ دھکیلا جائے گا (Repulsion)۔ نیگیٹو پوائنٹ چارج (شکل 15.11-ب) کے لیے الیکٹرک فیلڈ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں۔ یہ ظاہر کرتی ہیں کہ پوزیٹو ٹیسٹ چارج نیگیٹو چارج اپنی طرف کھینچے گا۔ یہ نمونے یا ڈیزائن واضح کرتے ہیں کہ پوزیٹو چارج دوسروں کو دھکیلتا ہے جبکہ نیگیٹو چارج دوسروں کو کھینچتا ہے۔

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

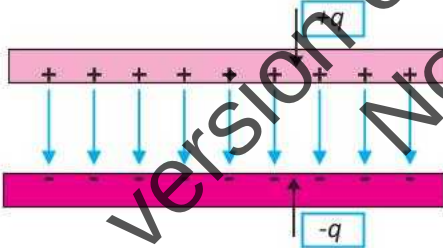
ایک چارج شدہ کنڈکٹنگ سفیر اپنی سطح پر چارج کو یکساں طور پر تقسیم کرتا ہے۔ اس کے باہر پیدا ہونے والا الیکٹرک فیلڈ ایک پوائنٹ چارج کے فیلڈ جیسا ہوتا ہے۔ پوزیٹو چارج کی صورت میں الیکٹرک فیلڈ لائنز باہر کی طرف نکلتی ہیں، جبکہ نیگیٹو چارج کی صورت میں یہ لائنز اندر کی طرف جاتی ہیں (شکل 15.12)۔ سفیر کے اندر 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: پوزیٹو چارج شدہ سفیر پر چارج کی تقسیم

(ج) دو مخالف چارج شدہ متوازی کنڈکٹنگ پلیٹوں 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 سمت کے چارج دیے جائیں تو ان کے درمیان ایک یونیفارم الیکٹرک فیلڈ بنتا ہے (شکل 15.13)۔ الیکٹرک فیلڈ کی لائنز ہمیشہ پوزیٹو پلیٹ سے نیگیٹو 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 سفیر کے اندر الیکٹرک فیلڈ ہمیشہ صفر ہوتا ہے۔ اسی وجہ سے مینل کی گاڑیوں یا ہوائی جہازوں کے اندر بیٹھے لوگ آسمانی بجلی گرنے کے دوران محفوظ رہتے ہیں۔

مثال: ایک پوائنٹ چارج $q = 10 \mu\text{C}$ ہوامیں رکھا گیا ہے۔

0.5 m کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ معلوم کریں۔

حل:

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

$r = 0.5 \text{ m}$

$E = ?$

معلوم کرنا:

$$E = k q / r^2$$

ہم جانتے ہیں کہ:

قیمتیں درج کرنے پر:

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

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

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 دو لٹیج 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 تانبا ہیں، اسی طرح گریفائٹ اور الیکٹرو لائٹس 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 اپلاینسز میں حفاظتی کردار ادا کرتے ہیں۔
تجربہ: کنڈکٹرز اور انسولیٹرز کی پہچان کے لیے 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 جھج، 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۔

کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) لگائیں۔

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

(الف) الیکٹرو اسٹیک انڈکشن (ب) کنڈکشن (ج) فرکشن (د) میکینیزم

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 سے دور ہوتے 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 چارجز 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) پوزیٹیو پلیٹ کے قریب فیلڈ مضبوط ہے

(ج) نیگیٹیو 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 مثالیں لکھیں۔

15.4 الیکٹرو اسٹیک انڈکشن سے کیا مراد ہے؟

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

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

3. تعمیری فکر کے سوالات

15.1 فرکشن سے کچھ میٹریلز الیکٹرون کیوں حاصل کرتے ہیں جبکہ کچھ الیکٹرون خارج کرتے ہیں؟ کون سی خاصیت اس طرز 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 کیا ہے؟

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

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

4. تفصیلی سوالات

15.1 کسی کنڈکٹر کو الیکٹروسٹیک 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 جان 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 یا غیر شارج شدہ درمیان تعامل 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 کیپیسٹر کا الیکٹرک فیلڈ، فیلڈ لائنز کی مدد سے کیسے ظاہر کیا جاسکتا ہے؟

5. حسابی سوالات

15.1 ایک $25 \mu\text{C}$ پوزیٹو 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۔

15.2 دو پوائنٹ چارجز $q_1 = 8 \mu\text{C}$ اور $q_2 = 4 \mu\text{C}$ کو 120 cm کے فاصلے پر رکھا گیا ہے۔ ان کے درمیان کولمب کی فورس معلوم کریں اور فورس کی نوعیت بھی بتائیں۔

15.3 ایک پوائنٹ چارج $q = 10 \mu\text{C}$ ہو ا میں رکھا گیا ہے۔ چارج سے 0.5 m کے فاصلے پر الیکٹرک فیلڈ کی طاقت معلوم کریں۔

15.4 اگر دو چھوٹے ایک جتنے چارج کیے گئے مٹل سفیرز 3 cm فاصلے پر ہو ا میں موجود ہوں تو وہ ایک دوسرے کو 0.5 N کی فورس سے متاثر ہو سکتے ہیں۔ ہر سفیر پر چارج معلوم کریں۔

15.5 3.2 سینٹی میٹر فاصلے پر رکھے گئے دو چارجز پر 85 N کی فورس لگ رہی ہے۔ اگر ایک چارج $25 \mu\text{C}$ ہو تو دوسرے چارج کی مقدار معلوم کریں۔

الیکٹریسیٹی (ELECTRICITY)

طلباء کے مسائل کا حل

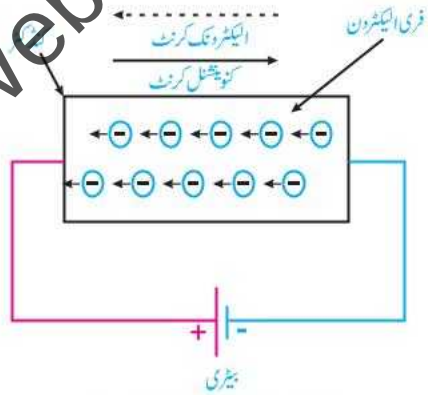
اس باب کو پڑھنے کے بعد طلباء کو یہ بتایا جائے گا کہ وہ:

- الیکٹرک کرنٹ کی تعریف کریں اور مساوات استعمال کرتے ہوئے اس کی قیمت معلوم کر سکیں: $I = Q/t$
- الیکٹرک کرنٹ میٹرز 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 الیکٹرک ماپا جاتا ہے، اور ایک امپیر 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 ریجنر کے ایمپیرز (اینالاگ اور ڈیجیٹل) کا استعمال مثالوں کے ذریعے بیان کر سکیں
- ای۔ ایم۔ ایف (emf) کی تعریف یوں کر سکیں کہ یہ وہ الیکٹریکل ورک ہے جو کولمب 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 کمپوینٹ 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 ریجنر کے وولٹ میٹرز (ڈیجیٹل اور اینالاگ) کے استعمال کی وضاحت مثالوں کے ساتھ کر سکیں
- جب کثیر (Multiple) سوز سیریز میں جوڑی جائیں تو کل ای۔ ایم۔ ایف معلوم کر سکیں
- جب ایک جیسی سوز سیریز میں جوڑی جائیں تو جان سکیں کہ کل ای۔ ایم۔ ایف ایک ہی سوز کے برابر ہوتی ہیں
- اوہم کے قانون کی مساوات بیان کر سکیں اور استعمال کر سکیں: $R = V/I$
- ٹیمپریچر بڑھنے سے رزسٹر (مثلاً فلامنٹ لیپ) کی رزسٹنس کیسے بدلتی ہے، اس کی وضاحت کر سکیں

- 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 (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 سوچو اور فیوزز کے استعمال اور عمل کو سمجھا سکیں اور مناسب فیوز ریٹنگ یا ٹرپ سیٹنگز (Settings) منتخب کر سکیں
- اگر لائیو دائرہ کسی ارتھڈ (Earthed) میٹل کے چھو لے تو کیا ہوتا ہے، اسے سمجھ سکیں
- یہ بھی بیان کر سکیں کہ الیکٹریکل ڈیوائسز کا کوریوٹی وائیڈ باؤنڈ کنڈکٹنگ (ڈبل انسولیٹڈ) ہونا چاہیے یا ارتھڈ (Earthed)
- بیان کر سکیں کہ مین سرکٹ: لائیو دائرہ، نیوٹرل دائرہ اور ارتھڈ دائرہ پر مشتمل ہوتی ہے
- یہ وجہ بھی بیان کر سکیں کہ کیوں فیوزز سرکٹ بریکر ہمیشہ لائیو دائرہ 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

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

16.1 الیکٹرک کرنٹ (Electric Current)



شکل 16.1: سرکٹ میں الیکٹرونز کا بہاؤ

ایک اینٹم میں الیکٹرون اور پوزیٹیو چارج رکھنے والا نیوکلئیس ایک مضبوط فورس کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ لیکن میٹل میں کچھ الیکٹرونز ایسے ہوتے ہیں جو نیوکلئیس 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)۔ چار جز کا یہ بہاؤ الیکٹرک کرنٹ کہلاتا ہے۔ الیکٹرک کرنٹ پوزیٹیو اور نیگیٹیو دونوں چارجز کی حرکت سے پیدا ہو سکتا ہے۔

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:

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

الیکٹرک کرنٹ کا SI یونٹ ایمپیر (A) ہے۔

اگر ایک کولمب چارج ایک سیکنڈ میں گزرے تو کرنٹ ایک ایمپیر ہوگا۔

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C s}^{-1}$$

یعنی: 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۔



چونکہ الیکٹرونز نیگیٹیو چارج رکھتے ہیں، اس لیے ان کی حرکت کی سمت 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 لگایا جاتا ہے۔

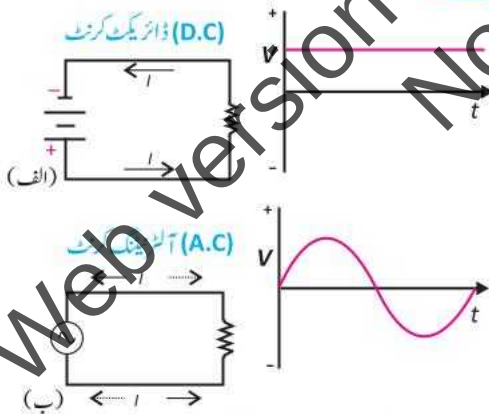
الیکٹرک کرنٹ کی اقسام (Types of Electric Current)

1- ڈائریکٹ کرنٹ (D.C)

2- آلٹرنیٹنگ کرنٹ (A.C)

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۔



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

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 فریکوئنسی 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۔

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)



شکل 16.3: اینالاگ اور ڈیجیٹل ایمیٹرز کا موازنہ

ایمیٹر وہ آلہ ہے جسے سرکٹ میں بننے 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 پیمانہ 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 جاسکے۔

شکل 16.3 میں ڈیجیٹل ایمیٹر (بالکل 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 جاسکے، مگر ان کے ڈسپلے کا طریقہ اور ریڈنگ کی سہولت ایک دوسرے سے 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 بننے والا کرنٹ ایک فیلڈ پیدا کرتا ہے، جو سوئی کو سکیل پر حرکت دیتا ہے۔ اینالاگ ایمیٹر میں عام طور پر متعدد رینجز ہوتی ہیں، مثلاً: 0-10 mA، 0-100 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۔

کے آپ جانتے ہیں؟



ڈائریکٹ کرنٹ وہ کرنٹ ہے جو ہمیشہ سے پوزیٹو سرے کی طرف بہتا ہے۔ اس کا رخ تبدیل نہیں ہوتا۔ جبکہ ایسی ہی کرنٹ ملتا ہے۔ اگر پوزیٹو اور نیگیٹو تار آپس میں مل جائیں تو آگ لگنے 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 خود کار طور پر رینج تبدیل کر لیتے ہیں۔ یہ ایمیٹر زیادہ درستگی کی ضرورت والی سائنسی، صنعتی، اور الیکٹرونک پیمائشوں میں استعمال ہوتے ہیں۔

رینج کا انتخاب (Range Selection): ایمیٹر میں مختلف رینجز شامل کی جاتی ہیں تاکہ مختلف مقدار کے کرنٹس کی محفوظ اور درست طریقے سے پیمائش کی جاسکے۔ 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۔

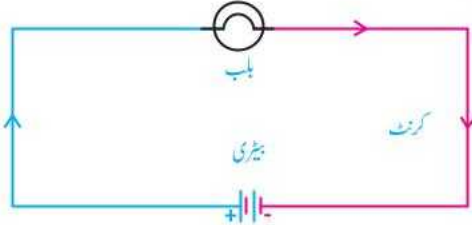
16.2 الیکٹروموتیو فورس (e.m.f) اور پوٹینشل ڈفرینس (p.d)

(Electromotive Force and Potential Difference)

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

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

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



شکل 16.4: الیکٹروموتیو فورس

الیکٹروموتیو فورس کا سورس الیکٹریکل انرجی (جیسے کیمیکل، حرارتی یا کیمیائی) کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔ اس کی مثال میں بیٹری (کیمیائی انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتی ہے)، جنرل (حرارتی انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں بدلتا ہے)، جنریٹر (میکینیکیل انرجی کو الیکٹریکل انرجی بناتا ہے)۔ جب کسی کنڈکٹر کو بیٹری سے جوڑا جاتا ہے، تو بیٹری کے ٹرمینلز کے درمیان

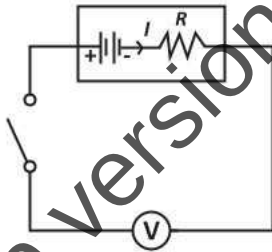
پوٹینشل ڈفرینس کی وجہ سے کرنٹ بہنے لگتا ہے۔ بیٹری پوزیٹیو ٹرمینل سے گزرا کر کنڈکٹر کے راستے نیگیٹیو ٹرمینل تک لے جانے کے لیے انرجی فراہم کرتی ہے (شکل 16.4)۔ جب چارج (کم پوٹینشل) تک پہنچ جاتا ہے تو بیٹری اسے دوبارہ پوزیٹیو انرجی ٹرمینل (زیادہ پوٹینشل) کی طرف دھکیلنے کے لیے کام کرتی ہے۔ یہ عمل بار بار 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۔

الیکٹروموتیو فورس وہ الیکٹریکل پوٹینشل انرجی ہے جو بیٹری ایک یونٹ پوزیٹیو چارج کو ہند سرکٹ میں گردش کروانے کے لیے فراہم کرتی ہے۔ اسے حسابی طور پر یوں لکھ سکتے ہیں:

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

$$E = W/Q \quad \text{..... (16.3)}$$

یہاں پر E : الیکٹروموتیو 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 براہ راست وولٹ میٹر کے ٹرمینلز کے ساتھ جوڑ کر پیمائش کرتی ہے (شکل 16.5)۔

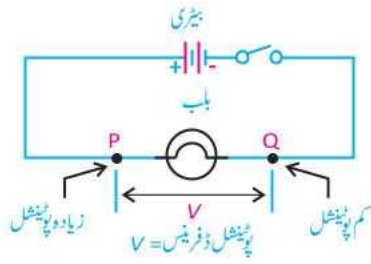


شکل 16.5: بیٹری کی الیکٹروموتیو فورس ماپنے کا طریقہ

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 الیکٹریکل کرنٹ پیدا ہوتا ہے۔ جب تک بیٹری کے اندر کیمیکل ری ایکشن جاری رہتا ہے، پوٹینشل ڈفرینس برقرار رہتا ہے اور الیکٹریکل 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۔

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



شکل 16.6: سرکٹ کے دو پوائنٹس میں پوٹینشل ڈفرینس

کیا آپ جانتے ہیں؟



الیکٹرک پوٹینشل

الیکٹرک پوٹینشل فورس (واٹر) ہے جو کسی پوائنٹ پر
چارج کو سورس کے پوائنٹ فرم سے کی طرف منتقلی
کرتی ہے۔ یہ دو چارجز کو ایک دوسرے سے الگ
کرتی ہے۔



پوٹن

دو پوائنٹس کے درمیان الیکٹرک پوٹنشل کا فرق
وولٹ کہلاتا ہے۔ دو پوائنٹس کے درمیان وولٹ
اس ورک کے برابر ہوتی ہے جو ایک پوائنٹ چارج
سنگل الیکٹرک فیڈ کے خلاف اسے ایک
پوائنٹ سے دوسرے پوائنٹ تک لے جانے
میں کرتی ہے۔



ڈیجیٹل وولٹ میٹر



اینالاگ وولٹ میٹر

شکل 16.7: وولٹ میٹر کی مثال

کم رینج والے وولٹ میٹر زملی وولٹ (mV) تک پیمائش کر سکتے ہیں، جبکہ
زیادہ رینج والے وولٹ میٹر سیکڑوں یا ہزاروں وولٹ تک پیمائش کر سکتے ہیں۔ کم رینج والے وولٹ میٹر ز پر زیادہ وولٹ لگانے سے آپ کو غائب ہو
سکتا ہے اور زیادہ رینج والے وولٹ میٹر سے کم وولٹ کی پیمائش پر ریڈنگ غلط ہو سکتی ہے۔ شکل 16.7 میں اینالاگ اور ڈیجیٹل دونوں قسم کے
ولٹ میٹر 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: $Q = 20 \text{ C}$ چارج ؛ $W = 120 \text{ J}$ بیٹری کا کیا گیا ورک
معلوم کرنا: $V = ?$ پوٹینشل ڈفرینس

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

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

یہاں پر: الیکٹرک پوٹنشل $V =$ انرجی $W =$ ، چارج $Q =$
یعنی:

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

پوٹینشل ڈفرینس الیکٹرک فیڈ کے دو مقامات کے درمیان
الیکٹرک پوٹنشل کی مقدار کا فرق ہوتا ہے (شکل 16.6)۔

الیکٹرک پوٹنشل کا یونٹ وولٹ V ہے۔ ایک وولٹ برابر ہے:
($1 \text{ V} = 1 \text{ J C}^{-1}$) پوٹینشل ڈفرینس کو وولٹ بھی کہا جاتا ہے، جو

سرکٹ میں موجود کسی پوائنٹ میں استعمال ہونے والی انرجی کو
ظاہر کرتا ہے۔ وولٹ کو e.m.f. کہا جاسکتا ہے، جب انرجی کا
سورس (جیسے بیٹری) چارج کو حرکت دینے کے لیے انرجی فراہم
کرے۔ دونوں پوٹینشل ڈفرینس اور ای۔م۔ف۔ ایک کی وولٹ میں
پیمائش کی جاتی ہے۔

وولٹ میٹر (Voltmeter)

وولٹ 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 وولٹ کو دکھاتا ہے۔ وقت کے ساتھ
وولٹ میں آنے والی تبدیلیاں آسانی سے دیکھی جاسکتی ہیں۔ ڈیجیٹل
وولٹ میٹر، وولٹ کو عددی شکل (Numerical value) میں
سکرین پر دکھاتا ہے۔ یہ زیادہ درست اور پڑھنے میں بہت آسان
ہوتا ہے۔

کم رینج والے وولٹ میٹر زملی وولٹ (mV) تک پیمائش کر سکتے ہیں، جبکہ

زیادہ رینج والے وولٹ میٹر سیکڑوں یا ہزاروں وولٹ تک پیمائش کر سکتے ہیں۔ کم رینج والے وولٹ میٹر ز پر زیادہ وولٹ لگانے سے آپ کو غائب ہو
سکتا ہے اور زیادہ رینج والے وولٹ میٹر سے کم وولٹ کی پیمائش پر ریڈنگ غلط ہو سکتی ہے۔ شکل 16.7 میں اینالاگ اور ڈیجیٹل دونوں قسم کے
ولٹ میٹر 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: $Q = 20 \text{ C}$ چارج ؛ $W = 120 \text{ J}$ بیٹری کا کیا گیا ورک
معلوم کرنا: $V = ?$ پوٹینشل ڈفرینس

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

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

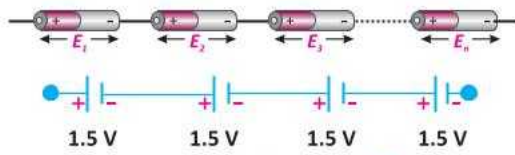
سیریز میں جوڑے گئے سورسز کی کل ای۔ایم۔ایف (Total E.M.F. of Series Connected Sources)

جب ایک سے زیادہ وولٹیج سورس (مثلاً بیٹریاں) سیریز میں جوڑی جاتی ہیں (شکل 16.8)، تو ان کی کل الیکٹروموتیو 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۔

$$E_{total} = E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

$$\text{کل ای۔ایم۔ایف} = E_{total}$$

$$\text{انفرادی بیٹریوں کی ای۔ایم۔ایف} = E_1, E_2, \dots, E_n$$



شکل 16.8: بیٹریوں کا سیریز جوڑ

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

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 کل ای۔ایم۔ایف (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 براہ راست ایک ہی دوپوائنٹس کے درمیان جوڑا جاتا ہے، لہذا دو وولٹیج تبدیل نہیں ہوتی۔ تاہم کل کرنٹ بڑھ جاتا ہے۔ پیرالل میں

آپ کی معلومات کیلئے
سیریز جوڑ میں بیٹریوں کی کل ای۔ایم۔ایف بڑھ جاتی ہے، جس سے الیکٹریک چارج کا سرکٹ میں بہاؤ آسان ہو جاتا ہے۔ تاہم سرکٹ میں بہنے والے کرنٹ کا انحصار دے سرکٹ کی رزسٹنس پر ہوتا ہے۔



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

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 کل ای۔ایم۔ایف ایک ہی سورس کی ای۔ایم۔ایف کے برابر رہتی ہے لیکن کل کرنٹ تمام سورسز کے فراہم کردہ کرنٹ کے مجموعے کے برابر ہو جاتا ہے۔

فارمولا: ایک جیسے سورسز کا پیرالل جوڑ

$$E_{total} = E_1 = E_2 = \dots = E_n$$

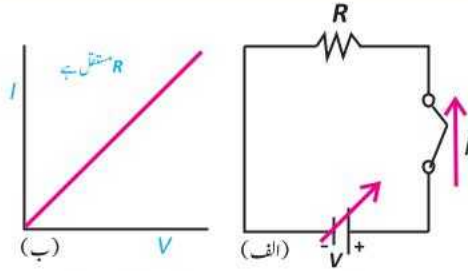
یہاں پر: پورے پیرالل سسٹم کی کل ای۔ایم۔ایف = E_{total}

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

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

تجربہ آزمائش

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



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

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۔ یاد رکھا گیا کہ جب کنڈکٹرز کے سروں پر پوٹینشل ڈفرینس بڑھایا جائے تو کرنٹ I میں بہنے والا کرنٹ بھی بڑھ جاتا ہے۔ اسی بنیاد پر اوہم کا قانون بیان کیا گیا۔

کسی کنڈکٹر میں بہنے والا کرنٹ I 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: $I \propto V$ یا $I = \frac{V}{R}$

$$V = IR \quad \text{..... (16.5)}$$

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

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)



شکل 16.11: سیریز میں جوڑے گئے رزسٹرز

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 آگے والے وولٹیج کے مجموعے کے برابر ہوگی:

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

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

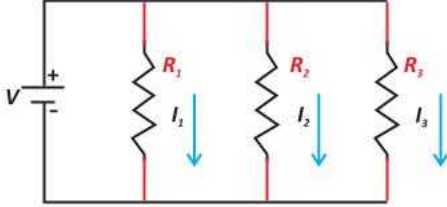
$$\text{یا } IR_e = IR_1 + IR_2 + IR_3$$

$$\text{یا } IR_e = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

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

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

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 پوٹنشل ڈیفرنس موجود ہوتا ہے۔

ہر رزسٹر میں مختلف کرنٹ گزرتا ہے۔ فرض کریں تین رزسٹرز R_1, R_2, R_3 پیرالل میں ملے ہیں (شکل 16.12)۔

ایک V ولٹ کی بیٹری سے یہ سرکٹ ملتا 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:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$V = I_1 R_1, V = I_2 R_2, V = I_3 R_3 \quad \text{اوہم کے قانون کے مطابق:}$$

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

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

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

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

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

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

حل:

$$R_1 = 8 \Omega, R_2 = 24 \Omega \text{ اور } V = 30 V$$

دیا گیا ڈیٹا:

$$R_e = ? \text{ اور } I = ?$$

معلوم کرنا:

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

پیرالل رزسٹنس کے لیے فارمولا ہے:

$$1/R_e = (1/8) + (1/24)$$

قیمتیں درج کرنے سے:

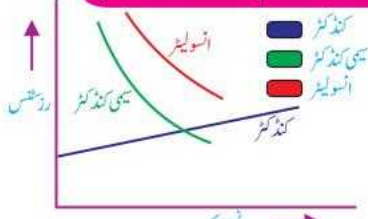
$$1/R_e = (3/24) + (1/24)$$

$$1/R_e = 4/24 \text{ or } R_e = 24/4 = 6 \Omega$$

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

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

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



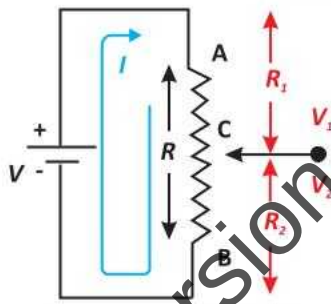
شکل 16.13: ٹھیرسٹور پر اثر

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

مثال: فلامنٹ بلب: جب فلامنٹ (رزسٹر) کا ٹھیرسٹور

بڑھتا ہے تو ایٹمز کی وابہریشنز 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۔ سیکمی کنڈکٹر ز اور انسولیٹرز میں ٹھیرسٹور 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) سیکمی کنڈکٹر میٹریل سے بنتا ہے۔ اس کی رزسٹنس ٹھیرسٹور بڑھنے سے کم ہوتی ہے۔ کم ٹھیرسٹور پر کم چارج کیریئرز ہونے کی وجہ سے رزسٹنس زیادہ ہوتی ہے۔ جیسے جیسے ٹھیرسٹور 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 ٹھیرسٹور اور رزسٹنس کا گراف دکھایا گیا ہے۔

16.6 پوٹینشل ڈیوائیڈر سرکٹ (Potential Divider Circuit)



شکل 16.14: ڈیوائیڈر سرکٹ

پوٹینشل یا ووٹیج ڈیوائیڈر ایک ایسا سرکٹ ہے جو رزسٹنس کے مدد سے دو یا زیادہ حصوں میں تقسیم کرتا ہے۔ یہ دو یا زیادہ رزسٹرز پر مشتمل ہوتا ہے جو سیریز میں دوولٹ سورس کے ساتھ جوڑے ہوتے ہیں (شکل 16.14)۔ سیریز میں ہونے کی وجہ سے ہر رزسٹر پر مخصوص ووٹیج ڈراپ پیدا ہوتا ہے، جو اس کی رزسٹنس کے تناسب ہوتا ہے اور یہ ووٹیج 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 ووٹیج ڈراپ درج ذیل ہے:

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

$$V_1 = \text{کے اطراف میں ووٹیج } R_1$$

$$V_2 = \text{کے اطراف میں ووٹیج } R_2$$

یہاں پر: اور کل ووٹیج V_{total} دونوں V_1 اور V_2 کا مجموعہ ہے:

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

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

$$V_1 = IR_1 = \frac{V_{\text{total}}}{R_1 + R_2} \times R_1$$

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

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

16.7 الیکٹرک پاور (Electric Power)

ایک سیکنڈ میں استعمال ہونے والی الیکٹرک 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۔

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

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

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

$$V = IR$$

$$P = I^2 R$$

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

جول کا قانون (Joule's Law)

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

کسی کنڈکٹر میں پیدا ہونے والی حرارت انرجی، جنسہ وولٹ کرنٹ کے مربع اور رزسٹنس اور وقت کے حاصل ضرب کے برابر ہوتی ہے۔

$$H = I^2 R t$$

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

اسے حسابی طور پر یوں لکھا جاتا ہے:

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

مثال:
ایکٹرکسٹی کے بل دراصل انرجی کی پیشکش ہیں۔ ہمارے الیکٹرکسٹی کے بل میں کلو واٹ آور لکھا ہوتا ہے جو استعمال ہونے والی انرجی کی مقدار ہے تاکہ خرچ ہونے والی الیکٹرکسٹی کی۔

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 کل انرجی کا انحصار

اس بات پر ہے کہ الیکٹرک بلب کتنی دیر تک کام کرتا ہے۔

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

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

کلو واٹ آور (kWh)

الیکٹرک انرجی عام طور پر بہت زیادہ مقدار میں استعمال ہوتی ہے۔ وہ یونٹ جو بڑی مقدار میں الیکٹرک انرجی کی پیشکش کے لیے استعمال ہوتا ہے

اسے کلو واٹ آور کہا جاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں ہے:

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

$$1 \text{ kWh} = 1,000 \text{ W} \times 1 \text{ hour} \dots\dots\dots (16.15)$$

$$= 1,000 \text{ W} \times (3600 \text{ s})$$

$$= 3.6 \times 10^6 \text{ J} = 3.6 \text{ MJ}$$

کلو واٹ آور میں انرجی اس فارمولے سے حاصل کی جاسکتی ہے:

$$\text{پاور (واٹ میں)} \times \text{استعمال کا وقت (گھنٹوں میں)} = \text{کلو واٹ آور میں الیکٹریکل انرجی کی مقدار}$$

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

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

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

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

دفتری 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؟

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

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

حل:

دیا گیا ڈیٹا:

$$P = 100 \text{ W} = 0.1 \text{ kW}$$

$$T = 10 \text{ گھنٹے روز}$$

$$= 30 \text{ دنوں کی تعداد}$$

$$\text{دن} \times \text{وقت} \times \text{پاور} = \text{استعمال شدہ یونٹس کی تعداد}$$

$$= 0.1 \times 10 \times 30 = 30 \text{ یونٹس}$$

$$\text{ایک یونٹ کی قیمت} \times \text{استعمال شدہ یونٹس} = \text{کل خرچ}$$

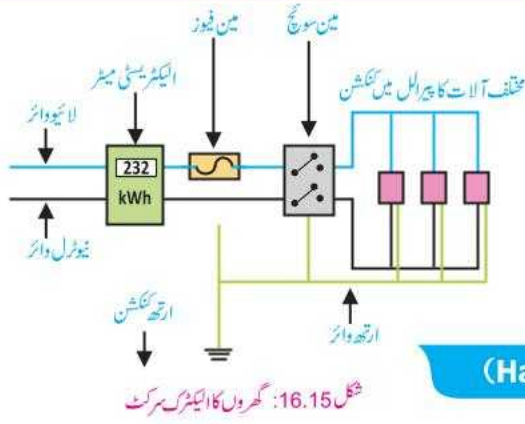
$$= 30 \times 25 = \text{Rs. } 750$$

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

گھریلو سرکٹس الیکٹریٹی کو گھر کے مختلف حصوں میں محفوظ راستوں سے تقسیم کرتے ہیں۔ الیکٹریسیٹی 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 سلائی سے علیحدہ راستہ ملتا ہے۔ ہر ڈیوائس 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 ڈیوائس کو مستقل دو لٹیج ملتا ہے۔ اگر کوئی ڈیوائس خراب ہو جائے یا فیوز اڑ جائے تو باقی گھر کی الیکٹریسیٹی



متاثر نہیں ہوتی۔ پورا سسٹم زیادہ محفوظ اور قابل اعتماد ہوتا ہے۔ یہ ایسے ہے جیسے ہر ڈیوائس کو اس کی اپنی سپر پاور دی جائے۔ مستقل دو لٹیج، 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۔

الیکٹریسیٹی کے خطرات اور حفاظتی اقدامات

(Hazards of Electricity and Safety Measures)

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

- 1۔ الیکٹریکل ڈیوائسز 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) جسے کسی تار میں اس کی صلاحیت سے زیادہ کرنٹ گزرتا ہے تو وہ اور ہیٹ (Overheat) ہو کر آگ کا باعث بن سکتا ہے۔
- 4۔ اوور لوڈنگ (Overloading) سے ایک ہی سائیکل، الیکٹریکل لیڈ یا پاور اسٹریپ میں بہت زیادہ ڈیوائسز لگانے سے اضافی کرنٹ گزرتا ہے جو سرکٹ کو اوور ہیٹ کر کے آگ لگا سکتا ہے۔



شکل 16.16: فیوز کی مختلف اقسام



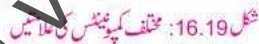
شکل 16.17: ایک ٹرپ سوچ

فیوز اور ٹرپ سوچ (سرکٹ بریکر) ان خطرات سے بچنے کے لیے ضروری حفاظتی ڈیوائسز ہیں۔ فیوز میں ایک پتلی تار ہوتی ہے جو زیادہ کرنٹ کے بہاؤ کی وجہ سے پگھل جاتی ہے۔ نتیجتاً سرکٹ ٹوٹنے سے الیکٹریسیٹی کا بہاؤ رُک جاتا ہے۔ مختلف قسم کے فیوز کو شکل 16.16 میں دکھائے گئے ہیں۔ دوسری طرف، ٹرپ سوچ جب کسی خرابی کا پتہ لگاتے ہیں، جیسے اوور لوڈ یا شارٹ سرکٹ شکل 16.17 تو خود بخود الیکٹریسیٹی کاٹ دیتے ہیں۔ دونوں ڈیوائسز سرکٹ کی لائیو تار سے جڑے 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

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



فرض کریں آپ کے گھر میں ارتھ وائر موجود ہی نہیں۔ اگر لائیو تار کسی الیکٹریکل ڈیوائس کی مثل کو چھو جائے تو کیا ہو سکتا ہے؟



80

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

- 16.1 کنویشنل کرنٹ کی سمت ہوتی ہے:
- (الف) نیگیٹیو ٹرمینل سے پوزیٹیو ٹرمینل کی طرف (ب) پوزیٹیو ٹرمینل سے نیگیٹیو ٹرمینل کی طرف
- (ن) دونوں سمتوں میں بیک وقت (د) اس کی کوئی مقررہ سمت نہیں ہوتی
- 16.2 وہ کون سا الیکٹرک مینٹ 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) امپیٹر (ج) اوہم میٹر (د) واٹ میٹر
- 16.4 سرکٹ میں الیکٹرومونیو 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 ایمپیر الیکٹرک کرنٹ کی پیمائش کیسے کرتا ہے؟
- 16.2 ڈائریکٹ کرنٹ اور آلٹرنیٹنگ کرنٹ میں بنیادی فرق کیا ہے؟
- 16.3 الیکٹرومونیو 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 کنڈکٹرز کی رزسٹنس کو کیسے متاثر کرتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

- 16.1 ایمپیر 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؟

- 16.2 گھریلو لائٹنگ 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 الیکٹریسیٹی کی ترسیل کے لیے زیادہ موزوں کیوں ہے، جبکہ ڈائریکٹ کرنٹ بیٹریوں اور پورٹ ایبل آلات کے لیے استعمال ہوتا ہے؟
- 16.5 آپ کو تاروں میں 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۔

- 16.1 الیکٹرک کرنٹ کے متعلق بیان کریں۔ اس کا چار جزئی حرکت سے کیا تعلق ہے، اور سرکٹ میں اس کی پیمائش کیسے کی جاتی ہے؟
- 16.2 الیکٹرومونیٹورس اور پوٹینشل ڈفرنس کی تعریف کریں۔ بیٹری پوٹینشل ڈفرنس 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 الیکٹرک 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 پاور کا ضائع 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 $4\ \Omega$ ، $6\ \Omega$ اور $8\ \Omega$ 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 $10\ \Omega$ اور $30\ \Omega$ 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۔ (4.5 Ω , 2.67 A)
- 16.4 ایک تارچ میں چارج 1.5 V کی بیٹریاں سیریز میں جوڑی گئی ہیں۔ سرکٹ کو ملنے والی کل الیکٹرومونیٹورس 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)

الیکٹرو میگنیٹزم

(ELECTROMAGNETISM)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

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

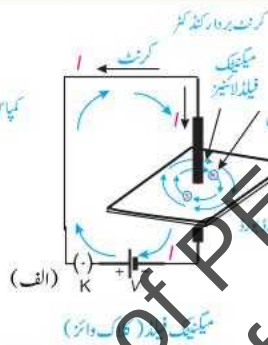
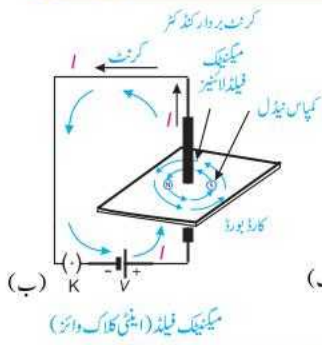
- سیدھی تاروں اور سولینوائڈز میں کرنٹ کے باعث بننے والے میگنیٹک فیلڈ کے پٹرن (Pattern) اور سمت کو بیان کر سکیں
- ایک تجربہ سے بیان کر سکیں جس سے ثابت ہو کہ میگنیٹک فیلڈ میں موجود کرنٹ بردار (Current-carrying) کنڈکٹر پر ایک فورس عمل کرتی ہے اور یہ بھی بتا سکیں کہ فورس پر کیا اثر ہو سکتا ہے۔
- (الف) کرنٹ 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 پٹرن 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

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 جزیئرز 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 فزکس کی سائنس اور ٹیکنالوجی میں کتنی اہمیت ہے۔ الیکٹرو میگنیٹزم پڑھنے سے ہمیں جدید ٹیکنالوجی کے پیچھے موجود سائنس کو سمجھنے اور مفید مہمیں بنانے کا علم حاصل ہوتا ہے۔

17.1 مستقل کرنٹ کے میگنیٹک اثرات (Magnetic Effects of Steady Current)

ایک مستقل بننے والی کرنٹ کے میگنیٹک اثرات کو کرنٹ بردار کنڈکٹر پر مشتمل تجربات کے ذریعے واضح کیا جاسکتا ہے۔

سیدمی تار میں کرنٹ کے باعث میگنیٹک فیلڈ (Magnetic Field Due to Current in a Straight Wire)



شکل 17.1: کرنٹ کے میگنیٹک اثرات

ہانس کریسٹین اورسٹڈ (Hans Christian Oersted)

کے مطابق، جب کسی کنڈکٹر میں مستقل الیکٹرک کرنٹ گزرتا ہے تو اس کے ارد گرد میگنیٹک فیلڈ B پیدا ہوتا ہے۔ اسے ثابت کرنے کے لیے ایک سیدمی تار کو عمودی کارڈ بورڈ شیٹ میں سے گزار کر بیٹری سے منسلک کیا جاتا ہے۔ جب کرنٹ گزرتا ہے، تار کے ارد گرد میگنیٹک فیلڈ بن جاتا ہے جس کی سمت دائیں ہاتھ کے گرپ رول (Right Hand Grip Rule) سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

کنڈکٹر کے گرد ہم مرکز دائروں (Concentric circles) کی شکل میں میگنیٹک لائنز بنتی ہیں۔ اگر کارڈ بورڈ پر چھوٹے کمپاس رکھے جائیں یا لوہہ چُون (Iron filings) چھڑکی جائیں تو یہ میگنیٹک فیلڈ کی سمت میں ترتیب پاتی 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 لوہہ 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 سے کرنٹ دیکھنے والے کی طرف بہا رہا ہے جبکہ کراس کا مطلب ہے کرنٹ دیکھنے والے سے دور جا رہا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ تار کے قریب سب سے زیادہ مضبوط ہوتا ہے، اور دور جانے کے ساتھ کم ہو جاتا ہے۔ یہ تصور الیکٹریکل انجینئرنگ میں خاص طور پر آلٹرنیٹنگ کرنٹ کے مطالعے میں بہت اہم ہے۔



شکل 17.2: کرنٹ بردار کنڈکٹر

کرنٹ بردار تار کے میگنیٹک فیلڈ کی سمت

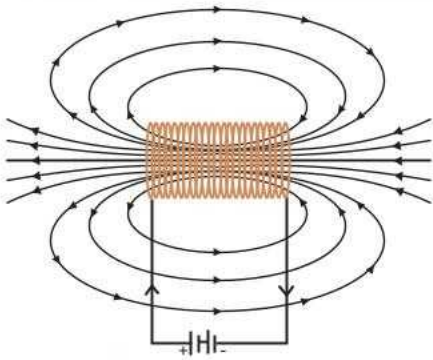
(Direction of the Magnetic Field of a Current-Carrying Wire)

کرنٹ بردار سیدھی تار کے ارد گرد بننے والے میگنیٹک فیلڈ B کی سمت دائیں ہاتھ کے گرپ رول کے ذریعے معلوم کی جاسکتی ہے، جیسا کہ شکل 17.2 میں دکھایا گیا ہے۔ دائیں ہاتھ کے گرپ رول کے مطابق:

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 میگنٹک فیلڈ کی سمت بتاتی ہیں۔

یہ سادہ طریقہ ہمیں کسی بھی سیدھی کرنٹ بردار تار کے ارد گرد میگنٹک فیلڈ کی سمت معلوم کرنے میں مدد دیتا ہے۔ میگنٹک 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 میگنٹک فیلڈ کی سمت بھی بدل جاتی ہے۔

سولینائیڈ میں کرنٹ کے باعث میگنٹک فیلڈ (Magnetic Field Due to Current in a Solenoid)



شکل 17.3: سولینائیڈ کی وجہ سے پیدا ہونے والا میگنٹک فیلڈ

سولینائیڈ ایک تار کا دائرہ ہے جو سلنڈر کی شکل میں لپیٹی جاتی ہے اور جب اس میں کرنٹ گزرتا ہے تو یہ میگنٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے۔ سولینائیڈ کے ہر لوپ کے میگنٹک فیلڈ اثر مل کر ایک طاقتور اور یکساں (Uniform) فیلڈ بناتا ہے۔ ہر بار میگنٹک کی طرح تار تھ اور ساؤتھ پولز رکھتا ہے۔ اسی لیے سولینائیڈ ایک میگنٹک کی طرح عمل کرتا ہے اور کسی بار میگنٹک کو کش یا دفع کر سکتا ہے۔ یہ عارضی میگنٹک جو الیکٹرک پلے سے چلتا ہے، الیکٹرک میگنٹک کہلاتا ہے (شکل 17.3)۔ دائیں ہاتھ کا اصول

سولینائیڈ میں پیدا ہونے والے میگنٹک فیلڈ کی سمت بتاتا ہے (شکل 17.4)۔ اس اصول کے مطابق:

اگر آپ سولینائیڈ کو دائیں ہاتھ سے اس طرح پکڑیں کہ آپ کی مڑی ہوئی انگلیاں کرنٹ کی سمت میں ہوں، تو آپ کا انگوٹھا سولینائیڈ کے تار تھ پول کی طرف اشارہ کرے گا۔



شکل 17.4: سولینائیڈ کے لیے دائیں ہاتھ کا اصول

سولینائیڈ (الیکٹرک میگنٹس)؛ موٹرز (motors)، ری لےز (Relays)، میگنٹک تالوں (Magnetic locks) کے لیے کارآمد ہیں کیونکہ الیکٹرک کرنٹ میں تبدیلی کر کے ان کی میگنٹک طاقت کو قابو میں رکھا جاسکتا ہے۔

میگنٹک فیلڈ لائنز کی خصوصیات

(Properties of Magnetic Field Lines)

میگنٹک فیلڈ لائنز بالکل الیکٹرک فیلڈ لائنز کی طرح فرضی (Imaginary) ہوتی ہیں۔ یہ حقیقت میں موجود نہیں ہوتیں، مگر میگنٹک فیلڈ کو سمجھنے اور دکھانے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ ان کی اہم خصوصیات یہ ہیں:

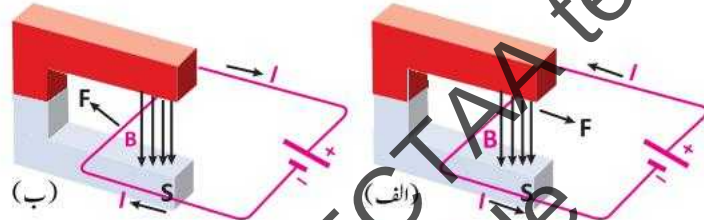
- 1- میگنٹک فیلڈ لائنز ہمیشہ تار تھ پول سے شروع ہوتی ہیں اور ساؤتھ پول پر ختم ہوتی ہیں۔
- 2- میگنٹک فیلڈ لائنز ہمیشہ بند لوپس (Closed loops) بناتی ہیں۔
- 3- کسی بھی پوائنٹ پر فیلڈ لائن کا مماس (Tangent) میگنٹک فیلڈ کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔
- 4- میگنٹک فیلڈ لائنز کبھی بھی ایک دوسرے کو کراس نہیں کرتیں۔

- 5۔ جہاں فیلڈ لائنز ایک دوسرے کے قریب ہوں، میگنیٹک فیلڈ مضبوط ہوتا ہے اور جہاں دور 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 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



میگنیٹک فیلڈ میں رکھا جاتا ہے۔ جیسے ہی کرنٹ گزرتا ہے تار اپنا میگنیٹک فیلڈ بھی بناتی 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۔



شکل 17.6: میگنٹک فیلڈ میں پڑے کرنٹ لے جانے والے کنڈکٹر پر لگنے والی فورس کی سمت

جیسا کہ شکل 17.6 میں دکھایا گیا ہے کہ کنڈکٹر پر لگنے والی فورس، کرنٹ اور میگنٹک فیلڈ دونوں کے عموداً ہوتی ہے۔ یہ بات فلیمنگ کے بائیں ہاتھ کے اصول کے مطابق ہے۔ میگنٹک فیلڈ یا میگنٹک فلکس ڈینسٹی کا SI یونٹ ٹیسلا (T) ہے۔

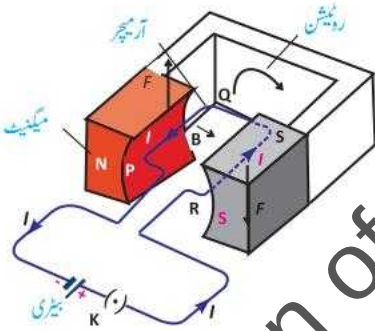
1 ٹیسلا کی تعریف یوں کی جاتی ہے:

ایک ٹیسلا میگنٹک فلکس کی وہ شدت جو میگنٹک فیلڈ کے عموداً رکھے گئے 1 A کرنٹ والے 1 m لمبے ٹاپر 1 T کی فورس پیدا کرے۔

$$1 \text{ T} = 1 \text{ N A}^{-1} \text{ m}^{-1} \quad \text{یعنی:}$$

17.3 میگنٹک فیلڈ میں کرنٹ بردار کوائل پر گھماؤ کا اثر

(Turning Effect on a Current-Carrying Coil in Magnetic Field)



شکل 17.7: ایک کرنٹ بردار کوائل میگنٹک فیلڈ میں

فرض کریں کہ ایک مستطیلی کوائل (Rectangular Coil) PQRS جس میں کرنٹ بہہ رہا ہے، اور وہ ایک مستقل میگنٹک فیلڈ میں رکھی گئی ہے (شکل 17.7)۔ کوائل کے مستقل میگنٹک فیلڈ میں اس طرح سے رکھا گیا ہے کہ میگنٹک 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۔

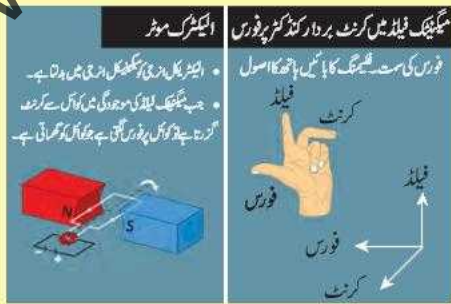
پس ہم کہہ سکتے ہیں کہ:

جب کرنٹ بردار کوائل کو میگنٹک 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 ارد گرد ہر جگہ استعمال ہوتی ہیں؛ جیسے کہ پینکھے، ڈرل مشینیں، کاریں، وغیرہ۔ کوائل پر پیدا ہونے والے ٹارک کو مضبوط بنایا جاسکتا ہے اگر:

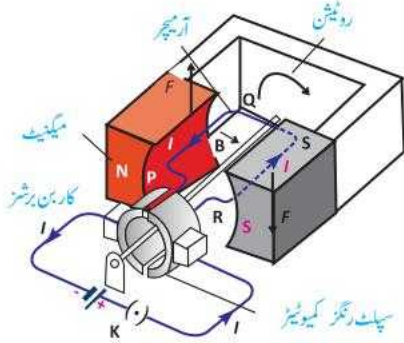
- 1- کوائل کی ٹرنز بڑھادی جائیں۔ زیادہ لوپس (Loops) ہوں گے تو ٹارک بھی زیادہ ہو گا۔

کیا آپ جانتے ہیں؟



- 2- کوائل میں بہنے والے کرنٹ کو بڑھا دیا جائے۔ جتنا زیادہ کرنٹ ہوگا، اتنا زیادہ ٹارک ہوگا۔
- 3- میگنٹک فیلڈ کی طاقت کو بڑھانے سے زیادہ طاقتور میگنٹ، زیادہ ٹارک پیدا کرتا ہے۔ یہ تمام عوامل الیکٹرک موٹر کو زیادہ طاقتور اور موثر بناتے ہیں۔

17.4 الیکٹرک موٹر (Electric Motor)



شکل 17.8: D.C. موٹر کے کام کرنے کا اصول

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 (آرمچر) اور میگنٹک فیلڈ ایک دوسرے کے ساتھ انٹریکٹ کرتے ہیں۔ جب کوائل میگنٹک فیلڈ میں رکھی جاتی ہے تو اس کے مختلف حصوں پر فورس لگتی ہے، جو اسے گھمانا شروع کر دیتی ہے (شکل 17.8)۔

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 ان میں صفر ہو جاتا 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° پر 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 رینگ (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 اسے حصے سے جڑ جاتے ہیں اس طرح کرنٹ کی سمت بدل جاتی ہے، جس کے نتیجے میں فورس کی سمت بھی بدل جاتی ہے اور کوائل گھومنا شروع کر دیتا ہے۔

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۔

D.C. موٹر میں سپلٹ رنگ کمیوٹیٹر کا کیا کردار کیا ہے؟

مشق

1- کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

17.1 کون سا بیان میگنٹک 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) میگنٹک پولز کا ایک دوسرے پر کوئی اثر نہیں ہوتا (د) ایک واحد میگنٹک 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

- 17.3 ڈی۔ سی موٹر کا کون سا حصہ ہر آدھے چکر کے بعد کوائل میں کرنٹ کی سمت کو الٹا کرتا ہے؟
 (الف) آر میچر (ب) کمیوٹیٹر (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 الٹ دی جائے تو میگنیٹک فیلڈ کی سمت:
 (الف) وہی رہتی ہے (ب) الٹ جاتی ہے
 (ج) میگنیٹک فیلڈ زیادہ مضبوط ہو جاتا ہے (د) میگنیٹک فیلڈ ختم ہو جاتا ہے
- 17.6 ایک سولینوائڈ میں میگنیٹک فیلڈ کا پیٹرن سب سے زیادہ مکمل طور پر ہوتا ہے:
 (الف) کرنٹ بردار اور سیدھی تار کی طرح (ب) ایک بار میگنیٹ کی طرح
 (ج) ایک لٹریٹ 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 بننے والے کرنٹ کی مقدار بڑھا دی جائے تو میگنیٹک فیلڈ پر کیا اثر پڑتا ہے؟
- 17.3 کون سا اصول میگنیٹک فیلڈ میں لگنے والے کرنٹ بردار کوائل پر لگنے والی فورس کی سمت بتاتا ہے؟ مختصر بیان کریں۔
- 17.4 ڈی۔ سی موٹر میں کمیوٹیٹر 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 ہو جاتی ہے؟ کون سی کمینیکل 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 ڈیزائن 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 رول 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۔

الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن

(ELECTROMAGNETIC INDUCTION)

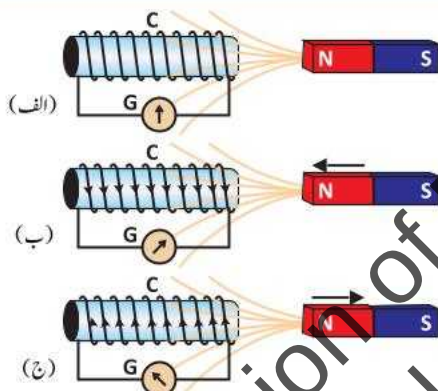
طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

- اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:
- الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن 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 پیدا 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 جزیئر کیسے کام کرتا ہے (گھومتی ہوئی کوائل یا گھومتے ہوئے میگنیٹک سسٹم)، اور جہاں ضرورت ہو وہاں سلسلہ رنگز اور برشز کے استعمال کی وضاحت کر سکیں
 - سادہ اے۔ سی جزیئر کے لیے ای۔ ایم۔ ایف اور وقت کے درمیان گراف بنائیں اور ان کی وضاحت کریں، جزیئر کوائل کی پوزیشن کو ای۔ ایم۔ ایف کی کر سٹس، ٹرنز اور صفر قدروں سے جوڑتے ہوئے
 - سادہ آئرن کور ٹرانسفارمر کے عمل کے اصول کی وضاحت کر سکیں
 - پرائمری کوائل، سیکنڈری کوائل، سٹیپ اپ 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

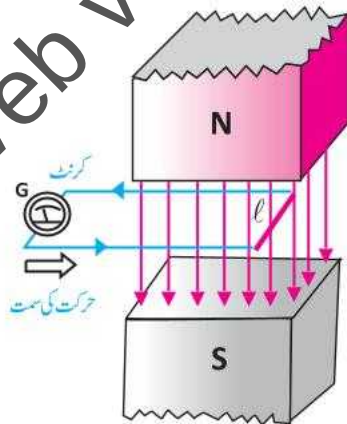
کیا آپ نے کبھی سوچا ہے کہ الیکٹریسیٹی بغیر بیٹری کے کیسے پیدا کی جاسکتی ہے؟ جب کوئی میگنیٹ کسی تار کے قریب حرکت کرتا ہے تو اس میں الیکٹریسیٹی پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ ایک دلچسپ عمل ہے، جسے الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن کہا جاتا ہے۔ یہی سادہ سا تصور بڑے بڑے آلات، جیسے جزیروز کو چلاتا ہے اور حتیٰ کہ ہمارے موبائل فون کو وائر لیس (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 کر سکتے ہیں اور الیکٹرو میگنیٹک ویوز کی صورت میں ہم تک پہنچتے ہیں۔ یہی ویوز کہیں 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 انڈکشن اور الیکٹرو میگنیٹک ویوز وہ پوشیدہ فورسز ہیں جو ہماری روزمرہ زندگی کو شکل دیتی ہیں۔ آئیے اب ان حقیقت انگیز مظاہر کے پیچھے موجود سائنس کو سمجھتے ہیں۔

18.1 الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن (Electromagnetic Induction)

الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن وہ عمل ہے جس میں میگنیٹک فیلڈ میں تبدیلی کے نتیجے میں کسی کنڈکٹر میں الیکٹرک کرنٹ پیدا ہو جاتا ہے۔



شکل 18.1: میگنیٹ کو حرکت دینے سے کوئل میں پیدا ہونے والا کرنٹ



شکل 18.2: تار کو میگنیٹک فیلڈ میں حرکت دینے سے کرنٹ کا پیدا ہونا

یہ اصول پہلی مرتبہ مائیکل فیراڈے (Michael Faraday) نے

اور اسی زمانے میں جوزف ہنری (Joseph Henry) نے

1831 میں دریافت کیا۔ یہ اصول بہت سے آلات، مثلاً جزیروز

ٹرانسفارمرز اور انڈکٹرز کے کام کرنے کی بنیاد ہے۔ آئیے ہم

الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن کے مظہر کو سمجھنے کے لیے ہم چند تجربات کرتے ہیں۔

ایک کنڈکٹر تار کی کوئل 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 کوئل کے قریب ساکن رکھیں۔ ہم دیکھیں گے کہ

گیلوانومیٹر کی سوئی حرکت نہیں کرتی، یعنی کوئی الیکٹریسیٹی پیدا نہیں

ہوتی، کیونکہ میگنیٹک فیلڈ میں کوئی تبدیلی نہیں ہو رہی ہوتی

(شکل 18.1-الف)۔ اب میگنیٹ کو کوئل 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 کوئل 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

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 گیوانومیٹر 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 گیوانومیٹر 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 گیوانومیٹر 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 گیوانومیٹر کی سوئی کے مخالف سمت میں جھکنے 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 رزسٹنس R ہے تو کرنٹ I اور رزسٹنس R کے درمیان اصل 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 برقرار رکھا جاسکتا ہے:

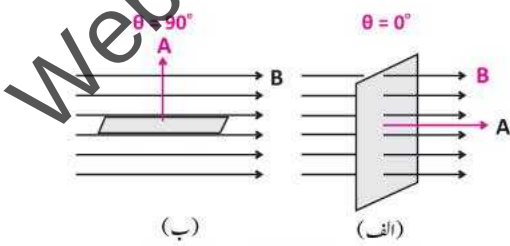
- 1- زیادہ طاقتور میگنیٹک فیلڈ استعمال کرنا
 - 2- لوپ کو زیادہ تیزی سے حرکت دے کر
 - 3- ایک لوپ کی بجائے زیادہ ٹرنز والی کوائل استعمال کرنا
- یہ تجربہ ایک اور طریقے سے بھی کیا جاسکتا ہے۔ میگنیٹک فیلڈ میں لوپ کو حرکت دینے کی بجائے لوپ کو ساکن رکھیں اور میگنیٹک فیلڈ کو حرکت دیں۔ دونوں صورتوں میں نتیجہ ایک ہی حاصل ہوتا ہے۔ اس سے یہ بات ثابت ہوتی ہے کہ لوپ اور میگنیٹک فیلڈ کے درمیان باہمی حرکت ہی انڈیوسڈ ای۔ ایم۔ ایف پیدا کرتی ہے۔ سادہ الفاظ میں اس حرکت کی وجہ سے لوپ کے اندر میگنیٹک فیلڈ 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:

$$\phi = B A \cos \theta \quad \dots (18.1)$$

یہاں پر: B = میگنیٹک فیلڈ کی شدت ؛ A = کوائل کا ایریا ؛ θ = میگنیٹک فیلڈ اور کوائل کے نارمل کے درمیان اینگل ہے۔
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۔

$$1Wb = 1T m^2$$

حسابی طور پر اسے یوں لکھا جاتا ہے: $1Wb = 1T m^2$ ۔ 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)۔

فیراڈے کا الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن کا قانون (Faraday's Law of Electromagnetic Induction)

کسی بھی کنڈکٹنگ کوائل کے N لوپس میں پیدا ہونے والی اوسط انڈیوسڈ emf میکینک فلکس میں تبدیلی کی شرح کے ٹیپٹو کے برابر ہوتی ہے۔

حسابی طور پر:

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \dots\dots\dots (18.2)$$

یہاں پر ایک فلسف میں تبدیلی کی شرح $\Delta\phi/\Delta t$: کو اٹکل میں ٹرنز کی تعداد N : انڈیوسڈ ای۔ ایم۔ ایف ε

نیگیٹیو کی علامت ظاہر کرتی ہے کہ انڈیوسٹری - ایم - ایف اس وجہ کی مخالفت کرتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتی ہے۔

مثال 18.1: ایک بول بلیس میں 25 ٹرنز ہیں، اس میں 0.20 s کے لیے 2.5 V کی انڈیوسڈ ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہے۔ اگر اس وقت

کے دوران ای۔ ایم۔ ایف مستقل رہے تو میٹنیک فلکس میں کل تبدیلی $(\Delta\phi)$ معلوم کریں۔

حل:

دیگایڈیٹا: $\Delta t = 0.20 \text{ s}$ وقت کا وقفہ ؛ $\varepsilon = 2.5 \text{ V}$ انڈیوسڈ ای۔ ایم۔ الف ؛ $N = 25$ ٹرنز کی تعداد

معلوم کرنا: $\Delta\phi = ?$ میگنٹک فلکس میں تبدیلی

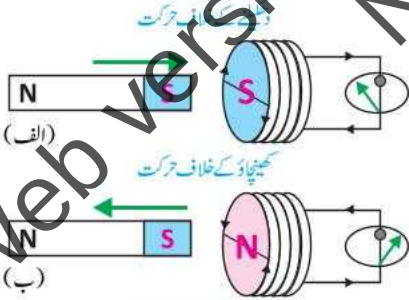
$\varepsilon = (N \times \Delta\phi) / \Delta t$ فارمولا:

$$\Delta\phi = (e \times \Delta t) / h$$
$$\Delta\phi = (2.5 \times 0.20) / 25$$
$$\Delta\phi = 0.5 / 25 = 0.02 \text{ Wb}$$

انڈیوسٹری۔ ایم۔ ایف کی مقدار اور سمت (لینز کا قانون)

Magnitude and Direction of Induced e.m.f (Lenz's Law)

اینز کا قانون الیکٹرو میکینیٹزم کا ایک بنیادی اصول ہے یہ انڈیوسڈ کرنٹ کی سمت بیان کرتا ہے۔ نو مگنیٹک فلکس میں تبدیلی کے نتیجے میں پیدا ہوتا ہے۔ اس قانون کے مطابق:



شکل 18.4: لینز کا قانون

کیا آپ جانتے ہیں؟



- صرف ایک میگنٹ کو کواٹل کے اندر یا اس کے پاس حرکت دینے سے کرنٹ پیدا کیا جاسکتا ہے۔
• جتنی تیزی سے آپ کواٹل میں میگنٹ فیلڈ کو بدلیں گے اتنا ہی زیادہ کرنٹ پیدا ہوگا۔ اسی لیے تیزی سے گھومنے والے جزیئر زیادہ کرنٹ پیدا کرتے ہیں۔

انڈیو سڈ کر نٹ کی سمت ہمیشہ اس وجہ کے مخالف ہوتی ہے جس سے وہ پیدا ہوتا ہے۔

یہ قانون دراصل انرجی کے کنزرویشن کے قانون کا براہ 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 میگنٹک فیلڈ میں تبدیلی آتی ہے، چاہے یہ تبدیلی کسی حرکت کرتے ہوئے میگنٹ، بدلتی ہوئی الیکٹرک کرنٹ یا کواہل کی سمت میں تبدیلی کی وجہ سے ہو تو ایک الیکٹرومائیو 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 میگنٹک فیلڈ پیدا کرتی ہے جو اصل میگنٹک فلکس میں

جتنی آزمائش

اگر ہم میگنٹ کو کوائل کے قریب حرکت دینا بند کر دیں تو پیدا ہونے والا کرنٹ کیا ہو گا؟

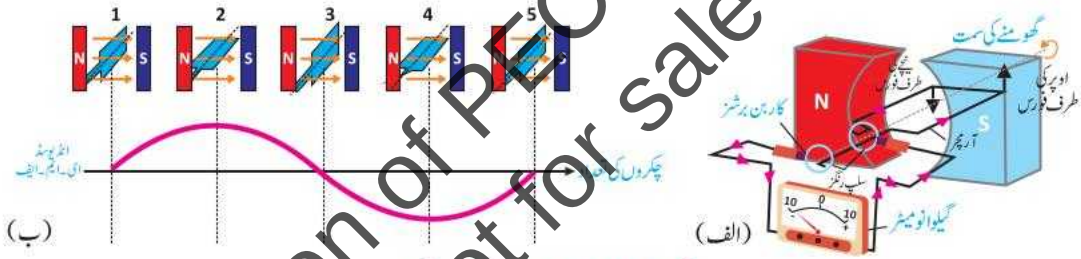
دلچسپ معلومات

جتنی تیزی سے ہم میگنٹ کو کوائل کے اندر حرکت دیتے ہیں اتنی ہی زیادہ وولٹیج کی ای۔ایم۔ایف پیدا ہوتی ہیں۔

ہونے والی تبدیلی کی مخالفت کرتا ہے۔ مثال کے طور پر اگر ایک میگنٹ کو کوائل کی طرف دھکیلا جائے تو کوائل میں پیدا ہونے والا کرنٹ ایسا میگنٹک فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنٹ کو دھکیلتا ہے اور اس کی حرکت کی مزاحمت کرتا ہے (شکل 18.4-الف)۔ اسی طرح اگر میگنٹ کو کوائل سے دور کھینچا جائے تو انڈیوسڈ کرنٹ ایسا فیلڈ پیدا کرتا ہے جو میگنٹ کو اپنی طرف کھینچتا ہے اور یوں دوبارہ اس حرکت کی مخالفت کرتا ہے (شکل 18.4-ب)

18.2 اے۔سی جنریٹر (A.C Generator)

اے۔سی جنریٹر ایک ایسا آلہ ہے جو میگنٹک انڈکشن کی مدد سے کمینیکل انرجی کو الیکٹریکل انرجی میں تبدیل کرتا ہے۔ اس کی سب سے سادہ صورت میں ایک مستطیل شکل کی کوائل مستقل میگنٹ کے پولز کے درمیان رکھی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5 (الف) میں دکھایا گیا ہے۔ یہ کوائل دو سلپ رنکڑز سے منسلک ہوتی ہے جن کے کوائل کے ساتھ ہی گھومتی ہیں، جبکہ کاربن برشز ساکن رنکڑز ہیں اور سلپ رنکڑز کے ساتھ منسلک رہ کر پیدا ہونے والے الیکٹرک کرنٹ کو بیرونی سرکٹ تک منتقل کرتے ہیں۔



شکل 18.5: ایک اے۔سی جنریٹر کی گراف

دلچسپ معلومات

جنریٹر ایک کوائل کو میگنٹک فیلڈ میں گھما کر اے۔سی کے گھومنے سے الیکٹرکٹی پیدا ہوتی ہے، جو شہروں کو روشن رکھتی ہے۔

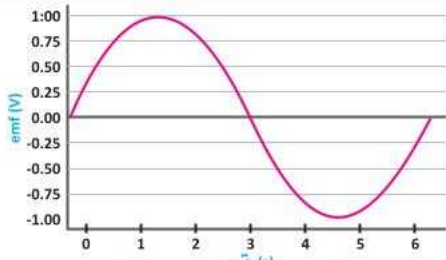
جب کوائل گھومتی ہے تو وہ میگنٹک فیلڈ میں حرکت کرتی ہے اور میگنٹک فورس کی لائنز کو عبور کرتی ہے۔ اس حرکت کے نتیجے میں کوائل کے سروں کے درمیان الیکٹرو موٹیو فورس پیدا ہو جاتی ہے۔ جتنی تیزی سے کوائل

گھومتی ہے، اتنی ہی تیزی سے وہ میگنٹک فیلڈ کو عبور کرتی ہے، اور یوں انڈیوسڈ وولٹیج کی مقدار زیادہ ہو جاتی ہے۔ انڈیوسڈ وولٹیج (ای۔ایم۔ایف) گھومنے کے دوران مسلسل بدلتی رہتی ہے، جیسا کہ شکل 18.5 (ب) میں دکھایا گیا ہے۔ جب کوائل عمودی (Vertical) حالت میں ہوتی ہے تو وہ میگنٹک فیلڈ لائنز کے ساتھ ساتھ حرکت کرتی ہے اور کوئی میگنٹک فلکس عبور نہیں کرتی، لہذا اس حالت میں ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔ جیسے ہی کوائل گھوم کر افقی (Horizontal) حالت میں آتی ہے، وہ میگنٹک فیلڈ لائنز 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 بارپوز بیٹو اور ایک بار نیگیٹیو ہو جاتی ہے، جسے آئرٹینگ وولٹیج کہتے ہیں۔ اس مسلسل سمت کی تبدیلی کے نتیجے میں آئرٹینگ کرنٹ پیدا ہوتا ہے، جو بیرونی سرکٹ میں آگے پیچھے بہتا ہے۔ وولٹیج کے گراف کی شکل سائن ویو (Sine wave) ہوتی ہے اور کوائل کے ہر مکمل چکر پر ایک مکمل ویو بنتی ہے۔ ایک

کیا آپ جانتے ہیں؟



اسے سی جزیر میں ہر آدھا چکر مکمل ہونے پر کوائل کی سمت بدلنے سے دوجے کی سمت بھی بدل جاتی ہے، اسی وجہ سے آلٹرنیٹنگ کرنٹ کہا جاتا ہے۔ سہل رنگز جزیر 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۔

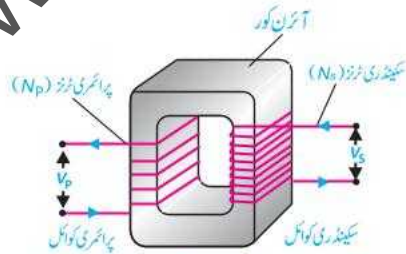


شکل 18.6: ایک سادہ اے سی جزیر کے لیے e.m.f. اور وقت کا گراف

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 میگنٹیک فیلڈ لائینز 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 میگنٹیک فیلڈ 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 ریڈین (Radian) یا 0° اور 180° پر کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔
 - $\pi/2$ اور $3\pi/2$ ریڈین یا 90° اور 270° پر کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔
 - $3\pi/2$ پر کوائل کی حرکت کی سمت بدلنے کی وجہ سے ای۔ایم۔ایف نیگیٹو اور زیادہ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔
- یہ عمل بار بار دہرایا جاتا ہے، جس کے نتیجے میں وہی اے سی ویو فارم (Waveform) بنتی ہے جو وقت کے ساتھ پوزیٹیو اور نیگیٹو قدروں کے درمیان بدلتی رہتی ہے۔

18.3 ٹرانسفارمر (Transformer)



شکل 18.7: ایک سادہ ٹرانسفارمر کی بناوٹ، جس میں پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کرن کوڑے کے گرد لپی ہوئی دکھائی گئی ہیں

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 میز (Mains) کی فریکوینسی ہے۔ فیئرڈے کے قانون الیکٹرو میگنٹیک انڈکشن کے مطابق، جب کسی کوائل سے گزرنے والے میگنٹیک فیلڈ 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 میگنٹیک فیلڈ کو کس سپیڈ سے عبور کر رہی ہے۔

شکل 18.6 میں دکھایا گیا ہے کہ ایک سادہ اے سی جزیر میں کوائل کے گھومنے کے دوران ای۔ایم۔ایف وقت کے ساتھ کیے بدلے ہوئے۔

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 میگنٹیک فیلڈ لائینز 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 میگنٹیک فیلڈ 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 ریڈین (Radian) یا 0° اور 180° پر کوائل عمودی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف صفر ہوتی ہے۔
- $\pi/2$ اور $3\pi/2$ ریڈین یا 90° اور 270° پر کوائل افقی حالت میں ہوتی ہے اور ای۔ایم۔ایف زیادہ سے زیادہ ہوتی ہے۔
- $3\pi/2$ پر کوائل کی حرکت کی سمت بدلنے کی وجہ سے ای۔ایم۔ایف نیگیٹو اور زیادہ سے زیادہ ہو جاتی ہے۔

یہ عمل بار بار دہرایا جاتا ہے، جس کے نتیجے میں وہی اے سی ویو فارم (Waveform) بنتی ہے جو وقت کے ساتھ پوزیٹیو اور نیگیٹو قدروں کے درمیان بدلتی رہتی ہے۔

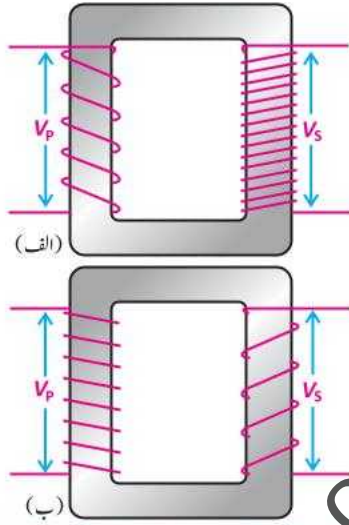
ٹرانسفارمر ایک ایسا آلہ ہے جو A.C سرکٹ میں وولٹیج کو بڑھانے یا کم کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ یہ آلہ پرائمری اور سیکنڈری کوائلز کے درمیان کسی بھی براہ راست الیکٹریکل کنکشن کے بغیر کام کرتا ہے۔ شکل 18.7 میں ایک سادہ ٹرانسفارمر دکھایا گیا ہے۔ اس میں تار کی دو کوائلز ہوتی ہیں۔ پرائمری کوائل جس میں N_p ٹرنز ہوتی ہیں۔ سیکنڈری کوائل جس میں N_s ٹرنز ہوتی ہیں دونوں کوائلز سافٹ آئرن کور (Core) پر لپی ہوئی ہیں جو ایک کوائل سے

کیا آپ جانتے ہیں؟



ٹرانسفارمر میں آنے والی بجھناہٹ کی ساؤنڈ آئرن کوری 50 یا 60 Hz پر ہونے والی ہلکی واہریشن بدلتے ہوئے میگنیٹک فیلڈ کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے نہ کہ براہ راست کرنٹ کی وجہ سے۔

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 براہ راست الیکٹرک کنکشن نہیں ہوتا۔ انرجی پرائمری کوائل سے سیکنڈری کوائل تک میگنیٹک فیلڈ کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔



شکل 18.8 (الف) سٹیپ اپ ٹرانسفارمر (ب) سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر

سٹیپ اپ 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 سے برعکس جب سیکنڈری کوائل میں پرائمری کوائل سے کم ٹرنز ہوتی ہیں تو آؤٹ پٹ وولٹیج کم ہو جاتا ہے اور اسے سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر کہا جاتا ہے (شکل 18.8-ب)۔

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} \quad (18.3)$$

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 براہ 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 پٹ وولٹیج ان پٹ وولٹیج سے دو گنا ہو جائے گی۔

دلچسپ معلومات

سٹیپ اپ ٹرانسفارمرز زیادہ فاصلے تک ترسیل کے لیے وولٹیج کو بڑھا دیتے ہیں جبکہ سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمرز ہمارے گھروں میں استعمال کے لیے وولٹیج کو کم کر دیتے ہیں۔

مثال 18.2: الیکٹریٹیٹی کو 20,000 V کی وولٹیج اور 5 A کے کرنٹ پر ایسی پاور کیبلز کے ذریعے منتقل کیا جاتا ہے جن کی رزسٹنس 10Ω ہے۔ کیبلز میں ہونے والا پاور کا ضیاع معلوم کریں۔

حل:

دیا گیا ڈیٹا: $R = 10 \Omega$ ؛ رزسٹنس $I = 5 A$ ؛ کرنٹ $V = 20,000 V$ ؛ وولٹیج
معلوم کرنا: $P = ?$ پاور

ہم جانتے ہیں کہ: $P = I^2 R$

قیمتیں درج کرنے سے: $P = (5)^2 \times 10$

$$P = 25 \times 10 = 250 \text{ W}$$

مشق

1۔ مشق انتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

- 18.1 آلٹرنیٹنگ کرنٹ کی فارم کس شکل کی دکھائی دیتی ہے؟
 (الف) ایک سیدھی 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 ہو جائے گی (ب) وہی رہے گی (ج) بڑھ جائے گی (د) صفر ہو جائے گی
- 18.3 ایک اے۔سی جنریٹر میں سلپ رنگز کا استعمال کیا جاتا ہے:
 (الف) کرنٹ کی سمت کو وقفہ وقفہ سے بدلنے کے لیے (ب) اے۔سی کو ڈی۔سی میں تبدیل کرنے کے لیے
 (ج) انڈیوسڈ کرنٹ کو روکنے کے لیے (د) میگنیٹک فیلڈ بڑھانے کے لیے
- 18.4 سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں سیکنڈری کوائل کی ٹرنز کی تعداد ہونی چاہیے:
 (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 کیسے منتقل ہوتی ہے؟
 (الف) براہ راست الیکٹرک کنکشن سے (ب) آئرن کوریئر میں میگنیٹک فیلڈ سے
 (ج) کور کے ذریعے الیکٹرونز کے بہاؤ سے (د) حرارت کی کنڈکشن سے

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

- 18.1 کوائل کے ذریعے میگنیٹک حرکت کی سپیڈ، پیدا شدہ ووٹیج 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 سلپ رنگز 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 میگنیٹک 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؟

18.2 ٹرانسفارمر میں لکڑی یا پلاسٹک کے بجائے آئرن کوریوں استعمال کی جاتی ہے؟ مختصر اوضاحت کریں۔

18.3 ٹرانسفارمر صرف اے۔ سی پریوں کام کرتا ہے، ڈی۔ سی پریوں نہیں؟

18.4 کیا ٹرانسفارمر الیکٹریکل انرجی کو ایک کوائل سے دوسری کوائل میں منتقل کرتا ہے؟ مختصر اوضاحت 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؛ الیکٹرو میگنیٹک انڈکشن کے کردار اور یہ آلہ کس طرح کرنٹ پیدا کرتا ہے، اس کی وضاحت کریں۔

18.3 سٹیپ آپ 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 فلوکس 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 ریڈیئس 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 آپ ہے یا سٹیپ ڈاؤن؟

(44 V, 2.2 A)

18.4 ایک سٹیپ آپ 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 A.C 190 V وولٹیج لگائی جائے تو سیکنڈری

کوائل میں سے گزرنے والی وولٹیج معلوم کریں۔ (9.5 V)

نیوکلئیر فزکس (NUCLEAR PHYSICS)

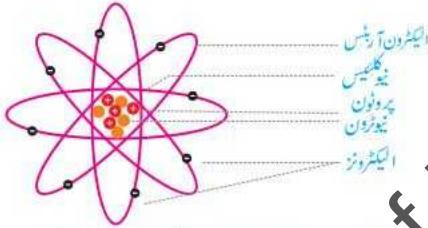
اس باب کو پڑھنے کے بعد آپ کے حاصلات

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

- پروٹون نمبر (اتامک نمبر) اور نیوکلئون نمبر (ماس نمبر) A کی تعریف کر سکیں اور نیوکلئس میں نیوٹرونز کی تعداد معلوم کرنے کے قابل ہوں
- نیوکلائیڈ (Nuclide) کی اصطلاح پر سمجھیں اور نیوکلائیڈ کی علامت A_ZX استعمال کر سکیں
- آکسوٹوپ سے کیا مراد ہے، اس کی وضاحت کریں اور بیان کر سکیں کہ ایک ایلیمنٹ کے ایک سے زیادہ آکسوٹوپس ہو سکتے ہیں
- نیوکلئس سے ریڈی ایشن کے اخراج کو اچانک (Spontaneous) اور ریینڈم (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 نسبت کو معیاری (Qualitatively) طور پر واضح کر سکیں
- (الف) نسبتی آئنوائزنگ 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) نیوکلئس 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 کر کے الفا پارٹیکلز، بیٹا پارٹیکلز اور گیما ریڈی ایشنز کے اخراج کو ظاہر کر سکیں
- نیوکلئیری ایکشنز (فشن 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 نیوکلئس 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 مادے کو انرجی میں اور انرجی کو مادے میں تبدیل کیا جاسکتا ہے (اس طرح انرجی کنزرویشن کا قانون برقرار رہتا ہے)
- نیوکلئیری 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 آکسوٹوپ کے آدھے نیوکلئی ڈی کے ہو جاتے ہیں۔ اس تعریف کو حسابی سوالات حل کرنے میں استعمال کر سکیں، جن میں ٹیبلز یا ڈی کے کے کروڑ (Curves) شامل ہو سکتے ہیں)
- کاربن ڈیٹنگ کے تصور کی وضاحت کر سکیں اور اس کا اطلاق کر کے مسائل حل کر سکیں۔

- وضاحت کر سکیں کہ خارج ہونے والی ریڈی ایشنز کی اقسام اور آکسٹو پوس کی ہاف لائف یہ طے کرتی ہے کہ کون سا آکسٹو پوس کس ڈیوٹیکس میں استعمال ہوگا، جن میں شامل ہیں: (الف) گھریلو فائز (اسموک) الارمز (ب) ہیکٹر یا کو ختم کرنے کے لیے خوراک کو تابکاری کے زیر اثر لانا (ج) گیماریز کے ذریعے آلات کی جراثیم کشی (Sterilization) (د) مناسب ریڈی ایشنز استعمال کرتے ہوئے میٹریلز کی مونائی کی پیکائش اور کنٹرول (ه) گیماریز استعمال کر کے کینسر کی شناخت اور علاج
- آئیوٹائنگ نیوکلئیر 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 مراد ہے

نیوکلئیر فزکس سائنس کا شعبہ ہے جو ہمیں مادہ کے سب سے چھوٹے بنیادی اجزاء کو سمجھنے میں مدد دیتی ہیں۔ نیوکلئیر فزکس ایٹم کے نیوکلئس پر توجہ مرکوز کرتی ہے۔ جس میں پروٹونز اور نیوٹرونز موجود ہوتے ہیں۔ یہ ریڈیو ایکٹیوٹی، نیوکلئیری ایکشنز اور نیوکلئیر 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 ارد گرد کی دنیا کو کس طرح تشکیل دیتے ہیں۔



شکل 19.1: ایٹم کا خاکہ جس میں نیوکلئس کے اندر، پروٹونز، نیوٹرونز اور ایلیٹرونز کے آرٹس دکھائے گئے ہیں

19.1 ایٹمک نیوکلئس (Atomic Nucleus)

ایٹمک نیوکلئس ایٹم کا مرکزی حصہ ہوتا ہے جس میں اس کے زیادہ تر ماس اپنے اندر رکھتا ہے (شکل 19.1)۔ یہ پروٹونز اور نیوٹرونز پر مشتمل ہوتا ہے، جنہیں مجموعی طور پر نیوکلئونز (Nucleons) کہا جاتا ہے۔ پروٹونز اور نیوٹرونز آپس میں مضبوط نیوکلئیر فورس کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ نیوکلئس کا سائز پورے ایٹم کے سائز کے مقابلے میں بہت چھوٹا ہوتا ہے۔

چارج نمبر اور ماس نمبر (Charge Number and Mass Number)

نیوکلئس میں موجود پروٹونز کی تعداد ہی کسی ایلیمنٹ کی پہچان دیتا ہے۔ اگر پروٹونز کی تعداد بدل دی جائے تو ایلیمنٹ خود بدل جائے گا۔

دلچسپ معلومات

ایلیٹرونز، پروٹونز کے مقابلے میں تقریباً 1836 گنا ہلکے ہوتے ہیں، لیکن اس کے باوجود اپنے آرٹس میں نہایت تیزی سے حرکت کرتے ہیں، تقریباً روشنی کی سپیڈ سے۔

ذہنی آزمائش

اگر پروٹونز ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں تو پھر اتنے زیادہ پروٹونز ایک چھوٹے سے نیوکلئس میں اکٹھے کیسے رہتے ہیں؟ وہ کبھی کیوں نہیں جاتے؟ انہیں اکٹھا رکھنے والی فورس کون سی ہے؟

ایٹمز پروٹونز، نیوٹرونز اور ایلیٹرونز 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 ایٹمک نمبر بھی کہا جاتا ہے۔ یہی نمبر پیریڈک ٹیبل میں کسی ایلیمنٹ کی پوزیشن اور اس کی کیمیکل خصوصیات کا تعین کرتا ہے۔ ماس نمبر (A) ایٹم کے نیوکلئس میں موجود پروٹونز اور نیوٹرونز کی کل تعداد کو ظاہر کرتا ہے۔ چونکہ ایلیٹرونز 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_ZX سے ظاہر کیا جاتا ہے، جہاں X کا کیمیکل سمبل (Chemical symbol) ہوتا ہے، سپر سکرپٹ (Superscript) ماس نمبر A کو ظاہر کرتا ہے اور سب سکرپٹ (Subscript) چارج نمبر Z کو ظاہر

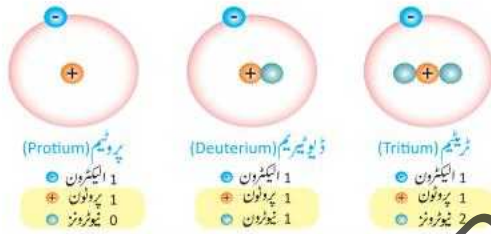
کرتا ہے۔ کسی ایٹم کے نیوکلیس میں موجود نیوٹرونز کی تعداد کو معلوم کرنے کے لیے فارمولا: $N = A - Z$ استعمال کیا جاتا ہے۔

مثال 20.1: نیوکلائڈ $^{15}_7X$ میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کریں۔

حل: علامت سے ہمیں پتہ چلتا ہے کہ $Z = 7$ (پروٹونز کی تعداد) $A = 15$ (ماس نمبر) (پروٹونز + نیوٹرونز) چونکہ پروٹونز کی تعداد 7 ہے، اس لیے نیوٹرونز کی تعداد 8 ہوگی۔ لہذا یہ ایلیمنٹ نائٹروجن-7 کا ایک آئسوٹوپ ہے، اور اسے $^{15}_7N$ لکھا جاتا ہے۔

19.2 آئسوٹوپس (Isotopes)

آئسوٹوپس کسی ایک ایلیمنٹ کے وہ ایٹمز ہوتے ہیں جن میں پروٹونز کی تعداد ایک جیسی ہوتی ہے لیکن نیوٹرونز کی تعداد مختلف ہوتی ہے۔ ایٹمز ایکٹریکل طور پر پروٹونز 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 آجاتا ہے۔ پروٹونز اور الیکٹرونز کی تعداد ایٹم کی کیمیکل خصوصیات کا تعین کرتی ہے، جبکہ نیوٹرونز کی تعداد اس کی نیوکلیئر خصوصیات، جیسے **Stability** اور ریڈیو ایکٹیویٹی کو متاثر کرتی ہے۔ آئسوٹوپس کی ایک عام مثال ہائیڈروجن ہے، جس کے



شکل 19.2: ہائیڈروجن کے آئسوٹوپس

اگرچہ ان ہائیڈروجن آئسوٹوپس کا ماس مختلف ہوتا ہے لیکن یہ کیمیکل طور پر ایک ہی طرح کا طرز عمل رکھتے ہیں۔ اسی طرح کاربن کے بھی تین آئسوٹوپس $^{12}_6C$ ، $^{13}_6C$ ، اور $^{14}_6C$ ہوتے ہیں، جن میں بالترتیب 6، 7 اور 8 نیوٹرونز ہوتے ہیں۔

19.3 ریڈیو ایکٹیویٹی (Radioactivity)

ریڈیو ایکٹیویٹی وہ عمل ہے جس میں غیر مستحکم (Unstable) ایٹمز مستحکم (Stable) ہونے کی 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 ریڈیو ایکٹیو (Radioactive) ہوتے ہیں، جبکہ کچھ کو لیبارٹری میں ریڈیو ایکٹیو بنایا جاسکتا ہے۔ ریڈیو ایکٹیویٹی کو 1896 میں ہینری بیکرل (Henri Becquerel) نے دریافت کیا، اور بعد میں میری کیوری (Marie Curie) اور ارنسٹ رور فورڈ (Ernest Rutherford) نے اس پر مزید تحقیق کی۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

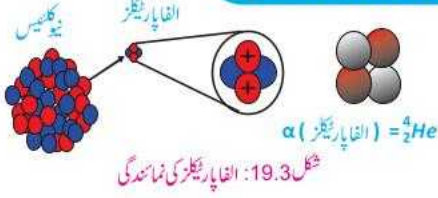


میری اسکلوڈوسکا کیوری (Marie Skłodowska Curie) ایک فرانسیسی طبیعیات دان اور کیمیائی ماہر تھیں، وہ نوبل پرائز حاصل کرنے والی پہلی خاتون تھیں، اور واحد خاتون تھیں جنہوں نے دو نوبل پرائز حاصل کیے۔ یورینیم کی ریز پر تحقیق کے دوران انہوں نے نئے ایلیمنٹس دریافت کیے اور ان کے نام پولونیم اور ریڈیم رکھے۔

ایٹمز میں ایک نیوکلیئس 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 نیوکلیئس غیر مستحکم ہو جاتا ہے۔ مستحکم ہونے کے لیے نیوکلیئس ٹوٹتا ہے اور ریڈی ایشنز خارج کرتا ہے، اس عمل کو ریڈیو ایکٹیویٹی کے کہتے ہیں۔ یہ عمل

قدرتی ہوتا ہے اور اسے کنٹرول نہیں کیا جاسکتا۔ یہ خود بخود اور رینڈم (Spontaneous and random) ہوتا ہے۔ اگرچہ کسی ایک ایٹم کے ٹوٹنے کا اندازہ نہیں کیا جاسکتا، لیکن بڑی تعداد میں ایٹمز کے لیے یہ عمل ایک باقاعدہ پیٹرن (Pattern) کے مطابق ہوتا ہے۔

الفا، بیٹا اور گیمما ریڈی ایشنز کا اخراج (Emission of α , β and γ Radiations)



ریڈیو ایکٹیو ڈی کے دوران تین اقسام کی ریڈی ایشنز خارج ہوتی ہیں: الفا (α)، بیٹا (β) اور گیمما (γ) ریڈی ایشنز، جن کی خصوصیات ایک دوسرے سے مختلف ہوتی ہیں۔

الفا پارٹیکلز (α) دراصل ہیلیم نیوکلئس ہوتے ہیں، جن میں 2 پروٹونز اور

2 نیوٹرونز شامل ہوتے ہیں (شکل 19.3)۔ ان پر $+2e$ چارج ہوتا ہے ($1e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$)، اور یہ نسبتاً بڑے اور بھاری ہوتے ہیں [4 اٹامک ماس یونٹ (amu)]۔ اپنے بڑے سائز کی وجہ سے الفا پارٹیکلز کی داخل ہونے کی پاور (Penetration power) کم ہوتی ہے اور انہیں کاغذ کی ایک شہ جاپند سیٹی 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 نکل لیا جائے تو یہ شدید نقصان پہنچا سکتے ہیں۔



بیٹا پارٹیکلز (β) نیوکلئس سے نکلنے والی انرجی الیکٹرونز ${}_{-1}^0e$ یا پوزیٹرونز (${}_{+1}^0e$ Positrons) ہوتے ہیں (شکل 19.4)۔ ان پر الیکٹرون کی صورت میں $-1e$ چارج اور پوزیٹرون کی صورت میں $+1e$ چارج ہوتا ہے، اور ان کا ماس بہت کم ہوتا ہے۔ بیٹا پارٹیکلز ایٹمز کی داخل ہونے کی پاور درمیانے درجے کی ہوتی ہے۔ یہ کاغذ سے گزر سکتی ہیں لیکن چند ملی میٹر ایلمینیم اسے روک لیتے ہیں۔ ان کی آئیونائزنگ پاور درمیانے درجے کی ہوتی ہے، یعنی یہ الفا پارٹیکلز سے کم لیکن گیمما ریڈی ایشنز سے زیادہ آئیونائزیشن پیدا کرتے ہیں۔



گیمما ریڈی ایشن (Gamma Radiation) زیادہ انرجی کی الیکٹرو میگنیٹک ویوز (فوٹونز) پر مشتمل ہوتی ہے، اس لیے یہ بغیر ماس کے اور نیوٹرل ہوتی ہے (صفر چارج)۔ گیمما ریز نیوکلئس کی انرجی کے کم ہونے (De-excitation) کے نتیجے میں خارج ہوتی ہیں (شکل 19.5)۔ گیمما ریز کی کسی میٹریل 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 کرتے ہیں۔

آئیونائزنگ اثرات اور کسی میٹریل سے گزرنے کی صلاحیت (Ionizing Effects and Penetrating Powers)

آئیونائزنگ اثرات

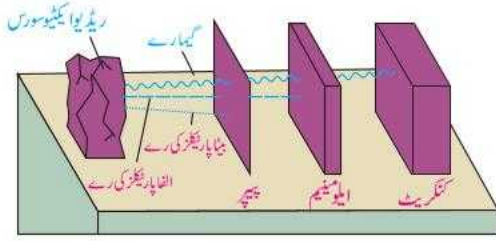
آئیونائزیشن اس عمل کو کہتے ہیں جس میں ریڈی ایشن ایٹمز سے الیکٹرونز نکال دیتی ہے، جس سے وہ آئن بن جاتے ہیں۔ کسی ریڈی ایشن کی آئیونائز کرنے کی صلاحیت اس کی انرجی اور چارج پر منحصر ہوتی ہے۔

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

کیا آپ جانتے ہیں؟

گیمما ریز بغیر ماس اور چارج کے خالص الیکٹرو میگنیٹک انرجی ہیں وہ سب سے زیادہ نفوذ کرنے والی ریز ہوتی ہیں اور ان سے بچاؤ کیلئے موٹی لیڈ یا کنکریٹ کی تدرکار ہوتی ہے۔



شکل 19.6: تین قسم کی ریدیا ایشنز کی گزرنے کی پاور

پارٹیکلز سے چھوٹے اور زیادہ تیز ہوتے ہیں۔
گیمما (γ) ریز سب سے کم آئیونائزنگ پاور رکھتی ہیں، کیونکہ ان میں
نہ چارج ہوتا ہے اور نہ ہی ماس۔

میٹریل سے گزرنے کی صلاحیت (Penetrating Powers)

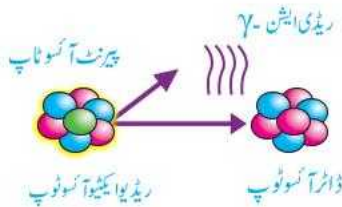
اس سے مراد یہ ہے کہ کوئی ریدیا ایشن کسی میٹریل میں جذب ہونے
سے پہلے کتنی دور تک سفر کر سکتی ہے۔

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۔
گیمما (γ) ریز سب سے زیادہ گزرنے کی صلاحیت۔ کاغذ، ایلومینیم اور حتیٰ کہ موٹا سیسہ یا کنکریٹ بھی عبور کر سکتی ہیں۔
ان ریدیا 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 گیمما (γ) ریز کی گزرنے کی صلاحیت شکل 19.6 میں بھی واضح کی گئی ہے۔

ٹیبل 20.1: الفا، بیٹا اور گیمما پارٹیکلز کا موازنہ

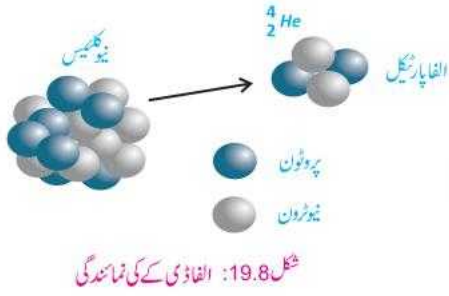
خصوصیت	الفا پارٹیکلز (α)	بیٹا پارٹیکلز (β)	گیمما ریز (γ)
اجزاء کی ترکیب	4 ہیلیم نیوکلائی (${}^4_2\text{He}$)	ایکٹرون (${}^0_{-1}\text{e}$) اور پوزیٹرون (${}^0_{+1}\text{e}$)	ایکٹرون و میگنیٹک ویوز (فوٹونز)
چارج	+2e	+1e یا -1e	0
ماس	4 اٹامک ماس یونٹ	بہت کم	0
آئیونائزنگ پاور	زیادہ	معتدل	کم
گزرنے کی پاور	کم	معتدل	زیادہ
فیلڈز میں ڈفلیکشن	معمولی سا الیکٹرون اور میگنیٹک فیلڈ دونوں میں	ایکٹرون اور میگنیٹک فیلڈز میں واضح	کوئی ڈفلیکشن نہیں ہوتی

19.4 ریدیا ایکٹیو ڈی کے (Radioactive Decay)



شکل 19.7: ایک اصل آئسوٹوپ کا حاصل شدہ آئسوٹوپ میں تبدیل ہونا

ریدیا ایکٹیو ڈی کے وہ عمل ہے جس میں غیر مستحکم ایٹمز مستحکم ہونے
کے لیے ریدیا ایشن خارج کرتے ہیں۔ یہ ریدیا ایشنز یا تو پارٹیکلز کی
صورت میں ہوتی ہے (الفا اور بیٹا) یا ویوز کی صورت میں (گیمما ریز)۔
بعض ایٹمز کے نیوکلئس میں نیوٹرونز بہت زیادہ یا بہت کم ہوتے ہیں،
جس کی وجہ سے وہ غیر مستحکم ہو جاتے ہیں۔ مستحکم ہونے کے لیے وہ
انرجی ریدیا ایشنز کی شکل میں خارج کرتے ہیں۔



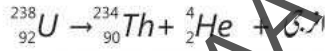
شکل 19.7 ایک ریڈیو ایکٹیو عمل کو ظاہر کرتی ہے جس میں پیرنٹ آئسوٹوپ (Parent isotope) ریڈی ایشن کے اخراج کے ذریعے ڈاٹر آئسوٹوپ (Daughter isotope) میں تبدیل ہو جاتا ہے۔

1۔ الفا (α) ڈی کے کی مساوات (Alpha (α) Decay Equation)

الفا ڈی کے میں ایک غیر مستحکم نیوکلئس ایک الفا پارٹیکل (${}^4_2\text{He}$) خارج کرتا ہے، جس سے اٹامک نمبر میں 2 کی کمی اور ماس نمبر میں 4 کی کمی ہو جاتی ہے (شکل 19.8)۔
جزل مساوات:



مثال (یورینیم-238 کا ڈی کے):



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۔
جزل مساوات:



مثال (کاربن-14 کا ڈی کے):

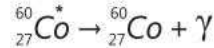


3۔ گیما (γ) ڈی کے کی مساوات (Gamma Decay Equation)

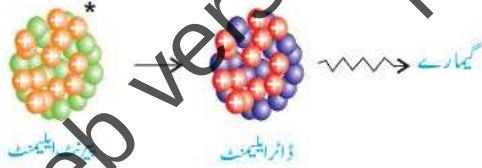
گیما ڈی کے میں، نیوکلئس اضافی انرجی گیمارے (γ) کی صورت میں خارج کرتا ہے، بغیر پروٹونز یا نیوٹرونز کے تعداد بدلے (شکل 19.9)۔
جزل مساوات:



مثال (کوبالٹ-60 کا ڈی کے):

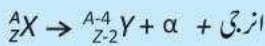


یہ مساواتیں ریڈیو ایکٹیو ڈی کے کے بنیادی عمل کو ظاہر کرتی ہیں، جو ہمیں یہ سمجھنے میں مدد دیتی ہیں کہ غیر مستحکم ایٹمز کس طرح مستحکم ایٹمز میں تبدیل ہوتے ہیں۔

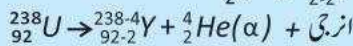


مثال 20.2: یورینیم (U-238) کے الفا ڈی کے کے بعد بننے والے نیوکلئس کا اٹامک نمبر اور اٹامک ماس معلوم کریں۔

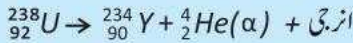
حل:



الفا ڈی کے کے نیوکلئس ری ایکشن:



یورینیم-238 کے لیے نیوکلئس ری ایکشن:



لہذا مطلوبہ نیو کلیئس کا اٹامک نمبر 90 اور ماس نمبر 234 ہے۔

ہر ایلیمنٹ کا اٹامک نمبر منفرد ہوتا ہے۔ پیریڈک ٹیبل (Periodic table) کے مطابق، نیا ایلیمنٹ تھوریم (Th) ہے جس کا $Z = 90$ ہے۔

اب مکمل نیو کلیئر ری ایکشن اس طرح سے لکھا جاسکتا ہے: انرجی $^{238}_{92}\text{U} \rightarrow ^{234}_{90}\text{Th} + ^4_2\text{He}(\alpha)$

19.5 نیو کلیئر ری ایکشنز (Nuclear Reactions)

نیو کلیئر ری ایکشنز میں نیو کلیئس میں تبدیلیاں ہوتی ہیں، جن کے نتیجے میں ایلیمنٹس کی ٹرانسفارمیشن (Transformation) ہوتی ہے اور انرجی خارج یا جذب ہوتا ہے۔ یہ ری ایکشنز کیمیکل ری ایکشنز سے مختلف ہوتے ہیں، کیونکہ کیمیکل ری ایکشنز میں صرف الیکٹرانز شامل ہوتے ہیں۔

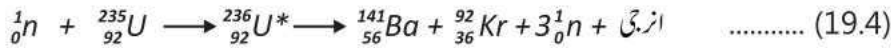
نیو کلیئر ری ایکشنز کی دو اقسام ہیں:

- 1۔ فشن ری ایکشن
- 2۔ فیوژن ری ایکشن

فشن ری ایکشن (Fission Reaction)

فشن ری ایکشن میں ایک بھاری نیو کلیئس جسے یورینیم-235 نیوٹرون کی بمبارڈمنٹ (Bombardment) سے نیوٹرونوں کی 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۔ فشن ری ایکشن نیو کلیئر پاور جنریشن اور ایٹمی ہتھیاروں کی بنیاد ہے۔ فشن ری ایکشن میں ماس کا ایک بہت چھوٹا حصہ ایک بہت بڑی مقدار کی انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ نیو کلیئر فشن پہلی بار 1939

میں اوٹو ہاہن (Otto Hahn) اور فرٹز سٹراسمان (Fritz Strassman) نے دریافت کی۔ انہوں نے مشاہدہ کیا کہ یورینیم کا نیو کلیئس 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 فشن ری ایکشن عمل میں دو یا تین، اور اوسطاً 2.5 نیوٹرونز فی ری ایکشن خارج ہوتے ہیں۔ یہ چین ری ایکشن نیو کلیئر پاور جنریشن اور اٹامک بمز میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

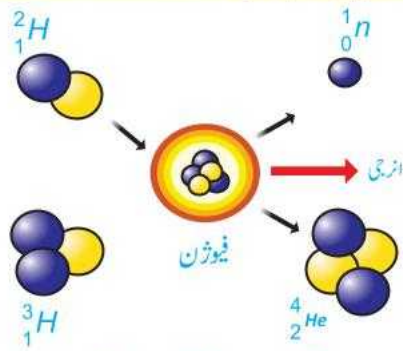


نیو کلیئر فشن ری ایکشن میں پروڈکٹس (Products) کا کل ماس اصل بھاری نیو کلیئس سے قدرے کم ہوتا ہے۔ یہ ضائع شدہ ماس انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے، جس سے قریباً 200 MeV انرجی ($1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}\text{J}$) فی فشن ری ایکشن خارج ہوتی ہے، جو کیمیکل ری ایکشنز سے حاصل ہونے والی انرجی سے کہیں زیادہ ہے۔ مثال کے طور پر، 1 ٹن کوئلہ جلانے سے 3.6×10^9 انرجی خارج ہوتی ہے، جبکہ 1 کلو گرام یورینیم-235 کے فشن سے قریباً 6.7×10^{13} انرجی پیدا ہوتی ہے۔ فشن کے دوران خارج ہونے والے



کیا آپ جانتے ہیں؟

فشن بمقابلہ فیوژن
نیوکلیئر ری ایکشن جو بہت زیادہ انرجی پیدا کرتے ہیں مگر مختلف عوامل کے ذریعے
فشن: ایک بڑا ایٹم ٹوٹ کر دو یا دو سے زیادہ چھوٹے ایٹم بناتا ہے
فیوژن: دو یا زیادہ چھوٹے ایٹم مل کر بڑا ایٹم بناتے ہیں

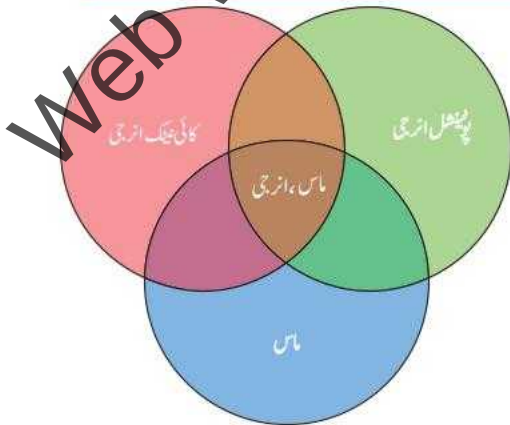


شکل 19.11: نیوکلیئر فیوژن ری ایکشن



سورج اور ستارے فیوژن ری ایکشن کی وجہ سے روشن ہیں، جہاں چار ہائیڈروجن نیوکلیائی مل کر ایک ہیلیم نیوکلیئس بناتے ہیں اور تقریباً 25.7 MeV انرجی خارج ہوتی ہے۔ سورج کی کور (Core)، جس کا ٹمپریچر تقریباً 20 ملین کیلون ہے، فوژن کے وقت پیمائش کرنے کے لیے بہترین حالات فراہم کرتا ہے۔

19.6 مادے اور انرجی کا باہمی تبادلاً (Interconversion of Matter and Energy)



شکل 19.12: مختلف انرجیز کی باہمی تبدیلی

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 جاسکے۔

نیوکلیئر فیوژن (Nuclear Fusion)

نیوکلیئر فیوژن وہ عمل ہے جس میں دو یا زیادہ ہلکے نیوکلیائی؛ جیسے ہائیڈروجن 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 پریشر پر ہوتا ہے، جہاں ہلکے نیوکلیائی 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 تبدیل ہو جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، جب ڈیوٹیریم اور ٹریٹیم کا فیوژن ہوتا ہے تو وہ ہیلیم (الفا پارٹیکل) بننے ہیں اور انرجی خارج ہوتی ہے۔

مادہ 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 مادہ کی بہت تھوڑی مقدار ایک بہت بڑی مقدار کی انرجی میں تبدیل ہو سکتی ہے، جیسا کہ نیوکلیئر فشن 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 مادے 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

کنزرویشن کے قانون کے مطابق ہوتا ہے، جس کے مطابق کسی آئسو لیٹڈ سسٹم (Isolated system) میں کل انرجی، بشمول ماس انرجی، مستقل رہتی ہے۔ مادے کو انرجی میں اور انرجی کو مادے میں تبدیل کرنے کی صلاحیت کائنات، ستاروں اور ایٹامک پارٹیکلز کو سمجھنے میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے۔ نظریاتی طور پر مادہ 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 $E = mc^2$ ؛ نیوکلیرری ایکشنز؛ جیسے فشن 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 سپید $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ نیوکلیرری ایکشنز میں حاصلات (Products) کا کل ماس تعاملات (Reactants) کے ماس سے تھوڑا کم ہوتا ہے۔ اس ضائع شدہ ماس کو ماس ڈیفیکٹ (Δm) (Mass defect) کہا جاتا ہے۔ مساوات $E = mc^2$ استعمال کر کے خارج ہونے والی انرجی معلوم کی جاسکتی ہے۔ اگر $\Delta m = 1 \times 10^{-4} \text{ kg}$ کلو گرام ہو تو:

$$E = (1 \times 10^{-4} \text{ kg}) \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 ; E = 9 \times 10^{12} \text{ J}$$

یونیفارم ماس سکیل (Uniform Mass Scale-u)

یونیفارم ماس سکیل (u) سے مراد ایٹامک ماس یونٹ (u) ہے، جو ایٹمز اور مالیکیولز کے ماس کی پیمائش کے لیے ایک معیاری یونٹ کے طور پر استعمال ہوتی ہے۔ $1.66605 \times 10^{-27} \text{ kg}$ کا تقریباً 12 کے ماس کا $\frac{1}{12}$ حصہ $1u =$

مثال 20.3: نیوکلیر فشن ری ایکشن میں خارج ہونے والی انرجی



حل:

یورینیم-235 کے فشن کو مد نظر رکھیں:
یہاں پر:

$${}_{92}^{235}\text{U} \text{ کا ماس} = 235.0439 \text{ u}$$

$${}_0^1\text{n} \text{ کا ماس} = 1.0087 \text{ u}$$

$${}_{56}^{141}\text{Ba} \text{ کا ماس} = 140.9144 \text{ u}$$

$${}_{36}^{92}\text{Kr} \text{ کا ماس} = 91.9262 \text{ u}$$

$$3 \text{ نیوٹرونز کا ماس} = 3 \times 1.0087 = 3.0261 \text{ u}$$

ماس ڈیفیکٹ ہو گا:

$$\Delta m = \text{حاصلات کا ماس} - \text{تعاملات کا ماس}$$

$$\Delta m = (235.0439 + 1.0087) - (140.9144 + 91.9262 + 3.0261)$$

$$\Delta m = 236.0526 - 235.8667 = 0.1859 \text{ u}$$

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

نیوکلیر پاور پلانٹس فشن کے عمل کو استعمال کرتے ہیں جس میں یورینیم کے بھاری نیوکلیائی ٹوٹ کر چھوٹے حصوں میں تقسیم ہو جاتے ہیں اور ان کے دوران انرجی خارج ہوتی ہے جبکہ فیوژن نسبتاً زیادہ محفوظ اور صاف طریقہ ہے، لیکن اسے کنٹرول کرنا مشکل ہوتا ہے۔

19.7 ہاف لائف (Half-Life)

ہفتی آزمائش

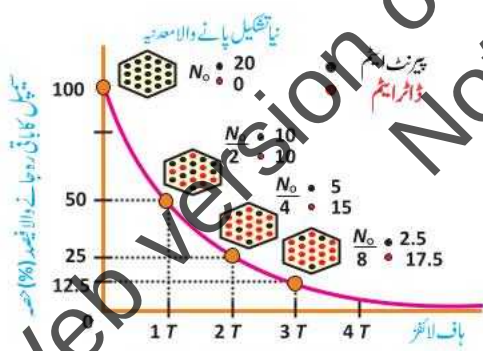
جب نیوکلیر فشن کے دوران یورینیم کانکلیٹس ٹوٹتا ہے تو کیا ہوتا ہے؟ کیا یہ صرف دیگر ذراتوں میں ٹوٹ جاتا ہے یا اس کے ساتھ کوئی اور چیز بھی خارج ہوتی ہے؟

کسی ریڈیو ایکٹیو میٹریل کی ایکٹیویٹی اس سپیڈ کو ظاہر کرتی ہے جس سے اس کے ایٹمز ٹوٹتے ہیں اور الفا، بیٹا یا گیمما پارٹیکلز کی صورت میں ریڈی ایشنز خارج کرتے ہیں۔ یہ ہمیں بتاتی ہے کہ کسی مقررہ وقت میں کتنے ایٹمز ہلکے ہوتے ہیں۔ ایکٹیویٹی کو بیکریل (Becquerels)

میں ماپا جاتا ہے، جہاں $1 \text{ Bq} = 1$ ڈس انٹگریشن فی سیکنڈ، یا کیوری (Curie) میں، جہاں $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10}$ ڈس انٹگریشن فی سیکنڈ کسی مادہ 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 میٹریل کی ہاف لائف کم ہو، وہ تیزی سے ڈی کے ہوتا ہے اور اس کی ایکٹیویٹی زیادہ ہوتی ہے، جبکہ جس میٹریل 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 سنٹیلیشن ڈیٹیکٹرز (Scintillation detectors) جیسے آلات استعمال کرتے ہیں، جو ریڈی ایشن لیول کی نگرانی یا حفاظت کو یقینی بنانے اور میڈیسن، آرکیالوجی (Archaeology) اور نیوکلیر فزکس جیسے شعبوں میں ریڈیو ایکٹیو ڈی کے مطالعے میں مدد دیتے ہیں۔

ریڈیو ایکٹیو آکسٹوپ کی ہاف لائف وہ وقت ہے جس میں کسی نمونے کے آٹھ 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 نمونہ کتنی دیر تک فعال رہے گا، اور یہ نیوکلیر پاور، طبی علاج اور دیگر استعمالات کے لیے نہایت اہم ہے۔



کسی دیے گئے نمونے میں ریڈیو ایکٹیو آکسٹوپ کی مقدار وقت کے ساتھ کم ہوتی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 19.13 میں دکھایا گیا ہے۔

وقت $t = 0$ پر موجود نیوکلیدیائی کی تعداد N_0 ہوتی ہے، اور وقت

$t = T_{1/2}$ پر موجود نیوکلیدیائی 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 میٹریل کی

مقدار N جو کچھ وقت t کے بعد باقی رہتی ہے، یوں دی جاتی ہے:

$$N_1 = \frac{1}{2} N_0 \quad \text{1 ہاف لائف کے بعد:}$$

$$N_2 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 N_0 \quad \text{2 ہاف لائف کے بعد:}$$

$$N_3 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^3 N_0 \quad \text{3 ہاف لائف کے بعد:}$$

$$N_4 = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} N_0 = \left(\frac{1}{2}\right)^4 N_0 \quad \text{4 ہاف لائف کے بعد:}$$

ہاف لائف کی تعداد (n) درج ذیل تعلق سے معلوم کی جاسکتی ہے:

$$\text{ہاف لائف} = \frac{\text{کل گزرا ہوا وقت}}{\text{ہاف لائف کی تعداد}}$$

$$n = \frac{\Delta t}{T_{1/2}} \quad \dots\dots\dots (19.6)$$

ریڈیو ایکٹیو آئسٹوپس کی ہاف لائف (Half-Life of Radioactive Isotopes)

کسی ریڈیو ایکٹیو آئسٹوپ کی ہاف لائف وہ وقت ہے جس میں اس کے آدھے ایٹمز ٹوٹ کر زیادہ مستحکم حالت میں تبدیل ہو جاتے ہیں۔ ہر آئسٹوپ کی ایک مخصوص ہاف لائف ہوتی ہے جو کبھی تبدیل نہیں ہوتی، چاہے مادے کی مقدار کتنی ہی ہو یا رد 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 ایکٹیو ڈی کے ایک تیزی سے بڑھنے والے پٹرن (Exponential pattern)، یعنی ہاف لائف کے بعد باقی رہنے والے میٹریل 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 آئسٹوپس کا استعمال)، اور نیوکلیر انرجی (ریڈیو ایکٹیو ویسٹ کو سمجھنا) شامل ہیں۔ کسی میٹریل کی ہاف لائف جان کر سائنس دان یہ اندازہ لگا سکتے ہیں کہ وہ میٹریل کتنی دیر تک ریڈیو ایکٹیو رہے گا اور کتنی سیڈ سے ڈی کے ہوگا۔

کاربن ڈیٹنگ (Carbon Dating)

کاربن ڈیٹنگ ایک سائنسی طریقہ ہے جو قدیم نامیاتی مادوں، 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 پیرجنی ہے، جو کاربن کی ایک قسم ہے اور فضا میں پائی جاتی 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 پیڈ سے ڈی کے ہونا شروع ہو جاتا ہے، جس کی ہاف لائف قریباً 5730 سال ہے۔ کسی سمپل 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

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 ہوگی؟

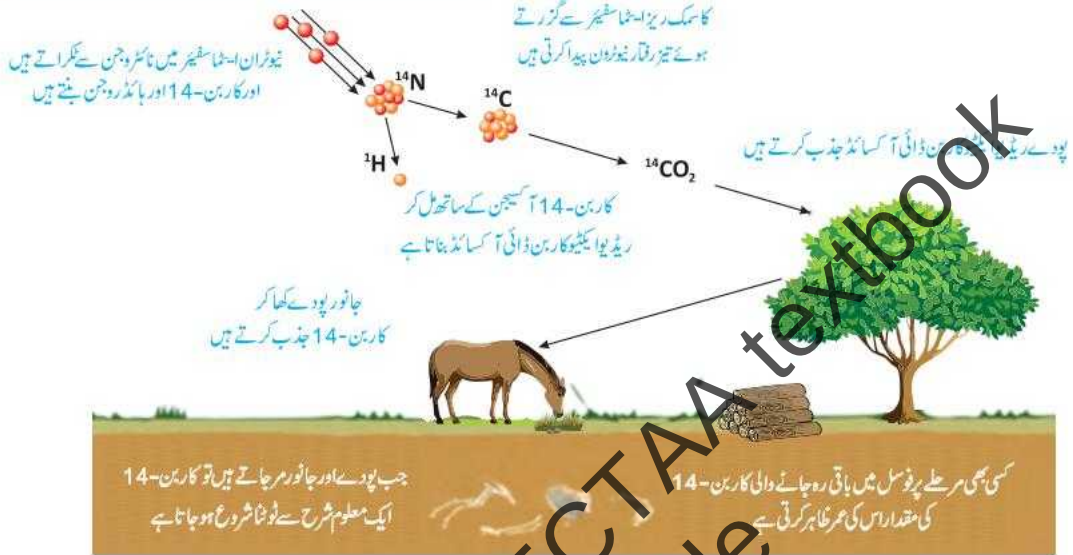
دلچسپ معلومات

کاربن-14، خلا سفیر 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۔

مزید حقیقت

کاربن-14 زمین کی نشانیوں میں مسلسل ہمارا ہے!

ماحولیاتی تبدیلیوں کے بارے میں اہم معلومات فراہم کرتا ہے۔
کاربن-14 کا ریڈیو ایکٹیوڈی کے شکل 19.14 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 19.14 کاربن-14

مثال 20.4: ہمارے پاس لیڈ-212 کا 50 ملی گرام کیمپل ہے۔ یہ بیٹا اور گیمما کے اخراج کے ذریعے ڈی کے ہوتا ہے اور اس کی ہاف لائف 10.6 گھنٹے ہے۔ 53 گھنٹوں کے بعد خالص سیپیل کی کتنی مقدار باقی رہے گی؟
حل:

دیایا گیا: $N_0 = 50 \text{ mg}$ خالص لیڈ-212 کی ابتدائی مقدار
 $T_{1/2} = 10.6 \text{ h}$ لیڈ-212 کی ہاف لائف
 $t = 53 \text{ h}$ 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: $n = \frac{53 \text{ h}}{10.6 \text{ h}}$
 $n = 5$
ہاف لائف کے بعد باقی رہنے والا اصل سیپیل: $N = (1/2)^n \times N_0$
قیمتیں درج کرنے سے: $N = \left[\frac{1}{2}\right]^5 \times 50 \text{ mg}$
 $N = 1.56 \text{ mg}$
لہذا 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)

آئیونائزنگ 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 سبزل 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 سبزل 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۔ جن کے نتیجے میں جینیاتی بیماری (Genetic disorder) یا موروٹی بیماریاں پیدا ہو سکتی ہیں، خاص طور پر اگر ری پروڈکٹیو (Reproductive) سبزل متاثر ہوں۔

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 سبزل کو نقصان سے بچانے کے لیے درستی اور احتیاط نہایت ضروری ہوتا ہے۔

- 3- کم ڈوز کی طویل مدتی سامنا نارمل باڈی سبزل 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۔

- 4- قلیل مدتی شدید سامنا ریڈی ایشن کمزوری کر سکتا ہے، جس کے 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 آکسٹوپ کے انتخاب کا انحصار اس کی ریڈی ایشن کی قسم اور ہاف لائف پر ہوتا ہے۔
- 1- میڈیکل استعمالات: کم ہاف لائف والے آکسٹوپس ریڈیو تھراپی (Radiotherapy) اور امیجنگ (Imaging) میں استعمال کیے جاتے ہیں تاکہ طویل مدتی ریڈی ایشن رسک کم رہے۔
 - 2- انڈسٹریل استعمالات: زیادہ ہاف لائف والے آکسٹوپس پاور جنریشن، ریڈی ایشن ڈی ٹیکٹرز اور میٹیریل ٹیسٹنگ میں استعمال ہوتے ہیں، جہاں طویل مدتی استحکام ضروری ہوتا ہے۔
 - 3- 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 کوہالت-60 اور سیزیم-137: ان آکسٹوپس سے خارج ہونے والی گیما ریز خوراک میں موجود بیکٹیریا کو ختم کر دیتی ہیں، جس سے خوراک کا معیار متاثر کیے بغیر مدت استعمال بڑھ جاتا ہے۔ کوہالت-60، جس کی ہاف لائف معتدل (5.27 سال) ہے، فوڈ انسٹری میں عام طور پر استعمال ہوتا ہے۔
 - 4- جراثیم کشی میں کوہالت-60: گیما ریڈی ایشنز میڈیکل آلات کو اسٹریلائز (Sterilize) کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہیں، جو بیکٹیریا اور وائرس کو ختم کرتی ہیں بغیر میٹیریلز کو نقصان پہنچائے۔

ریڈی ایشن سورسز (Radiation Sources)

1- ایبیریکیم-241 ($^{241}_{95}\text{Am}$) سموک ڈیٹیکٹر 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- ایٹم میں کوبالٹ-60 اور آئیوڈین-131

کیا آپ جانتے ہیں؟



نیوکلیئر پاور اور میڈیکل سسٹمز کے بغیر بھی ہم مختلف قدرتی ذرائع سے ریڈی ایشن کا سامنا کرتے رہتے ہیں۔ یہ ریڈی ایشن کا سمک ریز، چٹانوں اور حتیٰ کے کیلا (جس میں پوٹاشیم - 42 موجود ہوتا ہے) سے بھی خارج ہوتی ہیں۔

کوبالٹ-60 سے خارج ہونے والی گیمما ریز ریڈیو تھراپی میں کینسر 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 ایشن کا سامنا کم سے کم رہے۔

19.9 تابکاری کا سامنا (Radiation Exposure)



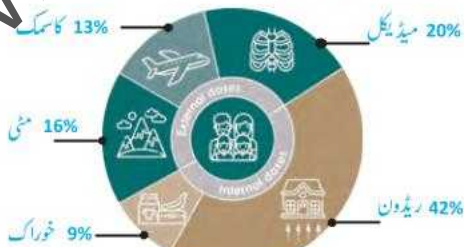
شکل 19.15: ریڈی ایشن کے اخراج کی وارننگ

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 آتی 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 ارد گرد 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 خلاء 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 ایشن نقصان دہ نہیں ہوتی، 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

ریڈی ایشنز کے سورسز (Sources of Radiations)

(الف) ریڈون گیس (Radon gas) ہوائیں

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۔

- 1- ریڈون گیس ایک الفا امیٹر (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 ذائقہ، بے رنگ اور بے بو ہوتی ہے، لیکن عام طور پر صحت کے لیے خطرناک ہوتی ہے جب تک اس کی مقدار حد سے زیادہ نہ ہو۔

(ب) چٹانیں اور عمارتیں (Rocks and Buildings)

- 1- قدرتی ریڈیو ایکٹیو مٹیریلز میں پائی جاسکتی 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)

کیا آپ جانتے ہیں؟

کچھ کاسک ریڈیو جیو مین سے نگرانی ہیں، دور دراز گلیسیز سے لاکھوں سال کا سفر طے کر کے آتی ہیں۔ یہ ریڈیو جب ہمارے اہم اسٹیمپ کے ایشنز سے نگرانی ہیں تو بیک گراؤنڈ ریڈی ایشنز پیدا ہوتی ہیں۔

- 1- خوراک اور پانی میں قدرتی طور پر پائے جانے والے ریڈیو ایکٹیو آکسٹو لیس کی تھوڑی مقدار موجود ہوتی ہے، جیسے پوٹاشیم-40 اور کاربن-14۔
- 2- یہ آکسٹو لیس پودوں اور جانوروں کے ذریعے جذب ہو جاتے ہیں اور استعمال کے ذریعے انسانی جسم میں داخل ہوتے ہیں۔
- 3- خوراک اور مشروبات سے حاصل ہونے والی ریڈی ایشن کی مقدار عموماً کم ہوتی ہے، لیکن مسلسل موجود رہتی ہے۔

(د) خلا سے آنے والی کاسک ریز (Cosmic Rays from Space)



اہم اسٹیمپ میں ریڈیو ایکٹیو مٹیریلز کے اخراج کے انسانوں پر اثرات

- 1- سورج اور دیگر ستارے ہر وقت بے شمار کاسک 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 گہما ریڈی ایشنز پیدا ہوتی ہیں۔
- 4- قلیل وقت میں ریڈی ایشنز کی زیادہ مقدار میں سامنا ریڈی ایشنز کی بیماری کا باعث بن سکتی ہے، جس کی علامات میں متلی، الٹی، جھکن 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، تھائیرائیڈ (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۔

- 7- ریڈیو ایکٹیو میٹریلز 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 میٹریل کو محفوظ طریقے سے ذخیرہ یا استعمال نہ کیا جائے تو رساؤ (Leak)، بہاؤ (Spill) یا دھماکوں (Explosions) جیسے حادثات پیش آسکتے ہیں۔
- 10- نیوکلیر پاور پلانٹس کے حادثات یا ناقص ویٹ مینجمنٹ بڑے پیمانے پر تباہی کا سبب ہو سکتے ہیں، جس سے معاشرے اور ایکو سسٹمز کو شدید نقصان پہنچتا ہے۔
- 11- ریڈیو ایکٹیو میٹریل کو نیوکلیر بم (Nuclear bombs) میں غلط استعمال کیا جاسکتا ہے، جن میں روایتی دھماکا خیز میٹریل کے ذریعے ریڈی ایشنز پھیلائی جاتی ہیں، جس سے خوف و ہراس اور طویل مدتی آلودگی پیدا ہوتی ہے۔

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 جاسکتیں؟

مشق

1- کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

- 19.1 کسی ایلیمنٹ کا ایٹم نمبر کس چیز کی نمائندگی کرتا ہے؟
 (الف) نیوکلئس میں نیوٹرونز کی تعداد
 (ب) نیوکلئس 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؟
 (الف) الفا (α)
 (ب) بیٹا (β)
 (ج) گاما (γ)
 (د) نیوٹرون اخراج
- 19.3 وہ عمل جس میں ایک غیر مستحکم نیوکلئس ریڈی ایشن خارج کر کے زیادہ مستحکم نیوکلئس میں تبدیل ہو جاتا ہے، کہلاتا ہے:
 (الف) نیوکلیر فیوژن
 (ب) نیوکلیر فشن
 (ج) ریڈیو ایکٹیوٹن
 (د) آکسٹوٹپس کا تبادلہ
- 19.4 نیوکلیر فشن میں شامل ہوتا ہے:
 (الف) ہلکے نیوکلیدی کو ملا کر بھاری نیوکلئس بنانا
 (ب) بھاری ایٹم کو چھوٹے نیوکلیدی میں تقسیم کرنا
 (ج) پائیداری بڑھانے کے لیے گیمما 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 ایکٹیوڈی کے کی سپیڈ
 (د) ماس کا مومینٹم میں تبدیل ہونا
- 19.6 درج ذیل میں سے نیوکلیر ریڈی ایشن کا کون سا عملی استعمال ہے؟
 (الف) مائیکروویو اوون میں کھانا پکانا
 (ب) میڈیکل امیجنگ اور کینسر کے علاج
 (ج) سولر انرجی جزییشن
 (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

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

- 19.1 سورج کو بنانے والے دو بنیادی عناصر کون سے ہیں؟
 19.2 ایٹمک نیوکلیس کی تعریف کریں۔ اس کی دو اہم خصوصیات کون سی ہیں؟
 19.3 الفاریڈی ایشن پیٹریڈی 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 نیاریڈیو ایکٹیو ایلیمینٹ کی عمر 14 سال ہے۔ سائنس دان اس کی ہاف لائف ہزاروں سال انتظار کیے بغیر کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟
 19.3 اگر گیماریٹ نیوکلیئس میں پروٹونز، نیوٹرونز کی تعداد نہیں بدلتی تو پھر بھی انہیں خطرناک کیوں سمجھا جاتا ہے؟
 19.4 اگر آج ایٹما سفیر میں کاربن-14 بننا ہو جائے تو مستقبل میں کاربن ڈیٹنگ کے استعمال پر کیا اثر پڑے گا؟
 19.5 وضاحت کریں کہ بیک گراؤنڈ ریڈی ایشن کے 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 ایکٹیو ڈی کے عمل کی وضاحت کریں اور یہ کیسے الفا، بیٹا اور گیمما ریڈی ایشنز کے اخراج کا باعث بنتا ہے؟
 19.3 ایک ہی ایلیمینٹ کے مختلف آئسوٹوپس کی کیمیکل خصوصیات ایک جیسی لیکن فزیکل خصوصیات مختلف 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 مد 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 X^{21}_9 میں پروٹونز اور نیوٹرونز کی تعداد معلوم کریں۔
 19.2 ایک فوسل میں زندہ سپیٹل کے مقابلے میں کاربن-14 کی مقدار 25% پائی گئی۔ فوسل کی عمر کتنی ہے؟ [11,460 سال]~
 19.3 ایک سپیٹل میں ابتدا میں 400 گرام ریڈیو ایکٹیو آکسوٹوپ موجود ہے جس کی ہاف لائف 10 سال ہے۔ 30 سال بعد کتنی مقدار باقی رہے گی؟ [50 g]
 19.4 ایک نیوکلیئر ری ایشن میں $4 \mu\text{g}$ ماس انرجی میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ انرجی معلوم کریں۔ [360 MJ]
 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]

فرکس (یک) -10

پیئرنگ سکیم/ امتحانی پیئر تیار کرنے کے لیے ہدایات

فرکس (یک) کلاس -10 کا پیئر 40 نمبر پر مشتمل ہوگا۔ اس پیئر کا وقت دو (02) گھنٹے (معروضی 15 منٹ اور انشائی طرز 1:45 گھنٹے) ہے۔ یہ پیئر درج ذیل ہدایات کے مطابق تیار کیا جائے گا:

معروضی طرز

سوال 1:

کتاب کے تمام متن میں حصہ (10) کثیر الانتخابی سوالات پوچھے جائیں گے۔ ہر باب میں سے ایک ایک کثیر الانتخابی سوال پوچھا جائے گا۔

انشائی طرز (حصہ -اول)

یہ حصہ دو (02) مختصر جوابات کے سوالات پر مشتمل ہے۔ ہر مختصر جواب 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 ہدایات دیئے ہوں گے جس کی تفصیل اس طرح سے ہے:
باب 10، 11، 12 اور 13 میں سے مختصر طرز کا 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 دیئے 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 دیئے ہوں گے۔ ہر سوال کے ساتھ (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۔

MODEL PAPER

Objective Type

Max. Marks: 10

Time allowed: 15 Min.

کل نمبر: 10

وقت: 15 منٹ

نوٹ: اس 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 دائرہ کو مار کر 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. - درست جواب کا انتخاب کریں۔

(i) مادہ کی کون سی خصوصیت یہ بتاتی ہے کہ کوئی خاص جسم اپنے ٹھیرچر میں تبدیلی سے پہلے کتنی حرارت جذب کر سکتا ہے؟ (1x10=10)

- (i) Which property of matter determines how much heat a solid can absorb before its temperature changes significantly?
- (a) Density (b) Specific heat capacity (c) Colour (d) Hardness
- حرارت مخصوصہ (b) Specific heat capacity
- مضبوطی (d) Hardness

(ii) Which method of heat transfer does not require a medium?

- (a) Conduction (b) Convection (c) Radiation (d) Both (b) and (c)
- کنوئیکشن (b) Convection
- اور (b) اور (c) دونوں (d) Both (b) and (c)

(iii) Which part of a transverse wave carry the lowest point?

- (a) Crest (b) Trough (c) Compression (d) Rarefaction
- ریرفیکشن (d) Rarefaction
- کمپریشن (c) Compression

(iv) An example of a longitudinal wave is:

- (a) Light wave (b) Water wave (c) Sound wave (d) Radiowave
- ریڈیو ویو (d) Radiowave
- سائونڈ ویو (c) Sound wave

(v) A ray of light travelling from water to air bends:

- (a) Towards the normal (b) Away from the normal (c) At 90° to the normal (d) Parallel to the normal
- نارمل سے پرے (b) Away from the normal
- نارمل کی طرف (a) Towards the normal

(vi) What happens when two unlike charges are brought close to each other?

- (a) They attract (b) They repel (c) They neutralize each other (d) Nothing happens
- وہ ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں (b) They repel
- وہ ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں (a) They attract

(vii) Electromotive force is equal to:

- (a) $Q = W/E$ (b) $Q = E/W$ (c) $E = W/Q$ (d) $E = Q/W$

- (viii) One tesla (T) is equal to: ایک ٹیسلا (T) برابر ہے: (viii)
 (a) $1T=1N\ A\ m^{-1}$ (b) $1T=1N\ A^{-1}\ m^{-1}$ (c) $1T=1N\ A\ m$ (d) $1T=1N^{-1}\ A^{-1}\ m$
 (ix) سٹیپ ڈاؤن ٹرانسفارمر میں سیکنڈری کوائل میں ٹرنز کی تعداد ہوتی ہے: (ix)
 (a) Greater than the primary coil (b) Equal to the primary coil (c) Less than the primary coil (d) Always zero
 (x) Which type of radiation is positively charged and consists of two protons and two neutrons? (x)
 (a) Alpha (b) Beta (c) Gamma (d) Neutron emission

Subjective Type (Part-I)

Max. Marks: 30

Time allowed: 1.45 Hours

کل نمبر: 30

وقت: 1:45 گھنٹے

2. کوئی سے چار (04) سوالات کے مختصر جوابات لکھیے: (2x4=8)
 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)
 (ii) What is latent heat of vaporization and how is it calculated? (ii)
 (iii) Enlist some applications of conduction. کنڈکشن کے چند اطلاقات کے نام لکھیں۔ (iii)
 (iv) Wat is meant by wave front? ویو فرنٹ سے کیا مراد ہے؟ (iv)
 (v) How can noise pollution be controlled? شور کی آلودگی کو کیسے کنٹرول کیا جاسکتا ہے؟ (v)
 (vi) ٹوٹل انٹرنل ریفلیکشن کی تعریف کریں۔ اس کے لیے کن شرائط کا ہونا ضروری ہے؟ (vi)
 (v) Define total internal reflection. What conditions are required for it to occur? (v)
 (vi) کریٹیکل اینگل کی تعریف کریں۔ خلاء کے لیے کریٹیکل اینگل کی قیمت کیا ہے؟ (vi)
 (vi) Define critical angle. What is the value of critical angle for vacuum? (vi)
 3. کوئی سے چار (04) سوالات کے مختصر جوابات لکھیے: (2x4=8)
 3. Write short answers to any four (04) questions: (2x4=8)
 (i) روزمرہ زندگی میں الیکٹروسٹیٹکس کے چند اطلاقات کے نام لکھیں۔ (i)
 (ii) List some applications of electrostatics in daily life. (ii)
 (iii) Define electric power and write its formula. الیکٹرک پاور کی تعریف کریں اور اس کا فارمولا لکھیں۔ (iii)
 (iii) State the principle of D.C motor. ڈی۔ سی موٹر کا اصول بیان کریں۔ (iii)
 (iv) Define magnetic flux. میگنیٹک فلوکس کی تعریف کریں۔ (iv)

- (v) Enlist some sources of background radiation.
- (vi) How does alpha radiation differ from beta radiation?

(Part-II)

4. Write detailed answers of any two (02) questions. (202 سوالات کے تفصیلاً جوابات لکھیے: (2x7=14)

- (الف) مائع اور گیسوں میں حرارتی انرجی کیسے منتقل ہوتی ہے؟ وضاحت کریں کہ کمرے میں ہیٹر کے ایک ہی جگہ پر پڑے رہنے سے سارا کمرہ 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 تابی بجاتا ہے اور 6s کے بعد اس کی ایکو کو سنتا ہے۔ اگر سائونڈ 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 6s. If the speed of sound is 343 m s^{-1} , what is the distance of the mountain from the person? (4)
- (3) (الف) دور نظری سے کیا مراد ہے؟ اس کی وجوہات بیان کریں۔
5. (a) What is long sightedness? Discuss its causes. (3)
- (ب) اپنے کمرے میں 100 W کا سیلینگ 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 daily in your room. Assume that the price of one unit is Rs. 25. (4)
- (الف) وضاحت کریں کہ کاربن ڈیٹنگ کس طرح کاربن-14 کا استعمال کرتے ہوئے نوادرات کی عمر کا اندازہ لگاتے ہیں۔
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 کو 25 V اے۔ سی دو لٹیج لگائی جائے تو سیکنڈری دو لٹیج 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)