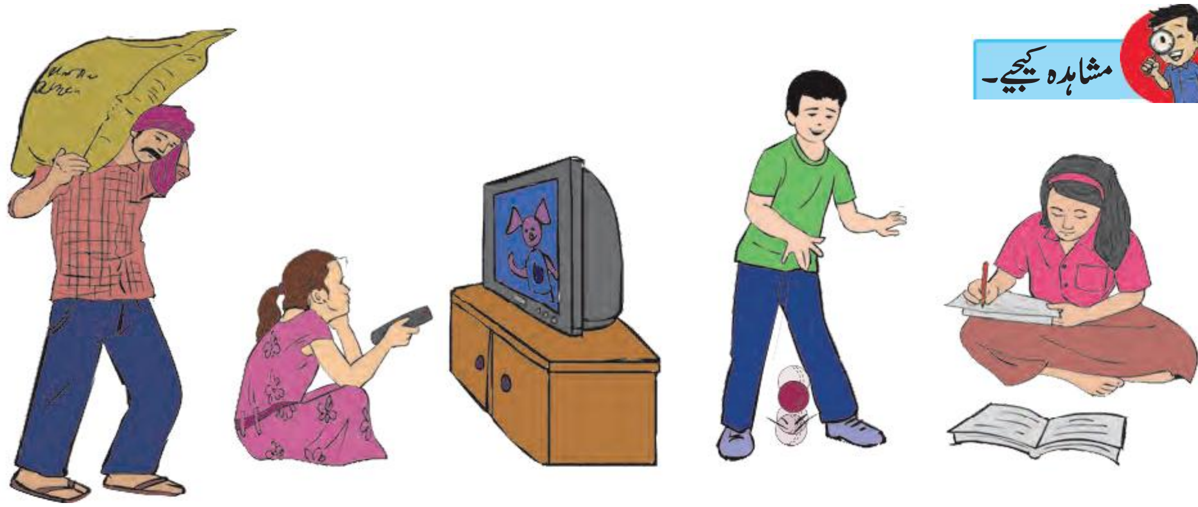
2. کام اور توانائی

➤ کام ➤ توانائی ➤ میکانکی توانائی
➤ بقائے توانائی کا قانون ➤ آزادانہ گرنا (سقوط)

مشاہدہ کیجیے۔



2.1 : مختلف واقعات

بتایئے تو بھلا!

1. اوپر کی شکل 2.1 میں کن کن حالتوں میں کام انجام پایا ہے؟
2. سائنسی نقطۂ نظر سے کام ہوا یا نہیں، یہ ہم کب کہہ سکتے ہیں؟

عام طور پر کسی بھی جسمانی اور ذہنی سرگرمی انجام دینے کے تصوّر کو کام کہنے کا رواج ہے۔ جب ہم چلتے یا دوڑتے ہیں تب ہمارے جسم کی توانائی کام کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔

پڑھنے والی لڑکی نے بھی کام کیا ہے، ایسا ہم کہتے ہیں مگر وہ اس کا ذہنی کام ہے۔

طبعیات کے مطالعے میں ہم طبعی کاموں پر غور وفکر کرتے ہیں۔ طبعیات میں کام اس لفظ کے خاص معنی ہے۔

''کسی جسم پر قوت کے عمل سے اُس جسم میں ہٹاؤ واقع ہو تو سائنسی نقطۂ نظر سے اسے کام کہتے ہیں۔''

آپ نے پڑھا ہے کہ شے پر قوت کے عمل سے کیا گیا کام قوت کی مقدار اور شے کا قوت کی سمت ہونے والا ہٹاؤ ان کے حاصل ضرب کے مساوی ہوتا ہے۔ یعنی ’ کام = قوت × ہٹاؤ‘ →

ذرا یاد کیجیے۔

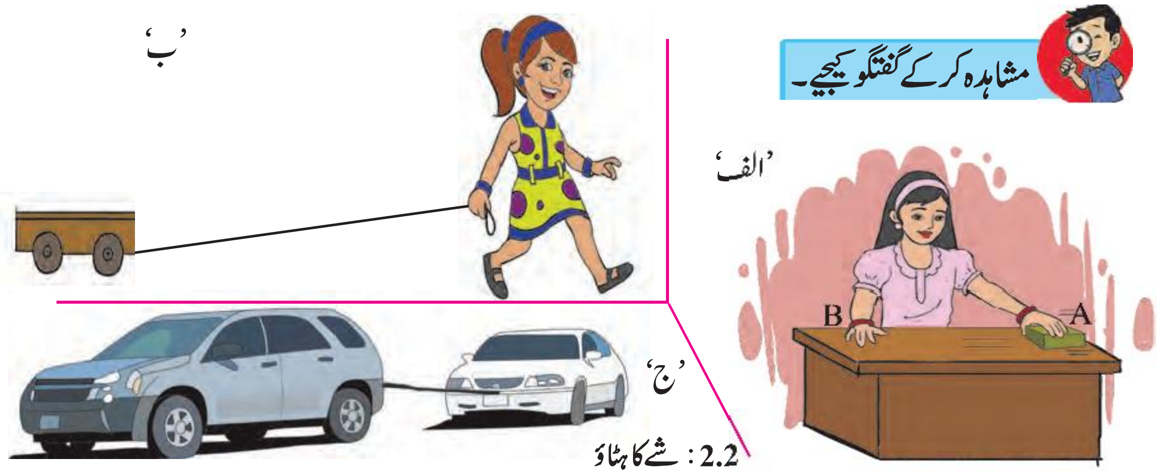
قوت کی قسمیں اور مثالیں کون سی ہیں؟

ثمینہ کو ایک لکڑی کا کھلونا (لکڑی کا ٹکڑا) مقام A سے مقام B تک ہٹانا ہے۔ آگے کی شکل 2.2 ’الف‘ دیکھیے۔ اس وقت اس نے F قوت استعمال کرنے سے اس کھلونے میں اسراع پیدا کرنے کے لیے کیا تمام توانائی صرف ہوئی ہوگی؟ وہ توانائی کن کن قوتوں کو ضائع کرنے کے لیے استعمال کی گئی ہوگی؟

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

کسی جسم کا ہٹاؤ قوت کی سمت ہونے سے کیا گیا کام معلوم کرنے کا طریقہ آپ نے سیکھا ہے لیکن اگر جسم کا ہٹاؤ قوت کی سمت نہ ہوتا ہو تب کیا گیا کام کس طرح معلوم کیا جا سکتا ہے؟

مشاہدہ کرکے گفتگو کیجیے۔



2.2 : شے کا ہٹاؤ

شکل 2.2 'ب' اور 'ج' میں دِکھائی ہوئی حالتوں کو آپ نے دیکھا ہوگا۔ چھوٹے بچے گاڑی کھیلتے وقت لگائی گئی قوت اور ہٹاؤ ایک ہی سمت میں نہیں ہوتے۔ اسی طرح آپ نے دیکھا ہوگا کہ بڑی گاڑی چھوٹی گاڑی کو کھینچ کر لے جاتی ہے۔ اس وقت بھی قوت اور ہٹاؤ کی سمت یکساں نہیں ہوتے۔ یعنی ہٹاؤ کی سمت سے کچھ درجہ زاویہ سے قوت لگائی گئی ہوتی ہے۔ آیئے دیکھیں ایسے وقت میں کیا گیا کام کس طرح معلوم کرتے ہیں؟

اوپر کی مثال میں بچی کھلونے کو دھاگے کی مدد سے کھینچتی ہے تب قوت دھاگے کی سمت میں عمل کرتی ہے اور گاڑی ہموار سطح پر اُفق کے متوازی (Horizontal) کھینچی جاتی ہے۔ اس وقت ہونے والا کام معلوم کرنے کے لیے لگائی گئی قوت کو ہٹاؤ کی سمت میں لگائی گئی قوت میں تبدیل کرنا ہوتا ہے۔

فرض کیجیے، F یہ عملاً لگائی گئی قوت اور F_1 یہ ہٹاؤ کی سمت میں قوت ہے۔ s ہٹاؤ ہے۔ ایسی حالت میں کیا گیا کام...

$$W = F_1 . s \quad \text{.......................} \quad (1)$$

قوت (F) دھاگے کی سمت یعنی اُفق کے متوازی خط کے ساتھ بننے والے کچھ درجے کے زاویے سے ظاہر کیا گیا ہے۔ F اس قوت کا اُفق کے متوازی سمت کام کرنے والا جز F_1 یہ علم مثلث کے ذریعے معلوم کیا جاتا ہے۔ (شکل 2.3)

$$\cos\theta = \frac{\text{زاویہ کا متصلہ ضلع}}{\text{وتر}}$$

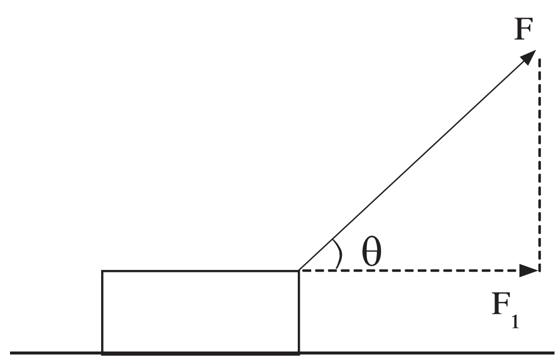
$$\cos\theta = \frac{F_1}{F}$$

$$F_1 = F\cos\theta$$

اس لیے اس قوت کے ذریعے کیا گیا کام...

$$W = F\cos\theta\, s$$

$$W = F\, s\cos\theta$$



2.3 : ہٹاؤ کے لیے لگائی گئی قوت

θ کی دی ہوئی قیمتوں کے لیے کیے گئے کام کے نتائج جدول میں درج کیجیے۔

θ	cos θ	W = F s cos θ	نتیجہ
0°	1	W = F s	
90°	0	0	
180°	-1	W = -F s	

کام کی اکائیاں

ہٹاؤ × قوت = کام

SI نظام میں قوت کی اکائی نیوٹن (N) اور ہٹاؤ کی اکائی میٹر (m) ہے۔اس لیے کام کی اکائی نیوٹن-میٹر ہے۔اسی کو جول کہتے ہیں۔

1 جول : جب 1 نیوٹن قوت کام سے قوت کی ہی سمت میں جسم میں 1 میٹر ہٹاؤ واقع ہوتا ہے تو کیا گیا کام ایک جول ہوتا ہے۔

∴ 1 میٹر × 1 نیوٹن = 1 جول $1\ J = 1\ N \times 1\ m$

CGS نظام میں قوت کی اکائی ڈائن ہے۔ ہٹاؤ کی اکائی سینٹی میٹر ہے۔لہٰذا CGS نظام میں کام کی اکائی کو ڈائن-سینٹی میٹر میں ظاہر کرتے ہیں۔اسی کو 'ارگ' کہتے ہیں۔

1 ارگ : اگر ایک ڈائن قوت سے جسم میں قوت کی سمت میں ایک سینٹی میٹر ہٹاؤ واقع ہو تو کیا گیا کام ایک ارگ ہوتا ہے۔

1 سینٹی میٹر × 1 ڈائن = 1 ارگ

جول اور ارگ میں تعلق

جیسا کہ ہم جانتے ہیں،... سینٹی میٹر 10^2 = 1 میٹر اور ڈائن 10^5 = 1 نیوٹن →

→ کام = ہٹاؤ × قوت

1 جول = 1 نیوٹن × 1 میٹر

1 جول = 10^5 ڈائن × 10^5 سم

1 جول = 10^7 ڈائن سم

1 جول = 10^7 ارگ

مثبت، منفی اور صفر کام (Positive, Negative and Zero work)

غور کیجیے اور بتائیے۔ قوت اور ہٹاؤ کی سمت کے متعلق گفتگو کیجیے۔

1. بند گاڑی کو دوبارہ جاری کرنے کے لیے دھکّا دینا۔
2. دوست کے ذریعے آپ کی جانب پھینکی ہوئی گیند کو پکڑنا۔
3. ایک پتھر کو رسّی سے باندھ کر دائروی حرکت دینا۔
4. سیڑھیاں چڑھنا اور اُترنا، درخت پر چڑھنا۔
5. تیز رفتار کار کو روکنے کے لیے بریک لگانا۔

درج بالا مثالوں کا مطالعہ کرنے پر ہمیں پتا چلتا ہے کہ بعض مثالوں میں قوت اور ہٹاؤ کی سمت ایک جیسی ہے۔بعض مثالوں میں دونوں ایک دوسرے کے مخالف ہیں اور بعض مثالوں میں قوت اور ہٹاؤ ایک دوسرے کی عمودی سمت میں ہیں۔ایسے وقت قوت کے ذریعے انجام پانے والے کام مندرجہ ذیل کی طرح ہیں۔

1. جب قوت اور ہٹاؤ کی سمت ایک ہو۔ $(\theta = 0°)$ تب ہونے والا کام مثبت ہوگا۔
2. جب قوت اور ہٹاؤ کی سمت ایک دوسرے کے مخالف ہو $(\theta = 180°)$ تب ہونے والا کام منفی ہوگا۔
3. جب قوت لگانے کے بعد ہٹاؤ واقع نہ ہو یا قوت اور ہٹاؤ ایک دوسرے پر عموداً $(\theta = 90°)$ ہو اُس وقت قوت کے ذریعے کیا گیا کام صفر ہوگا۔

عمل کیجیے۔

ایک پلاسٹک کا کپ لیجیے۔ اس کے نیچے کی جانب درمیان میں ایک سوراخ کیجیے۔ اس سوراخ میں سے دوہرا لمبا دھاگا اوپر کی جانب لے کر مناسب موٹی گانٹھ لگائیے جس سے کہ دھاگا سوراخ سے باہر نہ آسکے۔ دھاگے کے دونوں کھلے سروں کو ایک نٹ سے باندھیے۔ شکل 2.4 میں دِکھائے گئے طریقے پر عمل کیجیے۔

شکل (الف) - میز پر کپ رکھ کر ایک جانب کے وزن کو پلاسٹک کپ میں ڈالیے اور دوسرے جانب کے وزن کو شکل میں دِکھائے گئے طریقے سے نیچے کی جانب چھوڑیں۔ کیا ہوگا؟

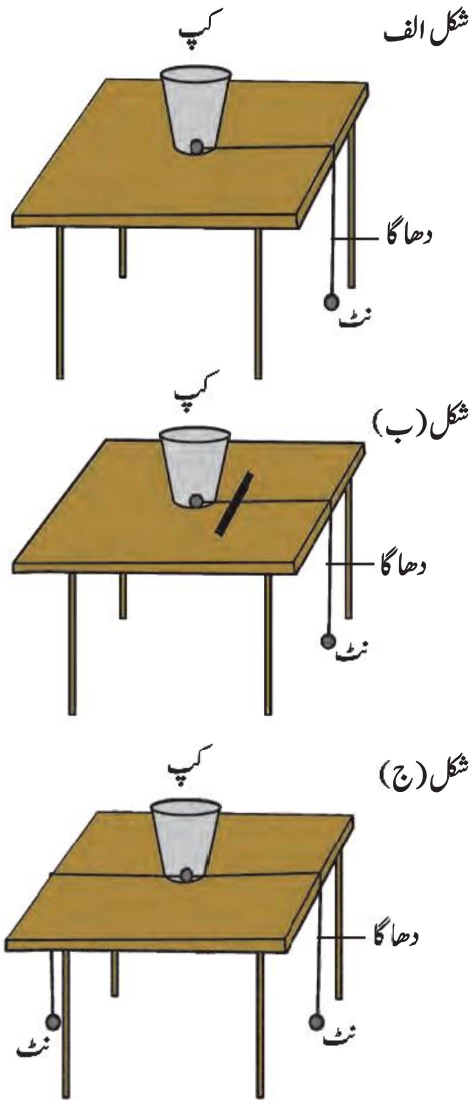
شکل (ب) : کپ آگے کی جانب حرکت کرتا ہے تب اسکیل کی مدد سے رکاوٹ پیدا کیجیے اور کپ کو روکیے۔

شکل (ج) : کپ میز پر رکھ کر دونوں جانب وزن چھوڑ دیجیے۔

سوالات :

1. شکل (الف) کا کپ کیوں کھینچا جاتا ہے؟
2. شکل (ب) میں کپ کے ہٹاؤ کی سمت اور اسکیل کے ذریعے لگائی گئی قوت کی سمت میں کیا تعلق ہے؟
3. شکل (ج) میں کپ میں ہٹاؤ کیوں واقع نہیں ہوا؟
4. شکل الف، ب اور ج میں ہونے والا کام کس قسم کا ہے؟

اوپر کے تینوں اعمال میں قوت اور ہونے والے ہٹاؤ کے اثر سے ہونے والے کام کی وجہ کیا ہے؟



2.4 : مثبت، منفی اور صفر کام

فرض کیجیے، ایک مصنوعی سیارہ زمین کے گرد دائروی مدار میں گردش کر رہا ہے۔ سیارے کی ثقلی قوت اور سیارے کا ہٹاؤ ایک دوسرے کی عمودی سمت میں ہونے کی وجہ سے ثقلی قوت کے ذریعے ہونے والا کام صفر ہوتا ہے۔

اداروں کے کام :

قومی طبعیاتی تجربہ گاہ، دلّی (National Physical Laboratory) کا تصوّر 1943 میں پیش کیا گیا۔ یہ تجربہ گاہ سائنسی اور صنعتی ریسرچ آرگنائزیشن کے تحت کام کرتی ہے۔ یہاں پر طبعیات کی مختلف شاخوں میں اہم تحقیقاتی کام ہوتا رہتا ہے۔ اسی طرح کئی صنعتوں اور ترقیاتی کاموں میں مصروف اداروں کی مدد کی جاتی ہے۔ پیمائش کی قومی قدریں (قومی اکائیاں) قائم کرنا اس ادارے کا اہم مقصد ہے۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1 : 20 kg وزنی شے کو 10 m اونچائی تک لے جانے کے لیے کیا گیا کام معلوم کیجیے۔ $(g = 9.8\ m/s^2)$

دیا ہوا ہے : $m = 20\ kg\ ;\ s = 10\ m$

$g = 9.8\ m/s^2$

$\therefore\ F = m.g$

$= 20 \times (-9.8)$

(منفی علامت ظاہر کرتی ہے کہ ہٹاؤ قوت کے مخالف سمت میں ہے)

$F = -196\ N$

$\therefore\ W = F.S$

$= -196 \times 10$

$= -1960\ J$

(منفی نشان ظاہر کرتی ہے کہ ہٹاؤ قوت کی مخالف سمت میں ہے)

مثال 2 : اُفقی خط کی متوازی سمت 60° کے زاویے سے عبدالصمد کے 100 N قوت لگانے سے شے کا اُفقی خط کے متوازی سمت ہٹاؤ ہونے سے 400 J کام ہوتا ہو تو شے کا ہٹاؤ کتنا ہوگا؟

$(\cos 60^0 = \frac{1}{2})$

دیا ہوا ہے :

$\theta = 60^\circ$

$F = 100\ N$

$W = 400\ J$

$s = ?$

$W = F\ s\ \cos\theta$

$400 = 100 \times s \times \frac{1}{2}$

$400 / 100 = \frac{1}{2} \times s$

$4 \times 2 = s$

$\therefore\ s = 8\ m$

$\therefore$ شے کا ہٹاؤ 8 میٹر ہوگا۔

توانائی (Energy)

ایسا کیوں ہوتا ہے؟

1. پودوں کے گملے کو اندھیرے میں رکھنے پر وہ مرجھا جاتے ہیں؟
2. گھر میں ٹیپ اور ٹی وی کی آواز بہت زیادہ بڑھانے پر گھر کی چیزیں ہلنے لگتی ہیں؟
3. سورج کی شعاعوں کو محدب عدسے کی مدد سے کاغذ پر مرکوز کرنے پر کاغذ جل اُٹھتا ہے۔

کام کرنے کی صلاحیت کو توانائی کہتے ہیں۔ توانائی اور کام کی اکائیاں مساوی ہوتی ہیں۔ SI نظام میں جول (Joule) اور CGS نظام میں ارگ (Erg) ہے۔

آپ پڑھ چکے ہیں کہ ہمارے اطراف توانائی مختلف اشکال میں پائی جاتی ہے مثلاً میکانیکی توانائی، حرارت، نور، آواز، برقی مقناطیس، کیمیائی، ایٹمی، شمسی وغیرہ۔ اس سبق میں ہم میکانیکی توانائی کی دو شکلیں توانائی بالحرکت اور توانائی بالقویٰ کا مطالعہ کریں گے۔

توانائی بالحرکت (Kinetic Energy)

کیا ہوگا بتائیے۔

1. جب تیز رفتار گیند اسٹمپ سے ٹکراتی ہے۔
2. کیرم کے اسٹرائیکر سے گوٹی کو مارا جاتا ہے۔
3. گولیاں کھیلتے وقت ایک گولی دوسری گولی پر ماری جاتی ہے۔

اوپر کی مثالوں سے یہ بات واضح ہوجاتی ہے کہ حرکت کرنے والا جسم ساکن جسم سے ٹکرانے سے ساکن جسم میں حرکت ہوتی ہے۔ کسی **جسم میں اس کی حرکت کی وجہ سے جو توانائی پیدا ہوتی ہے اس کو 'توانائی بالحرکت' کہتے ہیں۔** کسی قوت سے کسی جسم میں s فاصلے تک ہٹاؤ کے لیے کیا گیا کام یعنی جسم کے ذریعے حاصل کردہ 'توانائی بالحرکت' ہے۔

کیا گیا کام = توانائی بالحرکت

$\therefore\ K.E = F \times s$

توانائی بالحرکت کی مساوات : فرض کیجیے، m کمیت کے ساکن جسم پر قوت لگانے سے اس نے حرکت حاصل کی۔ u جسم کی ابتدائی رفتار (یہاں $u = 0$) ہے۔اس جسم پر F قوت عمل کرنے سے جسم میں اس وقت میں پیدا ہونے والا اسراع a اور t وقت کے بعد اس کی آخری رفتار v ہوگیا۔اس مدت میں جسم کا ہٹاؤ s ہے اس لیے جسم پر کیا گیا کام ...

$$W = F \cdot s$$

نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے مطابق

$F = ma \quad \ldots (1)$ نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے کی مساوات کا استعمال کرکے

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ لیکن ابتدائی رفتار صفر ہونے کی وجہ سے $u = 0$

$$s = 0 + \frac{1}{2}at^2$$

$$s = \frac{1}{2}at^2 \quad \ldots (2)$$

$\therefore W = ma.\frac{1}{2}at^2 \quad \ldots$ مساوات (1) اور (2) کی بنا پر

$$W = \frac{1}{2}m(at)^2 \quad \ldots (3)$$

نیوٹن کے قانونِ حرکت کی پہلی مساوات

$$v = u + at$$

$$\therefore v = 0 + at$$

$$\therefore v = at$$

$$\therefore v^2 = (at)^2 \quad \ldots (4)$$

$\therefore W = \frac{1}{2}mv^2 \quad \ldots$ مساوات (3) اور (4) کی بنا پر

جسم کو حاصل توانائی بالحرکت یعنی اس جسم پر کیا گیا کام ہے۔

$$\therefore K.E = W$$

$$\therefore K.E. = \frac{1}{2}mv^2$$

مثال : 250 گرام کمیت کا پتھر 2 m/s کی رفتار سے اونچائی سے نیچے کی جانب گرتا ہے تو اس پتھر کی توانائی بالحرکت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے: کمیت $= m = 250\ gm = 0.25\ kg$

رفتار $= v = 2\ m/s$

$$K.E. = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.25 \times (2)^2 = 0.5\ J$$

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

اگر حرکت کرنے والے جسم کی کمیت دُگنی کردی جائے تو اس جسم کی توانائی بالحرکت کتنے گنا ہوجائے گی؟

توانائی بالقوئ (Potential Energy)

عمل کیجیے۔

1. تنی ہوئی کمان سے تیر چھوڑا گیا۔
2. اونچائی پر رکھا ہوا پانی خود بخود نیچے نلوں میں آتا ہے۔
3. دبی ہوئی اسپرنگ چھوڑی گئی۔

اوپر کی مثالوں میں حالت کو ظاہر کرنے والے الفاظ کون سے ہیں؟ ان سرگرمیوں میں اشیا کو حرکت دینے کے لیے قوت کہاں سے آئی؟ اگر اشیا کو ان حالات میں نہ لایا جاتا تو کیا حرکت ہوئی ہوتی؟

"اشیا کی مخصوص حالت یا جگہ کی وجہ سے اس میں جمع ہونے والی توانائی کو 'توانائی بالقوئ' کہتے ہیں۔"

1. ایک کھریا کو زمین سے اندازاً 5 cm بلندی پر پکڑیے اور چھوڑ دیجیے۔
2. اب سیدھے کھڑے رہ کر کھریے کو چھوڑیے۔
3. دونوں سرگرمیوں کے مشاہدے میں کون سا فرق دِکھائی دیتا ہے اور کیوں؟

توانائی بالقوئ کی مساوات

جب ایک 'm' کمیت والے جسم کو زمینی سطح سے کچھ اونچائی 'h' تک اٹھایا جائے تو اس جسم پر عمل کرنے والی قوت زمین کی ثقلی قوت mg کے مساوی ہوتی ہے اور یہ ثقلی قوت کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔ اس وقت ہونے والے کام کو ذیل کی طرح معلوم کر سکتے ہیں۔

→ کام = قوت × ہٹاؤ

$W = mg \times h$

$\therefore\ W = mgh$

ہٹاؤ کی وجہ سے اس میں جمع ہونے والی توانائی = PE = mgh .... (W = P.E.)

ہٹاؤ کی وجہ سے جسم میں جمع ہونے والی توانائی بالقوئ mgh ہوگی۔

مثال : 10 میٹر بلند عمارت کی ٹانکی میں 500 کلوگرام پانی جمع ہے۔ پانی میں جمع شدہ توانائی بالقوئ معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے: $h = 10\ m;\ \ m = 500\ kg;\ \ g = 9.8\ m/s^2$

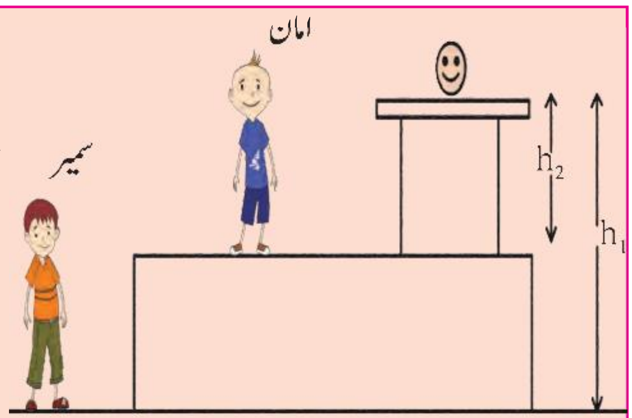
$\therefore\ P.E = mgh$

$P.E = 10 \times 9.8 \times 500$

$P.E = 49000\ J$

امان اور سمیر کو میز پر رکھے ہوئے m کمیت کی گیند کی توانائی بالقوئ معلوم کرنے کے لیے کہا گیا ہے۔ اُن کے جوابات کیا آئیں گے؟ کیا وہ مختلف ہوں گے؟ اس سے آپ کیا نتیجہ اخذ کریں گے؟

توانائی بالقوئ مشروط ہوتی ہے۔ سمیر کی مناسبت سے گیند کی بلندی اور امان کی مناسبت سے گیند کی بلندی مختلف ہے۔ اس لیے سمیر اور امان کی مناسبت سے گیند کی توانائی بالقوئ مختلف آئے گی۔



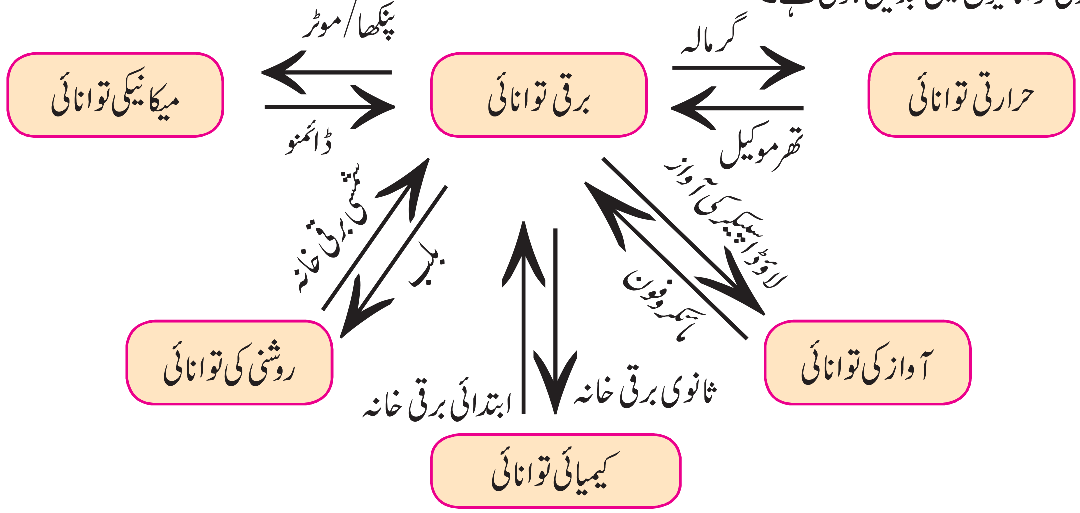
توانائی کی باہم تبدیلی (Transformation of Energy)

بتائیے تو بھلا!

توانائی کی کون کون سی قسمیں ہیں؟ درج ذیل تجربات میں کون کون سی توانائی کا استعمال ہوا ہے؟

1. تنا ہوا ربر کا ٹکڑا 2. تیزی سے گزرنے والی موٹر 3. بھاپ کی وجہ سے بجنے والی کوکر کی سٹی 4. دیوالی کے موقع پر پھٹنے والے پٹاخے 5. بجلی سے چلنے والا پنکھا 6. مقناطیس کا استعمال کر کے کچرے سے لوہے کی اشیا کو باہر نکالنا 7. دھماکے کی آواز سے کھڑکی کی کانچ کا ٹوٹنا۔

توانائی کو ایک قسم سے دوسری قسم میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ مثال کے طور پر دیوالی میں پٹاخا پھوٹنے کے بعد اس کی کیمیائی توانائی آواز، روشنی اور حرارتی توانائیوں میں تبدیل ہوتی ہے۔



2.5 : توانائی کی باہم تبدیلی

اوپر کی شکل 2.5 کا مشاہدہ کر کے ایک قسم کی توانائی دوسری قسم کی توانائی میں کیسے تبدیل ہوتی ہے، اس پر گفتگو کر کے مثالیں بتائیے۔

بقائے توانائی کا قانون (Law of Conservation)

توانائی نہ تو پیدا کی جاسکتی ہے اور نہ ہی فنا کی جاسکتی ہے۔ ایک قسم کی توانائی دوسری قسم کی توانائی میں تبدیل کی جاسکتی ہے۔ لیکن کائنات کی کل توانائی ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔"

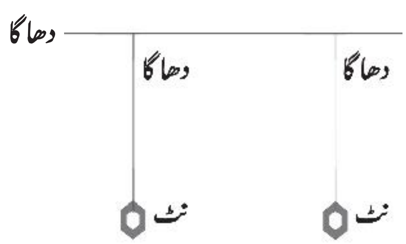
عمل کیجیے۔

دھاگا اور نٹ بولٹ لے کر یکساں لمبائی کے دو رقاص تیار کیجیے۔

سہارے کے لیے ایک اُفقی سطح کے متوازی مضبوط دھاگا باندھ لیجیے۔

تیار کیے گئے دونوں رقاص اُفقی سطح کے متوازی دھاگے سے اس طرح باندھ دیجیے کہ دونوں رقاص کی بلندی یکساں ہو اور اہتزاز کے دوران دونوں کے درمیان آپس میں ٹکراؤ نہ ہو۔ اب ایک رقاص کو حرکت دیجیے اور تھوڑی دیر مشاہدہ کیجیے۔ دیکھیے کیا ہوتا ہے۔

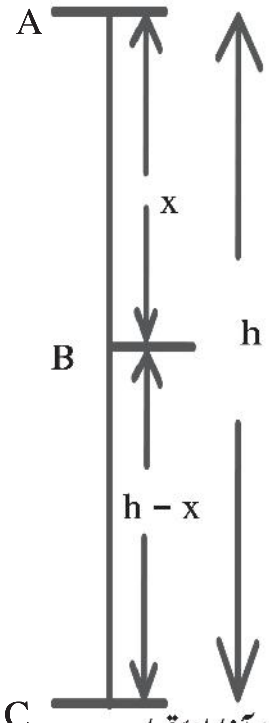
اوپر کی سرگرمی کا مشاہدہ کرنے پر ایسا دِکھائی دیتا ہے کہ پہلے رقاص کے اہتزاز کی رفتار کم ہوتی جاتی ہے، اسی وقت ساکن رقاص دھیرے دھیرے متحرک ہوتا ہے۔ یعنی ایک رقاص کی توانائی دوسرا رقاص حاصل کرتا ہے۔



2.6 : مشترک رقاص

آزادانہ گرنا (سقوط) (Free fall)

ایک جسم کو اونچائی پر لے جاکر چھوڑا جائے تو وہ کششِ ثقل کی وجہ سے زمین کی طرف کشش کرجاتا ہے۔ اونچائی سے زمین کی جانب کششِ ثقل کی وجہ سے نیچے آنے والے جسم کی حرکت کو آزادانہ سقوط کہتے ہیں۔ جب قوتِ کشش کے زیرِ اثر 'm' کمیت کا جسم 'h' اونچائی سے نیچے کی جانب آتا ہے تو اس کی الگ الگ اونچائی پر توانائی بالحرکت اور توانائی بالقویٰ کو معلوم کریں گے۔



شکل 2.7 : آزادانہ سقوط

شکل میں دِکھائے ہوئے طریقے سے فرض کیجیے کہ مقام A نقطہ زمین کی سطح سے h اونچائی پر ہے۔ m کمیت کا جسم نقطہ A سے نقطہ B تک آنے پر وہ x فاصلے تک جاتا ہے۔ C سطحِ زمین پر واقع ہے۔ جسم کی A، B اور C نقاط پر توانائی معلوم کریں گے۔

1. جسم نقطہ A پر ساکن ہو تو اس کی ابتدائی رفتار $u = 0$ ہے۔

$$\text{توانائی بالحرکت} = K.E. = \frac{1}{2} \times \text{کمیت} \times (\text{رفتار})^2$$

$$= \frac{1}{2} \times mu^2$$

$$K.E. = 0$$

$$\text{توانائی بالقوی} = P.E. = mgh$$

$$\text{کل توانائی} = K.E. + P.E.$$

$$= 0 + mgh$$

$$\text{کل توانائی (Total Energy)} = mgh \quad ... \quad (1)$$

2. جسم نقطہ B کے پاس ہو یعنی جسم x فاصلہ طے کرکے B کے پاس آتا ہو تب اس کی رفتار v_B فرض کیجیے۔

$u = 0$; $s = x$; $a = g$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v_B^2 = 0 + 2gx$$

$$v_B^2 = 2gx$$

$$\therefore K.E. = \frac{1}{2} mv_B^2 = \frac{1}{2} m(2gx)$$

$$K.E. = mgx$$

B مقام پر شے کی سطحِ زمین سے اونچائی $= h - x$

$$\therefore P.E. = mg(h - x)$$

$$P.E. = mgh - mgx$$

$$\therefore \text{(کل توانائی)}\ T.E. = K.E. + P.E.$$

$$= mgx + mgh - mgx$$

$$\therefore T.E. = mgh \quad ... \quad (2)$$

3. جسم C مقام پر یعنی زمین پر پہنچتے وقت فرض کیجیے کہ اس جسم کی رفتار v_C ہوگی۔

$u = 0$; $s = h$; $a = g$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v_c^2 = 0 + 2gh$$

$$\therefore K.E. = \frac{1}{2} mv_C^2 = \frac{1}{2} m(2gh)$$

$$K.E. = mgh$$

C مقام پر سطحِ زمین سے جسم کی اونچائی =

$$h = 0$$

$$\therefore P.E. = mgh = 0$$

$$\therefore T.E. = K.E. + P.E.$$

$$T.E. = mgh \quad ... \quad (3)$$

مساوات (1)، (2) اور (3) کی بنا پر مقام A، B اور C پر توانائی کی مقدار مستقل ہے۔

یعنی اونچائی پر کسی بھی جسم میں توانائی بالقویٰ موجود ہوتی ہے۔ نیچے آنے والے جسم کی توانائی بالقویٰ، توانائی بالحرکت میں تبدیل ہوتی جاتی ہے۔ زمین پر ٹکراتے وقت (مقام C) مکمل توانائی بالقویٰ توانائی بالحرکت میں تبدیل ہوجاتی ہے۔ لیکن کسی بھی حالت میں کل توانائی اونچائی پر کی توانائی بالقویٰ کے مساوی ہوتی ہے۔ یعنی $T.E. = P.E. + K.E.$

نقطہ A پر کل توانائی $\quad T.E. = mgh + 0 = mgh$

نقطہ B پر $\quad T.E. = mgx + mg(h - x) = mgh$

نقطہ C پر $\quad T.E. = 0 + mgh = mgh$

قوت (Power)

غور کیجیے اور بتائیے۔

1. آپ جس رفتار سے سیڑھیاں چڑھتے ہیں کیا آپ کے والد بھی اسی رفتار سے سیڑھیاں چڑھ سکتے ہیں؟
2. چھت پر موجود پانی کی ٹانکی بھرنے کے لیے کیا آپ بالٹی کا استعمال کریں گے یا موٹر کا؟
3. حامد، حمیدہ اور محمود کو چھوٹی پہاڑی پر جانا ہے۔ حامد موٹر گاڑی سے، حمیدہ سائیکل سے اور محمود پیدل پہنچتے ہیں۔ جانے کے لیے سبھی نے ایک ہی راستہ اختیار کرنے سے کون سب سے پہلے پہنچے گا اور کون سب سے آخر میں؟

غور کرنے پر اوپر کی مثالوں میں ہر ایک کے ذریعے کیا گیا کام مساوی ہے لیکن یہ کام کرنے کے لیے ہر ایک کو یا ان کے اختیار کیے گئے طریقے کی بنیاد پر درکار وقت الگ الگ ہے۔ کام جلدی یا دھیرے ہونے کا تناسب طاقت کو ظاہر کرتا ہے۔ **'کام کرنے کی شرح کو طاقت کہتے ہیں۔'**

فرض کیجیے، t وقت میں W کام انجام پاتا ہو۔

$$\text{قوت (Power)} = \frac{\text{کام}}{\text{وقت}} = \frac{W}{T}$$

SI نظام میں کام کی اکائی J ہے اس لیے قوت کی اکائی J/s ہوتی ہے۔ اسی کو واٹ کہتے ہیں۔ 1 جول فی سیکنڈ = 1 واٹ

صنعتی علاقوں میں قوت کی پیمائش کے لیے **اسپی قوت** (Horse Power) اکائی کا رواج ہے۔ 746 واٹ = 1 اسپی طاقت

تجارتی پیمانے پر توانائی کے استعمال کی اکائی کلوواٹ گھنٹہ (kwhr) ہوتی ہے۔

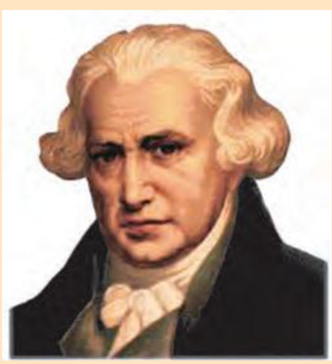
1 کلوواٹ قوت یعنی J 1000 فی سیکنڈ کے لحاظ سے کیا گیا کام۔

$$1\ \text{kW hr} = 1\ \text{kW} \times 1\text{hr}$$
$$= 1000\ \text{W} \times 3600\ \text{s}$$
$$= 3600000\ \text{J}$$
$$1\ \text{kW hr} = 3.6 \times 10^6\ \text{J}$$

گھریلو کام کے لیے استعمال کی جانے والی بجلی kW hr میں ہی ناپی جاتی ہے۔

$$1\ \text{kW hr} = 1\ \text{Unit}$$

سائنس دانوں کا تعارف



اسکاٹ لینڈ کے سائنس داں جیمس واٹ (1819 - 1736) نے بھاپ کی مدد سے چلنے والا انجن ایجاد کیا۔ اِس ایجاد سے صنعتی شعبے میں انقلاب آیا۔ جیمس واٹ کے اعزاز میں قوت کی اکائی کو واٹ نام دیا گیا ہے۔ 'اَسپی قوت' اصطلاح کا استعمال سب سے پہلے جیمس واٹ نے ہی کیا تھا۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1 : عطیہ کو 20 کلوگرام وزنی تھیلی 5 میٹر اونچائی پر لے جانے کے لیے 40 سیکنڈ درکار ہوتے ہیں تو اس کی قوت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے: $m = 20\ kg$ ، $h = 5\ m$ ، $t = 40\ s$

∴ عطیہ کو درکار قوت

$$F = mg = 20 \times 9.8$$

$$F = 196\ N$$

عطیہ سے 5 میٹر بلندی پر تھیلی لے جانے کے لیے کیا گیا کام:

$$W = F.s = 196 \times 5 = 980\ J$$

∴ قوت $= (P) = \frac{W}{t} = \frac{980}{40}$

$$(P) = 24.5\ W$$

مثال 2 : 25 واٹ کا ایک بلب روزانہ 10 گھنٹے جلتا رہتا ہے تو ایک دن کے لیے استعمال ہونے والی بجلی کتنی ہوگی؟

دیا ہوا ہے:

$$P = 25\ w = 0.025\ kW$$

∴ توانائی = قوت × وقت

توانائی = 0.025×10

توانائی = $0.25\ kW\ hr$

مزید معلومات کے لیے ویب سائٹ:

www.physicscatalyst.com
www.tryscience.org
www.edutropia.org

مشق

1. درج ذیل سوالوں کے مفصل جواب لکھیے۔

(الف) توانائی بالقویٰ اور توانائی بالحرکت میں فرق واضح کیجیے۔

(ب) m کمیت والی شے جو v رفتار سے متحرک ہو تو توانائی بالحرکت کے لیے ضابطہ اخذ کیجیے۔

(ج) ثابت کیجیے کہ اونچائی سے زمین پر آزادانہ آنے والے جسم کی آخری توانائی ہی ابتدائی توانائی بالقویٰ کی ہی تبدیل شدہ شکل ہے۔

(د) قوت کی سمت 30° کا زاویہ کے ساتھ ہونے والے ہٹاؤ سے کیے گئے کام کی مساوات اخذ کیجیے۔

(ہ) کسی جسم کا معیارِ حرکت صفر ہو تو کیا جسم میں توانائی بالحرکت ہوگی؟ واضح کیجیے۔

(و) یکساں دائروی حرکت میں متحرک جسم کا کام صفر کیوں ہوتا ہے؟

2. نیچے دیے ہوئے متبادل سے بغیر غلطی کے ایک یا زائد متبادل تلاش کیجیے۔

(الف) کام کرنے کے لیے درکار توانائی............ہوتی ہے۔

1. منتقلی 2. منتشر
3. تبدیلی 4. ضائع

(ب) جول................ کی اکائی ہے۔

1. قوت 2. کام
3. طاقت 4. توانائی

(ج) اُفق کے متوازی چکنی ہموار سطح پر کسی وزنی شے کو کھینچتے وقت ....قوت کی تعداد مساوی ہوتی ہے۔

1. اُفق کے متوازی عمل کرنے والی قوت
2. ثقلی قوت
3. اوپر کی سمت میں عمل کرنے والی قوت
4. رگڑ کی قوت

(د) طاقت یعنی ....

1. کام جلد کرنے کی شرح
2. کام کرنے کے لیے درکار توانائی کی مقدار
3. کام سست ہونے کی مقدار
4. وقت کی مقدار

(ہ) کسی شے کو اُٹھاتے وقت یا کھینچتے وقت منفی کام........... قوت کی وجہ سے ہوتا ہے۔

1. عامل قوت 2. ثقلی قوت
3. رگڑ کی قوت 4. ردِّعمل کی قوت

3. دیے ہوئے بیانات کے نیچے صحیح متبادل چن کر وضاحت کے ساتھ لکھیے۔

(الف) آپ کے جسم کی توانائی بالقوی کم سے کم ہوتی ہے جب آپ ....ہوتے ہیں۔

1. کرسی پر بیٹھے ہوئے 2. زمین پر بیٹھے ہوئے

3. زمین پر لیٹے ہوئے 4. زمین پر کھڑے ہوئے

(ب) زمین پر آزادانہ گرتی ہوئی کسی شے کی کل توانائی.........

1. کم ہوتی ہے 2. مستقل ہوتی ہے

3. بڑھتی ہے

4. ابتدا میں بڑھتی ہے، بعد میں کم ہوتی ہے

(ج) ہموار سطح کے راستے پر متحرک موٹر گاڑی کی رفتار ابتدائی رفتار کے 4 گنا بڑھا دی جائے تو موٹر گاڑی کی توانائی بالقوی ....

1. ابتدائی توانائی کا دوگنا ہوگی

2. تبدیل نہیں ہوگی

3. ابتدائی توانائی کا چار گنا ہوگی

4. ابتدائی توانائی کا 16 گنا ہوگی

(د) کسی جسم پر ہونے والا کام .... پر منحصر نہیں ہوتا۔

1. ہٹاؤ 2. لگائی گئی قوت 3. جسم کی ابتدائی رفتار

4. قوت اور ہٹاؤ کے درمیان زاویہ

4. ذیل کی سرگرمیوں کا مطالعہ کرکے دیے ہوئے سوالوں کے جواب لکھیے۔

سرگرمی -

1) دو مختلف لمبائی والے الومینیم کے پرنالے لیجیے۔

2) دونوں پرنالوں کے سرے مساوی بلندی پر رکھیے اور نچلے سروں کو اس طرح رکھیں کہ وہ زمین کو مس کریں۔

3) اب دو مساوی جسامت اور کمیت کی گیندیں ایک ہی وقت دونوں پرنالوں کے اوپری سروں سے چھوڑیے۔ وہ لڑھکتے ہوئے یکساں فاصلہ طے کریں گے۔

سوال -

(الف) گیند کو چھوڑتے وقت گیند میں کون سی توانائی ہوتی ہے؟

(ب) لڑھکتے ہوئے جب گیند نیچے آتی ہے تب کون سی توانائی کس توانائی میں تبدیل ہوتی ہے؟

(ج) لڑھکتی ہوئی گیندیں یکساں فاصلہ کیوں طے کرتی ہیں؟

(د) گیند میں موجود آخری کل توانائی کون سی ہوتی ہے؟

(ہ) اوپر کی سرگرمی سے آپ توانائی کے متعلق کون سا قانون بتا پائیں گے؟ واضح کیجیے۔

5. مثالیں حل کیجیے۔

(الف) ایک برقی پمپ کی طاقت 2 kW ہے۔ وہ پمپ 1 منٹ میں 10 میٹر بلندی تک کتنا پانی پہنچا سکتا ہے؟

(جواب: 1224.5 kg)

(ب) ہر دن میں 30 منٹ کے لیے 1200 W کی استری استعمال کی جاتی ہو تو اپریل مہینے میں استری کے ذریعے کل کتنی بجلی استعمال کی گئی؟ معلوم کیجیے۔

(جواب: 18 Unit)

(ج) 10 میٹر بلندی سے نیچے آنے والی گیند کی توانائی زمین پر ٹکراتے ہی 40 فیصد کم ہوجاتی ہے تو وہ کتنے میٹر بلندی تک اُچھل پائے گی؟ **(جواب: 6 m)**

(د) ایک موٹر کی رفتار 54 km/hr سے 72 km/hr ہوگئی۔ اگر موٹر کی کمیت 1500 kg ہو تو رفتار بڑھانے کے لیے کتنا کام کرنا ہوگا؟ معلوم کیجیے۔

(جواب: 131250 J)

(ہ) عرفان نے ایک کتاب پر 10 N قوت لگانے سے قوت کی سمت کتاب کا 30 سینٹی میٹر ہٹاؤ واقع ہوتا ہے تب عرفان کے ذریعے لگائی گئی قوت معلوم کیجیے۔

(جواب: 3 J)

سرگرمی :

آپ کے اطراف ماحول میں دِکھائی دینے والی توانائی کی تبدیلی کی مختلف مثالوں کا مطالعہ کیجیے اور اس کے متعلق جماعت میں بحث کیجیے۔

⊙⊙⊙

3. برقِ رواں

- برقی قوئی اور برقی قوئی کا فرق
- موصل اور حاجز
- مزاحمت اور اوہم کا قانون
- مزاحموں کا نظام اور ان کی اثر انگیز مزاحمت

ہمارا گرد و پیش

جدید معاشرے میں بجلی بے حد اہمیت کی حامل ہے۔ روزمرہ زندگی میں ہر کام کے لیے ہم بجلی پر انحصار رکھتے ہیں۔ اس کی اہمیت کا احساس اس وقت ہوتا ہے جب بجلی منقطع ہو جاتی ہے تو دواخانوں، بینکوں، دفتروں اور بہت سے خانگی اداروں میں جنریٹر (Generator) کا استعمال کر کے بجلی کا متبادل انتظام کرتے ہیں۔ برقی بھٹی (Electric oven)، برقی موٹر (Motor) اور چند تکنیکی آلات کے استعمال کے لیے صنعتی کاروبار میں استعمال کی جاتی ہے۔

تبرید گر (ریفریجریٹر)، برقی بھٹی (اوون)، مکسر، پنکھے، واشنگ مشین، ویکیوم کلینر (Vaccum cleaner)، روٹی میکر جیسے تمام گھریلو برقی آلات نے ہمارے وقت اور محنت کی بچت کی ہے۔ ان چیزوں کے استعمال کے لیے بجلی کے علاوہ کوئی دوسرا متبادل نہیں ہے۔

صرف انسانوں کو ہی نہیں مختلف جانوروں کو بھی بجلی کی ضرورت ہوتی ہے۔ مثلاً ایل مچھلی شکار کرنے کے لیے اور خود کی حفاظت کرنے کے لیے بجلی کا استعمال کرتی ہے۔ کڑک کر گرنے والی بجلی قدرتی برقِ رواں کی بہترین مثال ہے۔ اگر ہم اس بجلی کا ذخیرہ کر سکیں تو؟

ذرا یاد کیجیے۔

آپ نے کوئی آبشار دیکھا ہی ہوگا۔ پانی کہاں سے کہاں گرتا ہے؟

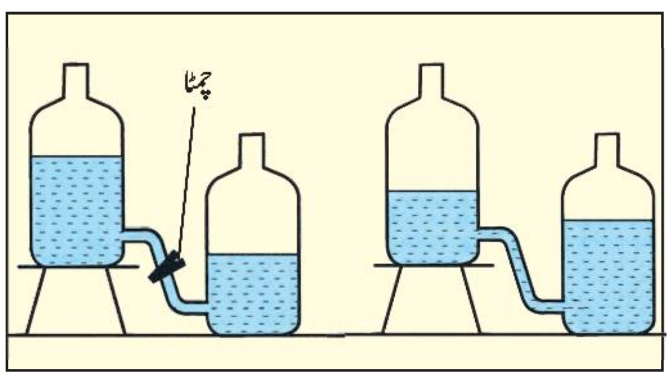
بجلی تیار کرنے کے لیے بند کا پانی اونچائی سے چھوڑا جاتا ہے۔ کششِ ثقل کی وجہ سے وہ نیچے کی سطح پر گرتا ہے۔ آپ جانتے ہیں کہ دو نقاط کے درمیان پانی کے بہاؤ کی سمت ان نقاط کی سطحوں پر منحصر ہوتی ہے۔

برقی قوئی (Potential) اور برقی قوئی کا فرق (Potential Difference)

عمل کیجیے۔

اشیا: دو پلاسٹک کی بوتلیں، ربر کی نلی، چمٹا، پانی

سرگرمی: شکل 3.1 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے آلات کو ترتیب دیجیے اور ربر کی نلی کے درمیان چمٹا لگائیے۔ اپنا مشاہدہ نوٹ کیجیے۔



3.1 : پانی کی سطح اور اس کا بہاؤ

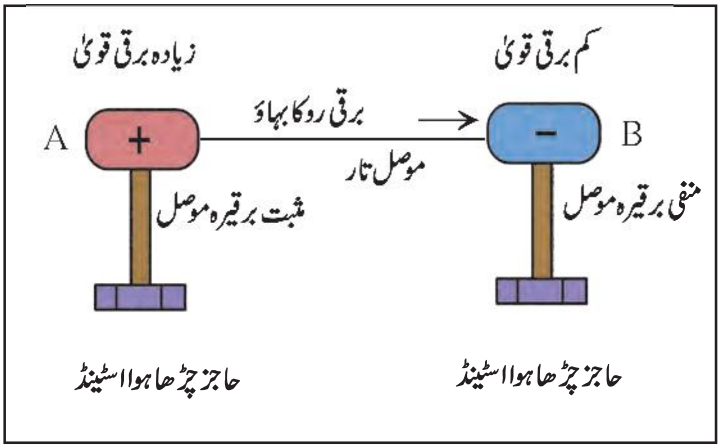
مندرجہ ذیل سوالوں کے جواب دیجیے۔

1. چمٹا نکالنے پر کیا ہوگا؟
2. کیا پانی کا بہاؤ بند ہوتا ہے؟ کیوں؟
3. پانی کا بہاؤ زیادہ وقت تک جاری رکھنے کے لیے ہمیں کون سا عمل کرنا پڑے گا؟

پانی کے بہاؤ کی طرح برقی رو کا بہاؤ بھی برقی سطحوں پر منحصر ہوتا ہے۔ اس برقی سطح کو **برقی قوئی کا فرق** کہتے ہیں۔

مثبت برقیرہ پر زیادہ برقی قوہ والی سطح سے کم برقی قوہ والی سطح کی جانب اس کا بہاؤ ہوتا ہے۔ آپ مطالعہ کر چکے ہیں کہ اکثر برقی رو کا بہاؤ الیکٹرون (جو منفی باردار ہوتے ہیں) کی وجہ سے ہوتا ہے۔ الیکٹرون کم برقی قوہ والی سطح سے زیادہ برقی قوہ والی سطح کی طرف بہتے ہیں۔ آسمان میں چمکنے والی بجلی کم برقی قوہ والے بادلوں سے زیادہ برقی قوہ والے زمین کی سطح تک الیکٹرون کا بہاؤ ہوتا ہے۔ برقی قوہ کی تعریف کا مطالعہ آپ آگے کریں گے۔

موصل A اور B ان دونوں کی برقی قوہ کے فرق کو اس موصل کا **برقی قوہ کا فرق** کہتے ہیں۔



3.2 : برقی قوہ کا فرق اور برقی رو کا بہاؤ

شکل 3.2 کے مطابق A زیادہ برقی قوہ والا موصل (Conductor) ہے اور B کم برقی قوہ والا موصل ہے۔ اگر ان دونوں موصلوں کو موصل برق تار سے جوڑا جائے تو دونوں سروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق پیدا ہوگا اور الیکٹرون کا بہاؤ موصل B سے موصل A کی جانب ہوگا۔ برقی رو اس وقت تک بہے گی جب تک دونوں موصل A اور B کا برقی قوہ مساوی نہ ہو جائے۔ دونوں سروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق جب صفر ہو جائے تب برقی رو بہنا خود بخود بند ہو جائے گا۔

جب برقی بار کم برقی قوہ سے زیادہ برقی قوہ کی جانب حرکت کرتا ہے تو برقی میدان (Electric field) کے خلاف کام کرنا ہوتا ہے۔

برقی خانے میں برقی قوہ کا فرق (Potential difference of a cell)

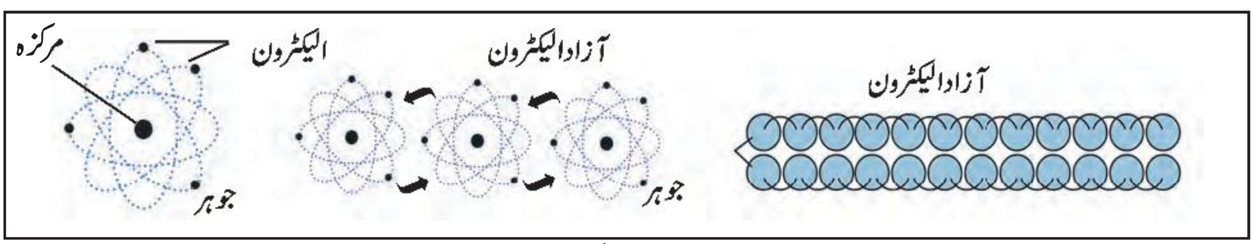
برقی خانے میں مثبت برقیرے اور منفی برقیرے کے درمیان برقی قوہ یعنی اس خانے کا برقی قوہ کا فرق ہے۔ برقی خانے میں ہونے والا کیمیائی عمل برقیروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق پیدا کرتا ہے۔ یہ برقی قوہ کا فرق الیکٹرون کو متحرک کرتا ہے اور دونوں برقیروں کو جوڑنے والے موصل میں برقی رو (Electric current) پیدا ہوتی ہے۔

موصل برقی تار کے نقاط A اور B کے درمیان اکائی برقی بار کو نقطہ A سے B تک لے جانے کے لیے کیے گئے کام کو برقی قوہ کا فرق کہتے ہیں۔

$$\text{دو نقاط کے درمیان برقی قوہ کا فرق} = \frac{\text{کیا گیا کام}}{\text{منتقل شدہ برقی بار کی کل مقدار}} \quad \therefore \; V = \frac{W}{Q}$$

$$1V = \frac{1J}{1C}$$

SI نظام میں برقی قوہ کے فرق کی اکائی وولٹ ہے۔



3.3 : آزاد الیکٹرون

سائنس دانوں کا تعارف

اطالوی سائنس داں الیسینڈرو وولٹا (Alessandro Volta) نے پہلا برقی خانہ (بیٹری) تیار کیا۔اس کی یاد میں برقی قوٰی کے فرق کی اکائی کو وولٹ کا نام دیا گیا۔

وولٹ کا ایجاد کردہ سادہ برقی خانہ

کیا آپ جانتے ہیں؟

برقی قوٰی کے فرق کی اقل ترین مقدار کو مندرجہ ذیل اکائی میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

1. 1 mV (ملی وولٹ) = 10^{-3} V
2. 1 µV (مائیکرو وولٹ) = 10^{-6} V

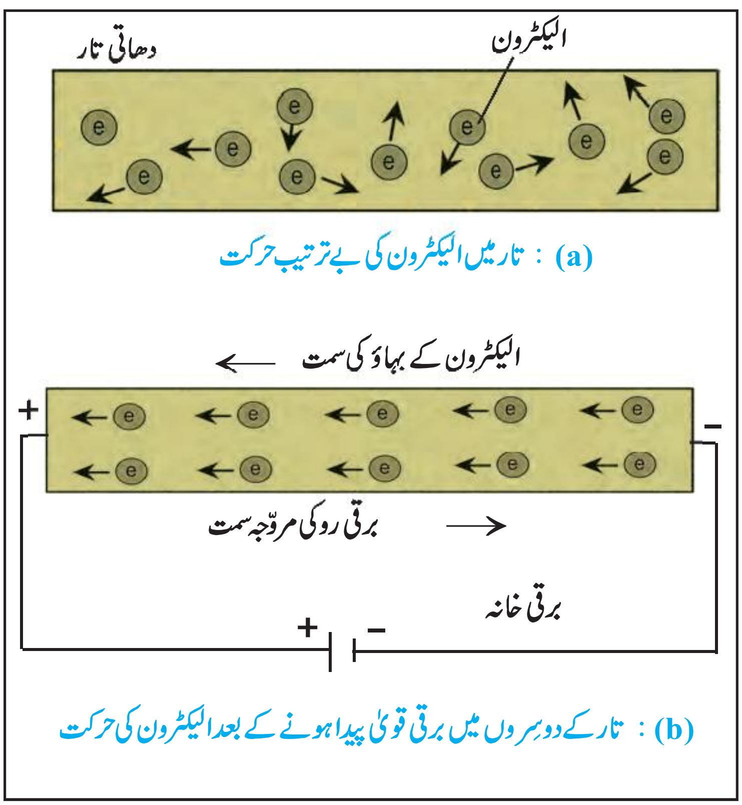
برقی قوٰی کے فرق کی زیادہ مقدار کو مندرجہ ذیل اکائی میں ظاہر کیا جاتا ہے۔

1. 1 kV (کلو وولٹ) = 10^{3} V
2. 1 MV (میگا وولٹ) = 10^{6} V

آزاد الیکٹرون (Free Electron): دھاتی موصل کے ہر جوہر میں ایک یا ایک سے زیادہ الیکٹرون ڈھیلی بندش والے ہوتے ہیں۔ یہی ڈھیلی بندش والے الیکٹرون آزاد الیکٹرون کہلاتے ہیں۔شکل 3.3 کی طرح ایک حصے سے دوسرے حصے تک آسانی سے حرکت کر سکتے ہیں۔اس لیے آزاد الیکٹرون منفی بار کی بھی ترسیل ہوتی ہے یعنی آزاد الیکٹرون منفی بار کے موصل ہوتے ہیں۔

تار سے برقی رو کا بہنا (Electric Current)

شکل (a) 3.4 کے مطابق اگر دھاتی تار کو کسی سیل یا بیٹری سے نہ جوڑا گیا ہو تو اس میں موجود الیکٹرون دھاتی جوہروں کے درمیان تمام سمتوں میں آزادانہ حرکت کرتے رہتے ہیں۔لیکن جب دھاتی تار کے سروں کو خشک خانے جیسے برقی ذریعے سے جوڑا جاتا ہے تو تار کے آزاد الیکٹرون پر ایک برقی قوٰی کی وجہ سے برقی قوت عمل کرتی ہے۔چونکہ الیکٹرون منفی باردار ہوتے ہیں اس لیے وہ سیل یا بیٹری کے منفی سرے (کم برقی قوٰی) سے مثبت سرے (زیادہ برقی قوٰی) کی جانب حرکت کرنا شروع کرتے ہیں جیسے شکل (b) 3.2 میں بتایا گیا ہے۔اس الیکٹرون کے بہاؤ سے تار میں برقی رو جاری ہوتی ہے۔موصل میں الیکٹرون کی حرکت بے ترتیب اوسط چال سے ہوتی ہے۔



3.4: الیکٹرون کی آزاد حرکت

برقی رو (Electric Current)

موصل میں الیکٹرون کا بہنا برقی رو کہلاتا ہے۔ برقی رو کی پیائش (I) اکائی وقت میں بہنے والے برقی بار کی مقدار کے مساوی ہوتی ہے۔

اگر ایک موصل کے عرضی تراشے سے وقت t میں برقی بار Q بہتا ہو تو برقی رو ذیل کے مطابق ہوگی۔

الیکٹرون کا بہاؤ منفی سرے سے مثبت سرے کی طرف ہوتا ہے لیکن مروّجہ طور پر برقی رو کے بہاؤ کی سمت کو مثبت سرے سے منفی کی طرف دِکھاتے ہیں۔

$$\text{برقی رو} = I = \frac{Q}{t}$$

SI نظام میں برقی بار کی اکائی **کولمب** (C) ہے۔ برقی رو کو ایمپیئر (A) میں ظاہر کرتے ہیں۔

ایک الیکٹرون پر برقی بار 1.6×10^{-19} کولمب (C) ہوتا ہے۔

ایمپیئر : کسی موصل میں سے ایک سیکنڈ میں ایک کولمب برقی بار گزرتا ہو تو کہا جاتا ہے کہ اس موصل سے بہنے والی برقی رو میں ایک ایمپیئر ہے۔

$$1A = \frac{1C}{1s}$$

کیا آپ جانتے ہیں؟

برقی رو کی اقل ترین مقدار کو ذیل کے مطابق دِکھایا جاتا ہے۔

1. $1\ mA^o$ (ملی ایمپیئر) $= 10^{-3}$ A
2. $1\ \mu A^o$ (مائیکرو ایمپیئر) $= 10^{-6}$ A

فرانسیسی ریاضی داں اور سائنس داں آندرے ایمپیئر نے برقی رو سے متعلق اہم تجربات کیے۔ ان کے اس غیر معمولی کارنامے کی بدولت آج ہم موصل تار میں بہنے والی برقی رو کی پیائش کر سکتے ہیں۔ ان کے اہم کام کی یاد میں برقی رو کی پیائش کی اکائی کو 'ایمپیئر' (Ampere) کا نام دیا گیا۔

مثال : ایک موصل تار میں سے 0.4 A برقی رو 5 منٹ کے لیے گزرتی ہو تو اس تار سے گزرنے والا برقی بار معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : $I = 0.4\ A$

$t = 5\ min = 5 \times 60\ s = 300\ s$

ضابطہ $Q = I \times t$

$Q = 0.4\ A \times 300\ s$

$Q = 120\ C$

∴ اس تار سے گزرنے والا برقی بار 120 C ہے۔

اطلاعاتی مواصلاتی تکنیک سے تعلق

سیمولیشن ٹیکنالوجی کے ذریعے برقی رو نیز سائنس کے مختلف تصوّرات کا مطالعہ کیجیے۔

ویب سائٹس :

www.phet.colorado.edu

www.edumedia-sciences.com

درج بالا ویب سائٹس جیسے مختلف معلومات مہیا کرنے والی دیگر ویب سائٹس تلاش کیجیے اور آپس میں شیئر کیجیے۔

مزاحمت (Resistance) اور اوہم کا قانون

اوہم کا قانون (Ohm's Law)

جرمن ماہرِ طبعیات جارج اوہم نے موصل تار سے گزرنے والی برقی رو (I) اور برقی قوی کا فرق (V) کے درمیان تعلق کو بیان کیا ہے۔ موصل کی طبعی حالت مستقل ہو تو اس میں سے گزرنے والی برقی رو (I) اور اس موصل کے دونوں سروں کے برقی قوی کے فرق (V) کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

موصل کی طبعی حالت سے مراد اس کی لمبائی، عرضی تراشہ کا رقبہ، تپش اور مادّہ ہے۔

$$I \; \alpha \; V$$

$$I = kV \quad (k = \text{مستقل})$$

$$\therefore \quad I \times \frac{1}{k} = V \quad \left(\frac{1}{k} = R = \text{موصل کی مزاحمت}\right)$$

$$\therefore \quad I \times R = V \quad \text{یعنی} \quad V = IR \quad \text{یا} \quad R = \frac{V}{I}$$

اس ضابطے کو 'اوہم کا قانون' کہتے ہیں۔

مندرجہ بالا ضابطے کی مدد سے ہم مزاحمت کی SI نظام میں اکائی حاصل کر سکتے ہیں۔ SI نظام میں برقی قوی کے فرق کو وولٹ (V) اور برقی رو کی پیائش ایمپیئر (A) میں کی جاتی ہے تو مزاحمت کی پیائش $\frac{V}{A}$ ہوگی۔ اسی کو اوہم کہتے ہیں۔ اوہم کو علامت ' Ω ' سے ظاہر کرتے ہیں۔

$$\therefore \quad \text{1 اوہم} = \frac{\text{1 وولٹ}}{\text{1 ایمپیئر}}$$

ایک اوہم مزاحمت : اگر کسی تار کے دو سروں میں 1 وولٹ برقی قوی کا فرق ہو اور تار سے 1 ایمپیئر برقی رو گزر رہی ہو تو اس تار کی مزاحمت 1 اوہم ہوتی ہے۔

مزاحمت اور مزاحمیت (Resistance and Resistivity)

شکل 3.4 میں ہم دیکھ چکے ہیں کہ کسی موصل میں کثیر تعداد میں آزاد الیکٹرون ہوتے ہیں جو ہمیشہ بے ترتیب حرکت کرتے ہیں۔ جب موصل کے دونوں سروں کے درمیان برقی قوی کا فرق پیدا ہوتا ہے تو الیکٹرون کا بہاؤ کم برقی قوی والے سرے سے زیادہ برقی قوی والے سرے کی طرف ہوتا ہے۔ الیکٹرون کی اس حرکت کی وجہ سے موصل سے برقی رو بہنا شروع ہوتی ہے۔ متحرک الیکٹرون ان کی راہ میں آنے والے جواہر یا آین سے متصادم ہوتے ہیں۔ اس تصادم کی وجہ سے الیکٹرون کے بہاؤ میں رکاوٹ پیدا ہوتی ہے اور برقی رو میں بھی رکاوٹ ہوتی ہے۔ اس طرح کی خاصیت جس کی وجہ سے اس میں رکاوٹ ہو، موصل کی 'مزاحمت' کہلاتی ہے۔

مزاحمیت : کسی خاص درجۂ حرارت پر موصل کی مزاحمت (R) اس کی مادّہ (material) کی لمبائی (L) اور عرضی تراشے کے رقبے (A) پر منحصر ہوتی ہے۔

جرمن ماہرِ طبعیات جارج سائمن اوہم نے یہ قانون بیان کیا جو برقی دور میں مزاحمت محسوب کرنے کے لیے استعمال ہوتا ہے۔ انھی کی یاد میں مزاحمت کی اکائی کو 'اوہم' نام دیا گیا۔

اگر موصل کی مزاحمت R ہو تو

$$R \propto L$$

$$R \propto \frac{1}{A}$$

$$\therefore \quad R \propto \frac{L}{A}$$

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

غور کیجیے۔

ہم کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ SI نظام میں مزاحمیت کی اکائی Ω m ہے؟

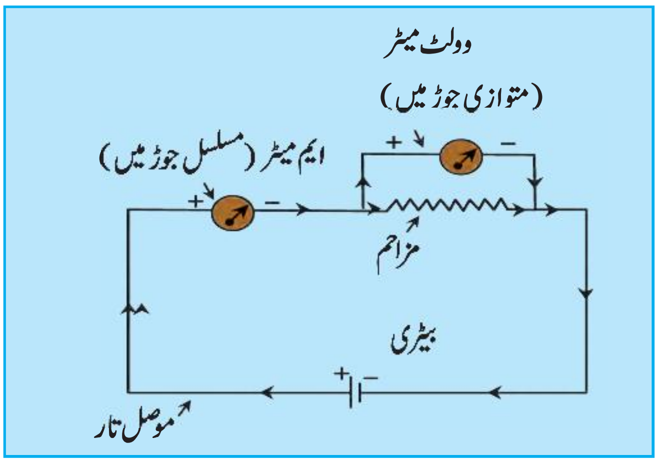
کچھ مادّوں کی مزاحمیت

تانبا	$1.7 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$
نائیکروم	$1.1 \times 10^{-6}\ \Omega\ m$
ہیرا	1.62×10^{13} سے $1.62 \times 10^{18}\ \Omega\ m$

یہاں ρ تناسب کا مستقل ہے۔ اسے موصل مادّے کی **مزاحمت** (Resistivity) کہتے ہیں۔ SI نظام میں مزاحمیت کی اکائی اوہم، میٹر (Ω m) ہے۔ مزاحمیت مادّہ کی امتیازی خاصیت ہونے کی وجہ سے مختلف مادّوں کے لیے مختلف ہوتی ہے۔

برقی دور (Electric Circuit)

بیٹری کے دو سِروں کے درمیان کا موصل تار اور دوسرے مزاحم ان میں بہنے والی مسلسل برقی رو کو برقی دور کہتے ہیں۔ برقی علامتوں کے استعمال سے بنائی ہوئی برقی دور کی شکل جو یہ ظاہر کرتی ہے کہ اس کے اجزا (حصے) آپس میں کس طرح جڑے ہیں، برقی دور کا خاکہ کہلاتی ہے۔ (شکل 3.5 دیکھیے۔)

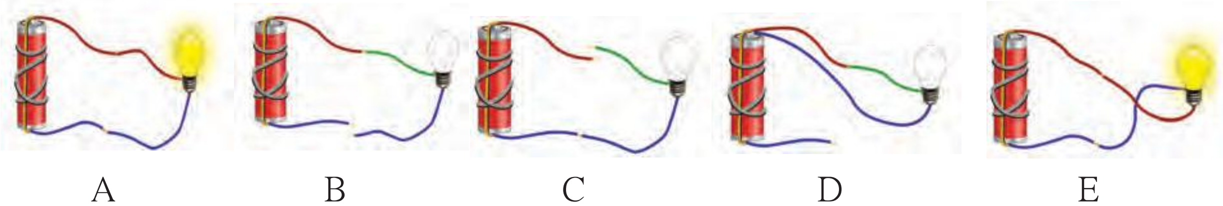


3.5 : برقی دور

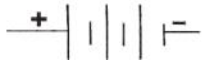
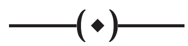
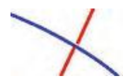
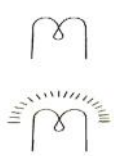
شکل 3.5 میں ایک عام برقی دور دِکھایا ہوا ہے۔ اس شکل میں برقی رو کی پیائش معلوم کرنے کے لیے 'ایم میٹر' اور تار کے دونوں سِروں کے درمیان برقی قوہ کا فرق معلوم کرنے کے لیے 'وولٹ میٹر' کا استعمال کیا گیا ہے۔ وولٹ میٹر کی مزاحمت بہت زیادہ ہونے کی وجہ سے اس میں سے بہنے والی برقی رو بہت ہی کم ہوتی ہے۔

مشاہدہ کیجیے۔

1. سامنے کی شکل میں کیا غلطی ہے؟ تلاش کیجیے۔
2. مندرجہ ذیل اشکال B, C, D میں برقی بلب کیوں روشن نہیں ہوتا؟ وضاحت کیجیے۔



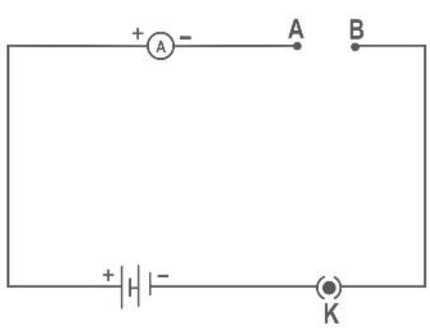
برقی دور کے خاکے میں استعمال ہونے والی علامتیں اور ان کے استعمال

اجزا	شکل	علامت	استعمال
برقی خانہ			موصل کے سروں کے درمیان برقی قوئ کا فرق مہیا کرنا۔
بیٹری یا سیل کا مجموعہ			موصل کے سروں کے درمیان زیادہ برقی قوئ کا فرق مہیا کرنا۔
کُنجی (کھلا سوئچ)			موصل کے دو سروں کے درمیان کے تعلق کو ختم کر کے برقی رو کے بہاؤ کو بند کرنا۔
بند کُنجی (بند سوئچ)			موصل کے دو سروں کے درمیان کے تعلق کو جوڑ کر برقی رو کے بہاؤ کو شروع کرنا۔
موصل تار کا جوڑ			مختلف اجزا کو برقی رو میں جوڑنا۔
موصل تار کی کراسنگ (تاروں کا عبور)			بغیر موصل جوڑے تاروں کی کراسنگ (بغیر جوڑے تاروں کا عبور بتانا)
برقی بلب			برقی بہاؤ کی جانچ کرنا۔ غیر روشن بلب : برقی بہاؤ بند روشن بلب : برقی بہاؤ جاری
برقی مزاحمت یا مزاحم			برقی دور کے برقی بہاؤ کو قابو میں کرنا۔
متغیر مزاحمت (Rheostat)			مزاحم میں تبدیلی برقی دور کے برقی بہاؤ کو کم یا زیادہ کرنا۔
ایم میٹر			برقی دور میں برقی رو کی پیائش کرنا۔ (برقی دور میں اسے مسلسل جوڑ سے جوڑتے ہیں۔)
وولٹ میٹر			برقی قوئ کا فرق معلوم کرنا۔ (برقی دور میں اسے متوازی جوڑ میں جوڑتے ہیں۔)

عمل کیجیے۔

اشیا : تانبے اور ایلومینیم کا تار، کانچ کی سلاخ، ربر

عمل : شکل 3.6 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے آلات کو ترتیب دیجیے۔ پہلے نقطہ A اور B کو تانبے کے تار سے جوڑیے اور برقی رو (کرنٹ) کی پیائش کیجیے۔ اب تانبے کی تار کو ہٹا کر یہی عمل ایلومینیم کی تار، کانچ کی سلاخ اور ربر کے ساتھ دہرائیے۔ ہر دفعہ برقی رو کی پیائش کیجیے۔ تانبا، ایلومینیم، کانچ کی سلاخ اور ربر کے درمیان کا فرق نوٹ کیجیے۔



3.6 : برقی دور

موصل اور حاجز (Conductors and Insulators)

موصل کی مزاحمت کے بارے میں آپ جانتے ہیں۔ مزاحمت کی بنیاد پر اشیا کو موصل اور حاجز (غیر موصل) میں تقسیم کرتے ہیں۔

موصل : جن اشیا کی برقی مزاحمت انتہائی کم (بہت ہی کم) ہوتی ہے انھیں موصل کہتے ہیں۔ ان اشیا میں سے برقی رو بآسانی گزر سکتی ہے۔

حاجز : جن اشیا کی برقی مزاحمت بہت زیادہ ہوتی ہے اور ان اشیا میں سے برقی رو گزر نہیں سکتی۔ انھیں حاجز کہتے ہیں۔

1. اشیا موصل اور حاجز کیوں ہوتی ہیں؟
2. انسانی جسم برق کا موصل کیوں ہے؟

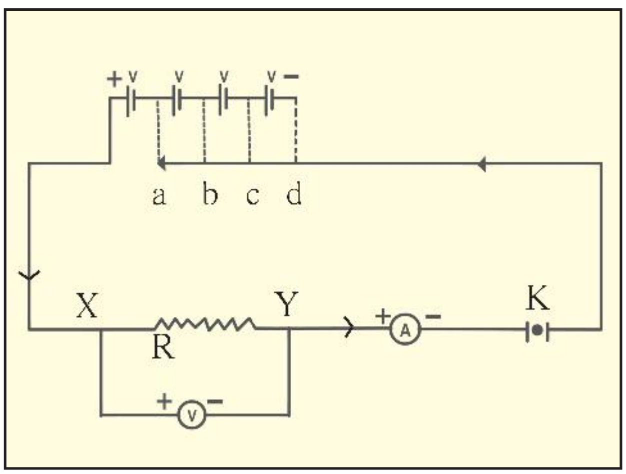
اپنے اطراف و اکناف پائے جانے والے موصل اور حاجز اشیا کی فہرست بنائیے۔

تجربے کے ذریعے اوہم کے قانون کی جانچ

عمل کیجیے۔ **اشیا :** 1.5 V والے چار برقی خانے (سیل)، ایم میٹر، وولٹ میٹر، موصل تار، نائیکروم کا تار، سوئچ۔

عمل :

1. شکل 3.7 میں دکھائے ہوئے طریقے کے مطابق آلات کو ترتیب دیجیے۔
2. نائیکروم تار XY کو مزاحم (R) کے طور پر استعمال کیجیے۔
3. دے ہوئے چار برقی خانوں میں سے ایک برقی خانے کو (جوڑ 'a' کی طرح) جوڑیے۔ اور ایم میٹر اور وولٹ میٹر کی ریڈنگ نوٹ کیجیے۔
4. اس کے بعد اسی طرح برقی دور میں دو سیل، تین سیل اور چار سیل جوڑتے جائیے (جوڑ 'b', 'c', 'd') ایم میٹر (I) اور وولٹ میٹر (V) کی ریڈنگ لیجیے اور دی ہوئی جدول میں نوٹ کیجیے۔
5. $\frac{V}{I}$ کی قیمت معلوم کیجیے۔
6. برقی قوئی کا فرق (V) اور برقی رو (I) کی ترسیم بنائیے اور ترسیم کی نوعیت کا مشاہدہ کیجیے۔



3.7 : اوہم کے قانون کی جانچ

مشاہدے کی جدول

نمبر شمار	برقی خانوں کی تعداد	برقی رو (I) (mA)	برقی رو I (A)	برقی قوئی کا فرق (V)	$\frac{V}{I}$ = R (Ω)
1.					
2.					
3.					
4.					

حل کردہ مثالیں : اوہم کا قانون اور مزاحمیت

مثال 1 : ایک بلب کے فلامنٹ کی مزاحمت $1000\ \Omega$ ہے۔ وہ $230\ V$ والے برقی قوئی منبع سے کرنٹ حاصل کر رہا ہے۔ اس سے کتنا کرنٹ بہہ رہا ہے؟

دیا ہوا ہے : (مزاحمت) $R = 1000\ \Omega$

(برقی قوئی کا فرق) $V = 230\ V$

ضابطہ : $I = \frac{V}{R}$

$$\therefore \quad I = \frac{230\ V}{1000\ \Omega} = 0.23\ A.$$

اس بلب کے فلامنٹ سے بہنے والا کرنٹ = $0.23\ A$

مثال 2 : ایک موصل تار کی لمبائی $50\ cm$ اور نصف قطر $0.5\ mm$ ہو تو اس تار کی مزاحمیت معلوم کیجیے اگر اس کی مزاحمت $30\ \Omega$ ہے۔

دیا ہوا ہے : لمبائی $L = 50cm = 50 \times 10^{-2}\ m$

نصف قطر $r = 0.5\ mm = 0.5 \times 10^{-3} m$

$= 5 \times 10^{-4}\ m$ اور $R = 30\ \Omega$

مزاحمیت، $\rho = \frac{RA}{L}$

لیکن $A = \pi r^2$

$$\therefore \quad \rho = R\frac{\pi r^2}{L}$$

$$= \frac{30 \times 3.14 \times (5 \times 10^{-4})^2}{50 \times 10^{-2}}$$

$$= \frac{30 \times 3.14 \times 25 \times 10^{-8}}{50 \times 10^{-2}}$$

$$= 47.1 \times 10^{-6}\ \Omega\ m$$

$$= 4.71 \times 10^{-5}\ \Omega\ m$$

$\therefore$ تار کی مزاحمیت $4.71 \times 10^{-5}\ \Omega\ m$ ہوگی۔

مثال 3 : اُس موصل کی مزاحمت معلوم کیجیے جس سے $0.24\ A$ کرنٹ (برقی رو) گزر رہا ہو اور جس کے سروں پر $24\ V$ کا برقی قوئی کا فرق لگایا گیا ہو۔

دیا ہوا ہے = برقی قوئی کا فرق $= V = 24\ V$

کرنٹ (برقی رو) $= I = 0.24\ A$

مزاحمت $= R = ?$

اوہم کے قانون کے مطابق ضابطہ $R = \frac{V}{I}$

$$\therefore I = \frac{24\ V}{0.24\ A}$$

$$R = 100\ \Omega$$

$\therefore$ اس موصل کی مزاحمت $100\ \Omega$ ہے۔

مثال 4 : $110\ \Omega$ مزاحمت والے برقی آلے کے سروں پر $33V$ برقی قوئی ہو تو اس سے بہنے والا کرنٹ (برقی رو) معلوم کیجیے اور اگر اتنا ہی کرنٹ آلے سے بہنے کے لیے کتنا برقی قوئی کا فرق لگانا چاہیے جس کی مزاحمت $500\ \Omega$ ہے؟

دیا ہوا ہے : $V = 33\ V$ اور $R = 110\ \Omega$

پہلی حالت = $I = \frac{V}{R} = \frac{3}{110}$

$$\therefore \quad I = 0.3\ A$$

دوسری حالت = $I = 0.3\ A, R = 500\ \Omega$

$$V = IR = 0.3 \times 500 = 150\ V$$

$\therefore$ آلے میں سے بہنے والا کرنٹ = $0.3\ A$

دونوں سروں کے درمیان برقی قوئی کا فرق = $150\ V$

> **اطلاعاتی مواصلاتی ٹکنالوجی سے تعلق**
>
> انٹرنیٹ کی مدد سے ریاضی کے سوالات حل کرنے کے لیے دستیاب سافٹ ویئرز کی معلومات حاصل کر کے اس سبق اور دیگر اسباق کی مثالیں حل کرنے کے لیے ان کا استعمال کیجیے۔

مثال 5: 1 km لمبے اور 0.5 mm قطر والے تانبے کی تار کی مزاحمت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : تانبے کی مزاحمیت $= 1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,m$

تمام اکائیوں کو میٹر میں تبدیل کرنے پر

تار کی لمبائی $= L = 1\,km = 1000\,m = 10^{3}\,m$

قطر $= d = 0.5\,mm = 0.5 \times 10^{-3}\,m$

فرض کیجیے تار کا نصف قطر r ہو تو اس کی عرضی تراش کا رقبہ A ذیل کے مطابق ہوگی۔

$$A = \pi r^2$$

$$\therefore\ A = \pi \times \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

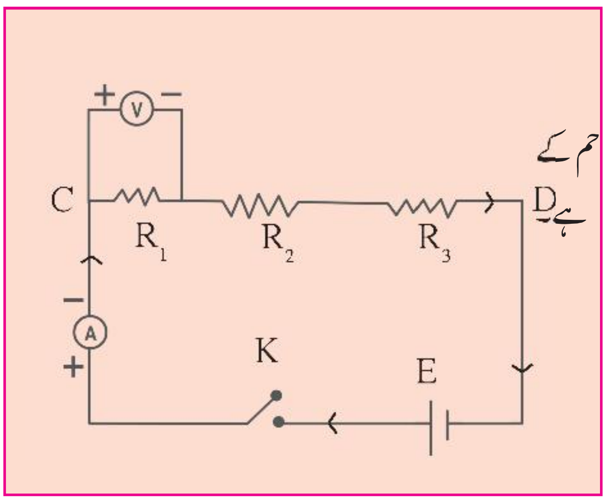
$$= \frac{\pi}{4}(0.5 \times 10^{-3})^2\,m^2 = 0.2 \times 10^{-6}\,m^2$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = \frac{1.7 \times 10^{-8}\,\Omega\,m \times (10^3 m)}{0.2 \times 10^{-6} m^2} = 85\,\Omega$$

مزاحموں کا نظام اور ان کی اثر انگیز مزاحمت (System of Resistors and their Effective Resistance)

مختلف برقی آلات میں ہم مزاحم کے مختلف جوڑ استعمال کرتے ہیں۔ مزاحم کے مختلف جوڑ پر اوہم کا قانون صادق آ سکتا ہے۔

مزاحم مسلسل جوڑ میں (Resistors in Series)



3.8 : مزاحم کی مسلسل جوڑ

شکل 3.8 کا مشاہدہ کیجیے۔

برقی دور کے خاکے کی شکل میں R_1 ، R_2 اور R_3 تین مزاحم کے مزاحم کے سرے ایک کے بعد ایک جوڑے گئے ہیں۔ یہ جوڑ مزاحم کا مسلسل جوڑ کہلاتا ہے۔

مزاحم کی مسلسل جوڑ میں ہر مزاحمت سے یکساں برقی رو بہتی ہے۔

برقی رو (I) اور V نقاط C اور D کے درمیان برقی قوئی کا فرق ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

R_1 ، R_2 اور R_3 یہ تین مزاحم مسلسل جوڑ میں جوڑے گئے ہیں۔

V_1 ، V_2 اور V_3 بالترتیب R_1 ، R_2 اور R_3 کے درمیان برقی قوئی کا فرق ہو تو

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \text{--------}(1)$$

اگر R_S (انگریزی لفظ Series کے معنی مسلسل کے ہوتے ہیں، اس سے R_S کا استعمال کیا گیا۔)

نقاط C اور D کے درمیان تینوں مزاحم کی مجموعی مزاحمت R_S ہو تو اوہم کے قانون کے مطابق کل برقی قوئی کا فرق...

$$V = I R_S$$

$V_1 = I R_1,\ V_2 = I R_2$ اور $V_3 = I R_3$

یہ قیمتیں مساوات (1) میں رکھنے پر

$$I R_S = I R_1 + I R_2 + I R_3$$

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3$$

اگر n مزاحم کو مسلسل جوڑ میں جوڑی گئی ہو تو

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \text{--------} + R_n$$

اگر دیے ہوئے مزاحم کو مسلسل جوڑ میں جوڑا جائے تو

1. ہر مزاحم سے یکساں برقی رو گزرتی ہے۔
2. مزاحم کے جوڑ کی کل مزاحمت (R_S) تمام مزاحم کے مجموعے کے برابر ہوتی ہے۔
3. برقی جوڑ کے درمیان کا برقی قویٰ کا فرق تمام مزاحم کے درمیان برقی قویٰ کے فرق کے مجموعے کے برابر ہوگا۔
4. مزاحم کے مسلسل جوڑ میں مجموعی مزاحمت، انفرادی مزاحمت سے زیادہ ہوتی ہے۔
5. یہ جوڑ دور میں مزاحمت کے اضافے کے لیے استعمال کرتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

مسلسل جوڑ میں ایک کے بعد ایک جوڑ ہوتے ہیں۔ اس میں سے کوئی جز کام نہ کرے تو برقی دور مکمل نہیں ہو پاتا اور برقی رو کا بہاؤ بھی رک جاتا ہے۔ اگر دو بلب کو مسلسل جوڑ میں جوڑا جائے تو الگ لگائے بلب کی نسبت کم روشنی حاصل ہوتی ہے۔ اگر تین بلب کو مسلسل جوڑ میں جوڑا جائے تو روشنی کی مقدار میں اور کمی واقع ہوتی ہے۔

غور کیجیے : اس کیا وجہ ہوسکتی ہے؟

مزاحم کی مسلسل جوڑ پر مبنی مثالیں

مثال 1 : 15 Ω، 3 Ω اور 4 Ω کے تین مزاحم مسلسل جوڑ میں جوڑے جائیں تو اس دور کی مجموعی (ماحصل) مزاحمت کیا ہوگی؟

دیا ہوا ہے : $R_1 = 15\,\Omega,\ R_2 = 3\,\Omega,\ R_3 = 4\,\Omega$

مسلسل مزاحم $R_s = R_1 + R_2 + R_3 = 15 + 3 + 4 = 22\,\Omega$

∴ اِس دور کی مجموعی مزاحمت 22 Ω ہوگی۔

مثال 2 : 16 Ω اور 14 Ω دو مزاحم کو مسلسل جوڑ میں جوڑا جائے اور ان کے درمیان 18 V برقی قویٰ کا فرق ہو تو دور سے گزرنے والی برقی رو معلوم کیجیے اور ہر مزاحم پر واقع برقی قویٰ کا فرق معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : $R_1 = 16\,\Omega$ اور $R_2 = 14\,\Omega$

$$\therefore\ R_s = 14\,\Omega + 16\,\Omega = 30\,\Omega$$

فرض کیجیے I دور میں بہنے والی برقی رو ہے۔ V_1 اور V_2 بالترتیب 16 Ω اور 14 Ω کے درمیان برقی قویٰ کا فرق ہے۔

$$V = IR \qquad V = V_1 + V_2 = 18\text{ V}$$

$$\therefore\ I = \frac{V}{R} = \frac{18\text{ V}}{30\,\Omega}$$

$$\therefore\ I = 0.6\text{ A}$$

$$V_1 = I R_1$$

$$V_1 = 0.6 \times 16 = 9.6\text{ V}$$

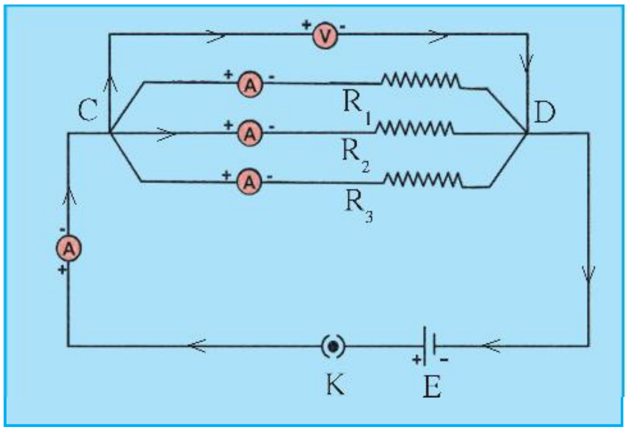
$$V_2 = I R_2 = 0.6 \times 14 = 8.4\text{ V}$$

∴ برقی دور میں بہنے والی برقی رو = 0.6 A ہے اور 16 Ω اور 14 Ω کے مزاحم کے درمیان برقی قویٰ کا فرق بالترتیب 9.6 V اور 8.4 V ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

درجۂ حرارت آہستہ آہستہ کم کر کے صفر K کے قریب لائیں تو کچھ موصل کی مزاحمت تقریباً صفر ہو جاتی ہے۔ ایسے موصل کو اعلیٰ موصل (Super Conductors) کہتے ہیں۔ کچھ موصل پر اوہم کا قانون صادق نہیں آتا ہے انھیں غیر اوہمی موصل کہتے ہیں۔

مزاحم کے متوازی جوڑ (مزاحم متوازی جوڑ میں) (Resistors in Parallel)



3.9 : مزاحم کی متوازی جوڑ

R_1 ، R_2 اور R_3 تین مزاحم کے دونوں جانب کے سرے متعلقہ جانب ایک ساتھ جوڑ کو متوازی جوڑ کہتے ہیں۔

شکل 3.9 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے نقاط C اور D کے درمیان تین مزاحم R_1 ، R_2 اور R_3 متوازی جوڑ میں جوڑے گئے۔ فرض کیجیے I_1 ، I_2 اور I_3 بالترتیب R_1 ، R_2 اور R_3 میں سے گزرنے والی برقی رو ہے اور نقاط C اور D کے درمیان برقی قوہ کا فرق V ہے۔

برقی دور کی مجموعی برقی رو

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{-------}(1)$$

فرض کیجیے R_P اس دور کی مجموعی مزاحمت ہے۔ (انگریزی لفظ Parallel کے معنی متوازی کے ہوتے ہیں، اس لیے R_P استعمال کیا گیا۔) لیکن اوہم کے قانون کے مطابق

$$\longrightarrow \; I = \frac{V}{R_P} \quad \text{اسی طرح} \quad I_1 = \frac{V}{R_1} \; , \; I_2 = \frac{V}{R_2} \; , \; I_3 = \frac{V}{R_3}$$

قیمتیں مساوات (1) میں رکھنے پر:

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

$$\therefore \; \frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

اگر n مزاحم کی تعداد کو متوازی جوڑ میں جوڑا جائے تو مجموعی مزاحمت ...

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$$

کئی بلب متوازی جوڑ میں جوڑے جائیں اور ان میں کوئی بلب یا بلب کا فلامنٹ ٹوٹنے سے روشن نہ ہو رہا ہو تو برقی دور بند نہیں ہوتا۔ دوسرے راستے سے برقی رو کا بہاؤ جاری رہتا ہے اور دیگر بلب جلتے رہتے ہیں۔

کئی بلب مسلسل جوڑ میں جوڑے جائیں تو وہ اپنی اصل روشنی سے کم روشنی دیتے ہیں لیکن انھی بلب کو متوازی طور پر جوڑا جائے تو ہر بلب اپنی اصل روشنی سے چمکتا ہے۔

اگر دیے ہوئے مزاحم کو متوازی جوڑ میں جوڑا جائے

1. جوڑے گئے تمام مزاحم کا معکوس ہر مزاحم کے معکوس کے مجموعے کے برابر ہوتا ہے۔
2. ہر مزاحم سے گزرنے والی برقی رو مزاحمت کے معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔ مجموعی برقی رو تمام مزاحم سے آزادانہ بہنے والی برقی رو کا مجموعہ ہوتی ہے۔
3. ہر مزاحم کے درمیان برقی قویٰ کا فرق (وولٹیج) یکساں ہوتا ہے۔
4. متوازی جوڑ میں مجموعی مزاحمت انفرادی مزاحمت سے کم ہوتی ہے۔
5. دور میں مزاحمت کم کرنے کے لیے اس جوڑ کا استعمال ہوتا ہے۔

مزاحم کی متوازی جوڑ پر مبنی مثالیں

مثال 1 : 15 Ω ، 20 Ω اور 10 Ω کی تین مزاحمتیں متوازی جوڑ میں جوڑی گئی ہیں تو اس دور کی مجموعی مزاحمت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : $R_1 = 15\,\Omega,\ R_2 = 20\,\Omega,\ R_3 = 10\,\Omega$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{15} + \frac{1}{20} + \frac{1}{10} = \frac{4+3+6}{60} = \frac{13}{60}$$

$$R_P = \frac{60}{13} = 4.615\,\Omega$$

∴ اِس دور کی مجموعی مزاحمت 4.615 Ω ہوگی۔

مثال 2 : اگر 12 V کی بیٹری سے تین مزاحم 5 Ω ، 10 Ω اور 30 Ω کو متوازی جوڑ میں جوڑا جائے تو دور کی کل برقی رو اور ہر مزاحم سے گزرنے والی برقی رو معلوم کیجیے اور دور کی مجموعی مزاحمت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : $R_1 = 5\,\Omega,\ R_2 = 10\,\Omega$ اور $R_3 = 30\,\Omega,\ V = 12\,V$

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12}{5} = 2.4\,A$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12}{10} = 1.2\,A$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12}{30} = 0.4\,A$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 2.4 + 1.2 + 0.4 = 4.0\,A$$

$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{30} = \frac{6+3+1}{30} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3}$$

$$\therefore\ R_P = 3\,\Omega$$

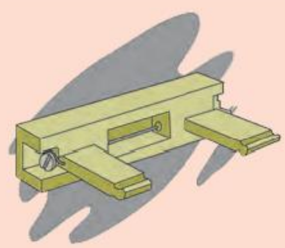
دور کے مزاحم = 3 Ω ، 5 Ω اور 10 Ω اور 30 Ω مزاحم میں سے بالترتیب 2.4 A ، 1.2 A اور 0.4 A برقی رو بہہ رہی ہے اور مجموعی برقی رو = 4 A

گھریلو برقی آلات کا جوڑ

ہمارے گھروں میں ہم برقی توانائی برق رسانی کے تار (main supply) سے حاصل کرتے ہیں جو زیرِ زمین تاروں سے یا بجلی کے کھمبوں پر کے تاروں سے پہنچتی ہے۔ اس میں ایک **باردار** (live) تار اور دوسرا **معتدل** (neutral) تار ہوتا ہے۔ عام طور پر باردار تار پر لال رنگ کا حاجز اور معتدل تار پر سیاہ رنگ کا حاجز ہوتا ہے۔ ہندوستان میں ان دو تاروں کے درمیان برقی قوی کا فرق 220 V ہوتا ہے۔ یہ دونوں تار میٹر بورڈ پر لگے مین فیوز (main fuse) سے گزر کر گھر تک پہنچتے ہیں۔ مین سوئچ (main switch) کے ذریعے یہ تار گھر کی لائن کی تاروں سے جوڑے جاتے ہیں۔ ہر کمرے میں بجلی مہیا ہو اس طریقے سے تاروں کو جوڑا جاتا ہے۔ ہر آزاد برقی دور میں باردار تار اور معتدل تار کے درمیان مختلف گھریلو برقی آلات کو جوڑا جاتا ہے۔ ہر برقی آلے کے درمیان یکساں برقی قوی کا فرق ہوتا ہے اور آلات کو متوازی جوڑ میں جوڑا جاتا ہے۔ اس کے علاوہ تیسرا تار ارتھنگ تار ہونے کی وجہ سے اس پر پیلے رنگ کا حاجز ہوتا ہے۔ اس تار کو گھر کے نزدیک زمین میں دھاتی پٹی کے ساتھ جوڑا جاتا ہے۔ اس تار کا استعمال حفاظت کے لیے کیا جاتا ہے۔

فیوز تار : برقی آلات کو نقصان سے بچانے کے لیے فیوز تار کا استعمال کیا جاتا ہے۔ یہ تار مخصوص نقطۂ اماعت کی ایک مخلوط دھات سے بنا ہوتا ہے اور اسے برقی آلات کے مسلسل جوڑ کے ساتھ جوڑا جاتا ہے۔ اگر برقی دور میں کسی وجہ سے زیادہ برقی رو کا بہاؤ ہو جائے تو اس تار کا درجۂ حرارت بڑھنے کی وجہ سے وہ پگھل جاتا ہے۔ اس وجہ سے برقی دور میں کھل جاتا ہے اور برقی رو کا بہاؤ بند ہو جاتا ہے جس سے برقی آلات محفوظ رہتے ہیں۔ یہ تار پورسیلن جیسی مزاحمتی شے سے بنے ہوئے ایک خانے میں لگایا جاتا ہے۔ گھریلو آلات کے لیے 1A ، 2A، 3A ، 4A، 5A اور 10A تک کے فیوز تار استعمال کیے جاتے ہیں۔

کارٹیج فیوز



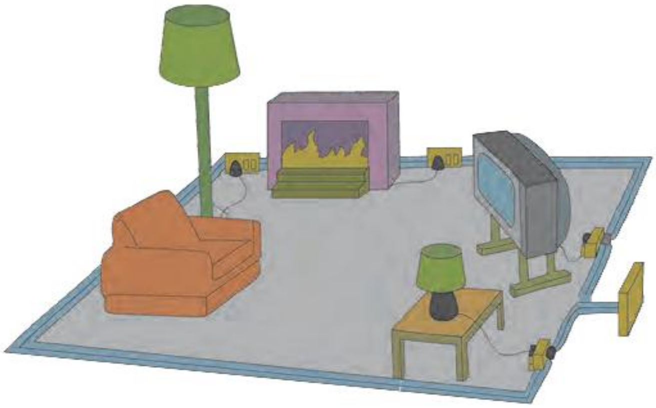
سیرامک فیوز

بجلی کا استعمال کرتے وقت برتی جانے والی احتیاط

1. گھروں کی دیواروں پر لگائے ہوئے سوئچ یا ساکیٹ کو اونچائی پر لگانا چاہیے تاکہ بچوں کا ہاتھ اس تک نہ پہنچ سکے اور بچے اس میں کیل یا پن وغیرہ نہ ڈال سکیں۔ پلگ کو ساکیٹ سے نکالنے کے لیے پلگ کو ہی پکڑنا چاہیے، تار پکڑ کر نہیں کھینچنا چاہیے۔
2. برقی آلات کی صفائی کرنے سے پہلے ان میں برقی رو بند کر دینا چاہیے اور ان کے پلگ کو ساکیٹ میں سے نکال لینا چاہیے۔
3. برقی آلات استعمال کرتے وقت ہاتھ خشک ہونے چاہئیں۔ اسی طرح ایسے وقت ربر کے جوتے یا چپل استعمال کرنا چاہیے۔ ربر برق کا غیر موصل ہونے کی وجہ سے اس میں سے برقی رو نہیں گزر سکتی اور آپ کا جسم بجلی کے جھٹکے سے محفوظ رہتا ہے۔
4. کوئی شخص باردار تار کو چھولے اور وہ تار سے چپک گیا ہو تو فوراً مین سوئچ بند کر دینا چاہیے۔ اگر سوئچ دور ہو یا اس کا مقام معلوم نہ ہو تو ساکیٹ سے پن نکال لینا چاہیے۔ یہ بھی ممکن نہ ہو تو لکڑی جیسی کسی غیر موصل شے سے اس شخص کو تار سے دور کرنا چاہیے۔

مشق

1. سامنے کی شکل میں گھریلو برقی آلات برقی دور میں جوڑے دِکھائی دے رہے ہیں۔ مشاہدہ کر کے مندرجہ ذیل سوالوں کے جواب دیجیے۔



(الف) گھریلو برقی آلات کس جوڑ میں جوڑے گئے ہیں؟

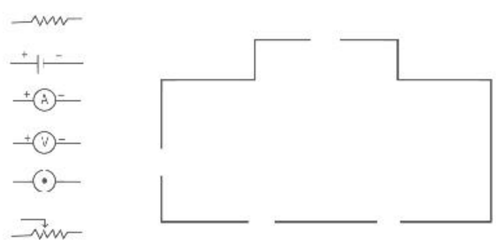
(ب) تمام آلات میں برقی قوئ کا فرق کیا ہوگا؟

(ج) آلات سے بہنے والی برقی رو یکساں کیوں ہوگی؟ جواب کی توضیح کیجیے۔

(د) گھروں میں اسی طریقے کے برقی دور کا استعمال کیوں کیا جاتا ہے؟

(ہ) اگر .T.V بند ہوجائے تو کیا جاری برقی دور میں رکاوٹ پیدا ہوگی؟ جواب کی توضیح کیجیے۔

2. برقی دور کو کسی جز (آلے) سے جوڑا جاتا ہے، اس کی علامتیں دی ہوئی ہیں۔ ان کی مدد سے برقی دور کو مکمل کیجیے۔



اوپر دیے ہوئے برقی دور کی مدد سے کون سا اُصول ثابت کیا جاسکتا ہے؟

3. دانش کے پاس Ω 15 اور Ω 30 مزاحمت والے دو برقی بلب ہیں۔ اُسے وہ بلب برقی دور میں جوڑنا ہے۔ لیکن اگر وہ ایک ایک بلب کو الگ الگ جوڑے تو وہ ضائع ہوجاتے ہیں تو...

(الف) ان بلب کو کس طریقے سے جوڑنا پڑے گا؟

(ب) درج بالا سوال کے جواب کے مطابق بلب جوڑنے کے طریقے کی خصوصیات بتایئے۔

(ج) اوپر دیے ہوئے طریقے سے بلب جوڑنے پر برقی مزاحمت کتنی ہوگی؟

4. مندرجہ ذیل جدول میں برقی رو (A میں) اور برقی قوئ کا فرق (V میں) دیا گیا ہے۔

(الف) جدول کی مدد سے اوسط مزاحمت معلوم کیجیے۔

(ب) برقی رو اور برقی قوئ کے فرق کی ترسیم بنایئے۔ ترسیم کس قسم کی ہوگی؟ (ترسیم نہ بنائیں۔)

(ج) کون سا اُصول ثابت ہوتا ہے؟ اس کی وضاحت کیجیے۔

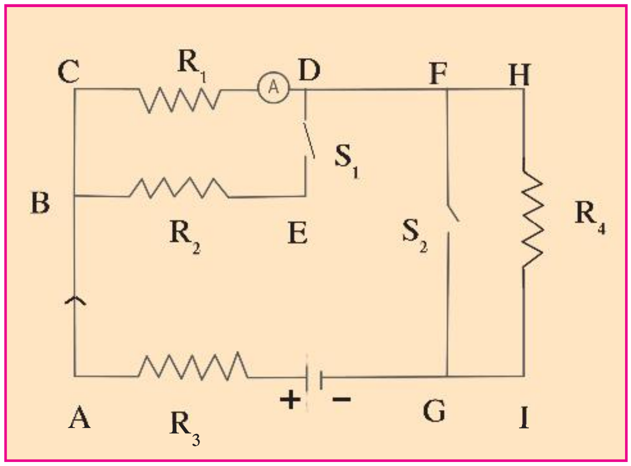
V	I
4	9
5	11.25
6	13.5

5. جوڑیاں لگایئے۔

کالم 'الف'	کالم 'ب'
(الف) آزاد الیکٹرون	(a) V/R
(ب) برقی رو	(b) برقی دور کی مزاحمت بڑھانا
(ج) مزاحمیت	(c) ڈھیلی بندش والے
(د) مزاحمت کا مسلسل جوڑ	(d) VA/L I

.6 'x' لمبائی کے تار کی مزاحمت 'r' ہو تو اس تار کی عرضی تراش کا رقبہ 'a' ہو تو اس موصل کی مزاحمت کتنی ہوگی اور اس کی پیائش کس اکائی میں کی جاتی ہے؟

.7 مزاحمت R_1 ، R_2 ، R_3 اور R_4 کو شکل میں دِکھائے ہوئے طریقے کے مطابق جوڑا گیا۔ S_1 اور S_2 دوسوئچ کو ظاہر کرتے ہیں۔ نیچے دیے ہوئے نکات کی مدد سے مزاحمت میں سے گزرنے والے برقی بہاؤ کے بارے میں بحث کیجیے۔



(الف) سوئچ S_1 اور S_2 دونوں کو بند کیا گیا۔
(ب) سوئچ S_1 اور S_2 دونوں کو کھلا رکھا گیا۔
(ج) سوئچ S_1 کو بند کیا گیا اور سوئچ S_2 کو کھلا رکھا گیا۔

.8 x_1 ، x_2 ، x_3 پیائش کی تین مزاحمتیں برقی دور میں علیحدہ علیحدہ طریقے سے جوڑنے پر واقع ہونے والی خصوصیات کی فہرست نیچے دی ہوئی ہے۔ وہ کون سے جوڑ سے جوڑے گئے ہیں، دیکھیے۔ (I - برقی رو، V - برقی قوئی کا فرق، x - مجموعی مزاحمت)

(الف) x_1 ، x_2 ، x_3 میں سے I برقی رو بہتی ہے۔
(ب) x یہ x_1 ، x_2 ، x_3 سے زیادہ ہے۔
(ج) x یہ x_1 ، x_2 ، x_3 سے کم ہے۔
(د) x_1 ، x_2 ، x_3 کے درمیان برقی قوئی کا فرق V یکساں ہوتا ہے۔
(ہ) $x = x_1 + x_2 + x_3$
(و) $$x = \frac{1}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \frac{1}{x_3}}$$

.9 مثالیں حل کیجیے۔

(الف) 1 m لمبے نائیکروم تار کی مزاحمت 6 Ω ہے۔ اگر تار کی لمبائی 70 cm کر دی جائے تو اس کی مزاحمت کتنی ہوگی؟
(جواب: 4.2 Ω)

(ب) اگر دو مزاحمتوں کو مسلسل جوڑ میں جوڑا جائے تو ماحصل مزاحمت (مجموعی مزاحمت) 80 Ω ہے۔ اگر انھی مزاحمتوں کو متوازی جوڑ میں جوڑا جائے تو مجموعی مزاحمت 20 Ω ہوتی ہے تو ان مزاحمتوں کی قیمتیں معلوم کیجیے۔ **(جواب: 40 Ω، 40 Ω)**

(ج) ایک موصل تار سے 420 C برقی بار 5 منٹ تک گزرتا ہو تو اس تار سے گزرنے والی برقی رو معلوم کیجیے۔
(جواب: 1.4 ایمپیئر)

سرگرمی :

گھر میں بجلی کے جوڑ اور دیگر اہم باتوں کی معلومات الیکٹریشین سے حاصل کیجیے اور دوسروں کو بھی بتائیے۔

⊙⊙⊙