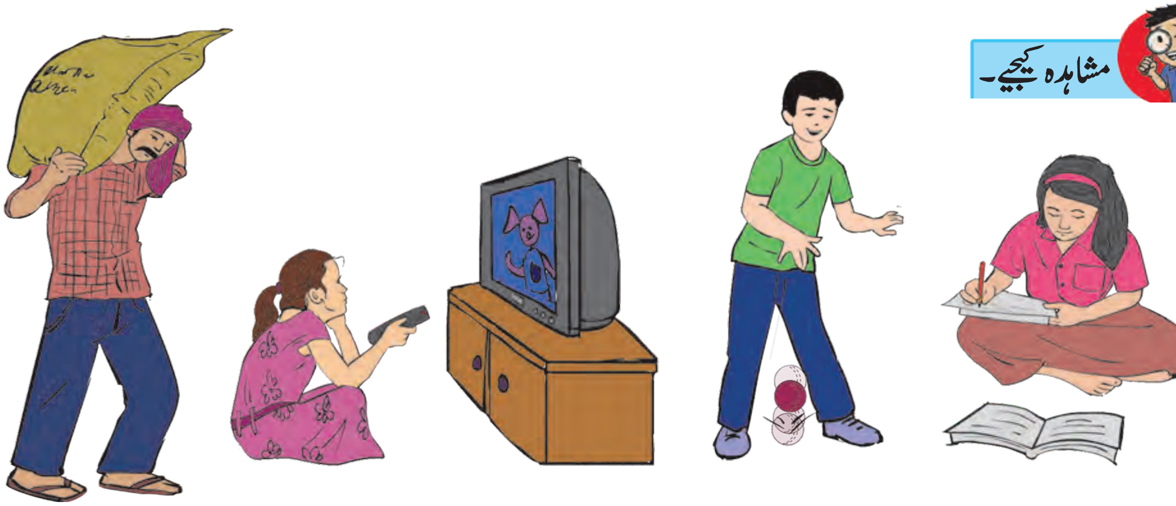
2. کام اور توانائی

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

مشاہدہ کیجیے۔



2.1 : مختلف واقعات

بتائیے 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 ' ہٹاؤ × قوت = کام ' →

ذرا یاد کیجیے۔

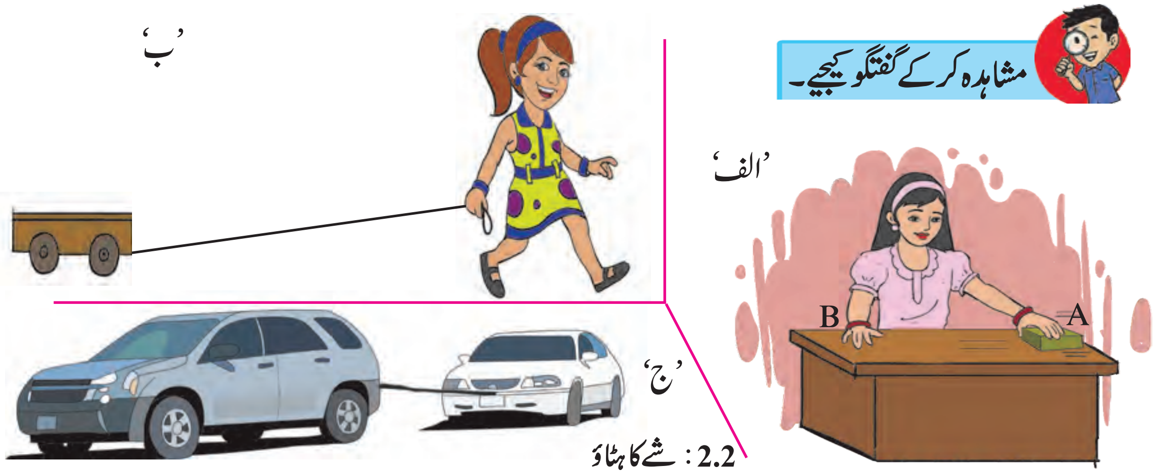
قوت کی قسمیں اور مثالیں کون سی ہیں؟

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؟

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

کسی جسم کا ہٹاؤ قوت کی سمت میں 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 ہوتی۔ یعنی قوت کی سمت ہٹاؤ کی سمت کے ساتھ ایک زاویہ بناتی 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 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...

$$W = F_1 . s \qquad .... \quad (1)$$

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

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

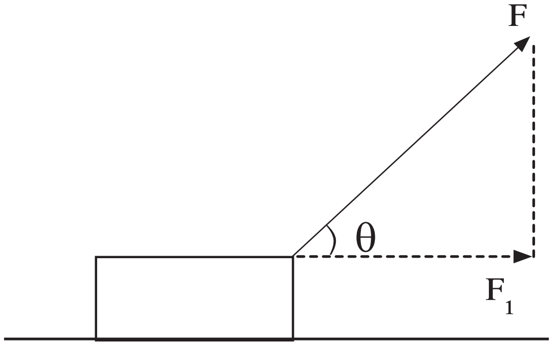
$$\cos\theta = \frac{F_1}{F}$$

$$F_1 = F\cos\theta$$

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

کام = قوت × ہٹاؤ

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 $\qquad 1\ J = 1\ N \times 1\ m$

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،... 10^2 سینٹی میٹر = 1 میٹر اور 10^5 ڈائن = 1 نیوٹن →

→ کام = قوت × ہٹاؤ

1 جول = 1 نیوٹن × 1 میٹر

1 جول = 10^5 ڈائن × 10^2 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 سِروں 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 نٹ کو پلاسٹک کپ میں ڈالیے اور دوسرے جانب کے نٹ کو شکل میں دِکھائے گئے طریقے سے نیچے کی جانب چھوڑیں۔ کیا ہوگا؟

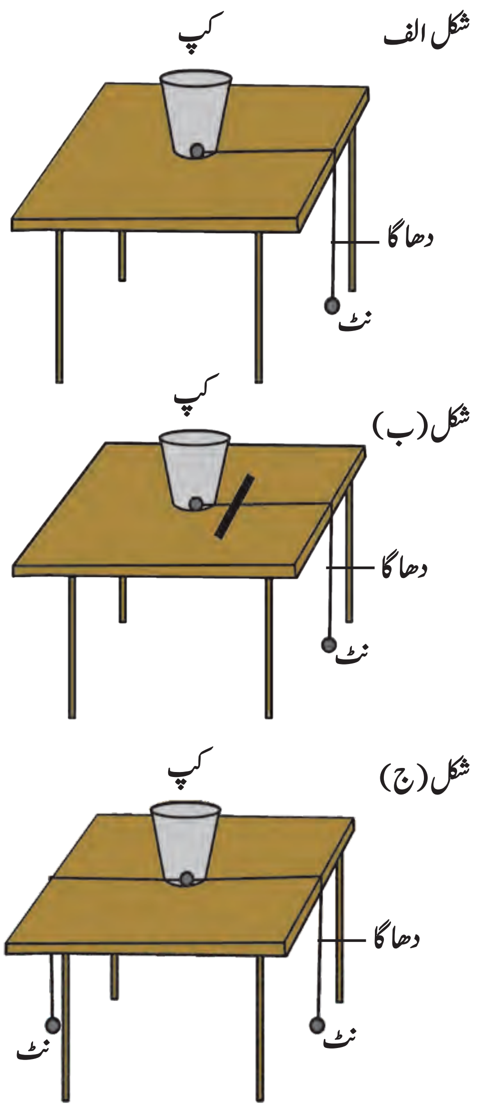
شکل (ب) : کپ آگے کی جانب حرکت کرتا ہے تب اسکیل کی مدد سے رکاوٹ پیدا کیجیے اور کپ کو روکیے۔

شکل (ج) : کپ میز پر رکھ کر دونوں جانب نٹ 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۔ پیائش 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)

$F = -196\ N$

$\therefore\ W = F.s$

$= -196 \times 10$

$W = -1960\ J$

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

مثال 2 : اُفقی خط کی متوازی سمت 60^0 کے زاویے سے عبدالصمد کے 100 N قوت لگانے سے جسم کا اُفقی خط کے متوازی سمت ہٹاؤ ہونے سے J 400 کام ہوتا ہو تو شے کا ہٹاؤ کتنا ہوگا؟

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

دیا ہوا ہے :

$\theta = 60^o$

$F = 100\ N$

$W = 400\ J$

$s = ?$

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

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

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

$4 \times 2 = s$

$\therefore\ s = 8\ m$

$\therefore$ جسم 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 چیزوں میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔
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 اکائی جول (Joule) اور CGS نظام میں اکائی 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 بتایئے۔

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 سے اس مدت میں جسم کا ہٹاؤ s ہے اس لیے جسم پر کیا گیا کام ...

$$W = F \times s$$

نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے مطابق

$F = ma \quad ... (1)$ 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 $u = 0$

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

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

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

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

نیوٹن کے قانونِ حرکت کی پہلی مساوات

$$v = u + at$$

$$\therefore v = 0 + at$$

$$\therefore v = at$$

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

$\therefore W = \frac{1}{2}mv^2 \quad ...$ 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 اونچائی سے نیچے کی جانب گرتا ہے۔اس پتھر کی 2 m/s کی رفتار ہو تو اس وقت توانائی بالحرکت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے:

کمیت $= m = 250 \text{ gm} = 0.25 \text{ kg}$

رفتار $= v = 2 \text{ m/s}$

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

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

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

توانائی بالقویٰ (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 توانائی کہاں سے آئی؟ اگر اشیا کو ان حالات میں نہ لایا جاتا تو کیا حرکت ہوئی ہوتی؟

”جسم کی مخصوص حالت یا جگہ کی وجہ سے اس میں جمع ہونے والی توانائی کو ’توانائی بالقویٰ‘ 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 بالقویٰ کی مساوات

جب m کمیت والے ایک 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 کے طریقے سے معلوم کرسکتے ہیں۔

→ کام = قوت × ہٹاؤ

$$W = mg \times h$$

$$\therefore \quad W = mgh$$

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

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

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

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

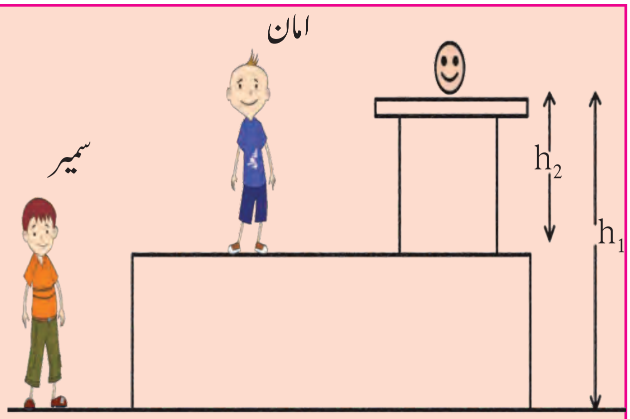
$$\therefore \quad P.E = mgh$$

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

$$P.E = 49000\ J$$

امان اور سمیر کو میز پر رکھے ہوئے m کمیت کی گیند کی توانائی بالقویٰ 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 بالقویٰ 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 بالقویٰ مختلف آئے گی۔



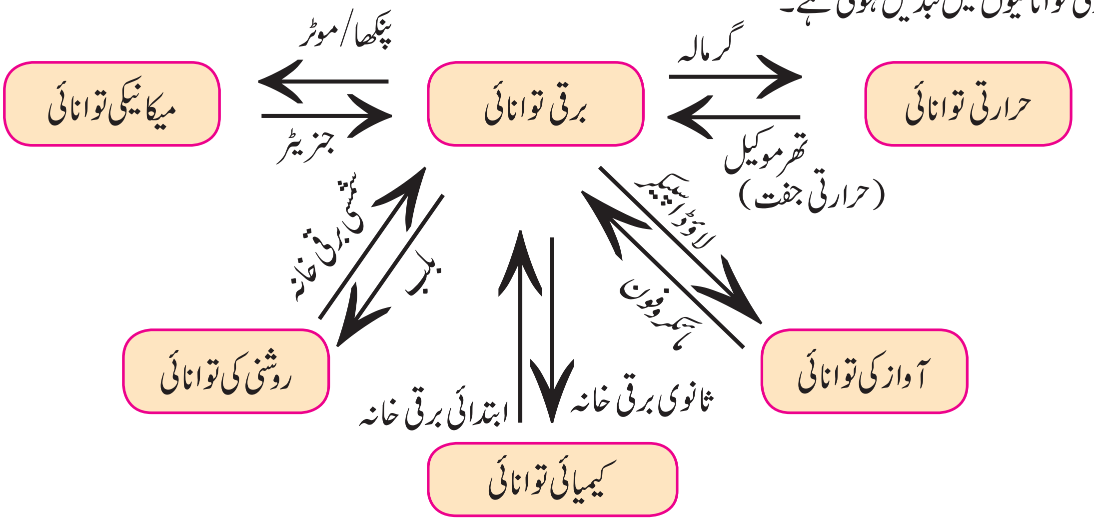
توانائی کی باہم تبدیلی (Transformation of Energy)

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 کرکے 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، نور اور حرارتی توانائیوں میں تبدیل ہوتی ہے۔



2.5 : توانائی کی باہم تبدیلی

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

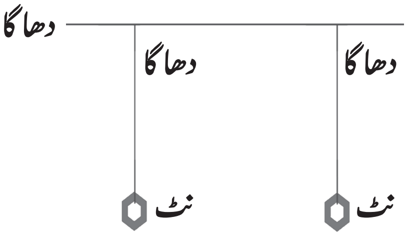
بقائے توانائی کا قانون (Law of Conservation of Energy)

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۔

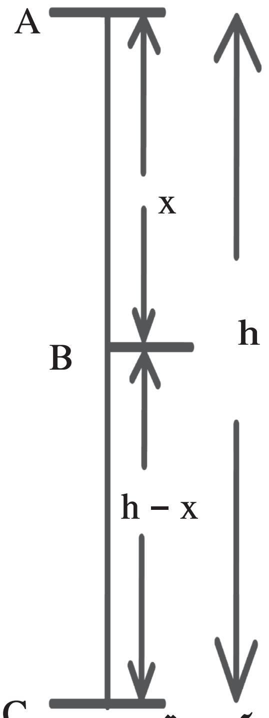
تیار کیے گئے دونوں رقاص اُفقی سطح کے متوازی دھاگے سے اس طرح باندھ دیجیے کہ دونوں رقاص کی بلندی یکساں ہو اور اہتزاز کے دوران دونوں کے درمیان آپس میں ٹکراؤ نہ ہو۔ اب ایک رقاص کو حرکت دیجیے اور تھوڑی دیر مشاہدہ کیجیے۔ دیکھیے کیا ہوتا ہے۔ اوپر کی سرگرمی کا مشاہدہ کرنے پر ایسا دِکھائی دیتا ہے کہ پہلے رقاص 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 کر جاتا 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 زیر اثر 'm' کمیت کا جسم 'h' اونچائی سے نیچے کی جانب آتا ہے تو اس کی الگ الگ اونچائی پر توانائی بالحرکت اور توانائی بالقوئ 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۔

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

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

$$K.E. = 0$$

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

$$\text{کل توانائی} = K.E. + P.E.$$

$$= 0 + mgh$$

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

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

$u = 0, \quad s = x, \quad a = g$

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

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

$$v_B^2 = 2gx$$

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

$$K.E. = mgx$$

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

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

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

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

$$= mgx + mgh - mgx$$

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

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

$u = 0, \quad s = h, \quad a = g$

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

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

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

$$K.E. = mgh$$

C مقام پر سطحِ زمین سے جسم کی اونچائی =

$$h = 0$$

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

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

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

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. *i.e*

نقطہ A پر T.E. = mgh + 0 = mgh

نقطہ B پر T.E. = mg$x$ + mg (h − x) = mgh

نقطہ C پر T.E. = 0 + mgh = mgh

طاقت (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 طاقت کی اکائی J/s ہوتی ہے۔ اسی کو واٹ کہتے ہیں۔ 1 جول فی سیکنڈ = 1 واٹ

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

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

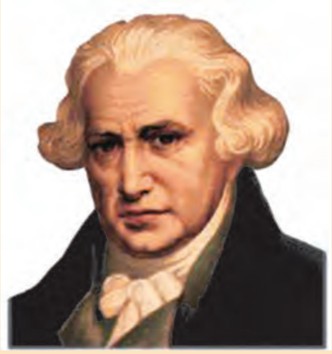
1 کلوواٹ طاقت یعنی 1000 J فی سیکنڈ کے لحاظ سے کیا گیا کام۔

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

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

1 kW hr = 1 Unit

سائنس دانوں کا تعارف



اسکاٹ لینڈ کے سائنس داں جیمس واٹ (1736 - 1819) 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 طاقت 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:

$$W = Fs = 196 \times 5 = 980\ J$$

$$\therefore \text{طاقت} = (P) = \frac{W}{t} = \frac{980}{40}$$

$$(P) = 24.5\ W$$

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 :

$$P = 25\ W = 0.025\ kW$$

$$\therefore \text{توانائی} = \text{طاقت} \times \text{وقت}$$

$$= 0.025 \times 10$$

$$\text{توانائی} = 0.25\ kW\ hr$$

مزید معلومات کے لیے ویب سائٹ :

www.physicscatalyst.com

www.tryscience.org

مشق

1. درج ذیل سوالوں کے مفصل جواب لکھیے۔

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

(ب) m کمیت والا جسم v رفتار سے متحرک ہو تو 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 سے 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. مرتکز
3. تبدیل شدہ 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 جسم 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. ردِّ عمل 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 تو عرفان کے ذریعے کیا گیا کام 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۔

J33S28