بــاب 11

کام اور توانائی
(Work and Energy)

پچھلے کچھ ابواب میں ہم نے اشیا کی حرکت کو بیان کرنے کے طریقوں، حرکت کی وجہ اور مادی کشش کے بارے میں بات کی ہے۔ ایک اور تصور ہے، ''کام'' جو کئی قدرتی مظاہر کی وضاحت کرنے میں ہماری مدد کرتا ہے۔ ''کام'' سے نزدیکی طور پر منسلک تصور ہے ''توانائی'' اور طاقت یا پاور۔ اس باب میں ہم ان تصورات کا مطالعہ کریں گے۔

تمام زندہ چیزوں کو غذا کی ضرورت ہوتی ہے۔ زندہ چیزوں کو اپنی زندگی کی بقا کے لیے کئی عمل کرنا پڑتے ہیں۔ ہم ان عملوں کو زندگی کے عمل (Life Processes) کہتے ہیں۔ ان عملوں کو کرنے کے لیے توانائی (Energy) غذا سے حاصل ہوتی ہے۔ ہمیں دوسرے عملوں جیسے کھیلنے، گانے، پڑھنے لکھنے، سوچنے، کودنے، سائکل چلانے اور دوڑنے کے لیے بھی توانائی چاہیے ہوتی ہے۔ جو عمل زیادہ سخت یا تھکا دینے والے ہیں، ان کے لیے زیادہ توانائی چاہیے ہوتی ہے۔

جانور بھی کئی عمل کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر وہ بھی کود اور دوڑ سکتے ہیں۔ انھیں بھی لڑنا پڑتا ہے، اپنے دشمن سے دور رہنا پڑتا ہے، غذا تلاش کرنی پڑتی ہے اور رہنے کے لیے محفوظ جگہ بھی تلاش کرنا ہوتی ہے۔ اس کے ساتھ ساتھ ہم کچھ جانوروں کو وزن اٹھانے، وزن لے جانے، گاڑی کھینچنے اور کھیت جوتنے کے لیے بھی استعمال کرتے ہیں۔ ان تمام عملوں کے لیے توانائی درکار ہوتی ہے۔

مشینوں کے بارے میں سوچیے۔ ان مشینوں کی فہرست تیار کیجیے جو آپ نے دیکھی ہیں۔ انھیں اپنی کارکردگی کے لیے کس چیز کی ضرورت ہوتی؟ کچھ انجنوں کو ایندھن، جیسے پیٹرول، ڈیزل وغیرہ کی ضرورت کیوں ہوتی ہے؟ زندہ چیزوں اور مشینوں کو توانائی کی ضرورت کیوں ہوتی ہے؟

11.1 کام

''کام'' کسے کہتے ہیں؟ ہم روزانہ زندگی میں لفظ کام جن معنوں میں استعمال کرتے ہیں اور یہی لفظ کام سائنس میں بطور اصلاح جن معنوں میں استعمال ہوتا ہے، ان میں فرق ہے۔ اس نکتہ کو واضح کرنے کے لیے آیئے کچھ مثالیں ملاحظہ کریں۔

11.1.1 بہت زیادہ محنت کرنے کے بعد بھی کچھ زیادہ کام نہیں ہوا!
(Not much Work Inspite of Working Hard)

کمال امتحانات کی تیاری کر رہا ہے۔ وہ مطالعہ میں بہت سا وقت صرف کرتی ہے۔ وہ کتابیں پڑھتی ہے، ڈائیگرام بناتی ہے، اپنے خیالات ترتیب دیتی ہے، پرچہ سوالات اکٹھا کرتی ہے، جماعت میں حاضر رہتی ہے، اپنے دوستوں کے ساتھ مسائل پر بحث کرتی ہے۔ وہ ان عملوں میں اپنی بہت سی توانائی صرف کرتی ہے۔ عام زبان میں وہ بہت کام کر رہی ہے۔ لیکن اس بہت سے کام میں بہت کم کام شامل رہ جائے گا، اگر ہم کام کی سائنسی تعریف کو سامنے رکھیں۔

آپ ایک بڑی چٹان کو دھکیلنے کے لیے سخت محنت (کام) کر رہے ہیں۔ فرض کیجیے چٹان اپنی جگہ سے، آپ کی تمام کوشش کے باوجود، نہیں ہلتی۔ آپ بالکل تھک جاتے ہیں۔ لیکن آپ نے چٹان پر کوئی کام نہیں کیا کیونکہ چٹان کا نقل (Displacement) صفر ہے۔

آپ اپنے سر پر ایک بھاری وزن رکھ کر کچھ منٹ تک سیدھے بغیر ہلے کھڑے رہتے ہیں۔ آپ تھک جاتے ہیں۔ آپ نے بہت محنت کی ہے اور اپنی بہت سی توانائی صرف کی ہے۔ کیا آپ اس وزن پر کام کر رہے

© NCERT not to be republished

ہیں؟ ہم سائنس میں ''کام'' کو جن معنوں میں سمجھتے ہیں، اس لحاظ سے کام نہیں ہوا۔

آپ ایک سیڑھی پر چڑھ کر ایک عمارت کی دوسری منزل تک، صرف وہاں سے باہر کا نظارہ دیکھنے کے لیے، پہنچتے ہیں۔ آپ ایک اونچے درخت پر بھی چڑھ سکتے ہیں۔ اگر ہم سائنسی تعریف استعمال کریں تو ان عملوں میں بہت سا کام شامل ہے۔

روزانہ زندگی میں ہم کسی بھی جسمانی یا دماغی کار آمد محنت کو ''کام'' کہتے ہیں۔ میدان میں کھیلنا، دوستوں سے بات کرنا، گنگنانا، فلم دیکھنا کسی محفل میں شرکت کرنا، اکثر کام نہیں سمجھے جاتے۔ کیا کرنا کام ہے یہ اس بات پر منحصر ہے کہ ہم کام کی کسی طور پر تعریف کرتے ہیں۔ ہم سائنس میں اس اصطلاح کو مختلف طریقے سے، استعمال کرتے اور اس کی تعریف کرتے ہیں۔ اسے سمجھنے کے لیے آیئے مندرجہ ذیل سرگرمیاں کریں۔

سرگرمی 11.1

- اوپر کے پیراگرافوں میں ہم نے بہت سے ایسے عملوں کا ذکر کیا ہے جنھیں ہم روزانہ زندگی میں عام طور سے کام سمجھتے ہیں۔
- ان میں سے ہر عمل کے لیے مندرجہ ذیل سوالات پوچھیے اور ان کے جواب دیجیے۔
  (i) کام کس پر ہو رہا ہے؟
  (ii) اس شے پر کیا اثر ہو رہا ہے؟
  (iii) کام کون کر رہا ہے؟

11.1.2 کام کا سائنسی تصور

(Scientific Conception of Work)

یہ سمجھنے کے لیے کہ سائنس میں کام کا کیا نظریہ ہے اور سائنس میں کام کی تعریف کیسے کی جاتی ہے، آیئے کچھ حالتوں پر غور کریں:

سطح زمین پر پڑے ہوئے پتھر کو دھکیلیں۔ پتھر کچھ فاصلے تک حرکت کرتا ہے۔ آپ نے پتھر پر کچھ قوت لگائی اور پتھر منتقل (Displaced) ہوگیا۔ اس صورت میں کام ہوا۔ ایک لڑکی ایک ٹرالی کو کھینچتی ہے اور ٹرالی کچھ فاصلہ طے کرتی ہے۔ لڑکی نے ٹرالی پر کچھ قوت لگائی اور ٹرالی اپنی جگہ سے منتقل ہوگئی۔ اس لیے، کام کیا گیا۔

ایک کتاب کو کچھ اونچائی تک اٹھایئے۔ کتاب اوپر اٹھ جاتی ہے۔ یہاں کتاب پر کچھ قوت لگائی گئی ہے اور کتاب نے حرکت کی ہے۔ اس لیے کام کیا گیا۔

اوپر دی ہوئی حالتوں پر اگر ہم نزدیکی نظر ڈالیں تو یہ پتہ چلتا ہے کہ کام کیے جانے کے لیے دو شرائط کا پورا کیا جانا ضروری ہے: (i) ایک قوت کو ایک شے پر لگنا چاہیے۔ (ii) شے کسی لازمی طور پر منتقل ہونی چاہیے۔

اگر ان دونوں میں سے کوئی ایک شرط بھی پوری نہیں ہوتی تو کام نہیں کیا گیا۔ یہ وہ طریقہ ہے، جس طرح سے ہم کام کو، سائنس میں، دیکھتے ہیں۔

ایک بیل ایک گاڑی کو کھینچ رہا ہے۔ گاڑی حرکت کرتی ہے۔ گاڑی پر ایک قوت لگ رہی ہے اور گاڑی نے حرکت کی ہے۔ کیا آپ سمجھتے ہیں کہ اس صورت میں کام ہوا ہے۔

سرگرمی 11.2

- اپنی روزمرہ کی زندگی سے کچھ ایسی مثالیں سوچیے جن میں کام شامل ہے۔
- ان کی فہرست تیار کیجیے۔
- اپنے دوست کے ساتھ بحث کیجیے کہ ان میں سے ہر ایک مثال میں کام ہوا ہے یا نہیں۔
- اپنے جواب کے حق میں دلیل پیش کرنے کی کوشش کیجیے۔
- اگر کام ہوا ہے تو جسم پر کون سی قوت لگ رہی ہے؟
- وہ شے کون سی ہے جس پر کام کیا گیا ہے؟
- اس شے پر کیا اثر ہوتا ہے، جس پر کام کیا گیا ہے؟

سرگرمی 11.3

- ایسی حالتیں سوچیے، جن میں اشیا ان پر قوت لگائے جانے کے باوجود، حرکت نہیں کرتیں۔
- ایسی حالتیں بھی سوچیے جن میں شے، بغیر کوئی قوت لگائے، اپنی جگہ سے منتقل ہو جاتی ہے۔
- ان میں سے ہر قسم کی آپ بیتی صورتیں بھی سوچ سکتے ہوں، ان کی فہرست بنایئے۔
- اپنے دوست کے ساتھ بحث کیجیے کہ ان میں سے کس صورت میں کام ہوا ہے اور کس میں نہیں۔

© NCERT not to be republished

11.1.3 ایک مستقلہ قوت کے ذریعے کیا گیا کام

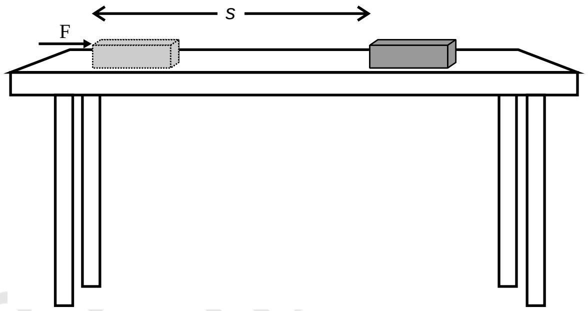
(Work Done by a Constant Force)

سائنس میں کام کی تعریف کیسے کی جاتی ہے؟ اسے سمجھنے کے لیے ہم پہلے ایسی صورت لیتے ہیں جس میں قوت، منتقلی کی سمت میں لگ رہی ہے۔

فرض کیجیے ایک شے پر ایک مستقلہ قوت F لگ رہی ہے۔ فرض کیجیے شے فاصلہ s سے، قوت کی سمت میں، منتقل ہو جاتی ہے (شکل 11.1)۔ فرض کیجیے کیا گیا کام W ہے۔ ہم ''کام'' کی تعریف اس طرح کرتے ہیں کہ یہ قوت اور منتقلی کا حاصل ضرب ہے۔

کیا گیا کام = قوت × منتقلی

$$W = Fs \quad (11.1)$$



شکل 11.1

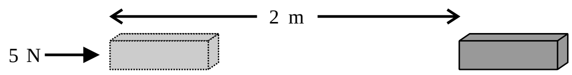
اس لیے، ایک شے پر لگ رہی قوت کے ذریعے کیا گیا کام، قوت کی عددی قدر اور قوت کی سمت میں شے کے ذریعے طے کیے گئے فاصلے کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔ کام کی صرف عددی قدر ہوتی ہے، سمت نہیں۔

مساوات (11.1) میں، اگر: $F = 1\text{N}$ اور $s = 1\text{m}$ تو قوت کے ذریعے کیا گیا کام 1Nm ہوگا۔ یہاں کام کی اکائی نیوٹن میٹر (Nm) یا جول (J) ہے۔ اس لیے 1J کسی شے پر کیے گئے کام کی وہ مقدار ہے جب 1N کی قوت اسے قوت کی سمت میں 1m سے منتقل کرتی ہے۔

مساوات (11.1) کو غور سے دیکھیے۔ کیا گیا کام کتنا ہوگا، اگر شے پر لگ رہی قوت صفر ہو؟ کیا گیا کام کتنا ہوگا اگر شے کی منتقلی صفر ہے؟ ان شرائط کو دیکھیے جن کا پورا ہونا، یہ کہنے کے لیے کہ کام کیا گیا، لازمی ہے۔

مثال 11.1 ایک شے پر 5N کی ایک قوت لگ رہی ہے۔ شے، قوت کی سمت میں، 2m کے فاصلے سے منتقل ہو جاتی ہے (شکل 11.2)۔ اگر قوت پوری منتقلی کے دوران لگتی رہی ہے، تب کیا گیا کام ہے:

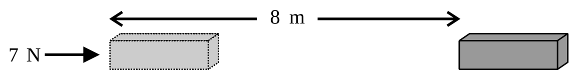
5N × 2m یا 10Nm یا 10J۔



شکل 11.2

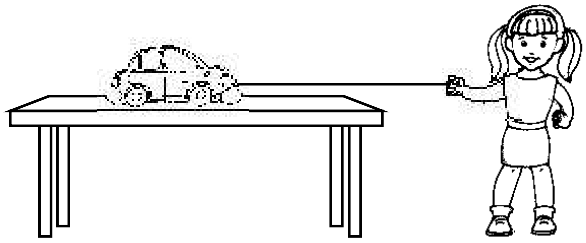
سوالات

1۔ ایک شے پر 7N کی قوت لگتی ہے۔ مان لیجیے کہ قوت کی سمت میں منتقلی 8m ہے (شکل 11.3)۔ ہم مان لیتے ہیں کہ یہ قوت پوری منتقلی کے دوران لگتی رہی ہے۔ اس صورت میں کیا گیا کام کتنا ہے؟



شکل 11.3

ایک اور ایسی صورت لیجیے جس میں قوت اور منتقلی یکساں سمت میں ہیں: ایک بچہ جو ایک کھلونا کار کو زمین کے متوازی کھینچ رہا ہے، جیسا کہ شکل 11.4 میں دکھایا گیا ہے۔ بچے نے کار کی منتقلی کی سمت میں ایک قوت لگائی ہے۔ اس صورت میں کیا گیا کام، قوت اور منتقلی کے حاصل ضرب کے مساوی ہوگا۔ ایسی صورتوں میں قوت کے ذریعے کیا گیا کام مثبت مانا جاتا ہے۔



شکل 11.4

ایک ایسی صورت لیجیے، جس میں ایک شے کی منتقلی بہ یک وقت دو قوتوں کے لگنے سے ہو رہی ہے اور ان میں سے ایک قوت F، منتقلی s کی

مخالف سمت میں لگ رہی ہے، یعنی کہ لگ رہی قوتوں کی سمتوں کے مابین 180° زاویہ ہے۔ ایسی صورت میں، وقت F کے ذریعے کیا گیا کام منفی (–Ve) مانا جاتا ہے اور منفی علامت کے ساتھ ظاہر کیا جاتا ہے۔ قوت F کے ذریعے کیا گیا کام ہے: $F \times (-s)$ یا $(-F \times s)$۔

مندرجہ بالا بحث سے یہ صاف ظاہر ہے کہ ایک قوت کے ذریعے کیا گیا کام یا تو مثبت ہوسکتا ہے یا منفی اسے سمجھنے کے لیے آیئے مندرجہ ذیل سرگرمی کریں۔

سرگرمی 11.4

- ایک شے کو اوپر اٹھایئے۔ آپ کے ذریعے شے پر لگائی گئی قوت کے ذریعے کام کیا گیا ہے۔ شے اوپر کی سمت میں حرکت کرتی ہے۔ آپ نے جو قوت لگائی، وہ منتقلی کی سمت میں ہے۔ لیکن، شے پر زمینی کشش کی قوت بھی لگ رہی ہے۔
- ان دونوں قوتوں میں سے کون سی قوت مثبت کام کررہی ہے؟
- کون سی قوت منفی کام کررہی ہے؟
- وجہ بتایئے۔

کیا گیا کام منفی ہے، جب قوت، منتقلی کی مخالف سمت میں لگتی ہے۔ کیا گیا کام مثبت ہے، جب قوت، منتقلی کی سمت میں لگتی ہے۔

مثال 11.2 ایک قلی 15 kg کا سامان زمین سے اٹھاتا ہے اور اسے اپنے سر پر، زمین سے 1.5 m اوپر رکھتا ہے۔ اس کے ذریعے سامان پر کیے گئے کام کا حساب لگایئے۔

حل:

سامان کی کمیت، m = 15kg، منتقلی s = 1.5m

کیا گیا کام $W = F \times s$

$= mg \times s$

$= 15\text{kg} \times 10\text{ m s}^{-2} \times 1.5\text{m}$

$= 225\text{kg m s}^{-2}\text{ m}$

$= 225\text{ N m} = 225\text{ J}$

کیا گیا کام 225J ہے۔

سوالات

1- ہم کب کہتے ہیں کہ کام کیا گیا؟

2- جن شے پر لگ رہی قوت، منتقلی کی سمت میں ہے تو کیے گئے کام کے لیے ریاضیاتی عبارت لکھیے۔

3- 1J کام کی تعریف کیجیے۔

4- ایک بیلوں کی جوڑی ایک ہل پر 140N کی قوت لگاتی ہے۔ جوتے جانے والا کھیت 15m لمبا ہے۔ کھیت کی پوری لمبائی کو جوتنے میں کتنا کام ہوگا؟

11.2 توانائی (Energy)

توانائی کے بغیر زندگی ناممکن ہے، توانائی کی مانگ مستقل بڑھ رہی ہے۔ ہم توانائی کہاں سے حاصل کرتے ہیں؟ ہمارے لیے سورج سب سے بڑا توانائی کا قدرتی وسیلہ ہے۔ ہمارے توانائی کے کئی وسائل سورج سے حاصل ہوتے ہیں۔ ہم ایٹموں کے نیوکلییس سے بھی توانائی حاصل کرسکتے ہیں، زمین کے اندرونی حصے اور لہروں سے بھی توانائی حاصل کرسکتے ہیں۔ کیا آپ توانائی کے دوسرے وسیلے بھی سوچ سکتے ہیں۔

سرگرمی 11.5

- توانائی کے کچھ وسیلوں کی فہرست اوپر دی گئی ہے۔ توانائی کے اور بھی کئی وسیلے ہیں۔
- اپنے ساتھیوں کے ساتھ چھوٹے گروپ بنایئے اور گروپ میں بحث کیجیے کہ کچھ وسیلے سورج کی دین ہیں۔
- کیا کچھ ایسے بھی توانائی کے وسیلے ہیں جو سورج کی دین نہیں ہیں؟

توانائی کا لفظ ہماری روزمرہ زندگی میں اکثر استعمال کیا جاتا ہے۔ لیکن سائنس میں ہم اسے ایک متعین اور مخصوص درست معنوں میں استعمال کرتے ہیں۔ آیئے مندرجہ ذیل مثالیں ملاحظہ کریں: جب ایک تیزی سے حرکت کرتی ہوئی کرکٹ کی گیند زمین میں گڑے ہوئے غیر متحرک وکٹ پر لگتی ہے تو وکٹ زمین سے نکل کر دور چلا جاتا ہے۔ اسی طرح، ایک شے کو جب کچھ اونچائی تک اٹھایا جاتا ہے تو اس میں کام کرنے کی صلاحیت پیدا

© NCERT not to be republished

ہو جاتی ہے۔ آپ نے ضرور دیکھا ہوگا کہ جب ایک ہتھوڑے کو کچھ اونچائی تک اٹھا کر لکڑی کے ٹکڑے پر رکھی ہوئی کیل پر مارتے ہیں تو وہ کیل کو تختے کے اندر گہرائی تک پہنچا دیتا ہے۔ آپ نے بچوں کو کھلونے میں چابی بھرتے بھی دیکھا ہوگا۔ (جیسے ایک کھلونا کار میں) اور پھر جب کھلونے کو فرش پر رکھا جاتا ہے، تو کھلونا حرکت کرنے لگتا ہے۔ جب ایک غبارے میں ہوا بھر دی جاتی ہے اور پھر ہم اسے دباتے ہیں، تو ہم دیکھتے ہیں کہ اس کی شکل کچھ تبدیل ہو جاتی ہے۔ جب تک ہم غبارے کو آہستہ سے احتیاط کے ساتھ دباتے ہیں، تو یہ قوت ہٹا لینے کے بعد غبارہ اپنی اصلی شکل پر واپس آ جاتا ہے۔ لیکن اگر ہم غبارہ کو بہت زیادہ زور سے دبائیں تو یہ پھٹ بھی سکتا ہے اور پھٹنے میں ایک زوردار آواز پیدا ہوتی ہے۔ ان تمام مثالوں میں، اشیاء، مختلف ذرائعوں سے، کام کرنے کی صلاحیت حاصل کر لیتی ہیں۔ ایک شے جو کام کرنے کی صلاحیت رکھتی ہے، کہا جاتا ہے کہ، اس میں توانائی ہے۔ وہ شے جو کام کرتی ہے، اس کی توانائی صرف ہوتی ہے اور جس شے پر کام کیا جاتا ہے، وہ توانائی حاصل کرتی ہے۔

ایک شے توانائی سے کام کیسے کرتی ہے؟ ایک شے جس میں توانائی ہے، دوسری شے پر قوت لگا سکتی ہے۔ جب ایسا ہوتا ہے تو پہلی شے سے توانائی دوسری شے میں منتقل ہو جاتی ہے۔ اس طرح دوسری شے اب ہو سکتا ہے حرکت کرے، کیونکہ اب اس نے توانائی حاصل کر لی ہے اور اس لیے کچھ کام کرے۔ اس کا مطلب ہے ہر شے جس میں توانائی ہے، کام کر سکتی ہے۔

اس لیے ایک شے کی توانائی اس کی کام کرنے کی صلاحیت کی شکل میں ناپی جاتی ہے۔ اس لیے توانائی کی اکائی بھی وہی ہے جو 'کام' کی ہے، یعنی کہ جول (J) – 1J وہ توانائی ہے جو 1J کام کرنے کے لیے درکار ہوتی ہے۔ کبھی کبھی توانائی کی اس سے بڑی اکائی، جسے کلو جول (kJ) کہتے ہیں، استعمال کی جاتی ہے۔ 1 کلو جول، 1000 جول کے مساوی ہے۔

11.2.1 توانائی کی شکلیں (Forms of Energy)

خوش قسمتی سے، ہم جس دنیا میں رہتے ہیں، وہ ہمیں مختلف شکلوں میں توانائی مہیا کرتی ہے۔ یہ مختلف شکلیں ہیں، مشینی توانائی (Mechanical Energy) [وضعی توانائی (Potential Energy)، اور حرکی توانائی (Kinetic Energy)]، حرارتی توانائی (Heat Energy)، کیمیائی توانائی (Chemical Energy)، برقی توانائی (Electrical Energy) اور روشنی کی توانائی (Light Energy)۔

اس پر غور کیجیے!

آپ کیسے جانیں گے کہ کوئی شے توانائی کی شکل ہے۔ اپنے دوستوں اور استاد سے بحث کیجیے۔

جیمس پریسکوٹ جول
(1818 — 1889)

جیمس پریسکوٹ جول ایک بہترین انگریز طبیعیات داں تھے۔ وہ اپنی برق اور حرکیات (Thermodynamics) کے میدانوں میں ریسرچ کے لیے خاص طور سے مشہور ہیں۔ دوسری چیزوں کے علاوہ انھوں نے برقی رو (Electrical Effect) کے حرارتی اثر کے لیے ایک قانون بنایا۔ انھوں نے توانائی کے بقا کے قانون کی تجربے کے ذریعے تصدیق کی اور حرارت کے مکانیکی مترادف کی قدر دریافت کی۔ توانائی اور کام کی اکائی، ان کے نام پر 'جول' رکھی گئی ہے۔

11.2.2 حرکی توانائی (Kenetic Energy)

سرگرمی 11.6

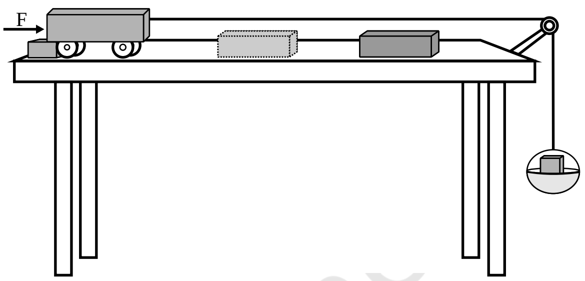
- ایک بھاری گیند لیجیے۔ لوہے کا گولا اچھا رہے گا۔ اسے ایک موٹی ریت کی تہہ پر گرائیے۔ اگر ریت گیلی ہو تو اور اچھا ہے۔ ریت کے اوپر تقریباً 25cm اونچائی سے یہ گولا گرائیے۔ گولا ایک گڈھا بنا دیتا ہے۔
- اسی سرگرمی کو گولے کو 50cm, 1m اور 1.5m کی اونچائی سے گرا کر دھرائیے۔
- ہر گڈھے پر نشان لگا دیجیے، جس سے پتہ چل جائے کہ وہ گولے کو کس اونچائی سے گرانے پر بنا تھا۔
- ان گڈھوں کی گہرائی کا مقابلہ کیجیے۔
- سب سے گہرا کون سا ہے؟
- سب سے کم گہرا کون سا ہے؟ کیوں؟

© NCERT not to be republished

- کس چیز نے گولے کو زیادہ گہرا گڈھا بنانے دیا؟
- بحث کیجیے اور تجزیہ کیجیے۔

سرگرمی 11.7

- تجرباتی سامان کو اس طرح ترتیب دیں، جیسے شکل 11.5 میں دکھایا گیا ہے۔
- معلوم کمیت کا ایک لکڑی کا گٹکا ٹرالی کے سامنے کچھ دوری پر رکھ دیں۔
- پلڑے میں ایک معلوم کمیت رکھیں۔



شکل 11.5

- ٹرالی آگے کی سمت میں حرکت کراتی ہے اور لکڑی کے گٹکے کو ٹکر مارتی ہے۔
- گٹکا اپنی جگہ سے منتقل ہو جاتا ہے۔ اس کا مطلب ہے ٹرالی کے ذریعے کام کیا گیا ہے، کیونکہ گٹکے نے توانائی حاصل کی ہے۔
- یہ توانائی کہاں سے آتی ہے؟
- کیے گئے کام کی پیمائش کیجیے۔ پلڑے میں رکھے وزن میں اضافہ کرتے ہوئے، اس تجربے کو کچھ مرتبہ دہرائیے۔
- اپنے نتائج کا جدول تیار کیجیے۔
- آپ جو ممکنہ نتائج اخذ کر سکتے ہوں، ان کی فہرست بنائیے۔
- اپنے تمام مشاہدات کی وضاحت کیجیے۔

اس سرگرمی میں حرکت کرتی ہوئی ٹرالی کام کرتی ہے، اس لیے اس میں توانائی ہے۔ ایک حرکت کرتی ہوئی شے کام کر سکتی ہے۔ ایک تیز رفتار سے حرکت کرتی ہوئی شے ایک متماثل (Identical) شے سے، جو اس کے مقابلے میں کم رفتار سے حرکت کر رہی ہو، زیادہ کام کر سکتی ہے۔ ایک حرکت کرتی ہوئی گولی، چلتی ہوئی ہوا، گھومتا ہوا پہیہ، تیز رفتار پتھر، کام کر سکتے ہیں۔ ایک گولی اپنے نشانے میں کیسے دھنس جاتی ہے؟ ہوا پن چکی کے پروں کو کیسے حرکت دیتی ہے؟ حرکت کرتی ہوئی اشیا میں توانائی ہوتی ہے۔ ہم اس توانائی کو حرکی توانائی کہتے ہیں۔

پیڑ سے گرتا ناریل، تیز رفتار کار، لڑھکتا ہوا پتھر، چلتی ہوئی ہوا، دوڑتا ہوا کھلاڑی، وغیرہ سب میں حرکی توانائی ہوتی ہے۔ مختصراً، حرکی توانائی وہ توانائی ہے، جو کسی شے میں اس کی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے۔ ایک شے کی حرکی توانائی میں اس کی چال میں اضافے کے ساتھ، اضافہ ہوتا ہے۔

ایک حرکت کرتی ہوئی شے کی کتنی توانائی اس کی حرکت کی وجہ سے ہوتی ہے؟ تعریف کے مطابق، ہم کہتے ہیں کہ ایک مخصوص رفتار سے حرکت کرتی ہوئی ایک شے کی حرکی توانائی اس کیے گئے کام کے مساوی ہے جو اسے وہ رفتار اختیار کرانے کے لیے کیا جاتا ہے۔

آیئے اب ایک شے کی حرکی توانائی کو ایک مساوات کی شکل میں ظاہر کریں۔ مان لیجیے کہ ایک m کمیت کی شے یکساں رفتار u سے حرکت کر رہی ہے۔ فرض کیجیے کہ ایک مستقلہ قوت F، لگاتے ہے، جو اس کی منتقلی کی سمت میں ہے، یہ فاصلہ s سے منتقل ہو جاتی ہے۔ مساوات (11.1) سے، کیا گیا کام W ہے Fs:- شے پر کیا گیا کام اس کی رفتار تبدیل کر دے گا۔ فرض کیجیے اس کی رفتار u سے تبدیل ہو کر v ہو جاتی ہے۔ فرض کیجیے پیدا ہوا اسراع a ہے۔

حصہ 8.5 میں، ہم نے حرکت کی تین مساواتیں بڑھی تھیں۔ وہ رشتہ جو آغازی رفتار (u)، اور اختتامی رفتار (v) کو ایک یکساں اسراع 'a' کے ساتھ حرکت کرتی ہوئی شے کے ذریعے طے کیے گئے فاصلے 's' سے منسلک کرتا ہے:

$$v^2 = u^2 + 2as \qquad (8.7)$$

اس سے ملتا ہے

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \qquad (11.2)$$

حصہ (9.4) سے، ہم جانتے ہیں $F = ma$، اس لیے مساوات (11.2) کو مساوات (11.1) میں استعمال کرتے ہوئے، ہم قوت F کے ذریعے کیا گیا کام لکھ سکتے ہیں:

$$W = ma \times \left(\frac{v^2 - u^2}{2a}\right) \qquad (11.3)$$

© NCERT not to be republished

یا

$$W = \frac{1}{2}m\left(v^2 - u^2\right)$$

اگر شے اپنی حالت سکون سے چلنا شروع کرتی ہے، یعنی کہ $u = 0$،

تب

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (11.4)$$

یہ ظاہر ہے کہ کیا گیا کام، شے کی حرکی توانائی میں آئی تبدیلی کے مساوی ہے۔ اگر $u = 0$ ہے، تو کیا گیا کام $\frac{1}{2}mv^2$ کے مساوی ہوگا۔ اس لیے ایک شے کی حرکی توانائی، جس کی کمیت m ہے اور جو یکساں رفتار v سے حرکت کررہی ہے، ہوگی:

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \qquad (11.5)$$

مثال 11.3 15kg کمیت کی ایک شے، $4\ \mathrm{m\,s^{-1}}$ کی یکساں رفتار سے حرکت کررہی ہے۔ اس شے کی حرکی توانائی کیا ہوگی؟

حل:

m شے کی کمیت = 15 kg

v شے کی رفتار = $4\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 15\mathrm{kg} \times 4\mathrm{ms^{-1}} \times 4\mathrm{ms^{-1}} = 120\ \mathrm{J}$$

شے کی حرکی توانائی 120 J ہے۔

مثال 11.4 اگر ایک کار کی کمیت 1500kg ہے، تو اس کی رفتار کو $30\mathrm{kmh^{-1}}$ سے بڑھا کر $60\mathrm{kmh^{-1}}$ کرنے کے لیے، کتنا کام کرنا ہوگا؟

حل:

m کار کی کمیت = 1500 kg

u کار کی آغازی رفتار = $30\mathrm{km\,h^{-1}}$

$$= \frac{30 \times 1000\mathrm{m}}{60 \times 60\mathrm{s}}$$

اسی طرح $= 8.33\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

v کار کی اختتامی رفتار $= 60\ \mathrm{km\,h^{-1}}$

$= 16.67\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

اس لیے،

کار کی آغازی حرکی توانائی

$$E_{Ki} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 1500\mathrm{kg} \times \left(8.33\ \mathrm{m\,s^{-1}}\right)^2$$

$$= 52041.68\ \mathrm{J}$$

کار کی اختتامی حرکی توانائی

$$E_{Kf} = \frac{1}{2} \times 1500\mathrm{kg} \times \left(16.67\ \mathrm{m\,s^{-1}}\right)^2$$

$$= 208416.68\mathrm{J}$$

کیا گیا کام = حرکی توانائی میں تبدیلی

$$= E_{Kf} - E_{Ki}$$

$$= 156375\ \mathrm{J}$$

سوالات

1۔ ایک شے کی حرکی توانائی کیا ہے؟

2۔ ایک شے کی حرکی توانائی کے لیے ریاضیاتی عبارت لکھیے۔

3۔ کمیت m کی ایک شے، جو $5\mathrm{ms^{-1}}$ کی رفتار سے حرکت کررہی ہے، اس کی حرکی توانائی 25J ہے۔ اس کی حرکی توانائی کیا ہوگی اگر اس کی رفتار دگنی کردی جائے؟ اس کی حرکی توانائی کیا ہوگی اگر اس کی رفتار 3 گنی کردی جائے؟

11.2.3 وضعی توانائی (Potential Energy)

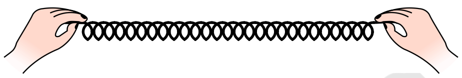
سرگرمی 11.8

- ایک ربر بینڈ لیجیے۔
- اس کا ایک سرا پکڑیے اور دوسرا سرا کھینچیے۔

- ایک طرف کا سرا چھوڑ دیجیے۔
- کیا ہوتا ہے؟
- بینڈ اپنی اصلی لمبائی دوبارہ حاصل کرنے کی کوشش کرتا ہے۔اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ کھینچی ہوئی شکل میں بینڈ نے توانائی حاصل کر لی ہے۔
- بینڈ کھینچے جانے پر توانائی کیسے حاصل کرتا ہے؟

سرگرمی 11.9

- ایک سلنکی (Slinky) لیجیے۔
- ایک دوست سے کہیے کہ وہ اس کا ایک سرا پکڑ لے۔ آپ دوسرا سرا اپنے ہاتھ میں پکڑیے اور اپنے دوست سے دور جائیے۔اب آپ سلنکی چھوڑ دیجیے۔



- کیا ہوتا ہے؟
- کھنچے ہونے پر سلنکی توانائی کیسے حاصل کر لیتی ہے؟
- کیا سلنکی دبی ہونے پر بھی توانائی حاصل کرے گی؟

سرگرمی 11.10

- ایک کھلونا کار لیجیے۔اس میں چابی بھریے۔
- کار کو زمین پر چھوڑ دیجیے۔
- کیا یہ حرکت کرتی ہے؟
- اس نے توانائی کہاں سے حاصل کی؟
- کیا حاصل کی ہوئی توانائی چابی گھمائے جانے کی تعداد پر منحصر ہے؟
- آپ اس کی جانچ کیسے کر سکتے ہیں؟

سرگرمی 11.11

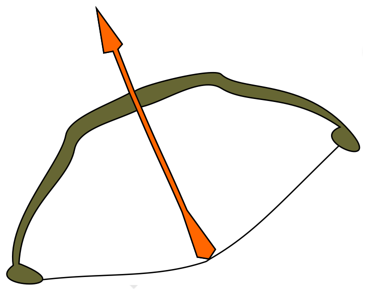
- ایک شے کو کچھ اونچائی تک اوپر اٹھائیے۔اب یہ شے کام کر سکتی ہے۔چھوڑے جانے پر یہ نیچے گرنا شروع کر دیتی ہے۔
- اس کا مطلب ہے کہ اب اس نے کچھ توانائی حاصل کر لی ہے۔ زیادہ اونچے مقاموں پر سے گرائے جانے پر یہ زیادہ کام کر سکتی ہے، اس کا مطلب ہے۔ کہ یہ زیادہ اونچے مقام پر زیادہ توانائی حاصل کرتی ہے۔
- یہ توانائی کہاں سے حاصل کرتی ہے؟ غور کیجیے اور بحث کیجیے۔

مندرجہ بالا صورتوں میں، شے پر کیے گیے کام کی وجہ سے توانائی ذخیرہ ہو جاتی ہے۔ایک شے کو منتقل کی گئی توانائی، اگر شے کی رفتار یا چال میں تبدیلی لانے میں استعمال نہیں کی جائے تو یہ بطور وضعی توانائی (Potential Energy) شے میں ذخیرہ (جمع) ہو جاتی ہے۔ شے کام کرنے کے لیے، وضعی توانائی حاصل کر لیتی ہے۔

جب آپ ربر بینڈ کو کھینچتے ہیں تو آپ توانائی منتقل کرتے ہیں۔ بینڈ کو منتقل کی گئی توانائی، اس کی وضعی توانائی ہے۔آپ کھلونا کار کی چابی گھمانے میں کام کرتے ہیں۔ کار کے اندر لگے اسپرنگ کے اندر یہ وضعی توانائی کی شکل میں اکٹھا ہو جاتی ہے۔ایک شے کی وضعی توانائی وہ توانائی ہے جو شے میں اس کے مقام یا اس کی شکل کی وجہ سے ہوتی ہے۔

سرگرمی 11.12

- ایک بانس لیجیے اور اسے کمان کی شکل میں، جیسا شکل 11.6 میں دکھایا گیا ہے، موڑ لیجیے۔
- اس میں ایک ہلکی چھڑ سے بنا ہوا ایک تیر اس طرح رکھیے کہ تیر کا ایک سرا کھینچی ہوئی ڈوری پر رکا رہے۔
- اب ڈوری کو کھینچیے اور تیر کو چھوڑ دیجیے۔اب دیکھیے کہ تیر کیسے کمان سے تیزی سے نکلتا ہے۔
- کمان کی شکل میں آئی تبدیلی کو نوٹ کیجیے۔
- شکل کی تبدیلی کی وجہ سے کمان میں جمع ہوئی وضعی توانائی، تیر کو باہر پھینکنے کی شکل میں، تیر کو حرکی توانائی دینے میں استعمال ہوتی ہے۔



شکل 11.6 ایک تیر اور کمان کی کھینچی ہوئی ڈوری

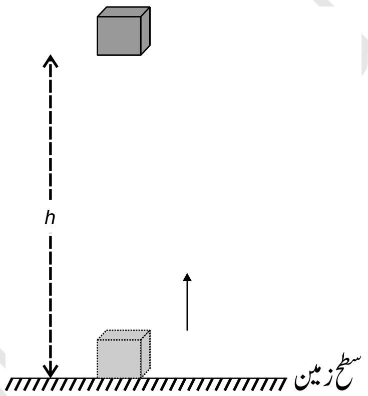
© NCERT be republished

11.2.4 ایک بلندی پر شے کی وضعی توانائی (Potential Energy of an Object at a Height)

ایک شے کو جب ایک اونچائی تک اٹھایا جاتا ہے، تو اس کی توانائی بڑھ جاتی ہے۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کیونکہ اونچائی تک اوپر اٹھانے میں، زمینی کشش کے خلاف، کام کیا جاتا ہے۔ اس قسم کی شے میں موجود توانائی، مادی کشش کی وضعی توانائی (Gravitational Potential Energy) ہے۔

ایک شے کی مادی کشش کی وضعی توانائی کی، زمین سے اوپر ایک نقطے پر، تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ وہ کیا گیا کام ہے جو شے کو زمین سے اس نقطے تک، زمینی کشش کے خلاف، اٹھانے میں کیا جاتا ہے۔

ایک بلندی پر شے کی مادی کشش کا وضعی توانائی، کی ریاضیاتی عبارت حاصل کرنا آسان ہے۔



شکل 11.7

کمیت m کی ایک شے لیجیے۔ فرض کیجیے اس کو سطح زمین سے h اونچائی تک اٹھایا جاتا ہے۔ ایسا کرنے کے لیے ایک قوت درکار ہوگی۔ وہ کم سے کم قوت جو شے کو اٹھانے کے لیے چاہیے، شے کے وزن mg کے مساوی ہے۔ شے جو توانائی حاصل کرتی ہے، وہ اس پر کیے گئے کام کے مساوی ہوتی ہے۔ فرض کیجیے زمینی کشش کے خلاف شے پر کیا گیا کام W ہے۔ یعنی کہ،

کیا گیا کام W = منتقلی × قوت

$= mg \times h$

$= mgh$

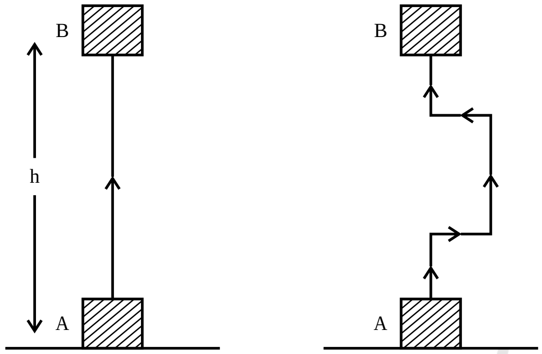
کیونکہ شے پر کیا گیا کام mgh کے مساوی ہے، اس لیے شے mgh اکائیوں کے مساوی توانائی حاصل کرتی ہے۔ یہ شے کی وضعی توانائی ہے۔

$$E_p = mgh \qquad (11.6)$$

اپنے ذہن پر زور دیجیے

ایک دی ہوئی بلندی پر ایک شے کی وضعی توانائی سطح زمین پر یا آپ کی منتخب کی ہوئی صفر سطح پر منحصر ہے۔ ایک دیے ہوئے مقام پر ایک شے کی وضعی توانائی ایک سطح کے حوالے سے کچھ ہو سکتی ہے اور دوسری سطح کے حوالے سے کچھ اور ہو سکتی ہے۔

یہ نوٹ کرنا کارآمد ہے کہ زمینی کشش کے ذریعے کیا گیا کام کے آغازی اور اختتامی مقاموں کی بلندیوں کے فرق پر منحصر ہے اور اس راستے پر منحصر نہیں ہے جس پر شے کو حرکت دی گئی ہے۔ شکل 11.8 میں ایک ایسی صورت دکھائی گئی ہے جس میں ایک شے مقام A سے مقام B تک اوپر اٹھائی جاتی ہے اور دو مختلف راستے اختیار کیے جاتے ہیں۔ فرض کیجیے h=AB اور دونوں صورتوں میں شے پر کیا گیا کام mgh ہے۔



شکل 11.8

مثال 11.5 ایک شے سطح زمین سے 6m اوپر ہے۔ اس کی کمیت 10kg ہے۔ اس میں موجود توانائی معلوم کیجیے۔ دیا ہے:

$g = 9.8\ m\ s^{-1}$

حل:

شے کی کمیت m = 10 kg

منتقلی (اونچائی) h = 6m

زمینی کشش اور اسراع a = $9.8\ m\ s^{-2}$

مساوات 11.6 سے:

وضعی توانائی = mgh

$= 10\ kg \times 9.8\ m\ s^{-2} \times 6m$

= 588 J وضعی توانائی 588 J ہے۔

© NCERT not to be rep

مثال 11.6: 12 kg کمیت کی ایک شے سطح زمین سے کچھ اونچائی پر رکھی ہے۔ اگر شے کی وضعی توانائی J 480 ہے تو معلوم کیجیے کہ سطح زمین کی مناسبت سے وہ کتنی اونچائی پر ہے۔ دیا ہے $g = 10\,m\,s^{-2}$

حل:

m شے کی کمیت = 12 kg، E_p وضعی توانائی = 480 J

$$E_p = mgh$$

$$480\,J = 12\,kg \times 10\,m\,s^{-2} \times h$$

$$h = \frac{(480\,J)}{120\,kg\,m\,s^{-2}}$$

$$= 4m$$

شے، 4m کی اونچائی پر ہے۔

11.2.5 کیا توانائی کی مختلف شکلیں آپس میں تبدیل کی جاسکتی ہیں؟ (Are Various Energy Forms Interconvertible)

کیا ہم توانائی کو ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کر سکتے ہیں؟ ہم قدرت میں ایسی ان گنت مثالیں دیکھتے ہیں جن میں توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہوتی ہے۔

سرگرمی 11.13

- چھوٹے چھوٹے گروپ بنا کر بیٹھیے۔
- قدرت میں توانائی کی تبدیلی کے مختلف طریقوں پر بحث کیجیے۔
- ان سوالوں پر اپنے گروپ میں بحث کیجیے:
  (a) ہرے پودے اپنا کھانا کیسے بناتے ہیں؟
  (b) وہ اپنے لیے توانائی کہاں سے حاصل کرتے ہیں؟
  (c) ایندھن، جیسے کوئلہ اور پیٹرول کیسے بنتے ہیں؟
  (d) آبی دور کو برقرار رکھنے کے لیے کس قسم کی توانائی تبدیلیاں ہوتی ہیں؟

سرگرمی 11.14

- کئی انسانی عملوں میں اور آلات ہم استعمال کرتے ہیں ان میں ایک شکل سے دوسری شکل میں توانائی کی تبدیلی شامل ہوتی ہے۔
- ایسے عملوں اور آلات کی فہرست تیار کیجیے۔
- ہر عمل/آلے میں نشاندہی کیجیے کہ کس قسم کی توانائی تبدیلی ہو رہی ہے۔

11.2.6 توانائی کی بقا کا قانون (Law of Conservation of Energy)

سرگرمی 11.13 اور سرگرمی 11.14 میں ہم نے سیکھا کہ توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کی جاسکتی ہے۔ اس عمل کے دوران اور اس کے بعد ایک نظام کی کل توانائی پر کیا اثر پڑتا ہے؟ جب بھی توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہوتی ہے، کل توانائی، تبدیل نہیں ہوتی۔ یہ توانائی کی بقا کا قانون ہے۔ اس قانون کے مطابق، توانائی کو صرف ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کیا جاسکتا ہے، اسے نہ پیدا کیا جاسکتا ہے اور نہ فنا کیا جاسکتا ہے۔ تبدیلی سے پہلے اور تبدیلی کے بعد، کل توانائی یکساں رہتی ہے۔ توانائی کی بقا کا قانون تمام صورتوں میں اور ہر قسم کی تبدیلیوں کے لیے درست ہے۔

ایک سادہ مثال لیجیے۔ فرض کیجیے m کمیت کی ایک شے کو اونچائی h سے آزادانہ گرایا جاتا ہے۔ شروع میں، وضعی توانائی mgh ہے اور حرکی توانائی صفر ہے۔ حرکی توانائی صفر کیوں ہے؟ یہ اس لیے صفر ہے کیونکہ شے کی رفتار صفر ہے۔ اس لیے شے کی کل توانائی mgh ہے۔ جیسے جیسے یہ نیچے گرے گی، اس کی وضعی توانائی، حرکی توانائی میں تبدیل ہوتی جائے گی۔ اگر ایک دیے ہوئے لمحہ وقت پر اس کی رفتار v ہے، تو حرکی توانائی $\frac{1}{2}mv^2$ ہوگی۔ جیسے جیسے شے کا گرنا جاری رہے گا، اس کی وضعی توانائی کم ہوتی جائے گی اور حرکی توانائی بڑھتی جائے گی۔ جب شے بالکل زمین پر پہنچنے والی ہوگی، $h = 0$ اور v کی قدرت سب سے زیادہ ہوگی۔ اس لیے حرکی توانائی سب سے زیادہ اور وضعی توانائی سب سے کم ہوگی۔ لیکن ہر نقطہ پر وضعی توانائی اور حرکی توانائی کا حاصل جمع یکساں ہوگا۔ ایک شے کی حرکی توانائی اور وضعی توانائی کا حاصل جمع اس کی میکانیکی توانائی کہلاتا ہے)۔ یعنی کہ

© NCERT not to be republished

مستقلہ = حرکی توانائی + وضعی توانائی

$$\text{مستقلہ} = \frac{1}{2}mv^2 + mgh \qquad (11.7)$$

ہم پاتے ہیں کہ ایک شے کے آزادانہ گرنے کے دوران، اس کے راستے کے کسی بھی نقطے پر، وضعی توانائی میں آئی کمی، مساوی مقدار کے حرکی توانائی میں اضافے کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔ (یہاں شے کی حرکت پر ہوا کے رگڑ کے اثر کو نظر انداز کردیا گیا ہے)۔ اس طرح، مادی کشش وضعی توانائی کی حرکی توانائی میں لگا تار تبدیلی ہوتی رہتی ہے۔

سرگرمی 11.15

- 4m اونچائی سے ایک 20kg کمیت کی شے گرائی جاتی ہے۔ مندرجہ ذیل جدول میں، ہر صورت میں وضعی توانائی اور حرکی توانائی کا حساب لگا کر، خالی جگہوں کو بھریے۔

اونچائی، جس پر شے کا مقام ہے m	وضعی توانائی $(E_p = mgh)$ J	حرکی توانائی $(E_k = mv^2/2)$ J	$E_p + E_k$ J
4			
3			
2			
1			
زمین کے بالکل نزدیک			

- حسابات کو سادہ بنانے کے لیے g کی قیمت $10\,m\,s^{-2}$ لیجیے۔

اس پر غور کیجیے!

کیا ہوتا اگر قدرت میں توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل نہیں ہوسکتی ہوتی؟ ایک خیال یہ ہے کہ توانائی کی تبدیلی کے بغیر زندگی ممکن نہیں ہوتی۔ کیا آپ اس سے اتفاق کرتے ہیں؟

11.3 کام کرنے کی شرح
(Rate of Doing Work)

کیا ہم سب ایک ہی شرح سے کام کرتے ہیں؟ کیا مشینیں ایک ہی شرح پر توانائی کا استعمال اور توانائی کی منتقلی کرتی ہیں؟ وسیلے جو توانائی منتقل کرتے ہیں، مختلف شرحوں پر کام کرتے ہیں۔ آیئے اسے مندرجہ ذیل سرگرمی سے سمجھیں۔

سرگرمی 11.16

- مان لیجیے دو بچے A اور B ہیں۔ ہم مان لیتے ہیں ان کے وزن یکساں ہیں۔ دونوں الگ الگ ایک رسی پر چڑھنا شروع کرتے ہیں۔ دونوں 8m اونچائی تک چڑھتے ہیں۔ فرض کیجیے اس کام کو کرنے میں A 15 سیکنڈ لیتا ہے اور B کو 20 سیکنڈ لگتے ہیں۔
- دونوں میں سے ہر ایک کے ذریعے کیا گیا کام کتنا ہے؟
- کیا گیا کام یکساں ہے۔ لیکن A نے کام کرنے میں B سے کم وقت لیا ہے۔
- ایک دیے ہوئے وقفہ وقت، مان لیجیے 1 سیکنڈ میں کسی نے زیادہ کام کیا؟ وہ A ہے یا B۔

ایک زیادہ طاقت در شخص ایک کام کو مقابلتاً کم وقت میں کرسکتا ہے۔ A زیادہ طاقتور گاڑی مقابلتاً کم طاقتور گاڑی سے کم وقت میں ایک سفر پورا کرسکتی ہے۔ ہم موٹر سائیکل، موٹر کار جیسی مشینوں کے پاور (طاقت) کی بات کرتے ہیں۔ ان کی اس درجہ بندی کی بنیاد وہ رفتار ہے، جس سے یہ سواریاں توانائی تبدیل کرتی ہیں یا کام کرتی ہیں۔ طاقت (Power) کیے گیے کام کی رفتار ناپتی ہے، یعنی کہ کام کتنی تیزی سے یا آہستہ سے ہوا۔ پاور کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ پاور کام کرنے کی شرح ہے یا پاور توانائی منتقل کرنے کی شرح ہے۔ اگر ایک وسیلہ وقت t میں W کام کرتا ہے، تو پاور دی جاتی ہے:

$$\text{پاور} = \frac{\text{کام}}{\text{وقت}}$$

$$p = \frac{w}{t} \qquad (11.8)$$

پاور کی اکائی واٹ (Watt) ہے James Watt 1936-1819 کے اعزاز میں اس کی علامت W ہے۔ 1 واٹ اس وسیلہ کی پاور ہے جو 1 جول فی سیکنڈ کی شرح سے کام کرتا ہے ہم یہ بھی کہہ سکتے ہیں کہ پاور 1W ہے اگر توانائی کے استعمال کی شرح $1Js^{-1}$ ہو۔

1 واٹ = 1 جول/سیکنڈ

یا

$$1W = 1Js^{-1}$$

ہم توانائی منتقلی کی بڑی شرحوں کو کلوواٹ (kW) میں ظاہر کرتے ہیں۔

1 (کلوواٹ) = 1000 واٹ

$$1\ RW = 1000\ W$$

$$1\ RW = 1000Js^{-1}$$

پہلے پاور ایک اور اکائی میں ناپی جاتی تھی، جسے ہارس پاور (Horse Power) کہتے ہیں

1 ہارس پاور = 746 واٹ

ایک وسیلہ کی پاور وقت کے ساتھ تبدیل ہوسکتی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ وسیلہ مختلف وقفہ اوقات میں مختلف شرحوں کے ساتھ کام کر رہا ہے۔ اس لیے اوسط پاور کا تصور کارآمد ہے۔ ہم اوسط پاور حاصل کرنے کے لیے کل استعمال ہوئی توانائی کو لیے گیے کل وقت سے تقسیم کر دیتے ہیں۔

مثال 11.7 دو لڑکیاں، جن میں سے ہر ایک کا وزن 400 N ہے، ایک رسی پر 8m کی اونچائی تک چڑھتی ہیں۔ ہم ایک لڑکی کا نام A اور دوسری کا B رکھ دیتے ہیں اس کام کو پورا کرنے میں لڑکی A کو 20s لگتے ہیں، جبکہ لڑکی B، 50s لیتی ہے۔ دونوں کے ذریعے صرف کی گئی پاور کتنی ہے؟

حل:

(i) لڑکی A کے ذریعے صرف کی گئی پاور

لڑکی کا وزن mg = 400 N

منتقلی (اونچائی) h = 8m

لیا گیا وقت t = 20s

مساوات 11.8 سے:

پاور p = کیا گیا کام/لیا گیا وقت

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400\,N \times 8M}{20s}$$

$$= 160\ W$$

(ii) لڑکی B کے ذریعے صرف کی گئی پاور

لڑکی کا وزن mg = 400 N

منتقلی (اونچائی) h = 8m

لیا گیا وقت t = 50s

پاور p = $\frac{mgh}{t}$

$$= \frac{400\,N \times 8m}{50s} = 64W$$

لڑکی A کے ذریعے صرف کی گئی پاور 160W ہے، لڑکی B کے ذریعے صرف کی گئی پاور 64W ہے۔

مثال 11.8 50kg کمیت کا ایک لڑکا 45 سیڑھیوں کے ایک زینے پر 9 سیکنڈ میں چڑھتا ہے۔ اگر ہر سیڑھی کی اونچائی 15cm ہے تو اس کی پاور معلوم کیجیے۔ $g = 10m\,s^{-2}$ لیجیے۔

حل:

لڑکے کا وزن (mg) = $50\,kg \times 10\,m\,s^{-2}$

$$= 500\ N$$

زینے کی اونچائی (h) = $45 \times \frac{15}{100} m$

$$= 6.75\ m$$

چڑھنے میں لگنے والا وقت (t) = 9s

مساوات 11.8 سے:

پاور p = کیا گیا کام / لگنے والا وقت

$$= \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{500N \times 6.75\,m}{9s}$$

$$= 375\ W$$

پاور $375\ W$ ہے۔

© NCERT not to be republished

سوالات

1۔ پاور کیا ہے؟

2۔ $1 W$ کی پاور کی تعریف کیجیے۔

3۔ ایک لیمپ برقی توانائی کے $1000 J$، $10 s$ میں صرف کرتا ہے۔اس کی پاور کیا ہے؟

4۔ اوسط پاور کی تعریف کیجیے۔

11.3.1 توانائی کی کاروباری اکائی

(Commercial Unit of Energy)

اکائی جول بہت چھوٹی ہے اس لیے توانائی کی بڑی مقداروں کو ظاہر کرنے کے لیے مناسب نہیں ہے۔ہم اکائی کی ایک بڑی اکائی استعمال کرتے ہیں جوکلو واٹ آور (گھنٹہ) (KWh) کہلاتی ہے۔ایک 1KWh کیا ہے؟ مان لیجیے ایک مشین ہے جو ہر 1 سیکنڈ میں 1000J توانائی استعمال کرتی ہے۔اگر یہ مشین مستقل 1 گھنٹے تک استعمال کی جائے، تو یہ 1KWh توانائی استعمال کرے گی۔اس لیے 1KWh وہ توانائی ہے جو ایک گھنٹے میں $1000 Js^{-1}$ کی شرح سے استعمال ہوتی ہے۔

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ RW} \times 1h$$

$$= 1000\ W \times 3600\ s$$

$$= 3600000 \text{ J}$$

$$1 \text{ RWh} = 3.6 \times 10^{6} \text{ J}$$

گھروں، کارخانوں اور تجارتی اداروں میں استعمال ہونے والی توانائی، عام طور سے کلو واٹ گھنٹے میں ظاہر کی جاتی ہے۔مثال کے طور پر ایک مہینے میں گھر میں استعمال ہونے والی برقی توانائی (بجلی) 'یونٹ' میں ظاہر کی جاتی ہے۔1 یونٹ کا مطلب ہے 1 کلوواٹ گھنٹہ۔

مثال 11.9 60W کا ایک بجلی کا بلب 6h روزانہ جلایا جاتا ہے۔ ایک دن میں بلب کے ذریعے استعمال کی گئی توانائی کی ''یونٹوں'' کا حساب لگایئے۔

حل:

بجلی کے بلب کی پاور = $60\ W$

$= 0.06$ kW

t، استعمال کیے جانے والا وقت= $6h$

توانائی = پاور × وقت

$= 0.06 \text{ kW} \times 6h$

$= 0.36 \text{ kW } h$

= 0.36''یونٹ''

بلب کے ذریعے استعمال کی گئی توانائی 0.36''یونٹ'' ہے۔

سرگرمی 11.17

- آپ کے گھر کے برقی سرکٹ میں جو بجلی کا میٹر لگا ہے، اسے غور سے دیکھیے اور اس کے تمام حصوں کا مطالعہ کیجیے۔
- روزانہ صبح 6.30 بجے اور شام 6.30 بجے میٹر کی ریڈنگ نوٹ کیجیے۔
- دن کے وقت میں کتنی 'یونٹ' استعمال ہو رہی ہیں؟
- رات میں کتنی 'یونٹ' استعمال ہو رہی ہیں؟
- یہ سرگرمی تقریباً ایک مہینے تک کریں۔
- اپنے مشاہدات کا جدول تیار کریں۔
- ماہانہ بجلی کے بل میں دی ہوئی تفصیلات سے اپنے مشاہدات کا موازنہ کریں۔

© NCERT not to be republished

آپ نے کیا سیکھا

- ایک شے پر کیے گئے کام کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ قوت کی عددی قدر اور شے کے ذریعے، لگائی گئی قوت کی سمت میں، طے کیے گئے فاصلے کے حاصل ضرب کے مساوی ہے۔ کام کی اکائی جول ہے:

  میٹر 1 × نیوٹن 1 = جول 1

- ایک قوت کے ذریعے ایک شے پر کیا گیا کام صفر ہوگا اگر شے کی منتقلی 's' : $s = 0$ ہے۔
- ایک شے جس میں کام کرنے کی صلاحیت ہے، کہا جاتا ہے کہ اس میں توانائی ہے۔ توانائی کی وہی اکائی ہے جو کام کی ہے۔
- ایک شے جو حرکت کر رہی ہے اس میں حرکت کی وجہ سے جو توانائی ہوتی ہے اسے حرکی توانائی کہتے ہیں۔ کمیت m کی ایک شے اگر رفتار v سے حرکت کر رہی ہو تو اس کی حرکی توانائی: $\frac{1}{2}mv^2$ ہوگی۔
- کسی شے میں جو توانائی اس کے مقام یا شکل کی وجہ سے ہوتی ہے، وضعی توانائی کہلاتی ہے۔ m کمیت کی ایک شے کو اگر سطح زمین سے h اونچائی تک اٹھایا جائے تو اس کی وضعی توانائی دی جاتی ہے: mgh
- توانائی کی بقا کے قانون کے مطابق، توانائی صرف ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کی جاسکتی ہے، اسے نہ تخلیق کیا جا سکتا ہے اور نہ ہی فنا کیا جا سکتا ہے۔ تبدیلی سے پہلے اور تبدیلی کے بعد، کل توانائی ہمیشہ مستقلہ رہتی ہے۔
- توانائی قدرت میں مختلف شکلوں میں پائی جاتی ہے، جیسے حرکی توانائی، وضعی توانائی، حرارتی توانائی، کیمیائی توانائی وغیرہ۔ ایک شے کی حرکی اور وضعی توانائیوں کا حاصل جمع اس کی میکانیکی توانائی کہلاتا ہے۔
- پاور کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ کام کرنے کی شرح ہے۔ پاور کی s1 اکائی واٹ ہے $1 W = 1 J / s$
- ایک گھنٹے میں $1000 Js^{-1}$ کی شرح سے استعمال ہونے والی توانائی 1 KWh کہلاتی ہے۔

© NCERT not to be republished

مشق

1۔ نیچے فہرست میں دی ہوئی سرگرمیوں پر نظر ڈالیے۔ اصطلاح ''کام'' کی اپنی سمجھ کے مطابق دلیل دیجیے کہ کام کیا گیا ہے یا نہیں۔

- سما ایک تالا میں تیر رہی ہے۔
- ایک گدھا اپنی پیٹھ پر بوجھ رکھے ہوئے ہے۔
- ایک پن چکی کنویں سے پانی کھینچ رہی ہے۔
- ایک ہرا پودا ضیائی تالیف (Photosynthesis) کا عمل کر رہا ہے۔
- ایک انجن ایک ریل گاڑی کو کھینچ رہا ہے۔
- ایک بادبانی کشتی ہوا کی توانائی کی وجہ سے حرکت کر رہی ہے۔

2۔ ایک شے جو زمین سے کسی زاویے کے ساتھ پھینکی جاتی ہے، انحنائی راستے (Curved Path) پر حرکت کرتی ہے اور زمین پر واپس گر جاتی ہے۔ شے کے راستے کے آغاز وں اور اختتامی نقطے ایک ہی خط مستقیم میں ہیں۔ زمینی کشش کی قوت کے ذریعے شے پر کیا گیا کام کتنا ہے۔

3۔ ایک بیٹری سے ایک بلب جلایا جاتا ہے۔ اس عمل میں شامل توانائی کی تبدیلیوں سے بحث کیجیے۔

4۔ 20kg کی ایک کمیت پر ایک مخصوص قوت کام کرتے ہوئے اس کی رفتار $5 \, m \, s^{-1}$ سے $2 \, m \, s^{-1}$ کر دیتی ہے۔ قوت کے ذریعے کیے گیے کام کا حساب لگایئے۔

5۔ 10kg کی ایک کمیت ایک میز پر نقطہ A پر ہے۔ اسے نقطہ B تک حرکت دی جاتی ہے۔ اگر A اور B کو ملانے والا خط، افقی ہے، تو مادی کشش کی قوت کے ذریعے شے پر کیا گیا کام کتنا ہے؟ اپنے جواب کی وضاحت کیجیے۔

6۔ آزادانہ گرتی ہوئی ایک شے کی وضعی توانائی بتدریج کم ہوتی رہتی ہے۔ کیا یہ توانائی کی بقا کے قانون کی خلاف ورزی ہے؟ کیوں؟

7۔ جب آپ سائیکل چلاتے ہیں، تو کون سی توانائی کی مختلف تبدیلیاں ہوتی ہیں؟

8۔ کیا جب آپ ایک بڑی چٹان کو اپنی پوری قوت سے دھکیلتے ہیں، لیکن اسے ہلا نہیں پاتے تو توانائی کی تبدیلی ہوتی ہے؟ جو توانائی آپ صرف کرتے ہیں، وہ کہاں جاتی ہے؟

9۔ ایک گھر میں ایک مہینے میں توانائی کی 250 'یونٹ' استعمال ہوتی ہیں۔ یہ توانائی 'جول' میں کتنی ہے؟

10۔ 40kg کمیت کی ایک شے سطح زمین سے 5m اوپر اٹھائی جاتی ہے۔ اس کی وضعی توانائی کتنی ہے؟ اگر شے کو گرنے دیا جائے تو اس کی حرکی توانائی اس نقطے پر معلوم کیجیے، جب وہ آدھا راستہ طے کرتی ہے۔

© NCERT not to be republished

11۔ زمین کے گرد چکر لگاتے ہوئے سیارچے پر زمینی کشش کی قوت کے ذریعے کیا گیا کام کتنا ہوگا؟ اپنے جواب کے حق میں دلیل دیجیے۔

12۔ کیا ایک شے کی منتقلی ہوسکتی ہے، جب اس پر کوئی قوت نہیں لگ رہی ہو؟ سوچیے، اپنے دوستوں اور استاد کے ساتھ اس سوال پر بحث کیجیے۔

13۔ ایک شخص 30 منٹ تک گھاس کا گٹھا اپنے سر پر لیے کھڑا رہتا ہے اور تھک جاتا ہے۔ اس نے کچھ کام کیا ہے یا نہیں؟ اپنے جواب کے حق میں جواز پیش کیجیے۔

14۔ ایک بجلی کے ہیٹر پر 1500 W کی قدر درج ہے۔ یہ 10 گھنٹوں میں کتنی توانائی استعمال کرتا ہے۔

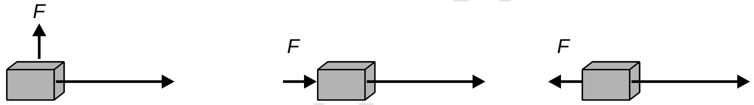
15۔ ہم پنڈولم کے گولے کو ایک سرے پر لاکت چھوڑ دیتے ہیں اور اسے اہتزاز کرنے دیتے ہیں۔ اس عمل میں ہونے والی توانائی کی تبدیلیوں سے بحث کرتے ہوئے توانائی کی بقا کے قانون کی وضاحت کیجیے۔
گولا، آخر میں حالت سکون پر کیوں آجاتا ہے۔ اس کی توانائی کا آخر کار کیا ہوتا ہے؟ کیا یہ توانائی کی بقا کے قانون کی خلاف ورزی ہے؟

16۔ آپ کو ایک وزن، ایک بجلی کی موٹر اور ایک بیٹری دی گئی ہے۔ کیا آپ موٹر کے ذریعے کیے گئے کام کی پیمائش کر سکتے ہیں؟

(اشارہ: موٹر کے ذریعے اٹھایا گیا وزن معلوم کیجیے۔ اور وہ اونچائی معلوم کیجیے جہاں تک وزن اٹھایا گیا ہے)

17۔ کمیت m کی ایک شے مستقلہ رفتار v سے حرکت کر رہی ہے۔ اس شے پر کتنا کام کرنا ہوگا اگر اسے حالت سکون میں لانا ہو؟ 1500 kg کمیت کی ایک کار $60\ \mathrm{Km}\ h^{-1}$ کی رفتار سے چل رہی ہے۔ کار کو روکنے کے لیے کیا جانے والا کام کتنا ہوگا؟

18۔ مندرجہ ذیل میں سے ہر ایک صورت میں m کمیت کی ایک شے پر ایک قوت F لگ رہی ہے۔ منتقلی کی سمت، مغرب سے مشرق کی طرف ہے، جسے بڑے تیر سے دکھایا گیا ہے۔ ڈائیگراموں کو غور سے دیکھیے اور بتائیے کہ قوت F کے ذریعے کیا گیا کام منفی ہے، مثبت ہے یا صفر ہے۔



19۔ سونی کا کہنا ہے کہ ایک شے میں پیدا ہونے والا اسراع صفر ہوسکتا ہے، چاہے اس پر کئی قوتیں لگ رہی ہوں۔ کیا آپ اس سے اتفاق کرتے ہیں؟ کیوں؟

20۔ چار آلات ہیں، جن میں ہر ایک کی پاور 500W ہے۔ ان کے ذریعے $10h$ میں استعمال کی پاور KWh معلوم کیجیے۔

21۔ ایک آزادانہ گرتی ہوئی شے زمین پر گرنے کے بعد آخر کار رک جاتی ہے؟ اس کی حرکی توانائی کا کیا ہے؟

© NCERT not to be republished