باب 9

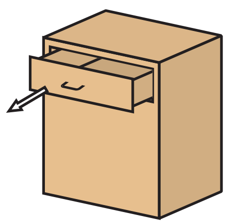
قوت اور حرکت کے قوانین
(Force and Laws of Motion)

'حرکت' کے باب میں ہم نے ایک شے کی خطِ مستقیم پر حرکت کو اس کے مقام، اس کی رفتار اور اسراع کی شکل میں بیان کیا تھا۔ ہم نے دیکھا تھا کہ ایسی حرکت، یکساں بھی ہوسکتی ہے اور غیر یکساں بھی۔ ابھی تک ہم یہ نہیں دریافت کرسکے ہیں کہ یہ حرکت کس وجہ سے ہوتی ہے؟ ایک شے کی چال، وقت کے ساتھ کیوں تبدیل ہوجاتی ہے؟ کیا ہر حرکت کی وجہ ہونا ضروری ہے؟ اگر ہاں، تو اس وجہ کی نوعیت کیا ہے؟ اس باب میں ہم ان سبھی سوالوں کے جواب حاصل کرنے کی کوشش کریں گے۔

صدیوں سے حرکت اور اس کی وجوہات کے مسائل نے سائنسدانوں اور فلسفیوں کو الجھائے رکھا ہے۔ ایک زمین پر پڑی گیند کو جب تھوڑا سا دھکا دیا جاتا ہے، تو وہ ہمیشہ حرکت میں نہیں رہتی۔ ایسے مشاہدات سے لگتا ہے کہ حالت سکون (Rest) ایک شے کی قدرتی حالت ہے۔ اس وقت تک اسی تصور پر یقین کیا جاتا رہا، جب تک کہ گیلیلیو گیلیلی (Galileo Galilei-1564-1642) اور آئزک نیوٹن (Issac Newton) (1642-1727) نے حرکت کو سمجھنے کی ایک بالکل مختلف راہ نہیں دکھائی۔

ہم اپنی روز مرہ زندگی میں دیکھتے ہیں کہ رکی ہوئی شے (وہ شے جو حالتِ سکون میں ہے) کو حرکت میں لانے کے لیے یا حرکت کرتی ہوئی شے کو روکنے کے لیے کچھ کوشش کرنی پڑتی ہے۔ ہم عام طور سے اس کا تجربہ ایک عضلاتی کوشش کی شکل میں کرتے ہیں اور کہتے ہیں کہ شے کی حرکت کی حالت کو تبدیل کرنے کے لیے ہمیں اسے دھکّا دینا یا کھینچنا ضروری ہے۔ قوت کا تصور اسی دھکیلنے یا کھینچنے پر مبنی ہے۔ آیئے قوت (Force) کے بارے میں غور کریں۔ یہ کیا ہے؟ دراصل، کسی نے بھی قوت کو نہ دیکھا ہے، نہ چکھا ہے نہ محسوس کیا ہے حالانکہ ہم ہمیشہ قوت کے اثر کو دیکھتے یا محسوس کرتے ہیں۔ اسے صرف اسی طرح سمجھایا جاسکتا ہے کہ یہ بیان کیا جائے کہ کسی شے پر جب قوت لگائی جاتی ہے تو کیا ہوتا ہے۔ دھکا دینا یا کھینچنا یہ سب وہ طریقے ہیں جن کے ذریعے اشیا کو حرکت میں لایا جاسکتا ہے (شکل 9.1)۔ اشیا حرکت کرتی ہیں کیونکہ ہم ان پر ایک قوت کو کام کرنے دیتے ہیں۔

(a) جب ہم ٹرالی کو دھکیلتے ہیں تو وہ دھکیلے جانے کی سمت میں حرکت کرتی ہے



(b) دراز کھینچی جارہی ہے۔

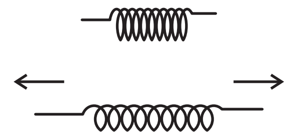
(c) ہاکی گیند کو آگے کی طرف دھکیلتی ہے

شکل 9.1 دھکا دینے مارنے یا کھینچنے سے اشیا اپنی حرکت کی حالت کو تبدیل کرتی ہیں۔

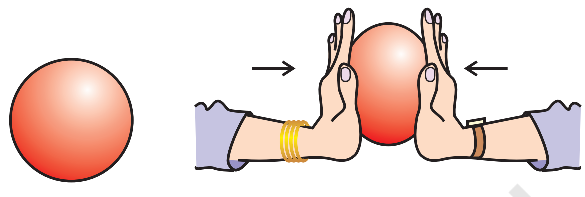
اپنی پچھلی جماعتوں میں آپ سیکھ چکے ہیں کہ ایک قوت کسی شے کی رفتار کی عددی قدر کو تبدیل کرنے کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے (یعنی شے کو کم یا زیادہ تیزی سے متحرک کرنے کے لیے) یا اگر وہ پہلے سے حرکت

© NCERT not to be republished

میں ہے تو اس کی حرکت کی سمت تبدیل کرنے کے لیے بھی استعمال کی جاسکتی ہے۔ آپ یہ بھی جانتے ہیں کہ قوت کسی شے کے سائز یا شکل کو بھی تبدیل کرسکتی ہے۔



(a)



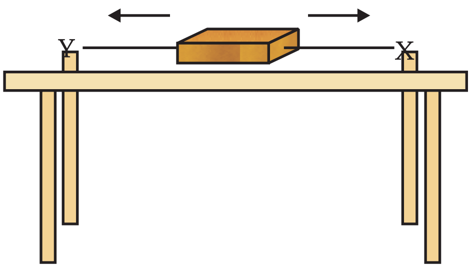
(b)

شکل 9.2 (a) قوت لگانے سے ایک اسپرنگ پھیلتا ھے (b) ربر کی کروی گیند قوت لگانے سے چپٹی ہو جاتی ہے۔

9.1 متوازن اور غیر متوازن قوتیں

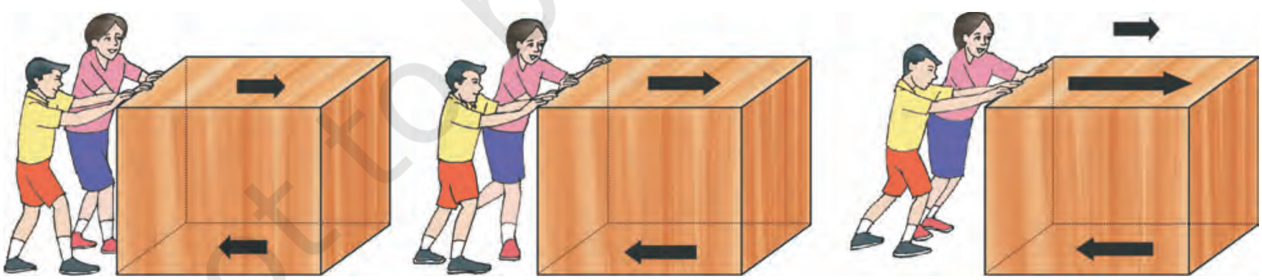
(Balanced and Unbalanced Forces)

شکل 9.3 میں لکڑی کا بلاک ایک افقی میز (Horizontal Table) پر رکھا ہوا دکھایا گیا ہے۔ بلاک کے دو مخالف رخوں (Faces) سے دو دھاگے X اور Y باندھے گئے ہیں جیسا کہ شکل میں دکھایا جاسکتا ہے۔ اگر ہم دھاگے X کو کھینچ کر قوت لگاتے ہیں تو بلاک دائیں طرف حرکت کرنا شروع کر دیتا ہے۔ اسی طرح اگر دھاگا Y کھینچتے ہیں تو بلاک بائیں طرف حرکت کرتا ہے۔ لیکن اگر بلاک کو دونوں طرف سے مساوی قوتوں سے کھینچا جائے تو وہ حرکت نہیں کرے گا۔ ایسی قوتیں متوازن قوتیں کہلاتی ہیں اور یہ حالت سکون یا حرکت کی حالت کو تبدیل نہیں کرتیں۔ اب ہم ایک ایسی صورت حال پر غور کرتے ہیں جس میں دو مخالف قوتیں جن کی عددی قدریں بھی مختلف ہیں، بلاک کو کھینچ رہی ہیں ایسی صورت میں بلاک بڑی قوت کی سمت میں حرکت کرنا شروع کرے گا۔ اس طرح یہ دو قوتیں متوازن نہیں ہیں اور غیر متوازن قوت اس سمت میں لگتی ہے جس میں بلاک حرکت کرتا ہے اس سے پتہ چلتا ہے کہ کسی شے پر لگ رہی غیر متوازن قوت اسے حرکت میں لے آتی ہے۔



شکل 9.3 : ایک لکڑی کے بلاک پر لگ رہی دو قوتیں

جب کچھ بچے ایک بکس کو کھردرے فرش پر دھکیلنے کی کوشش کرتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟ جب وہ اسے کم قوت سے دھکیلتے ہیں تو بکس حرکت نہیں کرتا، کیونکہ قوت رگڑ (Force of Friction) دھکے کی مخالف سمت میں کام کرتی ہے (شکل 9.4a)۔ یہ قوتِ رگڑ ان دو سطحوں کے درمیان پیدا ہوتی ہے جو ایک دوسرے کے تماس (Contact) میں ہوتی ہیں، یعنی کہ بکس کا پیندا اور فرش کی کھردری سطح۔ یہ قوت رگڑ دھکیلنے کی قوت کو متوازن کر دیتی ہے اور بکس حرکت نہیں کرتا۔ شکل 9.4(b) میں بچے اور زور سے بکس کو دھکیلتے ہیں، لیکن بکس پھر بھی حرکت نہیں کرتا۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کہ قوت رگڑ اب بھی دھکیلنے کی قوت کو متوازن کر لیتی ہے۔ اگر بچے اور زیادہ زور سے بکس کو دھکیلیں تو پھر دھکیلنے کی قوت، قوتِ رگڑ سے زیادہ



(a) (b) (c)

شکل 9.4

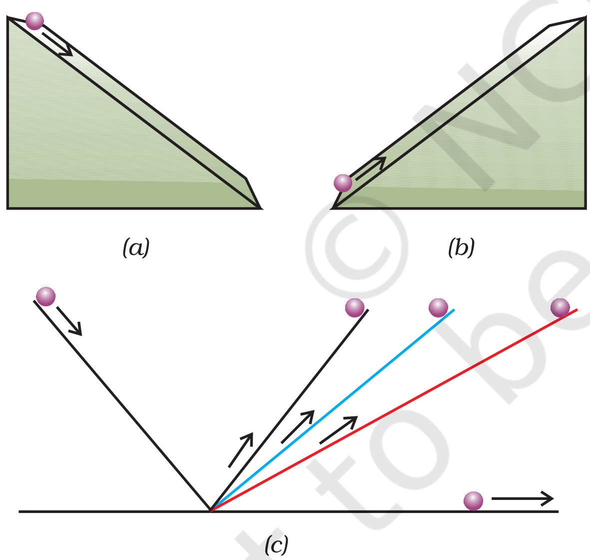
© NCERT not to be republished

ہوجاتی ہے (شکل (c) 9.4)۔ اب ایک غیر متوازن قوت کام کر رہی ہے، اس لیے بکس حرکت کرنا شروع کر دیتا ہے۔

جب ہم سائیکل چلاتے ہیں تو کیا ہوتا ہے؟ جب ہم پیڈل چلانا بند کر دیتے ہیں تو سائیکل آہستہ ہونا شروع ہو جاتی ہے۔ یہ بھی ان رگڑ کی قوتوں کی وجہ سے ہوتا ہے جو حرکت کی سمت کے مخالف کام کر رہی ہیں۔ سائیکل کو متحرک رکھنے کے لیے ہمیں پھر سے پیڈل کو چلانا پڑے گا۔ اس لیے ایسا لگتا ہے کہ کوئی بھی حرکت کرتی ہوئی شے غیر متوازن قوت لگنے پر ہی لگاتار حرکت کرتی ہے۔ حالانکہ، یہ بات بالکل درست نہیں ہے۔ کوئی شے یکساں رفتار سے صرف اسی وقت حرکت کر سکتی ہے، جب اس پر لگ رہی قوتیں (دھکیلے جانے کی قوت اور قوتِ رگڑ) متوازن ہوں اور اس پر کوئی باہری قوت (Net Force) نہ لگ رہی ہو۔ اگر کسی شے پر ایک غیر متوازن قوت لگائی جائے گی تو لازمی ہے کہ یا تو اس کی چال میں تبدیلی ہوگی یا اس کی حرکت کی سمت میں اس لیے اگر ایک شے حالتِ سکون میں ہے تو اس میں اسراع پیدا کرنے کے لیے ایک غیر متوازن قوت درکار ہوگی اور اس کی چال میں یہ تبدیلی (یا اس کی حرکت کی سمت میں تبدیلی) اس وقت تک ہوتی رہے گی جب تک اس پر یہ غیر متوازن قوت لگائی جاتی رہے گی۔ ہاں، جب یہ قوت ہٹالی جائے گی تو شے اس رفتار سے حرکت جاری رکھے گی جو اس نے اس وقت تک اختیار کی تھی۔

9.2 حرکت کا پہلا قانون
(First Law of Motion)

گیلیلیو نے ایک مائل سطح (Inclined Plane) پر اشیا کی حرکت کے مشاہدہ سے اخذ کیا کہ اشیا اس وقت تک مستقلہ چال سے حرکت کرتی ہیں جب تک ان پر کوئی قوت نہ لگ رہی ہو۔ اس نے دیکھا کہ جب ایک چکنا پتھر مائل سطح پر نیچے پھسلتا ہے تو اس کی رفتار بڑھ جاتی ہے (شکل (9.5(a)۔ اگلے باب میں آپ سیکھیں گے کہ چکنا پتھر جب مائل سطح پر نیچے پھسلتا ہے تو وہ کششِ ثقل (Gravity) کی غیر متوازن قوت لگنے کی وجہ سے گرتا ہے۔ اور جب وہ نچلے سرے پر پہنچ جاتا ہے تو ایک متعین رفتار اختیار کر لیتا ہے اگر اس کی حرکت مائل سطح پر اوپر کی جانب ہو تو اس کی رفتار کم ہوتی جاتی ہے، جیسا کہ شکل 9.5(b) میں دکھایا گیا ہے۔ شکل 9.5(c) میں ایک چکنا پتھر قوت رگڑ سے عاری (Frictionless) سطح پر رکھا ہوا دکھایا گیا ہے، جو سطح دونوں طرف سے مائل ہے۔ گیلیلیو نے جواز پیش کیا کہ جب چکنے پتھر کو کسی ایک سطح پر چھوڑا جائے گا تو وہ ڈھلان سے نیچے گرتا جائے گا اور پھر دوسری طرف اتنی ہی اونچائی تک جائے گا، جتنی اونچائی سے اسے چھوڑا گیا تھا۔ اگر دونوں سطحوں کی ڈھلان مساوی ہے تو چکنا پتھر اتنا ہی فاصلہ اوپر کی سمت میں طے کرے گا، جتنا اس نے نیچے گرتے وقت طے کیا تھا۔ اگر دائیں طرف کی سطح کا زاویہ میلان (Angle of Inclination) بتدریج کم کیا جاتا رہے تو چکنا پتھر مزید فاصلے طے کرے گا، یہاں تک کہ وہ اپنی ابتدائی اونچائی تک پہنچ جائے۔ اگر مستوی کو بالآخر افقی (Horizontal) بنا دیا جائے یعنی کہ ڈھلان کو صفر کر دیا جائے تو جس اونچائی سے پتھر کو چھوڑا گیا تھا، اس اونچائی تک پہنچنے کے لیے وہ ہمیشہ چلتا رہے گا۔ اس صورت میں چکنے پتھر پر کام کر رہی غیر متوازن قوتیں صفر ہیں۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ چکنے پتھر کی حرکت کو تبدیل کرنے کے لیے ایک غیر متوازن (باہری) قوت درکار ہوتی ہے لیکن چکنے پتھر کی یکساں حرکت کو برقرار رکھنے کے لیے کوئی نیٹ قوت (Net Force) نہیں چاہیے۔ عملی صورتوں میں ایک صفر غیر متوازن قوت حاصل کرنا مشکل ہوتا ہے۔ ایسا قوتِ رگڑ کی موجودگی کے سبب ہوتا ہے جو حرکت



شکل 9.5 (a) اور (b): ایک مائل سطح پر چکنے پتھر کی حرکت
(c) ایک دوہری مائل سطح پر چکنے پتھر کی حرکت

© NCERT not to be republished

کی مخالف سمت میں کام کرتی ہے۔ اس لیے عملی شکل میں چکنا پتھر کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رک جاتا ہے۔ قوتِ رگڑ کے اثر کو زیادہ چکنا پتھر اور زیادہ چکنی سطح استعمال کر کے اور سطحوں پر چکنائی لگا کر، کم کیا جا سکتا ہے۔

نیوٹن نے گیلیلیو کے قوت اور حرکت کے تصورات کا مزید مطالعہ کیا اور ایسے تین بنیادی قوانین پیش کیے، جن کے تحت اشیا حرکت کرتی ہیں۔ یہ تین قوانین ''نیوٹن کے حرکت کے قوانین'' کہلاتے ہیں۔ حرکت کا پہلا قانون اس طرح بیان کیا جا سکتا ہے۔

ایک شے حالت سکون یا خطِ مستقیم میں یکساں حرکت کی حالت میں اس وقت تک رہتی ہے جب تک ان حالتوں کو بدلنے کے لیے اس پر کوئی قوت نہ لگائی جائے۔

گیلیلیو گیلیلی

(1564-1642)

گیلیلیو گیلیلی 15 فروری 1564 کو پیسا (Pisa) اٹلی میں پیدا ہوئے۔ انھیں بچپن سے ہی ریاضی اور طبعی فلسفہ میں دلچسپی تھی۔ لیکن ان کے والد (Vincenzo Galilei) انھیں ڈاکٹر بنانا چاہتے تھے۔ اس لیے انھوں نے ڈاکٹری کی سند حاصل کرنے کے لیے 1581 میں (University of Pisa) میں داخلہ لے لیا، لیکن ان کی اصل دلچسپی کیونکہ ریاضی میں تھی، اس لیے وہ اپنی ڈاکٹری کی تعلیم مکمل نہیں کر سکے۔ 1586 میں انھوں نے اپنی پہلی سائنسی کتاب ''مختصر توازن'' (The Littel Balance) (La Balancitta) لکھی، جس میں انھوں نے (Archimedes) کا اشیا کی نسبتی کثافتیں (Relative Densities) یا نوعی کثافتیں (Specific Gravities) معلوم کرنے کا، طبعی ترازو (Physical Balance) استعمال کرتے ہوئے، طریقہ بیان کیا۔ 1589 میں انھوں نے اپنے مضامین کے سلسلے "De Motu" میں نیچے گرتی ہوئی اشیاء کا اپنا نظریہ پیش کیا، جو گرنے کی شرح کو کم کرنے کے لیے ایک مائل سطح پر پھسل رہی تھیں۔ 1592 میں ان کا تقرر ریپبلک آف وینس (Republic of Venice) میں (University of Padua) میں ریاضی کے پروفیسر کی حیثیت سے ہوا۔ یہاں انھوں نے حرکت کے نظریے پر اپنے مشاہدات جاری رکھے اپنے مائل سطحوں اور پنڈولم کے مطالعے کے ذریعے حرکت کرتی ہوئی اشیا کا درست قانون تشکیل دیا، یعنی کہ کوئی شے حالتِ سکون سے یکساں اسراع کے زیر اثر، حرکت شروع کر کے، جتنا فاصلہ طے کرتی ہے، وہ اس کے ذریعے لیے گئے وقت کے مربع کے راست متناسب ہوتا ہے۔ انھوں نے یہ بھی تجویز کیا کہ ایک پروجیکٹائل (Projectile) مکافی راستہ (Parabolic Path) اختیار کرتا ہے۔

گیلیلیو ایک بہت اچھے دست کار (Craftsman) بھی تھے۔ انھوں نے بہت سی دوربینیں (Telescope) بھی بنائیں، جن کی توری کارکردگی (Optical Performance) اس وقت دستیاب دوسری دوربینوں سے بہت بہتر تھی۔ 1640 کے قریب انھوں نے پہلی پنڈولم گھڑی کا ڈیزائن تیار کیا۔ اپنی کتاب ''ستاروں کا پیغامبر'' (Starrry Messenger) میں انھوں نے دعویٰ کیا کہ انھوں نے چاند پر پہاڑ دیکھے ہیں، اور کہکشاں چھوٹے چھوٹے ستاروں کا جھرمٹ ہے اور مشتری (Jupiter) کے گرد چار چھوٹے اجسام چکر لگاتے ہوئے دیکھے ہیں۔ اپنی کتابوں ''تیرتی ہوئی اشیا پر گفتگو'' (Discourse on Floating Bodies) اور ''شمسی دھبے'' (Sunspots) میں انھوں نے شمسی دھبوں سے متعلق اپنے مشاہدات بیان کیے۔

اپنی بنائی ہوئی دوربینوں کی مدد سے انھوں نے زحل (Saturn) اور زہرہ (Venus) کے جو مشاہدات کیے ان کی بنیاد پر انھوں نے جواز پیش کیا کہ تمام سیارے سورج کے گرد چکر لگاتے ہیں، زمین کے گرد نہیں جیسا کہ اس وقت یقین کیا جاتا تھا۔

دوسرے لفظوں میں، تمام اشیا اپنی ''حرکت کی حالت'' میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہیں۔ کیفیتی (Qualitative) طور پر، اگر اشیا میں خلل نہ پیدا کیا جائے تو ان کی حالت سکون میں رہنے یا اسی یکساں رفتار سے حرکت کرتے رہنے کے اس رجحان کو جمود (Inertia) یا استمرار کہتے ہیں۔ اسی لیے حرکت کے پہلے قانون کو جمود کا قانون (Law of Inertia)

© NCERT not to be republished

بھی کہتے ہیں۔

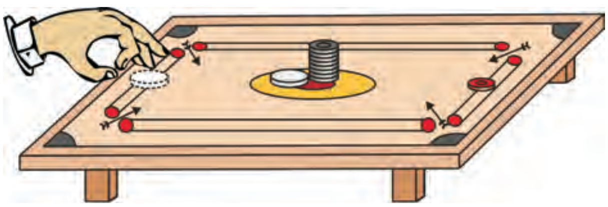
ہمیں موٹر گاڑیوں میں سفر کرتے وقت جو تجربات ہوتے ہیں، ان میں سے کچھ کی وضاحت ''جمود کے قانون'' کے ذریعے کی جا سکتی ہے۔ ہم اپنی نشست(Seat) کے لحاظ سے اس وقت تک حالت سکون میں رہتے ہیں جب تک کہ ڈرائیور انجن کو روکنے کے لیے بریک نہیں لگاتا۔ بریک لگانے کے ساتھ، کار آہستہ ہو جاتی ہے، مگر ہمارا جسم اپنے جمود کی وجہ سے اسی حالت حرکت میں رہنا چاہتا ہے۔ اس لیے اچانک بریک لگائے جانے سے ہم اپنے سامنے کے تختے سے ٹکرا سکتے ہیں۔ اور ہمیں چوٹ لگ سکتی ہے۔ ایسے حادثات سے بچنے کے لیے حفاظتی پیٹیاں پہنی جاتی ہیں۔ حفاظتی پیٹیاں ہمارے جسم پر ایک قوت لگاتی ہیں، جس کی وجہ سے آگے کی سمت میں ہماری حرکت آہستہ ہو جاتی ہے۔ جب ہم بس میں کھڑے ہوتے ہیں اور بس اچانک چلنا شروع کر دیتی ہے تو کیا ہوتا ہے۔ اب ہم پیچھے کی طرف گرنے لگتے ہیں۔ ایسا اس لیے ہوتا ہے کیونکہ بس کا اچانک چلنا شروع کر دینا بس کو اور بس کے فرش کے ساتھ تماس میں ہمارے پیروں کو حرکت میں لے آتا ہے۔ لیکن ہمارے جسم کا باقی حصہ اپنے جمود کی وجہ سے اس حرکت کی مخالفت کرتا ہے۔

جب ایک کار تیز رفتار سے کسی موڑ پر مڑتی ہے تو ہم ایک طرف گرنے لگتے ہیں اس کی وضاحت بھی جمود کے قانون کی بنیاد پر کی جا سکتی ہے ہم اپنی خط مستقیم میں حرکت کو جاری رکھنا چاہتے ہیں۔ جب موٹر کے انجن کے ذریعے موٹر کی حرکت کی سمت تبدیل کرنے کے لیے ایک غیر متوازن قوت لگائی جاتی ہے، تو ہم اپنے جسم کے جمود کی وجہ سے اپنی نشست پر ایک طرف پھسل جاتے ہیں۔

یہ حقیقت کہ ایک جسم اس وقت تک حالتِ سکون میں رہے گا، جب تک اس پر کوئی غیر متوازن قوت نہ لگے، مندرجہ ذیل سرگرمیوں کے ذریعے واضح کی جا سکتی ہے۔

سرگرمی 9.1

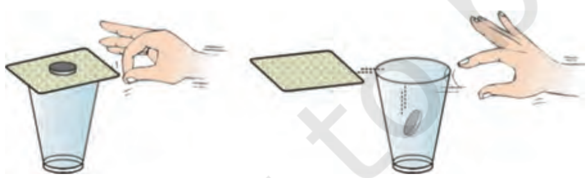
- کیرم کی گوٹوں کا ایک گٹھا بنائیے، جیسا کہ شکل 9.6 میں دکھایا گیا ہے۔
- اسٹرائکر یا کیرم کی ایک دوسری گوٹ کے ذریعے گٹھے کے نچلے سرے پر زور سے ایک افقی چوٹ لگائیے۔ اگر آپ نے چوٹ درکار قوت سے لگائی ہے تو سب سے نچلی گوٹ تیزی سے حرکت کرتی ہے، اس طرح کہ اس کے اور اوپر کے گٹھے کے درمیان کوئی افقی قوت باقی گٹھے کو افقی سمت میں حرکت نہیں دیتی۔ جب نچلی گوٹ ہٹ جاتی ہے، تو باقی گوٹوں کا جمود انھیں میز پر آگے کی سمت میں گرا دیتا ہے۔



شکل 9.6: جب ایک تیزی سے حرکت کرتی ہوئی کیرم کی گوٹ (یا اسٹرائکر) گوٹوں کے گٹھے کے نچلے سرے پر لگتی ہے، تو صرف سب سے نچلی گوٹ ہی حرکت کرتی ہے۔

سرگرمی 9.2

- ایک میز پر ایک خالی گلاس رکھیں اور اسے ایک سخت گتے سے ڈھک دیں۔ گتے پر ایک 5 روپے کا سکہ رکھیں، جیسا کہ شکل 9.7 میں دکھایا گیا ہے۔
- انگلی سے گتے پر زور سے ایک افقی سمت میں چٹکی ماریں۔ اگر آپ تیزی سے چٹکی ماریں تو گتا تیزی سے آگے کی سمت میں نکل جاتا ہے اور سکہ اپنے جمود کی وجہ سے عمودی سمت میں حرکت کرتے ہوئے گلاس میں گر پڑتا ہے۔
- سکے کا جمود گتا نکل جانے کے بعد بھی سکے کی حالتِ سکون کو برقرار رکھنا چاہتا ہے۔



شکل 9.7 جب گتے پر انگلی سے چٹکی ماری جاتی ہے، تو گتا نکل جانے کے بعد اس پر رکھا ہوا سکہ گلاس میں گر جاتا ہے۔

© NCERT not to be republished

سرگرمی _______________ 9.3

- پانی سے بھرا ہوا ایک گلاس ٹرے میں رکھیں۔
- ٹرے کو ہاتھ میں لے کر جتنی تیزی سے گھوم سکتے ہو گھومیے۔
- ہم دیکھتے ہیں کہ پانی چھلک جاتا ہے۔ کیوں؟

آپ دیکھتے ہیں کہ چائے کی پیالی رکھنے کے لیے طشتری میں کھانچا (Groove) بنا ہوتا ہے۔ یہ اچانک دھکا لگنے سے پیالی کو گرنے سے بچانے کے لیے بنائی جاتی ہے۔

9.3 جمود اور کمیت (Inertia and Mass)

اوپر دی ہوئی تمام مثالیں اور سرگرمیاں، اس بات کی وضاحت کرتی ہیں کہ شے اپنی حرکت کی حالت (State of Motion) میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہے۔ اگر وہ حالتِ سکون میں ہے تو وہ حالتِ سکون میں رہنا چاہتی ہے اور اگر وہ حرکت کر رہی ہے تو وہ اپنی حرکت کو جاری رکھنا چاہتی ہے۔ ایک شئے کی یہ خاصیت کہ وہ اپنی حرکت کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہے، جمود کہلاتی ہے۔ کیا تمام اجسام میں یکساں جمود ہوتا ہے؟ ہم جانتے ہیں کہ ایک خالی بکس کو، ایک کتابوں سے بھرے ہوئے بکس کے مقابلے میں حرکت دینا آسان ہوتا ہے۔ اسی طرح اگر ہم ایک فٹ بال پر کک ماریں تو وہ آگے چلی جاتی ہے۔ لیکن اگر ہم اسی جسامت کے ایک پتھر پر اتنی ہی قوت سے کک لگائیں تو وہ کچھ بھی حرکت نہیں کرتا۔ ہوسکتا ہے ایسا کرنے میں ہم اپنا پیر زخمی کر لیں۔ اسی طرح، اگر سرگرمی 9.2 میں ہم پانچ روپے کے سکے کی جگہ ایک روپے کا سکہ استعمال کریں، تو ہم دیکھتے ہیں کہ اس سرگرمی کو کرنے کے لیے ہمیں پہلے سے کم قوت درکار ہوتی ہے۔ اتنی قوت جو ایک چھوٹی گاڑی کو تیز رفتار اختیار کرنے کے لیے کافی ہو، ایک ریل گاڑی کی حرکت میں قابلِ نظر انداز حرکت پیدا کرے گی۔ ایسا اس لیے کیونکہ گاڑی کے مقابلے میں ریل میں اپنی حرکت کی حالت کو بدلنے کا رجحان کہیں کم ہے۔ اس لیے ہم کہتے ہیں کہ ریل کا جمود گاڑی سے کہیں زیادہ ہوتا ہے۔ مقداری شکل میں، ایک شے کا جمود اس کی کمیت کے ذریعے ناپا جاتا ہے۔ اس لیے ہم جمود اور کمیت کو مندرجہ ذیل طور پر معرف کرسکتے ہیں۔

جمود ایک شے کا وہ قدرتی رجحان ہے جس کی وجہ سے وہ اپنی حرکت کی حالت یا حالتِ سکون میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہے۔ ایک شے کی کمیت اس کے جمود کی پیائش ہے۔

سوالات

1۔ مندرجہ ذیل میں سے کس کا جمود زیادہ ہے:
   (a) ایک ربر کی گیند اور اسی جسامت کا پتھر
   (b) ایک سائیکل اور ایک ریل گاڑی
   (c) پانچ روپے کا سکہ اور ایک روپے کا سکہ

2۔ مندرجہ ذیل مثال میں شناخت کرنے کی کوشش کیجیے کہ گیند کی رفتار کتنی مرتبہ تبدیل ہو رہی ہے۔ ایک فٹ بال کا کھلاڑی، کک مار کر فٹ بال اپنی ٹیم کے دوسرے کھلاڑی کو دیتا ہے، جو اسے گول کی طرف مارتا ہے۔ مخالف ٹیم کا گول کیپر، گیند پکڑ لیتا ہے اور پیر سے اپنی ٹیم کے دوسرے کھلاڑی کی طرف مارتا ہے۔

3۔ سمجھائیے کہ اگر ہم ایک درخت کی ٹہنی کو زور سے ہلائیں تو اس کی کچھ پتیاں کیوں گر جاتی ہیں؟

4۔ جب ایک چلتی ہوئی بس بریک لگانے پر رکتی ہے تو آپ آگے کی سمت میں کیوں گرتے ہیں؟ اور جب بس حالتِ سکون سے اسراع پذیر ہوتی ہے تو آپ پیچھے کی سمت میں کیوں گرتے ہیں؟

9.4 حرکت کا دوسرا قانون (Second Law of Motion)

حرکت کا پہلا قانون یہ نشاندہی کرتا ہے کہ جب ایک شے پر غیر متوازن باہری قوت لگتی ہے تو اس کی رفتار تبدیل ہو جاتی ہے یعنی شے میں اسراع پیدا ہو جاتا ہے۔ اب ہم یہ مطالعہ کرنا چاہیں گے کہ ایک شے میں پیدا ہونے والا اسراع لگائی ہوئی قوت پر کیسے منحصر ہے اور ہم قوت کی پیائش کس طرح کرتے ہیں؟ آیئے اپنے روزمرہ کے کچھ مشاہدات کا مطالعہ کریں۔ ٹیبل ٹینس کے کھیل میں اگر گیند کھلاڑی کے لگ جائے تو چوٹ نہیں لگتی۔ لیکن اگر تیزی سے حرکت کرتی ہوئی کرکٹ کی گیند تماش بین کے بھی لگ جائے تو اسے چوٹ لگ سکتی ہے۔ سڑک کے کنارے کھڑے ہوئے ٹرک کو آپ نظر انداز کرسکتے ہیں لیکن ایک حرکت کرتا ہوا ٹرک،

© NCERT not to be republished

چاہے اس کی رفتار صرف $5 ms^{-1}$ ہی ہو، اپنے راستے میں آنے والے شخص کو ہلاک کرسکتا ہے۔ ایک بہت تھوڑی کمیت کی شے جیسے بندوق سے نکلی ہوئی گولی ایک شخص کو مار سکتی ہے۔ ان مشاہدات سے معلوم ہوتا ہے کہ اشیا سے پیدا ہونے والا اثر ان کی کمیت اور رفتار پر منحصر ہے۔ اسی طرح، اگر کسی شے میں اسراع پیدا کرنا ہے، تو ہم جانتے ہیں کہ اسے زیادہ رفتار دینے کے لیے زیادہ قوت درکار ہوگی۔ دوسرے الفاظ میں ایسا لگتا ہے کہ کوئی بہت اہم مقدار ہوگی جو شے کی کمیت اور اس کی رفتار کا مجموعہ ہوگی۔ ایسی ایک خاصیت کو نیوٹن نے متعارت کرایا جسے معیار حرکت یا تحرک (Momentum) کہتے ہیں۔ ایک شے کے تحرک 'p' کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ شے کی کمیت اور اس کی رفتار کا حاصل ضرب ہے یعنی

$$p = mv \qquad (9.1)$$

تحرک میں عددی قدر اور سمت دونوں ہوتی ہیں اس کی سمت وہی ہوتی ہے جو رفتار کی سمت ہے۔ تحرک کی SI اکائی کلوگرام میٹر فی سیکنڈ ($kg\ m\ s^{-1}$) ہے۔ کیونکہ غیر متوازن قوت لگانے سے شے کی رفتار میں تبدیلی آتی ہے، اس لیے ظاہر ہے کہ قوت ہی تحرک میں تبدیلی کا سبب ہے۔

ہم ایک ایسی حالت کا تصور کرتے ہیں، جس میں ایک کار کو سیدھی سڑک پر دھکا دیا جاتا ہے، جس سے کار $1 m\ s^{-1}$ کی چال اختیار کر لیتی ہے جو اس کے انجن کو اسٹارٹ کرنے کے لیے کافی ہے۔ اگر ایک یا دو شخص اس کار میں ایک اچانک دھکا لگاتے ہیں (غیر متوازن قوت) تو کار کا انجن اسٹارٹ نہیں ہوتا۔ لیکن اگر وہ کچھ دیر تک لگاتار دھکا لگاتے رہیں تو کار میں بتدریج اسراع پیدا ہوتا رہتا ہے، یہاں تک کہ کار وہ رفتار اختیار کر لیتی ہے جو انجن اسٹارٹ کرنے کے لیے کافی ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ کار کے تحرک کی تبدیلی قوت کی عددی قدر سے ہی نہیں معلوم ہوسکتی بلکہ یہ اس وقت پر بھی منحصر ہے جس کے دوران قوت لگائی گئی ہے۔ اس لیے یہ نتیجہ اخذ کیا جاسکتا ہے کہ ایک شے کے تحرک میں تبدیلی لانے کے لیے درکار قوت اس شرح وقت پر منحصر ہے، جس سے تحرک تبدیل ہوتا ہے۔

حرکت کے دوسرے قانون (Second Law of Motion) کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے کہ ایک شے کے تحرک کی شرح تبدیلی قوت کی سمت میں لگائی گئی غیر متوازن قوت کے متناسب ہوتی ہے۔

9.4.1 حرکت کے دوسرے قانون کی ریاضیاتی تشکیل (Mathematical Formulation of Second Law of Motion)

فرض کیجیے کہ m کمیت کی ایک شے ایک خط مستقیم پر ابتدائی رفتار u سے حرکت کررہی ہے۔ اسی شے کو وقت t تک ایک مستقلہ قوت F لگا کر یکساں طور پر اسراع پذیر کیا جاتا ہے، حتیٰ کہ وہ رفتار v اختیار کر لیتی ہے۔ شے کے ابتدائی اور اختتامی تحرک بالترتیب $p_1 = mu$ اور $p_2 = mv$ ہوں گے۔

تحرک میں تبدیلی $\propto p_2 - p_1$

$\propto mv - mu$

$m\ (v - u)$

تحرک میں تبدیلی کی شرح یا لگائی ہوئی قوت $\propto \frac{m \times (v-u)}{t}$

$$F \propto \frac{m \times (v-u)}{t}$$

$$F = \frac{km \times (v-u)}{t} \qquad (9.2)$$

$$F = kma \qquad (9.3)$$

یہاں $a\ [= (v-u)/t]$ اسراع ہے جو رفتار میں تبدیلی کی شرح ہے۔ مقدار k تناسبیت کا مستقلہ ہے۔ کمیت اور اسراع کی SI اکائیاں بالترتیب kg اور $m\ s^{-2}$ ہیں۔ قوت کی اکائی اس طرح منتخب کی جاتی ہے کہ مستقلہ k کی قدر 1 ہوجائے۔ اس کے لیے اکائی قوت کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ قوت کی وہ مقدار ہے جو 1kg کمیت کی ایک شے میں $1m\ s^{-2}$ کا اسراع پیدا کر دیتی ہے۔ یعنی

اکائی قوت = $k\ (1\ kg)\ (1m\ s^{-2})$

اس طرح k کی قدر ایک ہوجاتی ہے۔ مساوات (9.3) سے

$$F = ma \qquad (9.4)$$

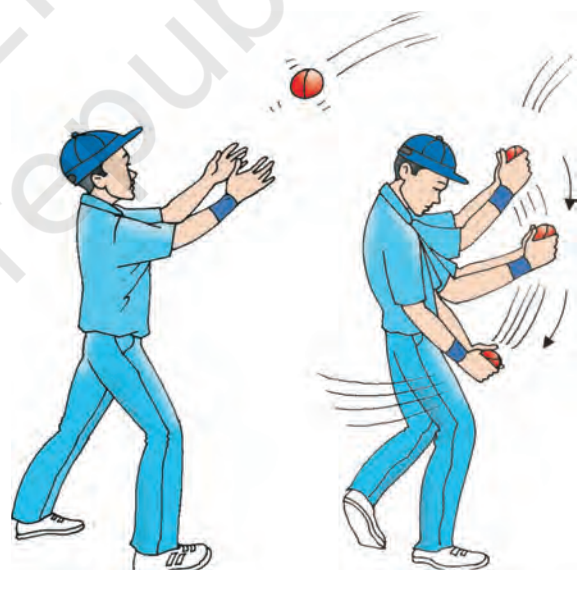
قوت کی اکائی $kg\ ms^{-2}$ ہے اور اس کی علامت N ہے۔ حرکت کا دوسرا قانون، شے کی کمیت اور اس کے اسراع کے حاصل ضرب کی شکل میں ہمیں کسی شے پر لگ رہی قوت کو ناپنے کا ایک طریقہ فراہم کرتا ہے۔

ہم اپنی روزمرہ زندگی میں اکثر حرکت کے دوسرے قانون کو عملی شکل

© NCERT not to be republished

میں دیکھتے ہیں۔ کیا آپ نے کبھی غور کیا ہے کہ ایک فیلڈر تیزی سے آرہی کرکٹ کی گیند کو کیچ کرتے وقت حرکت کرتی ہوئی گیند کے ساتھ اپنے ہاتھوں کو پیچھے کی طرف کھینچتا ہے؟ ایسا کرنے میں فیلڈر اس مدت میں اضافہ کر لیتا ہے، جس میں گیند کی تیز رفتار کم ہو کر صفر ہو جاتی ہے۔ اس طرح گیند کا اسراع کم ہو جاتا ہے اور اس طرح تیزی سے حرکت کرتی ہوئی گیند کو پکڑتے وقت ہاتھ پر پڑنے والی چوٹ بھی کم ہو جاتی ہے (شکل 9.8)۔ اگر گیند کو اچانک روکا جائے تو اس کی تیز رفتار بہت مختصر وقفہ میں کم ہو کر صفر ہو جاتی ہے یعنی گیند کے تحرک کی شرح تبدیلی زیادہ ہوگی۔ اس لیے کیچ پکڑنے کے لیے ایک بڑی قوت لگانی پڑے گی، ورنہ ہاتھ زخمی بھی ہو سکتے ہیں۔ اونچی کود کے میدان میں چھلانگ لگانے والے کھلاڑیوں کو گدّے یا ریت پر گرایا جاتا ہے۔ ایسا اس لیے کیا جاتا ہے کہ کودنے کے بعد کھلاڑیوں کے گرنے کے وقفہ میں اضافہ کیا جا سکے۔ اس سے تحرک کی شرح تبدیلی اور نتیجتاً قوت کم ہو جاتی ہے۔

غور کیجیے کہ کراٹے کا کھلاڑی برف کی سلی کو ایک ہی گھونسے میں کیسے توڑ دیتا ہے؟



شکل 9.8 : ایک فیلڈر کیچ پکڑتے وقت اپنے ہاتھوں کو بتدریج پیچھے کی طرف کھینچتا ہے۔

حرکت کے پہلے قانون کی ریاضیاتی عبارت دوسرے قانون کی ریاضیاتی عبارت سے بھی حاصل کی جاسکتی ہے۔ دوسرا قانون کہتا ہے کہ:

$$F = ma$$

$$F = \frac{m(v-u)}{t} \qquad (9.5)$$

یا

$$Ft = mv - mu$$

یعنی جب $F = 0$ تو $v = u$، چاہے وقفہ t کی قدر کچھ بھی ہو۔ اس کا مطلب ہے کہ شے تمام وقفہ میں یکساں رفتار u سے حرکت جاری رکھے گی۔ اگر u صفر ہے تو v بھی صفر ہوگا۔ یعنی شے حالتِ سکون میں رہے گی۔

مثال 9.1 5 kg کمیت کی ایک شے پر 2s کے لیے مستقلہ قوت لگتی ہے۔ یہ شے کی رفتار $3\ m\ s^{-1}$ سے بڑھا کر $7\ m\ s^{-1}$ کر دیتی ہے۔ لگائی گئی قوت کی عددی قدر معلوم کیجیے۔ اگر یہی قوت 5 s تک لگائی جاتی ہے تو شے کی اختتامی رفتار کیا ہوگی؟

حل:

ہمیں دیا گیا ہے کہ $u = 3ms^{-1}$ اور $v = 7ms^{-1}$، $t=2s$ اور $m = 5$ kg مساوات (9.5) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$F = \frac{m(v-u)}{t}$$

اس فارمولے میں قدریں رکھنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے

$$f = 5\ kg\ (7\ m\ s^{-1} - 3\ m\ s^{-1})/2\ s = 10N$$

اب، اگر یہی قوت 4s کے وقفہ کے لیے لگائی جائے (t = 4 s)، تب اختتامی رفتار کا حساب، مساوات (9.5) کو دوسری شکل میں لکھ کر، لگایا جاسکتا ہے۔

$$v = u + \frac{Ft}{m}$$

u، F، m اور t کی قدریں رکھنے پر، ہمیں اختتامی رفتار حاصل ہوتی ہے۔

$$v = 13\ m\ s^{-1}$$

© NCERT not to be republished

مثال 9.2 کس میں زیادہ قوت درکار ہوگی۔ 2kg کی ایک کمیت میں $5\ m\ s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرنے میں یا 4 kg کی کمیت میں $2\ ms^{-2}$ کا اسراع پیدا کرنے میں۔

حل:

مساوات (9.4) سے ہمیں حاصل ہوتا ہے: $F = ma$

یہاں ہمارے پاس ہے: $m_1 = 2\ kg,\ a_1 = 5\ m\ s^{-2},$

$m_2 = 4\ kg,\ a_2 = 2\ m\ s^{-2}$

اس لیے $F_1 = m_1a_1 = 2\ kg \times 5\ m\ s^{-2} = 10\ N$

$F_2 = m_2a_2 = 4\ kg \times 2ms^{-2} = 8N \Rightarrow F_1 > F_2$

اس لیے 2kg کی کمیت میں $5\ m\ s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرنے کے لیے زیادہ قوت درکار ہوگی۔

مثال 9.3 ایک موٹر کار 108 km/h کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے اور بریک لگانے کے بعد رکنے میں اسے 4s کا وقت لگتا ہے۔ اگر کار اور سواریوں کی مجموعی کمیت 1000kg ہے، تو حساب لگائیے کہ بریک نے موٹر کار پر کتنی قوت لگائی۔

حل:

$u = 108\ km/h = 108 \times 1000\ m/(60 \times 60 s) = 30ms^{-1}$

موٹر کار کی اختتامی رفتار $= v = 0\ m\ s^{-1}$

معہ سواریوں کے موٹر کار کی کل کمیت 1000 kg

موٹر کار کو رکنے میں لگنے والا وقت $= t = 4s$

مساوات (9.5) سے بریک کے ذریعے لگائی گئی قوت کی عددی قدر F دی جاتی ہے $F = m\,(v - u)/t$

قدریں رکھنے پر، ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$F = \frac{1000\ kg \times (0 - 30)\ m\ s^{-1}}{4s}$$

$= -7500 kgms^{-2}$ OR $-7500N$

منفی علامت، ہمیں بتاتی ہے کہ بریک کے ذریعے لگائی گئی قوت کار کی حرکت کی مخالف سمت میں ہے۔

مثال 9.4 5N کی ایک قوت m_1 کمیت میں $10\ m\ s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرتی ہے اور یہی قوت m_2 کمیت میں $20\ m\ s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرتی ہے۔ اگر دونوں کمیتوں کو ایک ساتھ باندھ دیا جائے تو یہ قوت کتنا اسراع پیدا کرے گی۔

حل:

مساوات (9.5) سے ہمارے پاس ہے:

$$m_1 = \frac{F}{a_1},\ m_2 = \frac{F}{a_2}$$

یہاں: $a_1 = 10 ms^{-2}$، $a_2 = 20\ m\ s^{-2}$، $F = 5N$

اس لیے

$$m_1 = \frac{5N}{10ms^{-2}} = 0.50\,kg$$

اور
$$m_2 = \frac{5N}{20ms^{-2}} = 0.25\,kg$$

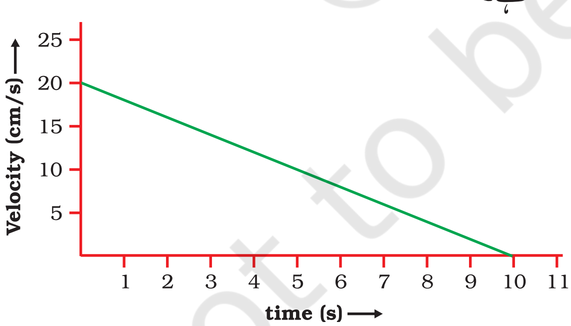
جب دونوں کمیتوں کو ایک ساتھ باندھ دیا جاتا ہے، تو کل کمیت ہوگی:

$m = 0.50\ kg + 0.25\ kg = 0.75\ kg$

دونوں کمیتوں کے مجموعے میں 5N قوت کے ذریعے پیدا ہونے والا اسراع a ہے:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5N}{0.75\,kg} = 6.67ms^{-2}$$

مثال 9.5 20g کمیت کی ایک گیند کا رفتار۔وقت گراف شکل 9.9 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیند لمبی میز پر خط مستقیم میں حرکت کر رہی ہے۔



شکل 9.9

© NCERT not to be republished

گیند کو حالتِ سکون (شکل 9.9) میں لانے کے لیے میز گیند پر کتنی قوت لگاتی ہے؟

حل:

گیند کی ابتدائی رفتار $20\ cms^{-1}$ ہے۔ $u = 20\ cms^{-1}$، $t = 10s$، $v = 0\ cm\ s^{-1}$ کیونکہ رفتار۔ وقت گراف ایک خطِ مستقیم ہے۔ اس لیے ظاہر ہے کہ گیند مستقلہ اسراعی قوت سے حرکت کر رہی ہے۔ اسراع a ہے:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$= (0\,cm^{-1} - 20\,cm\ s^{-1})/10s$$

$$= -2\,cm\ s^{-2} = -0.02\,m\ s^{-2}$$

گیند پر لگائی گئی قوت F ہے:

$$F = ma = (20/1000)kg \times (-0.02 m\ s^{-2})$$

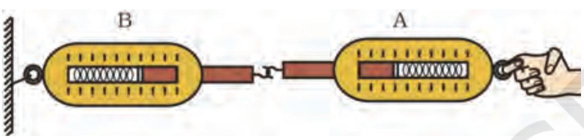
$$= -\ 0.004N$$

منفی علامت کا مطلب ہے کہ میز کے ذریعے لگائی گئی قوتِ رگڑ گیند کی حرکت کی مخالف سمت میں ہے۔

9.5 حرکت کا تیسرا قانون
(Third Law of Motion)

حرکت کے پہلے دو قانون ہمیں بتاتے ہیں کہ لگائی گئی قوت شے کی حرکت میں کیسے تبدیلی لاتی ہے اور ہمیں قوت کی پیمائش کا طریقہ مہیا کرتے ہیں۔ اب تک ہم نے جن مثالوں سے بحث کی ہے ان میں لگنے والی قوتیں ایک واحد جسم سے متعلق تھیں۔ حرکت کا تیسرا قانون بتاتا ہے کہ جب ایک شے کسی دوسری شے پر قوت لگاتی ہے، تو دوسری شے بھی پہلی شے پر قوت لگاتی ہے۔ یہ دونوں قوتیں ہمیشہ عددی قدر میں مساوی ہوتی ہیں لیکن ان کی سمتیں ایک دوسرے کے برعکس ہوتی ہیں۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ قوتیں ہمیشہ جوڑوں میں ہوتی ہیں۔ جس کی وجہ دونوں اشیا میں کوئی باہمی عمل ہوتا ہے۔ یہ قوتیں مختلف اشیا پر لگتی ہیں، کبھی بھی ایک ہی شے پر نہیں لگتیں۔ فٹ بال کے کھیل میں ہم کبھی کبھی فٹ بال کو دیکھتے ہوئے اس پر زوردار کک لگانے کی کوشش میں مخالف ٹیم کے کھلاڑی سے ٹکرا جاتے ہیں۔ دونوں کو چوٹ لگتی ہے، کیونکہ دونوں ایک دوسرے پر قوت لگاتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں یہاں قوتوں کا ایک جوڑا ہے صرف ایک قوت نہیں۔ یہ ''مخالف قوتیں'' عمل (Action) اور ردِ عمل (Reaction) قوتیں بھی کہلاتی ہیں۔

آیئے دو کمانی دار ترازو (Spring Balance) لیں اور انھیں ایک دوسرے سے منسلک کر دیں، جیسا کہ شکل 9.10 میں دکھایا گیا ہے۔ ترازو B کا غیر متحرک سرا، ایک سخت سہارے جیسے دیوار، سے منسلک ہے۔ جب کمانی دار ترازو A کے غیر متحرک سرے کے ذریعے قوت لگائی جاتی ہے تو یہ دیکھنے میں آتا ہے کہ دونوں کمانی دار ترازو اپنے پیمانوں پر یکساں ریڈنگ (Reading) ظاہر کرتی ہیں۔ اس کا مطلب ہے کہ کمانی دار ترازو A کے ذریعے ترازو B پر لگائی گئی قوت، ترازو B کے ذریعے ترازو A پر لگائی گئی قوت کے مساوی مگر مخالف سمت میں ہے۔ وہ قوت جو ترازو A، B پر لگاتی ہے، عمل کہلاتی ہے اور جو قوت ترازو B ترازو A پر لگاتی ہے، ردِ عمل کہلاتی ہے۔ اس سے ہمیں حرکت کے تیسرے قانون کا ایک متبادل بیان حاصل ہوتا ہے۔ ہر عمل کے لیے ایک مساوی اور مخالف ردِ عمل ہوتا ہے۔ لیکن یہ ضرور یاد رکھنا چاہیے کہ عمل اور ردِ عمل ہمیشہ دو مخالف اشیا پر کام کرتے ہیں۔



شکل 9.10: عمل اور ردِّ عمل کی قوتیں مساوی اور مخالف ھیں۔

فرض کیجیے آپ سڑک پر حالتِ سکون میں کھڑے ہیں اور چلنا شروع کرنا چاہتے ہیں۔ آپ کو اسراع حاصل کرنا ضروری ہے اور حرکت کے دوسرے قانون کے مطابق اس کے لیے قوت درکار ہوگی۔ یہ قوت کون سی ہے؟ کیا یہ اس سمت میں ہے، جس میں ہم چلنا چاہتے ہیں؟ نہیں آپ اپنے پیروں کے نیچے کی سڑک کو پیچھے کی طرف دباتے ہیں۔ سڑک آپ کے قدموں پر ایک مساوی اور مخالف ردِ عمل کی قوت لگاتی ہے۔ جو آپ کو آگے کی طرف حرکت دیتی ہے۔

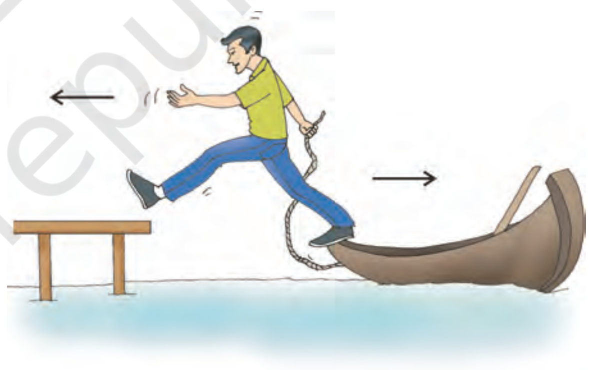
یہ نوٹ کرنا بھی ضروری ہے کہ اگرچہ عمل اور ردِ عمل کی قوتوں کی عددی قدریں ہمیشہ مساوی ہوتی ہیں، ضروری نہیں ہے کہ یہ قوتیں یکساں اسراع پیدا کریں۔ کیونکہ ہر قوت مختلف اشیا پر کام کرتی ہے جن کی کمیتیں مختلف ہوسکتی ہیں۔

© NCERT not to be republished

جب ایک بندوق چلائی جاتی ہے، تو بندوق، گولی پر آگے کی سمت میں قوت لگاتی ہے۔ گولی بھی بندوق پر ایک مساوی لیکن مخالف سمت میں ردِعمل کی قوت لگاتی ہے، جس کی وجہ سے بندوق پسپا (Recoil) ہوتی ہے (شکل 9.11) کیونکہ بندوق کی کمیت گولی کی کمیت سے کہیں زیادہ ہوتی ہے لہٰذا بندوق میں پیدا ہونے والا اسراع گولی میں پیدا ہونے والے اسراع سے بہت کم ہوتا ہے۔

حرکت کے تیسرے قانون کی ایک اور وضاحت اس صورت میں بھی ہوتی ہے، جب ایک ملاح چلتی ہوئی کشتی میں سے چھلانگ لگاتا ہے جب ملاح سامنے کی طرف کودتا ہے، تو کشتی پر لگنے والی قوت اسے پیچھے کی طرف دھکیلتی ہے (شکل 9.12)۔

شکل 9.11 : گولی پر لگ رہی، آگے کی سمت میں، قوت اور بندوق کی پسپائی



شکل 9.12 : جب ملاح آگے کی سمت میں کودتا ہے تو کشتی پیچھے کی سمت میں حرکت کرتی ہے۔

سرگرمی 9.4

- دو بچوں سے درخواست کیجیے کہ وہ دو الگ الگ گاڑیوں پر کھڑے ہو جائیں جیسا کہ شکل 9.13 میں دکھایا گیا ہے۔
- انھیں ریت سے بھرا ہوا ایک تھیلا، یا کسی بھاری شے سے بھرا ہوا تھیلا دے دیجیے۔ انھیں تھیلے کو پکڑنے کا کھیل کھیلنے کے لیے کہیے۔
- کیا ان دونوں میں سے ہر ایک ریت کے تھیلے کے پھینکے جانے (عمل) کے نتیجے میں فوری ردِعمل محسوس کرتا ہے۔
- آپ گاڑی کے پہیوں پر سفید رنگ سے ایک لائن کھینچ دیں اور اس کی مدد سے جب دونوں بچے ایک دوسرے کی طرف تھیلا پھینکیں تو دونوں گاڑیوں کی حرکت کا مشاہدہ کریں۔

شکل 9.13

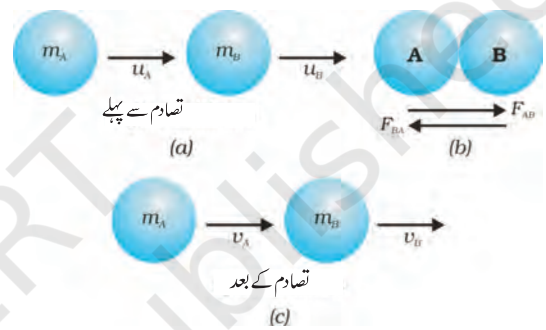
اب ایک گاڑی پر دو بچے اور دوسری گاڑی پر ایک بچہ کھڑا کیجیے اب آپ حرکت کے دوسرے قانون کا مشاہدہ کر سکتے ہیں، کیونکہ اس ترتیب میں یکساں قوت کے لیے مختلف اسراع پیدا ہوں گے۔

اس سرگرمی میں استعمال کی جانے والی گاڑی کو 12 mm یا 18mm موٹے تقریباً 50 × 100 cm کے پلائی ووڈ (Plywood) تختے سے بنایا جا سکتا ہے، جس میں دو سخت بال۔ بیرنگ والے پہیوں کے جوڑے لگائے جا سکتے ہیں۔ اسکیٹ تختے اتنے موثر نہیں ہوتے کیونکہ ان پر توازن برقرار رکھنا مشکل ہوتا ہے۔

© NCERT not to be republished

9.6 تحرک کی بقا
(Conservation of Momentum)

فرض کیجیے دو اشیا (مان لیجیے دو گیندیں A اور B) جن کی کمیتیں m_A اور m_B ہیں، ایک ہی سمت میں ایک خطِ مستقیم پر مختلف رفتاروں بالترتیب u_A اور u_B سے، حرکت کر رہی ہیں۔ شکل (9.14a) اور کوئی دوسری باہری غیر متوازن قوتیں ان پر کام نہیں کر رہی ہیں۔ فرض کیجیے $u_A > u_B$ دونوں گیندیں ایک دوسرے سے ٹکراتی ہیں، جیسا کہ شکل (9.14b) میں دکھایا گیا ہے۔ تصادم کے دوران جو وقفہ t تک جاری رہتا ہے۔ گیند A اور گیند B پر ایک قوت F_{BA} لگاتی ہے اور B گیند، گیند A پر ایک قوت F_{AB} لگاتی ہے۔ فرض کیجیے گیند A اور B کی تصادم کے بعد کی رفتاریں بالترتیب، v_A اور v_B ہیں (شکل 9.14c)۔



شکل **9.14:** دو گیندوں کے تصادم میں تحرک کی بقا

مساوات (9.1) سے، گیند A کے تصادم سے پہلے اور بعد کے تحرکات بالترتیب، $m_A u_A$ اور $m_A V_A$ ہیں۔ اس کے تحرک کی شرح تبدیلی (یا F_{AB}) تصادم کے دوران، ہوگی:

$$m_A \frac{(v_A - u_A)}{t}$$

اسی طرح، تصادم کے دوران گیند B کے تحرک کی شرح تبدیلی (F_{BA}) ہوگی:

$$m_B \frac{(v_B - u_B)}{t}$$

حرکت کے تیسرے قانون کے مطابق، گیند B کے ذریعے گیند A پر لگائی گئی قوت F_{AB} اور گیند A کے ذریعے گیند B پر لگائی گئی قوت F_{BA} ایک دوسرے کے مساوی اور مخالف ہونی چاہئیں۔ اس لیے۔

$$F_{AB} = -F_{BA} \quad (9.6)$$

یا

$$m_A \frac{(v_A - u_A)}{t} = -m_B \frac{(v_B - u_B)}{t}$$

اس سے ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

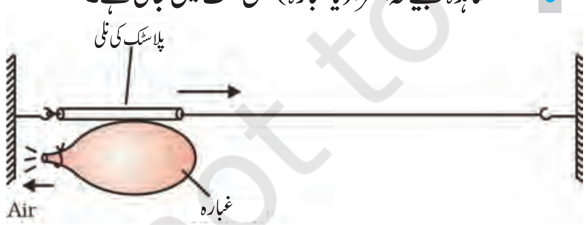
$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B \quad (9.7)$$

کیونکہ $(m_A u_A + m_B u_B)$ دونوں گیندوں A اور B کا تصادم سے پہلے، کل تحرک ہے اور $(m_A v_A + m_B v_B)$ ان کا تصادم کے بعد کل تحرک ہے، اس لیے مساوات (9.7) سے ہم دیکھتے ہیں کہ دونوں گیندوں کا کل تحرک تبدیل نہیں ہوتا، یا اس کی بقا ہوتی ہے، بشرطیکہ کوئی دوسری باہری قوت کام نہ کر رہی ہو۔

اس تصادم کے تجربے کے نتیجے سے، ہم کہہ سکتے ہیں کہ تصادم سے پہلے دو اشیا کے تحرکات کا حاصل جمع تصادم کے بعد دونوں اشیا کے تحرکات کے حاصل جمع کے مساوی ہے، بشرطیکہ ان پر کوئی باہری غیر متوازن قوت نہیں لگ رہی ہو۔ اسے ''تحرک کی بقا کا قانون'' کہا جاتا ہے۔ اس بیان کو متبادل شکل میں اس طرح بھی کہا جاسکتا ہے کہ دو اشیا کا کل تحرک، تصادم میں، تبدیل نہیں ہوتا یعنی تحرک کی بقا ہوتی ہے۔

سرگرمی 9.5

- ایک بڑے سائز کا ربر کا غبارہ لیجیے اور اسے پورا پھلا لیجیے۔ اس کے منھ کو ایک دھاگے سے باندھ دیجیے۔ ایک چپکانے والے ٹیپ (Adhesive Tape) کی مدد سے غبارے کی سطح پر پلاسٹک کی نلی (Straw) لگا دیجیے۔
- اس نلی میں ایک دھاگہ پرو دیجیے اور دھاگے کا ایک سرا اپنے ہاتھ میں پکڑ لیجیے۔
- اپنے ایک ساتھی سے کہیے کہ وہ کچھ دور دھاگے کا دوسرا سرا پکڑ کر کھڑا ہو جائے۔ یہ ترتیب شکل 9.15 میں دکھائی گئی ہے۔
- اب غبارے کے منھ پر بندھا ہوا دھاگہ کھول دیجیے اور اس کی ہوا نکل جانے دیجیے۔
- مشاہدہ کیجیے کہ اسٹرا (یا غبارہ) کس سمت میں جاتی ہے۔

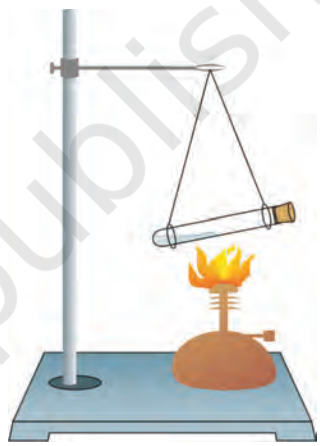


شکل **9.15**

© NCERT not to be republished

سرگرمی 9.6

- ایک عمدہ شیشے کی بنی ہوئی ٹیسٹ ٹیوب لیجیے اور اس میں تھوڑا سا پانی لے لیجیے۔ اس کے منہ پر اسٹاپ کارک لگا دیجیے۔
- اب دو دھاگوں یا تاروں کی مدد سے اسے افقی طور پر (Horizontally) لٹکا دیجیے جیسا کہ شکل 9.16 میں دکھایا گیا ہے۔
- ٹیسٹ ٹیوب کو ایک برنر (چولہے) کے ذریعے اس وقت تک گرم کرتے رہیے جب تک کہ پانی ابخرات میں تبدیل نہ ہو جائے اور کارک باہر نہ نکل جائے۔
- مشاہدہ کیجیے کہ کارک نکلنے کی مخالف سمت میں ٹیسٹ ٹیوب پسپا ہوتی ہے۔ کارک نکلنے کی رفتار اور پسپا ہوتی ہوئی ٹیسٹ ٹیوب کی رفتار میں فرق کا بھی مشاہدہ کیجیے۔



شکل 9.16

مثال 9.6 20g کی ایک گولی، 2kg کمیت کی ایک پستول سے افقی سمت میں، افقی رفتار $150\ m\ s^{-1}$ کی افقی رفتار سے چلائی جاتی ہے۔ پستول کی پسپائی رفتار کیا ہوگی؟

حل:

ہمارے پاس ہے،

گولی کی کمیت $m_1 = 20g = (0.02\ kg)$

اور

بندوق کی کمیت $m_2 = 2\ kg$

گولی کی ابتدائی رفتار $(u_1) = 0$

بندوق کی ابتدائی رفتار $(u_2) = 0$

گولی کی اختتامی رفتار $(v_1) = +150\ m\ s^{-1}$

گولی کی سمت بائیں سے دائیں طرف لی جاتی ہے (قرار داد کے مطابق مثبت، شکل 9.17) فرض کیجیے، بندوق کی پسپائی رفتار v ہے۔

$= (2 + 0.02)\ kg \times 0\ m\ s^{-1}$

فائر کرنے سے پہلے جب بندوق حالتِ سکون میں ہے، پستول اور گولی کا کل تحرک

$= 0\ kg\ m\ s^{-1}$

فائر کرنے کے بعد، بندوق اور گولی کا کل تحرک

$= 0.02\ kg \times (+150\ m\ s^{-1}) + 2\ kg \times v\ m\ s^{-1}$

$= (3 + 2v)\ kg\ m\ s^{-1}$

تحرک کی بقا کے قانون کے مطابق

فائر کرنے سے پہلے کل تحرک = فائر کرنے کے بعد کل تحرک

$3 + 2v = 0$

$\Rightarrow v = -1.5\ m\ s^{-1}$

منفی علامت یہ نشاندہی کرتی ہے کہ وہ سمت جس میں بندوق پسپا ہوگی، گولی کی سمت کے مخالف ہے، یعنی کہ دائیں سے بائیں سمت میں۔

شکل 9.17 : ایک پستول کی پسپائی

© NCERT not to be republished

مثال 9.7 40kg کمیت کی ایک لڑکی 5 m s^{-1} کی افقی رفتار سے ایک 3kg کمیت والی رکی ہوئی گاڑی پر کودتی ہے جس میں بے رگڑ (Frictionless) پہیے لگے ہیں، جب گاڑی حرکت کرتی ہے تو اس لڑکی کی رفتار کیا ہوگی؟ مان لیجیے کہ افقی سمت میں کوئی باہری غیر متوازن قوت نہیں لگ رہی ہے۔

حل:

مان لیجیے کہ لڑکی جب گاڑی پر حرکت کرتی ہے تو اس کی رفتار v ہے۔

گاڑی پر کودنے سے پہلے لڑکی اور گاڑی کا کل تحرک $= 40\text{kg} \quad 5 \text{ m s}^{-1} + 3\text{kg} \quad 0 \text{ m s}^{-1}$

$= 200 \text{ kg m s}^{-1}$

گاڑی پر کودنے کے بعد کل تحرک $= (40 + 3) \text{ kg} \quad v \text{ m s}^{-1}$

$= 43\, v \text{ kg m s}^{-1}$

تحرک کی بقا کے قانون کے مطابق، ہم جانتے ہیں کہ تفاعل کے دوران کل تحرک کی بقا ہوتی ہے۔ یعنی

$43 \text{ v} = 200$

$\Rightarrow \text{v} = 200/43 = + 4.65 \text{ m s}^{-1}$

اس لیے لڑکی گاڑی پر 4.65 m s^{-1} کی رفتار سے حرکت کرے گی۔ اس کی حرکت کی سمت وہی ہوگی، جس سمت میں وہ کودی تھی (شکل 9.18)۔

مثال 9.8 ہاکی کی مخالف ٹیموں کے کھلاڑی، ہاکی گیند کو مارنے کی کوشش میں، میدان میں ٹکرا جاتے ہیں اور فوراً ہی ایک دوسرے میں الجھ جاتے ہیں۔ ایک کی کمیت 80kg ہے۔ اور وہ 5 ms^{-1} کی رفتار سے دوڑ رہا ہے، جبکہ دوسرے کی کمیت 55 kg ہے اور وہ پہلے کھلاڑی کی طرف 6.0 m s^{-1} کی رفتار سے دوڑ رہا ہے۔ وہ ایک دوسرے میں الجھنے کے بعد کس رفتار سے اور کس سمت میں حرکت کریں گے۔ مان لیجیے کہ دونوں کھلاڑیوں کے قدموں اور میدان کے درمیان لگ رہی قوتِ رگڑ قابلِ نظر انداز ہے۔

حل

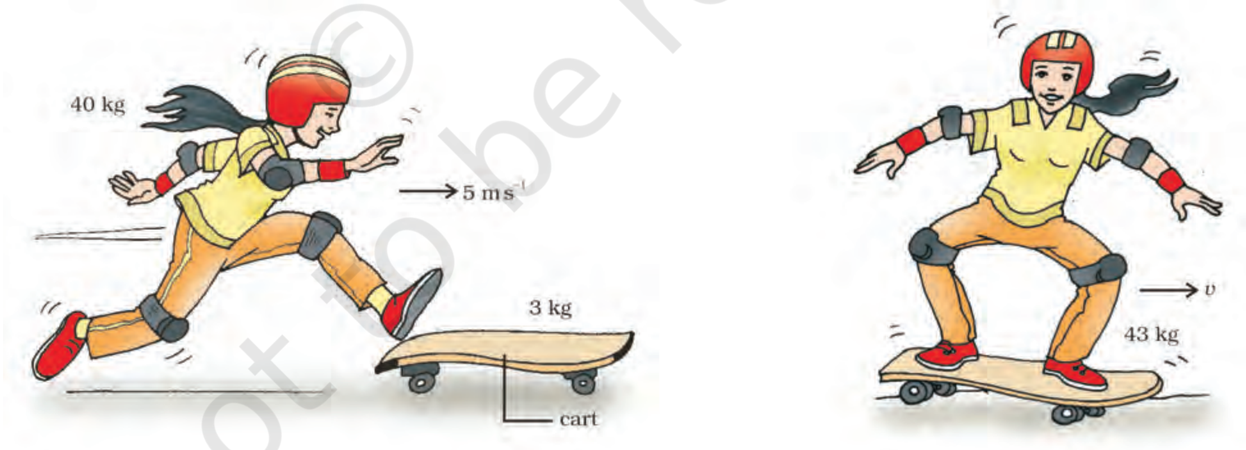
مان لیجیے کہ پہلا کھلاڑی بائیں سے دائیں حرکت کر رہا ہے۔ قرار داد کے مطابق، بائیں سے دائیں، مثبت سمت مانی جاتی ہے، اس لیے دائیں سے بائیں منفی سمت ہوگی (شکل 9.19)۔ اگر علامتیں m اور u دونوں کھلاڑیوں کی بالترتیب کمیتیں اور رفتار ظاہر کرتی ہیں۔ ان طبیعی مقداروں میں زیریں علامتیں (Subscripts) 1 اور 2 دونوں ہاکی کھلاڑیوں کی نشاندہی کرتی ہیں۔ اس لیے

$m_1 = 80 \text{ kg}; \; u_1 = + 5 \text{ m s}^{-1}$ اور

$m_2 = 70 \text{ kg}; \; u_2 = - 6 \text{ m s}^{-1}$

تصادم سے پہلے، دونوں کھلاڑیوں کا کل تحرک $= 80 \text{ kg} \times (5 \text{ m s}^{-1}) + 70 \text{ kg} \times (- 6 \text{ m s}^{-1})$

$= - 20 \text{ kg m s}^{-1})$



شکل 9.18 : لڑکی گاڑی پر کودتی ھے

© NCERT not to be republished

اگر تصادم کے بعد، آپس میں الجھے ہوئے دونوں کھلاڑیوں کی رفتار v ہے،

تصادم کے بعد، دونوں کھلاڑیوں کا کل تحرک = $(m_1 + m_2) \times v$

$$= (80 + 70)\ kg \times v\ (m\ s^{-1})$$

$$= 150 \times v\ kg\ m\ s^{-1}$$

تحرک کی بقا کے قانون کے مطابق تصادم سے پہلے اور تصادم کے بعد نظام کے تحرکات کو برابر کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے:

$$v = -20/150$$

$$= -0.13\ m\ s^{-1}$$

اس لیے ایک دوسرے میں الجھے ہوئے دونوں کھلاڑی $-0.13 ms^{-1}$ کی رفتار سے دائیں سے بائیں طرف حرکت کریں گے۔ یعنی کہ اس سمت میں، جس میں دوسرا کھلاڑی تصادم سے پہلے دوڑ رہا تھا۔

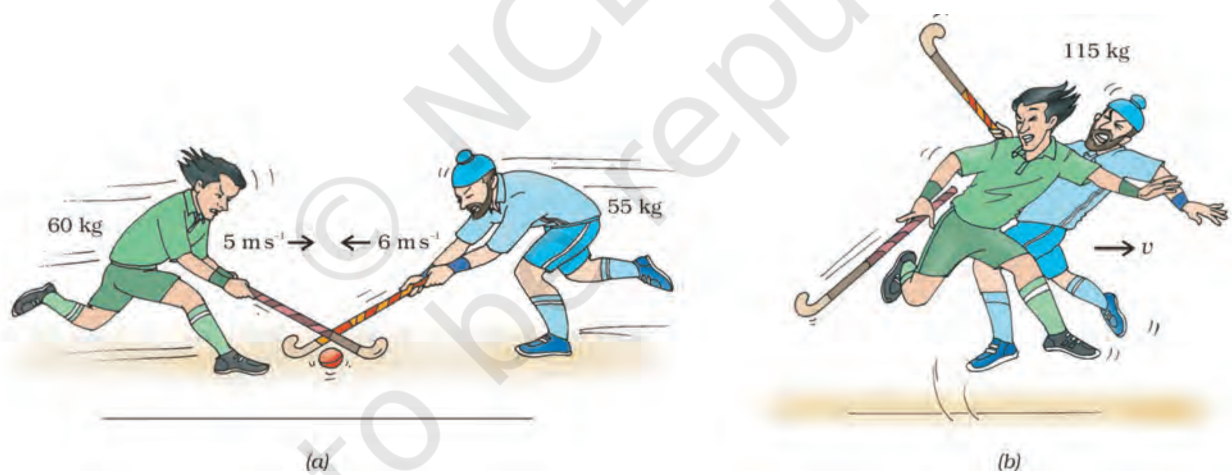
سوالات

1۔ اگر عمل ہمیشہ ردعمل کے مساوی ہوتا ہے، تو وضاحت کیجیے کہ ایک گھوڑا گاڑی کو کیسے کھینچتا ہے۔

2۔ سمجھائیے کہ آگ بجھانے والے شخص کے لیے اس پانی کے پائپ (Hose) کو پکڑے رہنا کیوں دشوار ہوتا ہے، جس میں سے تیز رفتار کے ساتھ پانی خارج ہوتا ہے۔

3۔ 50 گرام کمیت کی ایک گولی $35\ m\ s^{-1}$ کی رفتار سے، ایک 4kg کمیت کی بندوق سے داغی جاتی ہے۔ بندوق کی پسپائی رفتار کا حساب لگائیے۔

4۔ 100gm اور 200gm دو کمیتیں یعنی A اور B، ایک ہی خط پر ایک ہی سمت میں، بالترتیب $2ms^{-1}$ اور $1ms^{-1}$ کی رفتاروں سے حرکت کر رہی ہیں۔ وہ ایک دوسرے سے ٹکراجاتی ہیں اور ٹکرانے کے بعد B شے $1.67\ m\ s^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ A شے کی رفتار معلوم کیجیے۔



شکل 9.19 : دوھا کی کھلاڑیوں کا تصادم (a) تصادم سے پہلے (b) تصادم کے بعد

© NCERT not to be republished

بقائی قوانین (Conservation Laws)

تمام بقائی قوانین، جیسے تحرک کی بقا، توانائی کی بقا، زادئی تحرک کی بقا، برقی بار کی بقا وغیرہ کے قوانین، طبعیات میں بنیادی قوانین مانے جاتے ہیں۔ عام بقائی قانون مشاہدات اور تجربات پر مبنی ہیں۔ یہ یاد رکھنا اہم ہے کہ اسی بقائی قانون کو براہ راست ثابت نہیں کیا جاسکا ہے۔ تجربات سے ان کی تصدیق کی جاسکتی ہے یا اسے غلط ثابت کیا جاسکتا ہے۔ ایک تجربہ جس کا نتیجہ قانون سے مطابقت رکھتا ہے، قانون کی تصدیق کرتا ہے یا اسے تقویت پہنچاتا ہے، وہ اسے ثابت نہیں کرتا۔ دوسری طرف ایک واحد تجربہ جس کا نتیجہ قانون کے برخلاف ہے، اسے غلط ثابت کرنے کے لیے کافی ہے۔

تحرک کی بقا کا قانون مشاہدات اور تجربات کی بڑی تعداد سے اخذ کیا گیا ہے۔ یہ قانون تقریباً 3 صدی پہلے تشکیل دیا گیا تھا۔ یہ جاننا دلچسپی کا باعث ہوگا کہ اب تک ایک بھی ایسی صورت حال سامنے نہیں آئی ہے جو اس قانون کے برخلاف ہو۔ روزمرہ کی زندگی کے کئی تجربات کی وضاحت تحرک کی بقا کے قانون کی بنیاد پر کی جاسکتی ہے۔

آپ نے کیا سیکھا

- حرکت کا پہلا قانون: ایک شے اس وقت تک حالت سکون میں یا خط مستقیم پر یکساں حرکت میں رہتی ہے، جب تک اس پر کوئی غیر متوازن قوت نہ لگے۔
- اشیا کا وہ قدرتی رجحان جس کی وجہ سے وہ اپنی حالتِ سکون یا یکساں حرکت کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہیں، جمود کہلاتا ہے۔
- ایک شے کی کمیت اس کے جمود کی پیمائش ہے۔ اس کی SI اکائی کلوگرام (kg) ہے۔
- قوتِ رگڑ ہمیشہ اشیا کی حرکت کی مخالفت کرتی ہے۔
- حرکت کا دوسرا قانون: شے کے تحرک کی تبدیلی کی شرح شے پر لگائی گئی غیر متوازن قوت کے، متناسب اور قوت کی سمت میں ہوتی ہے۔
- قوت کی SI اکائی ($kg\ m\ s^{-2}$) ہے۔ اسے نیوٹن بھی کہتے ہیں اور علامت N سے ظاہر کرتے ہیں۔ ایک نیوٹن کی قوت 1kg کمیت کی شے میں $1\,m\,s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرتی ہے۔
- شے کا تحرک اس کی کمیت اور رفتار کا حاصل ضرب ہے اور اس کی سمت وہی ہوتی ہے جو رفتار کی سمت ہے۔ اس کی SI اکائی $kg\,m\,s^{-1}$ ہے۔
- حرکت کا تیسرا قانون ہر عمل کے لیے ایک مساوی اور مخالف ردِّ عمل ہوتا ہے اور یہ دونوں دو مختلف جسموں پر لگتے ہیں۔
- ایک جداگانہ نظام (Isolated System) میں جہاں کوئی باہری قوت نہ استعمال ہو وہاں کل تحرک برقرار رہتا ہے۔

© NCERT not to be republished

مشق

1۔ ایک شے پر صفر باہری غیر متوازن قوت لگ رہی ہے۔ کیا یہ ممکن ہے کہ یہ شے غیر صفر رفتار سے حرکت کر سکے۔ اگر ہاں تو وہ شرائط بتائیے جو اس کی عددی قدر اور سمت پر لاگو ہوں گی۔ اگر نہیں، تو وجہ بتائیے۔

2۔ جب ایک قالین کو چھڑی سے پیٹا جاتا ہے تو دھول باہر آجاتی ہے۔ وضاحت کیجیے۔

3۔ بس کی چھت پر رکھے ہوئے سامان کو رسی سے باندھنے کا مشورہ کیوں دیا جاتا ہے۔

4۔ ایک بلے باز کرکٹ کی گیند کو ہموار زمین پر لڑھکنے کے لیے بیٹ سے دھکا دیتا ہے۔ کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد گیند رک جاتی ہے۔ گیند رکنے کے لیے آہستہ ہوتی ہے، کیونکہ

(a) بلے باز دھکا دینا بند کر دیتا ہے۔
(b) رفتار گیند پر لگائی گئی قوت کے متناسب ہے۔
(c) گیند پر ایک ایسی قوت لگ رہی ہے جو حرکت کی مخالفت کرتی ہے۔
(d) گیند پر کوئی غیر متوازن قوت نہیں لگ رہی ہے، اس لیے گیند رکنا چاہیے گی۔

5۔ ایک ٹرک حالتِ سکون سے چلنا شروع کرتا ہے اور ایک پہاڑی پر مستقلہ اسراع کے ساتھ نیچے پھسلتا ہے۔ وہ 20s میں 400m فاصلہ طے کرتا ہے۔ اس کا اسراع معلوم کیجیے۔ اگر اس کی کمیت 7 ٹن ہے تو اس پر لگ رہی قوت معلوم کیجیے۔ [اشارہ: 1000 کلوگرام = 1 ٹن]

6۔ ایک جمی ہوئی جھیل کی سطح پر ایک پتھر $20\,ms^{-1}$ کی رفتار سے پھینکا جاتا ہے جو 50m کا فاصلہ طے کرنے کے بعد رک جاتا ہے۔ برف اور پتھر کے درمیان قوتِ رگڑ کتنی ہے؟

7۔ 8000kg کا ایک انجن، 5 ڈبوں کی ایک ٹرین کو افقی پٹری پر کھینچتا ہے۔ ہر ڈبے کی کمیت 2000kg ہے۔ انجن 40,000N کی قوت لگاتا ہے۔ اگر پٹریاں 5,000N کی قوتِ رگڑ لگاتی ہیں تو حساب لگائیے:

(a) کل اسراعی قوت
(b) ریل کا اسراع
(c) ڈبہ 1 کے ذریعے ڈبے 2 پر لگائی گئی قوت

8۔ ایک گاڑی کی کمیت 1500kg ہے۔ گاڑی اور سڑک کے درمیان کتنی قوت لگنی چاہیے کہ گاڑی $1.7\,ms^{-2}$ کے منفی اسراع کے ساتھ رک جائے۔

© NCERT not to be republished

9۔ m کمیت کی ایک شے v رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ اس کا تحرک کیا ہوگا؟

(a) $(mv)^2$ (b) mv^2 (c) $\frac{1}{2} mv^2$ (d) mv

10۔ 200N کی ایک افقی قوت استعمال کرتے ہوئے ہم ایک لکڑی کے ڈبے کو ایک فرش پر مستقلہ رفتار کے ساتھ حرکت دینا چاہتے ہیں۔ لکڑی کے ڈبے پر لگنے والی قوت رگڑ کتنی ہوگی۔

11۔ دو اشیا جن میں سے ہر ایک کی کمیت 1.5kg ہے، ایک ہی خط مستقیم پر لیکن مخالف سمتوں میں حرکت کر رہی ہیں۔ تصادم سے پہلے دونوں میں سے ہر ایک کی رفتار $2.5\ ms^{-1}$ ہے اور تصادم کے دوران وہ ایک دوسرے سے چپک جاتی ہیں۔ تصادم کے بعد دونوں اشیا کی جڑی ہوئی حالت میں رفتار کیا ہوگی؟

12۔ حرکت کے تیسرے قانون کے مطابق، جب ہم کسی شے کو دھکا دیتے ہیں، تو وہ شے بھی ہمیں ایک مساوی اور مخالف قوت کے ساتھ پیچھے دھکیلتی ہے۔ اگر شے، سڑک کے کنارے کھڑا ہوا ایک بھاری ٹرک ہے، تو امکان یہی ہے کہ وہ حرکت نہ کرے۔ ایک طالب علم اس کی توجیہ یہ پیش کرتا ہے کہ دو مخالف اور یکساں قوتیں ایک دوسرے کو رد (Cancel) کر دیتی ہیں۔ اس توجیہ پر تبصرہ کیجیے اور سمجھایئے کہ ٹرک کیوں حرکت نہیں کرتا؟

13۔ 200g کمیت کی ایک ہاکی گیند $10\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ اسے ایک ہاکی کے ذریعے اس طرح مارا جاتا ہے کہ وہ $5\ ms^{-1}$ کی رفتار سے اسی راستے پر واپس لوٹ جائے، جس پر وہ مارنے سے پہلے حرکت کر رہی تھی۔ ہاکی کے ذریعے لگائی گئی قوت سے ہاکی گیند کے تحرک میں ہونے والی تبدیلی کا حساب لگایئے۔

14۔ 10g کمیت کی ایک گولی، افقی سمت میں $150\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتے ہوئے ایک رکے ہوئے لکڑی کے ٹکڑے سے ٹکراتی ہے اور 0.03 میں حالتِ سکون میں آ جاتی ہے۔ حساب لگایئے کہ گولی، ٹکڑے میں کتنی دور تک دھنس جائے گی۔ لکڑی کے ٹکڑے کے ذریعے گولی پر لگائی گئی قوت کا بھی حساب لگایئے۔

15۔ 1kg کی ایک شے خط مستقیم میں $150\ ms^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتی ہوئی ایک رکے ہوئے لکڑی کے ٹکڑے سے ٹکراتی ہے جس کی کمیت 5kg ہے، اور اس سے چپک جاتی ہے۔ پھر وہ دونوں ایک ساتھ اسی خط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں۔ ٹکرانے سے فوراً پہلے اور ٹکرانے کے فوراً بعد کے کل تحرک کا حساب لگایئے۔ جڑی ہوئی شے کی رفتار کا بھی حساب لگایئے۔

16۔ 100 کلوگرام کمیت کی ایک شے یکساں اسراع سے حرکت کرتے ہوئے 6 s میں $5\ ms^{-1}$ سے $8\ ms^{-1}$ کی رفتار حاصل کر لیتی ہے۔ شے کے ابتدائی اور اختتامی تحرک کا حساب لگایئے۔ شے پر لگائی

گئی قوت کی عددی قدر بھی معلوم کیجیے۔

17۔ اختر، کرن اور راہل ایک کار میں سفر کر رہے تھے، جو تیز رفتار سے ایک شاہراہ سے گذر رہی تھی۔ ایک کیڑا کار کے شیشے سے ٹکرایا اور شیشے پر چپک گیا۔ اختر اور کرن نے اس صورت حال پر غور کرنا شروع کیا۔ کرن نے تجویز پیش کی کہ کار کے تحرک میں آئی تبدیلی کے مقابلے میں کیڑے کے تحرک میں تبدیلی زیادہ ہے۔ (کیونکہ کیڑے کی رفتار کی تبدیلی موٹر کار کی رفتار میں آئی تبدیلی سے کہیں زیادہ ہے)۔ اختر نے کہا کہ کیونکہ موٹر کار زیادہ رفتار سے چل رہی ہے، اس لیے یہ کیڑے پر زیادہ قوت لگاتی ہے، اور اس کے نتیجے میں کیڑا مر گیا۔ راہل نے ایک بالکل نئی وضاحت کی اور کہا موٹر کار اور کیڑے دونوں پر یکساں قوت لگی اور ان کے تحرک میں یکساں تبدیلی آئی۔ ان تجاویز پر تبصرہ کیجیے۔

18۔ 10 kg کمیت کا ایک ڈمبل اگر 80cm کی اونچائی سے فرش پر گرتا ہے تو وہ فرش کو کتنا تحرک منتقل کرے گا؟ نیچے کی سمت میں اس کا اسراع $10ms^{-2}$ لیجیے۔

اضافی مشق

A-1۔ حرکت کرتی ہوئی ایک شے کا فاصلہ۔ وقت جدول مندرجہ ذیل ہے:

فاصلہ (میٹر میں)	وقت (سیکنڈ میں)
0	0
1	1
8	2
27	3
64	4
125	5
216	6
343	7

(a) آپ اسراع کے بارے میں کیا نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں؟ کیا یہ مستقل ہے؟ بڑھ رہا ہے؟ کم ہو رہا ہے؟ یا صفر ہے؟

(b) آپ شے پر لگ رہی قوتوں کے بارے میں کیا نتیجہ اخذ کر سکتے ہیں۔

A-2۔ دو افراد 1200 kg کی ایک موٹر کار کو ایک ہموار سڑک پر یکساں رفتار سے دھکیل لیتے ہیں۔ وہی موٹر تین افراد کے ذریعے $0.2ms^{-2}$ کے اسراع کے ساتھ دھکیلی جا سکتی ہے۔ ہر ایک شخص موٹر کار کو کتنی قوت سے دھکیلتا ہے؟ (اشارہ: ہر ایک شخص یکساں عضلائی قوت سے کار کو دھکیلتا ہے)

© NCERT not to be republished

A-3۔ 500g کا ایک ہتھوڑا $50\ m\ s^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتے ہوئے ایک کیل کو مارتا ہے۔ کیل ہتھوڑے کو بہت کم وقفہ 0.01S کے لیے ہی ہے، روکتی ہے۔ کیل ہتھوڑے پر کتنی قوت لگاتی ہے؟

A-4۔ 1200kg کمیت کی ایک موٹر کار ایک خط مستقیم میں 90km/h کی یکساں رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ ایک باہری غیر متوازن قوت کے ذریعے اس کی رفتار 4s میں کم ہو کر 18 km/h ہو جاتی ہے اسراع اور تحرک میں تبدیلی کا حساب لگائیے۔ درکار قوت کی عددی قدر کا بھی حساب لگائیے۔

A-5۔ ایک بڑا ٹرک اور ایک کار، دونوں v عددی قدر کی رفتار سے حرکت کرتے ہوئے آمنے سامنے ٹکرا جاتے ہیں۔ اور اس کے بعد دونوں رک جاتے ہیں۔ اگر یہ تصادم 1S تک چلتا ہے تو:

a۔ کون سی گاڑی پر ٹکر کی قوت زیادہ لگتی ہے؟

b۔ کون سی گاڑی میں تحرک میں تبدیلی زیادہ ہوتی ہے؟

c۔ کون سی گاڑی میں زیادہ اسراع پیدا ہوتا ہے؟

d۔ کار کو ٹرک کے مقابلے میں زیادہ نقصان پہنچنے کا امکان کیوں ہے؟

© NCERT not to be republished