باب 9

قوت اور حرکت کے قوانین

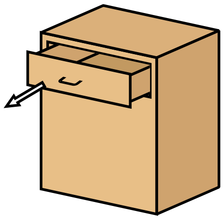
(Force and Laws of Motion)

’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 کر سکے ہیں کہ یہ حرکت ہوتی کس کی وجہ سے ہے؟ ایک شے کی چال وقت کے ساتھ کیوں تبدیل ہوتی ہے؟ کیا ہر حرکت کی وجہ ہونا ضروری ہے؟ اگر ہاں، تو اس وجہ کی طبع کیا ہے؟ اس باب میں ہم ان جیسے تمام 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۔ یہی یقین کیا جاتا رہا، جب تک کہ گیلیلیو گیلیلی (Galileo Galilei-1564-1642) اور Issac Newton (1642-1727) نے حرکت کو سمجھنے کی ایک بالکل مختلف راہ نہیں دکھائی۔

ہم اپنی روز مرہ زندگی میں دیکھتے ہیں کہ ایک رکی ہوئی شے (ایک شے جو حالتِ سکون میں ہے) کو حرکت میں لانے کے لیے یا ایک حرکت کرتی ہوئی شے کو روکنے کے لیے کچھ کوشش کرنا پڑتی ہے۔ ہم عام طور سے اس کا تجربہ ایک عضلاتی کوشش کی شکل میں کرتے ہیں اور کہتے ہیں کہ ایک شے کی حرکت کی حالت کو تبدیل کرنے کے لیے ہمیں اسے دھکّا دینا و مارنا یا کھینچنا ضروری ہے۔ قوت کا تصور اسی دھکیلنے، مارنے 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، مارنا یا کھینچنا یہ سب وہ طریقے ہیں جن کے ذریعے اشیاء کو حرکت میں لایا جاسکتا ہے (شکل 9.1)۔ اشیاء 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۔

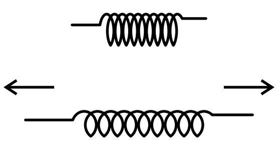
(c) ہاکی گیند کو آگے کی طرف دھکیلتی ہے

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

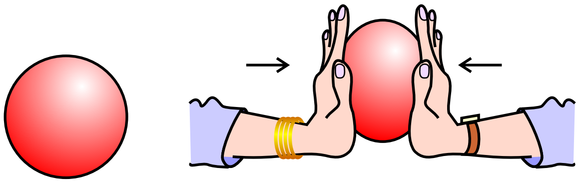
اپنی پچھلی جماعتوں میں آپ واقفیت حاصل کر چکے ہیں کہ ایک قوت کسی شے کی رفتار کی عددی قدر تبدیل کرنے کے لیے استعمال کی جاسکتی ہے (یعنی کہ شے کو کم یا زیادہ تیزی سے حرکت کرنے کے لیے) یا اگر وہ

© NCERT not to be republished

پہلے سے حرکت 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)

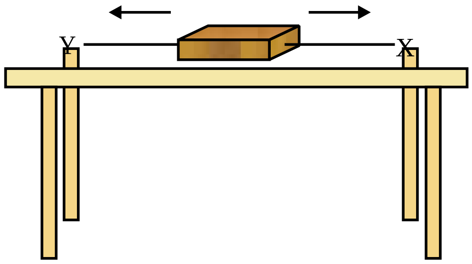


(b)

شکل 9.2 (a) قوت لگانے سے ایک اسپرنگ پھیلتا ھے (b) ربر کی کری بال قوت لگانے سے چپٹی ہو جاتی ھے۔

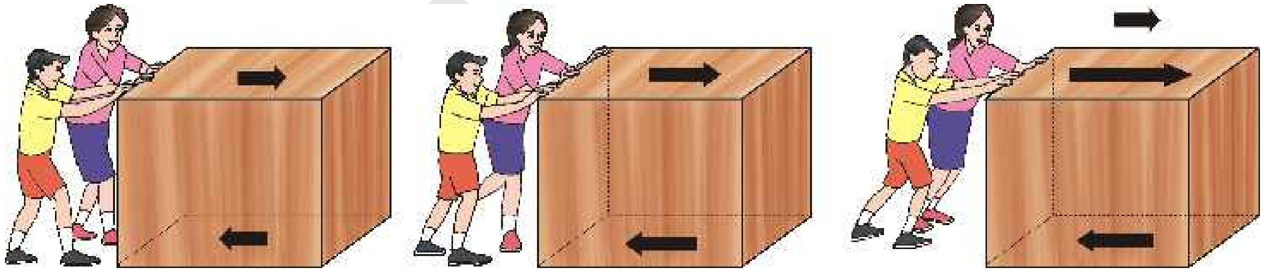
9.1 متوازن اور غیر متوازن قوتیں
(Balanced and Unbalanced Forces)

شکل 9.3 میں ایک لکڑی کا گٹکا ایک افقی میز (Horizontal Table) پر رکھا ہوا دکھایا گیا ہے۔ گٹکے 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 گٹکا دائیں طرف حرکت کرنا شروع کر دیتا ہے۔ اسی طرح اگر دھاگا Y کھینچتے ہیں تو گٹکا بائیں طرف حرکت کرتا ہے۔ لیکن اگر گٹکا 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 لیتے ہیں جس میں دو مخالف قوتیں جن کی عددی قدریں بھی مختلف ہیں، گٹکے کھینچ رہی ہیں ایسی صورت میں گٹکا 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 گٹکا 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 گٹکے 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 کر رہی ہوتی ہے (شکل 9.4a)۔ یہ قوتِ رگڑ ان دو سطحوں کے درمیان پیدا ہوتی ہے۔ جو ایک دوسرے سے تماس (Contact) میں ہوتی ہیں، یعنی کہ بکس کا پیندا اور فرش کی کھردری سطح۔ یہ قوت رگڑ دھکیلنے کی قوت کی متوازن کر دیتی ہے اور بکس حرکت نہیں کرتا۔ شکل (b)9.4 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



(a) (b) (c)

شکل 9.4

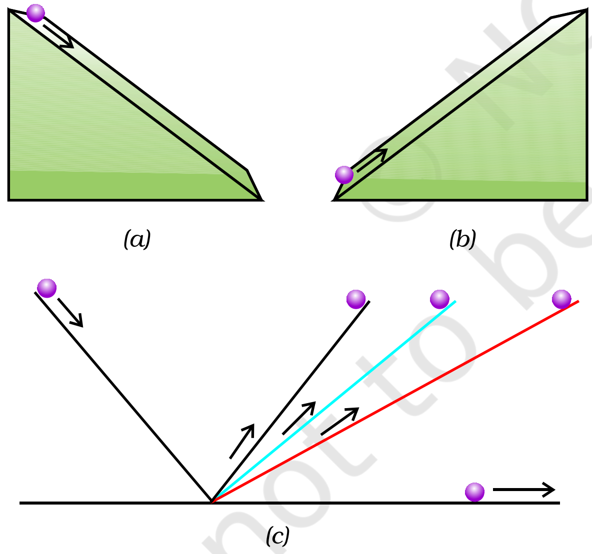
© NCERT not to be republished

زیادہ 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 سمت میں کام کر رہی ہیں۔ سائیکل کو چلتا رکھنے کے لیے ہمیں پھر سے پیڈل چلانا شروع کرنا پڑے گا۔ اس لیے ایسا لگتا ہے کہ کوئی بھی حرکت کرتی ہوئی شے ایک لگاتار غیر متوازن قوت لگتے رہنے پر حرکت کرتی ہے۔ حالانکہ، یہ بات بالکل درست نہیں ہے۔ کوئی شے یکساں رفتار سے صرف اسی وقت حرکت کرتی ہوئی شے ایک لگاتار غیر متوازن قوت لگتے رہنے پر 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 (ڈھکیلے جانے کی قوت اور قوتِ رگڑ) متوازن ہوں اور اس پر کوئی باہری مبلغ قوت (Net Force) نہ کر 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 ایک شے میں، جو حالتِ سکون میں ہے، 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 ہٹائی 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 اشیاء کی حرکت کے مشاہدہ سے اخذ کیا کہ اشیاء 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 (a)9.5)۔ اگلے باب میں آپ سیکھیں گے کہ چکنا پتھر جب مائل سطح پر نیچے پھسلتا ہے تو وہ کشش ثقل جاذبہ (Gravity) کی غیر متوازن قوت لگنے کے باعث گر رہا ہوتا 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 (b)9.5 میں دکھایا گیا ہے۔ شکل (c)9.5 میں ایک چکنا پتھر ایک مثالی 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 آغازی 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 مبلغ قوت کل قوت (Net Force) نہیں چاہیے ہوتی۔ عملی صورتوں میں



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

ایک صفر غیر متوازن قوت حاصل کرنا مشکل ہوتا ہے۔ ایسا قوتِ رگڑ کی موجودگی کے سبب سے ہوتا ہے جو حرکت کی سمت مخالف سمت میں کام کر رہی ہوتی 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 کرکے اور سطحوں پر چکنائی لگا کر، کم کیا جاسکتا ہے۔

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

ایک شے حالت سکون یا خط مستقیم میں یکساں حرکت کی حالت میں رہتی ہے۔ جب تک اس پر کی ان حالتوں کو بدلنے کے لیے 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 اشیاء 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 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 اور پنڈولم کے مطالعے کے ذریعے حرکت کرتی ہوئی اشیاء کا درست قانون تشکیل دیا، یعنی کہ کوئی شے حالتِ سکون سے یکساں اسراع کے زیر اثر، حرکت شروع کرکے، 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 غلہ (Projectile) مکافی راستہ (Parabolic Path) اختیار کرتا ہے۔

گیلیلیو ایک بہت اچھے کاریگر (Craftsman) بھی تھے۔ انھوں نے بہت سی دوربینیں (Telescope) بھی بنائیں، جن کی مناظری کارکردگی (Optical Performance) اس وقت دستیاب دوسری دوربینوں نے 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 ''خطبہ تیرتی ہوئی اشیا'' (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 اشیاء اپنی ''حرکت کی حالت'' میں تبدیلی کی مزاحمت کرتی ہیں۔ کیفیتی (Qualitative) طور پر، اگر اشیاء میں خلل نہ پیدا کیا جائے تو ان کی حالت سکون میں رہنے یا اسی یکساں رفتار سے حرکت کرتے رہنے کے ان کے رجحان کو جمود (Inertia) استمرار کہتے

ہیں۔ اسی لیے حرکت کے پہلے قانون کو جمود کا قانون (Law of Inertia) بھی کہتے ہیں۔

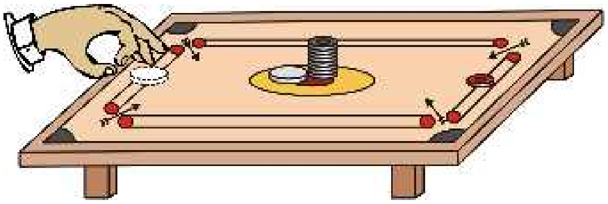
ہمیں موٹر میں سفر کرتے وقت جو تجربات ہوتے ہیں، ان میں سے کچھ کی وضاحت ''جمود کے قانون'' کے ذریعے کی جاسکتی ہے۔ ہم اپنی نشست (Seat) کے لحاظ سے اس وقت تک حالت سکون میں رہتے ہیں جب تک کہ انجن ڈرائیور کو روکنے کے لیے بریک قوت نہیں لگاتا۔ بریک لگانے کے ساتھ، کار آہستہ ہو جاتی ہے، مگر ہمارا جسم اپنے جمود کی وجہ سے اسی حالت حرکت میں رہنا چاہتا ہے۔ اس لیے اچانک بریک لگائے جانے سے ہم اپنے سامنے کے تختے سے ٹکراسکتے ہیں۔ اور ہمیں چوٹ لگ سکتی ہے۔ ایسے حادثات سے بچنے کے لیے حفاظتی پٹیاں پہنی جاتی ہیں۔ حفاظتی پٹیاں ہمارے جسم پر ایک قوت لگاتی ہیں، جس کی وجہ سے آگے کی سمت میں ہماری حرکت آہستہ ہو جاتی ہے۔ ایک مخالف تجربہ ہوتا ہے، جب ہم بس میں کھڑے ہوتے ہیں اور بس اچانک چلنا شروع کر دیتی 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 کوئی موڑ کاٹتی ہے تو ہم ایک طرف گرنے لگتے ہیں اس کی وضاحت بھی جمود کے قانون کی بنیاد پر کی جاسکتی 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 جاسکتی ہے۔

سرگرمی 9.1

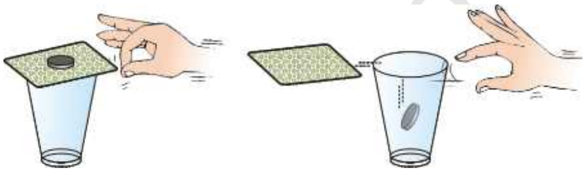
- کیرم کی گوٹوں کا ایک گٹھا بنائیے، جیسا کہ شکل 9.6 میں دکھایا گیا ہے۔
- اسٹرائکر یا کیرم کی ایک دوسری گوٹ کے ذریعے گٹھے کے نچلے سرے پر زور سے ایک افقی چوٹ لگائیے۔ اگر آپ نے چوٹ درکار قوت سے لگائی ہے تو سب سے نچلی گوٹ تیزی سے حرکت کرتی ہے، اس طرح کہ اس کے اور اوپر کے گٹھے کے درمیان کوئی افقی قوت باقی 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 گرادیتا 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 جھری (Groove) بنی ہوتی 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 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 اتنے ہی ناپ 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 کرلیں۔ 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 کا ناپ ہے۔

سوالات

1۔ مندرجہ ذیل میں سے کس کا جمود زیادہ ہے:

(a) ایک ربر کی گیند اور اسی ناپ 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 گر کیوں 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 ہوتی ہے یعنی کہ شے میں اسراع پیدا ہوتا ہے۔ اب ہم یہ مطالعہ کرنا چاہیں گے کہ ایک اسراع میں پیدا ہونے والا اسراع لگائی ہوئی قوت پر کیسے منحصر ہے اور ہم قوت کو کیسے ناپتے 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۔ ایک سڑک کے کنارے کھڑے ہوئے ٹرک کو آپ نظر انداز کرسکتے ہیں لیکن ایک حرکت کرتا ہوا ٹرک، چاہے اس کی رفتار صرف

© NCERT not to be republished

$5 ms^{-1}$ ہی ہو، اپنے راستے میں آئے شخص کو ہلاک کرسکتا ہے۔ ایک بہت تھوڑی کمیت کی شے جیسے بندوق سے نکلی ہوئی گولی بھی ایک شخص کو مار سکتی ہے۔ ایک بہت تھوڑی کمیت کی شے جیسے بندوق سے نکلی ہوئی گولی بھی ایک شخص کو مار سکتی ہے۔ ان مشاہدات سے معلوم ہوتا ہے کہ اشیاء 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، لگتا ہے کہ کوئی بہت اہم مقدار ہوگی جو شے کی کمیت اور اس کی رفتار کا مجموعہ ہوگی۔ ایسی ایک خاصیت، جو محرک معیار حرکت (Momentum) کہلاتی ہے، نیوٹن نے معرف کرائی۔ 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 کہ

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

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۔ میٹرفی سیکنڈ ($kg\,m\,s^{-1}$) ہے۔ کیونکہ ایک غیر متوازن قوت لگانے سے ایک شے کی رفتار میں تبدیلی آتی ہے، اس لیے ظاہر ہے کہ قوت ہی وہ وسیلہ ہے جو تحرک میں تبدیلی لاتا ہے۔

ہم ایک ایسی حالت کا تصور کرتے ہیں، جس میں ایک کار کو ایک سیدھی سڑک پر دھکا دیا جاتا ہے، جس سے کار $1 m\,s^{-1}$ کی چال اختیار کرلیتی ہے جو اس کے انجن کو کام کرنا شروع کرنے (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 کرلیتی 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 لگائی گئی غیر متوازن قوت کی سمت میں، متناسب 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 آغازی رفتار u سے حرکت کر رہی ہے۔ اسی میں لگاتار وقت t تک ایک مستقلہ قوت F لگا کر یکساں اسراع پذیر کیا جاتا ہے، یہاں تک کہ وہ رفتار v اختیار کرلیتی ہے۔ شے کے آغازی اور اختتامی تحرک بالترتیب ہوں گے: $p_1 = mu$ اور $p_2 = mv$۔

تحرک میں تبدیلی

$$\propto p_2 - p_1$$
$$\propto mv - mu$$
$$m \times (v - u)$$

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 متناسبیت 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 قوت کی ایک اکائی کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ قوت کی وہ مقدار ہے جو 1kg کمیت کی ایک شے میں $1 m\,s^{-2}$ کا اسراع پیدا کرتی ہے۔ یعنی کہ

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

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

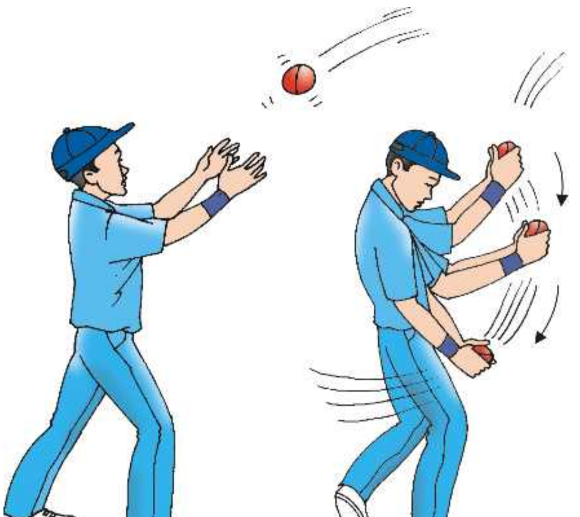
$$F = ma \qquad (9.4)$$

قوت اکائی $kg\ m\ s^{-2}$ 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۔

© NCERT not to be republished

ہم اپنی روزمرہ زندگی میں اکثر حرکت کے دوسرے قانون کو عملی شکل 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 عرصہ وقت میں اضافہ کرلیتا ہے، جس کے دوران گیند کی تیز رفتار کم ہوکر صفر ہوجاتی ہے۔ اس طرح گیند کا اسراع کم ہو جاتا ہے اور اس طرح تیزی سے حرکت کرتی ہوئی گیند کو کیچ کرنے میں 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 وقت میں کم ہوکر صفر ہوجاتی ہے یعنی کہ گیند کی تحرک کی شرح تبدیلی زیادہ ہوگی۔ اس لیے کیچ پکڑنے کے لیے ایک بڑی قوت لگانا پڑے گی، ورنہ ہاتھ زخمی بھی ہوسکتے 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 کا وقفہ وقت میں اضافہ کیا جاسکے۔ اس سے تحرک کی تبدیلی شرح اور اس لیے قوت کم ہوجاتی ہے۔

کبھی سوچیے گا کہ کراٹے کا کھلاڑی ایک 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 پہلا 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 کہ جب $F = 0$: تو $v = u$، چاہے وقفہ وقت t کی قدر کچھ بھی ہو۔ اس کا مطلب ہے کہ شے تمام وقفہ وقت میں یکساں رفتار u سے حرکت جاری رکھے گی۔ اگر u صفر ہے تو v بھی صفر ہوگی۔ یعنی کہ، 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 5s تک لگائی جاتی ہے تو شے کی اختتامی رفتار کیا ہوگی؟

حل:

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

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

اس رشتے میں قدریں رکھنے پر ملتا ہے

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

اب، اگر یہی قوت 4s کے وقفہ وقت کے لیے لگائی جائے (t = 4s)، 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۔ ایک 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 کرتے ہیں۔

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

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

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:

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

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

1000 kg معہ سواریوں کے موٹر کار کی کل کمیت

موٹر کار کو رکنے میں لگنے والا وقت $= t = 4\text{s}$

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:

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

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 m1 کی ایک کمیت میں 10 m s^{-2} کا اسراع پیدا کرتی ہے اور یہی قوت m^2 کی 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:

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

یہاں: $a1 = 10 \text{ms}^{-2}$، $a_2 = 20 \text{ m s}^{-2}$، $F = 5\text{N}$

اس لیے

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

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

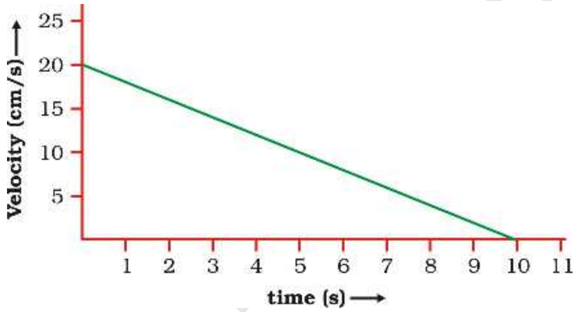
جب دونوں کمیتوں کو ایک ساتھ باندھ دیا جاتا ہے، تو کل کمیت ہوگی:

$$m = 0.50 \text{ kg} + 0.25 \text{ kg} = 0.75 \text{ kg}$$

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

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

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



شکل 9.9

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

حل:

گیند کی آغازی رفتار $20\ \text{cms}^{-1}$ ہے۔ $u = 20\ \text{cms}^{-1}$، $v = 0\ \text{cm s}^{-1}$، $t = 10\text{s}$ 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:

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

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

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

گیند پر لگائی گئی قوت F ہے:

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

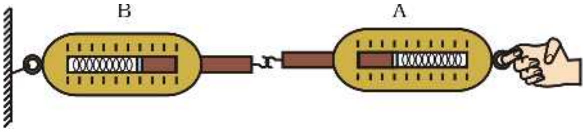
$$= -0.004$$

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 ایک لگائی گئی قوت حرکت میں کیسے تبدیلی لاتی ہے اور ہمیں قوت ناپنے 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 مخالف ہوتی ہیں۔ اس سے پتہ چلتا ہے کہ قوتیں ہمیشہ جوڑوں میں ہوتی ہیں۔ جس کی وجہ دونوں اشیاء میں کوئی آپسی عمل ہوتا ہے۔ یہ قوتیں مختلف اشیاء 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 اندراج (Reading) ظاہر کرتے 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 سمت میں مخالف 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 اشیاء پر کام کرتے ہیں۔



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

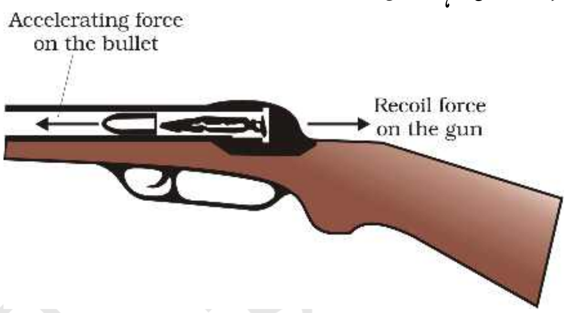
فرض کیجیے آپ سڑک پر حالتِ سکون میں کھڑے ہیں اور چلنا شروع کرنا چاہتے ہیں۔ آپ کو اسراع حاصل کرنا ضروری ہے اور حرکت کے دوسرے قانون کے مطابق اس کے لیے قوت درکار ہوگی۔ یہ قوت کون سی ہے؟ کیا یہ اس سمت میں ہے، جس میں ہم چلنا چاہتے ہیں؟ نہیں آپ اپنے پیروں کے نیچے کی سڑک کو پیچھے کی طرف دباتے ہیں۔ سڑک آپ کے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

© NCERT not to be republished

جب ایک بندوق چلائی جاتی ہے، تو بندوق گولی پر آگے کی سمت میں قوت لگاتی ہے۔ گولی ایک مساوی اور مخالف ردِّعمل قوت دھماکہ خیز گیسوں پر 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، 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 ایک 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 اور بندوق کی پسپائی

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

سرگرمی 9.4

- دو بچوں سے درخواست کیجیے کہ وہ دو الگ الگ گاڑیوں پر کھڑے ہوجائیں تو جیسا کہ شکل 9.13 میں دکھایا گیا ہے۔
- انھیں ریت سے بھرا ہوا ایک تھیلا، یا کسی اور بھاری شے سے بھرا ہوا تھیلا دے دیجیے۔ انھیں تھیلے سے کیچ کا کھیل کھیلنے کے لیے کہیے۔
- کیا ان دونوں میں سے ہر ایک ریت کے تھیلے کے پھینکے جانے (عمل) کے نتیجے میں فوری ردِّعمل حاصل 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۔

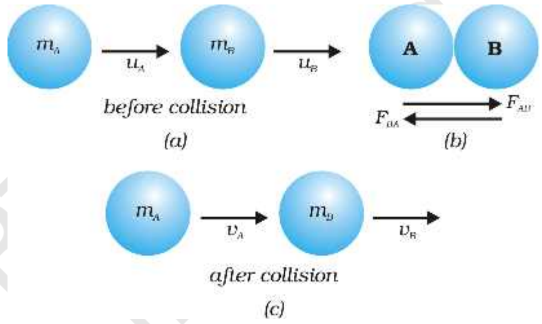
شکل 9.13

اب ایک گاڑی پر دو بچے کھڑے کر دیجیے اور دوسری گاڑی پر ایک بچہ 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 12mm یا 18mm موٹے تقریباً 50 × 100 cm کے پلائی ووڈ (Plywood) تختے سے بنائی جاسکتی ہے، جس میں دو سخت بال۔ بیرنگ والے پہیوں کے جوڑے (اسکیٹ پہیے استعمال کرنے میں بہتر ہوتے ہیں) لگائے جاسکتے ہیں۔ اسکیٹ تختے اتنے موثر نہیں ہوتے کیونکہ ان پر توازن برقرار رکھنا مشکل ہوتا ہے۔

9.6 تحرک کی بقا
(Conservation of Momentum)

فرض کیجیے دو اشیاء (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 u_A اور u_A سے، بالترتیب 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 تصادم ٹکر (Collision) کرتی ہیں، جیسا کہ شکل (9.14b) میں دکھایا گیا ہے۔ تصادم کے دوران جو وقفہ وقت t تک جاری رہتا ہے۔ گیند A اور گیند B پر ایک قوت F_{AB} لگاتی ہے اور B گیند، گیند A پر ایک قوت F_{BA} لگاتی ہے۔ فرض کیجیے گیندوں 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 (Momenta) (تحرک کی جمع) بالترتیب، $m_A u_A$ اور $m_A V_A$ ہیں۔ اس کے تحرک کی تبدیلی کی شرح (یا F_{AB}، عمل) تصادم کے دوران، ہوگی:

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

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

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

حرکت کے تیسرے قانون کے مطابق، گیند A کے ذریعے گیند B پر لگائی گئی قوت F_{BA} (عمل) اور گیند B کے ذریعے گیند A پر لگائی گئی قوت F_{BA} (ردِ عمل) ایک دوسرے کے مساوی اور مخالف ہونا چاہئیں۔ اس لیے

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

یا

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

اس سے حاصل ہوتا ہے۔

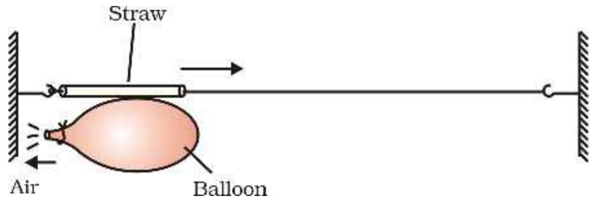
$$m_A u_A + m_B u_B = m_A v_A + m_B v_B \qquad (9.7)$$

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 اشیاء کے تحرکات کا حاصل جمع تصادم کے بعد دونوں اشیاء 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 اشیاء کا کل تحرک، تصادم میں، تبدیل نہیں ہوتا یا تحرک کی بقا ہوتی ہے۔

سرگرمی 9.5

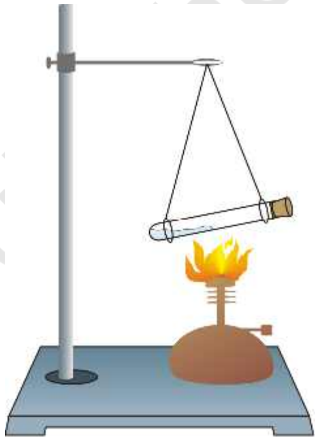
- ایک بڑے سائز کا ربر کا غبارہ لیجیے اور اسے پورا پھلا لیجیے۔ اس کی گردن کو ایک دھاگے سے باندھ دیجیے۔ ایک چپکانے والے ٹیپ (Adhesive Tape) کی مدد سے غبارے کی سطح پر ایک کاغذ کی نلی (Straw) لگا دیجیے۔
- اس نلی میں ایک دھاگہ پرو دیجیے اور دھاگے کا ایک سرا اپنے ہاتھ میں پکڑ لیجیے۔
- اپنے ایک ساتھی سے کہیے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



شکل 9.15

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۔ جیسا تک 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 ابخارات میں تبدیل ہو جائے اور کارک باہر 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 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 آغازی رفتار $(u_1) = 0$

بندوق کی آغازی رفتار $(u_2) = 0$

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

گولی کی سمت بائیں سے دائیں طرف لی جاتی ہے (قرارداد 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

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

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

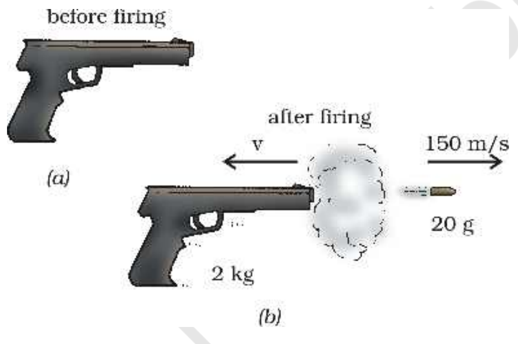
تحرک کی بقا کے قانون کے مطابق

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

$$3 + 2v = 0$$

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

منفی علامت 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

مثال 9.7 40kg کمیت کی ایک لڑکی افقی رفتار $5\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ سے ایک رکی ہوئی گاڑی (کمیت 3 kg)، جس میں بے رگڑ (Frictionless) پہیئے لگے ہیں، پر کودتی ہے۔ وہ جب گاڑی حرکت کرتی ہے تو اس 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۔

تفاعل سے پہلے لڑکی اور گاڑی کا کل تحرک $= 40\mathrm{kg} \times 5\ \mathrm{m\ s^{-1}} + 3\mathrm{kg} \times 0\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

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

تفاعل (Interaction) کے بعد کل تحرک $= (40 + 3)\ \mathrm{kg} \times v\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

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

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

$43\ v = 200$

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

اس لیے لڑکی گاڑی پر $4.65\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ 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 مخالف ٹیموں کے ہاکی 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 $5\ \mathrm{ms^{-1}}$ کی رفتار سے دوڑ رہا ہے، جبکہ دوسرے کی کمیت 55 kg ہے اور وہ پہلے کھلاڑی کی طرف زیادہ رفتار $6.0\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ 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

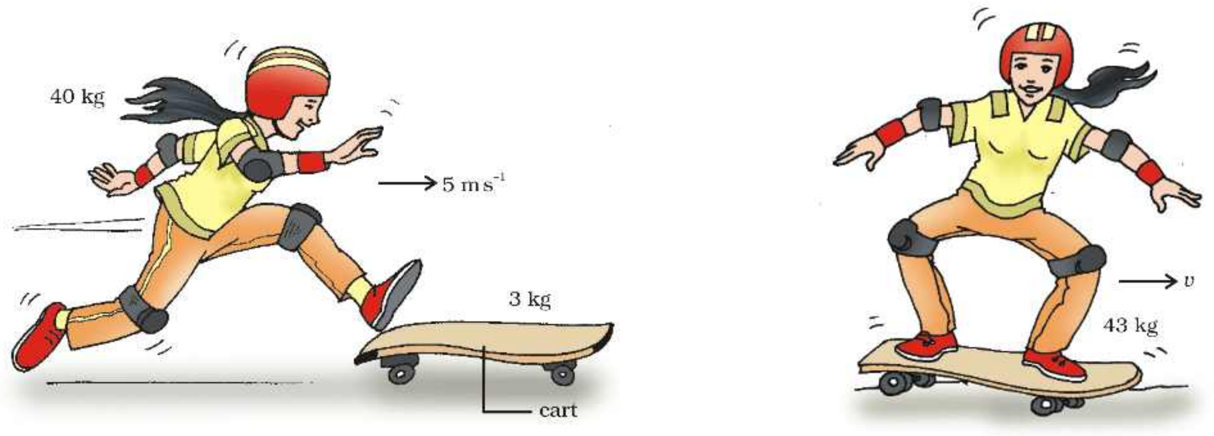
مان لیجیے کہ پہلا کھلاڑی بائیں سے دائیں حرکت کر رہا ہے۔ قرار داد کے مطابق، بائیں سے دائیں، مثبت سمت مانی جاتی ہے، اس لیے دائیں سے بائیں منفی سمت ہوگی (شکل 9.19)۔ اگر علامتیں m اور u دونوں کھلاڑیوں کی بالترتیب کمیتیں اور رفتار ظاہر کرتی ہیں۔ ان طبعی مقداروں میں زیریں علامتیں (Subscripts) 1 اور 2 دونوں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

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

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

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

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



شکل 9.18 : لڑکی گاڑی پر کودتی ہے

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

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

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

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

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:

$$v = -20/150$$

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

اس لیے ایک دوسرے میں الجھے ہوئے دونوں کھلاڑی -0.13ms^{-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۔

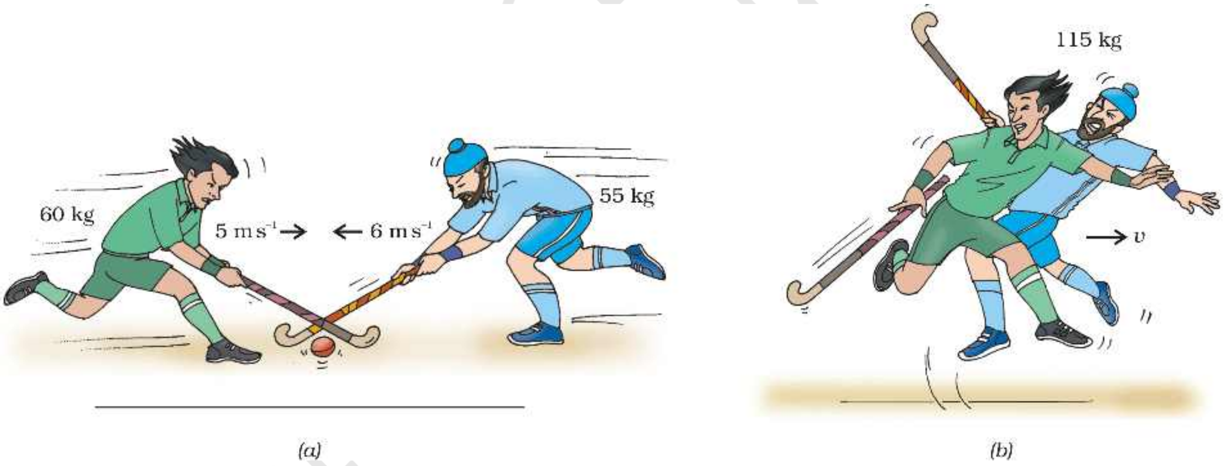
سوالات

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

2۔ سمجھائیے کہ ایک 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 $35\ \text{m s}^{-1}$ 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، ایک ہی خط پر ایک ہی سمت میں، بالترتیب $2\ \text{m s}^{-1}$ اور 1ms^{-1} کی رفتاروں سے حرکت کر رہی ہیں۔ وہ آپس میں تصادم کرتی ہیں اور تصادم کے بعد پہلی شے $1.67\ \text{m s}^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ دوسری شے کی رفتار معلوم کیجیے۔



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

بقائی قوانین (Conservation Laws)

تمام بقائی قوانین، جیسے تحرک کی بقا، توانائی کی بقا، زاوئی تحرک کی بقا، برقی بار کی بقا وغیرہ کے قوانین، طبیعیات 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 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۔
- اشیاء 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 کا ناپ ہے۔ اس کی SI اکائی کلوگرام (kg) ہے۔
- قوتِ رگڑ ہمیشہ اشیاء کی حرکت کی مخالف کرتی ہے۔
- حرکت کا دوسرا قانون: ایک شے کے تحرک کی تبدیلی کی شرح، لگائی گئی غیر متوازن قوت کے، قوت کی سمت میں، متناسب ہوتی ہے۔
- قوت کی SI اکائی ($kg\ m\ s^{-1}$) ہے۔ اسے نیوٹن بھی کہتے ہیں اور علامت N سے ظاہر کرتے ہیں۔ ایک نیوٹن کی قوت 1kg کمیت کی ایک شے میں $1\ m\ s^{-1}$ کا اسراع پیدا کرتی ہے۔
- ایک 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 ردِّعمل ہوتا ہے اور یہ دونوں دو مختلف جسموں پر لگتے ہیں۔
- ایک جدا نظام (Isolated System) میں جہاں کوئی باہری قوت نہ استعمال ہو وہاں کل تحرک کی بقا ہوتی ہے۔

© NCERT not to be republished

مشق

1۔ ایک شے پر کل باہری غیر متوازن قوت صفر 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 ایک چھڑی سے پیٹا جاتا ہے تو دھول باہر آتی 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 چاہے گی۔

5۔ ایک بے رگڑ ہموار میز پر رکھی ہوئی ایک شے پر ایک افقی مستقلہ قوت لگائی جاتی ہے۔ قوت لگانے کے دوران مندرجہ ذیل مقداروں میں سے کون سی مقدار تبدیل نہیں ہوگی۔

(a) شے کی رفتار
(b) شے کا اسراع
(c) شے کا مقام
(d) شے کا تحرک

6۔ ایک ٹرک حالتِ سکون سے چلنا شروع کرتا ہے اور ایک پہاڑی پر مستقلہ اسراع کے ساتھ نیچے پھسلتا ہے۔ وہ 20s میں 400 m 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)]

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

8۔ 8000kg کا ایک انجن، 5 ڈبوں کی ایک ٹرین کو افقی پٹری پر کھینچتا ہے۔ ہر ڈبے کی کیمت 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) ڈبے 1 کے ڈبے 2 پر لگائی گئی قوت

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

10۔ m کمیت کی ایک شے جو رفتار υ سے حرکت کر رہی ہے، اس کا تحرک کیا ہوگا؟

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

11۔ 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۔

12۔ اگر آپ دیوار اور اسپنج کے ایک ٹکڑے کو مساوی قوت سے ماریں، تو کس صورت میں آپ کو زیادہ چوٹ لگے گی؟ وضاحت کیجیے۔

13۔ دو اشیاء جن میں سے ہر ایک کی کمیت 1.4kg ہے، ایک ہی خط مستقیم پر لیکن مخالف سمتوں میں حرکت کر رہی ہیں۔ تصادم سے پہلے دونوں میں سے ہر ایک کی رفتار $2.5\ m\ s^{-1}$ ہے اور تصادم کے دوران وہ ایک دوسرے سے چپک جاتے ہیں۔ تصادم کے بعد مجموعی شے کی رفتار کیا ہوگی؟

14۔ 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 کینسل (Cancel) کر دیتی ہیں۔ اس توجیہہ پر تبصرہ کیجیے اور سمجھائیے کہ ٹرک کیوں نہیں حرکت کرتا؟

15۔ 200g کمیت کی ایک ہاکی گیند $10\ m\ s^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ اسے ایک ہاکی کی ذریعے اس طرح مارا جاتا ہے کہ وہ $5\ ms^{-1}$ کی رفتار سے اسی راستے پر واپس لوٹ جائے، بس پر وہ مارنے سے پہلے حرکت کر رہی تھی۔ ہاکی کے ذریعے لگائی گئی قوت سے ہاکی بال کے تحرک میں ہونے والی تبدیلی کا حساب لگائیے۔

16۔ 10g کمیت کی ایک گولی، افقی سمت میں $150\ m\ s^{-1}$ کی رفتار سے حرکت کرتے ہوئے ایک رکے ہوئے لکڑی کے ٹکڑے سے ٹکراتی ہے اور 0.035 میں حالتِ سکون میں آجاتی ہے۔ حساب لگائیے کہ گولی ٹکڑے میں کتنی دور تک دھنس جائے گی۔ لکڑی کے ٹکڑے کے ذریعے گولی پر لگائی گئی قوت کا بھی حساب لگائیے۔

© NCERT not to be republished

17۔ 1kg کی ایک شے خط مستقیم میں $150\ m\ s^{-1}$ 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 لگائیے۔ جڑی ہوئی شے کی رفتار کا بھی حساب لگائیے۔

18۔ 100 کلوگرام کمیت کی ایک شے کو $5\ m\ s^{-1}$ سے $6\ s$ میں $8\ m\ s^{-1}$ کی رفتار تک یکساں اسراع پذیر کیا جاتا ہے۔ شے کے آغازی اور اختتامی تحرک کا حساب لگائیے۔ شے پر لگائی گئی قوت کی عددی قدر بھی معلوم کیجیے۔

19۔ اختر، کرن اور راہل ایک کار میں سفر کررہے 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 بڑی 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۔

20۔ 10 kg کمیت کا ایک ڈمبل اگر 80cm کی اونچائی سے فرش پر گرتا ہے تو وہ فرش کو کتنا تحرک منتقل کرے گا؟ اس کا نیچے کی سمت میں اسراع $10ms^{-2}$ لیجیے۔

اضافی مشق

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

© NCERT not to be republished

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

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

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

3A۔ 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 وقت جو 0.015 کے مساوی ہے، روک دیتی ہے۔ تو کیل ہتھوڑے پر کتنی قوت لگاتی ہے؟

4A۔ 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۔

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

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