

طلبہ کے حاصلاتِ تعلیم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- وضاحت کر سکیں کہ ماس کسی جسم میں مادے کی مقدار کی پیمائش ہے۔
- بیان کر سکیں کہ کسی جسم کا ماس ریسٹ یا حرکت کی حالت میں تبدیلی کی مزاحمت کرتا ہے (جسے جمود یا انرشیا کہتے ہیں)۔
- یونیورسل گریوٹیشن اور گریوٹیٹی کی وضاحت کریں۔ نیوٹن کا گریوٹیشن کا قانون بیان کر سکیں۔ (گریوٹیشن سے متعلق سوال شامل کریں)۔
- وزن کی تعریف سکیں اور فارمولے سے معلوم کر سکیں۔ وزن وہ فورس ہے جو کسی کا قانون رکھنے والے جسم پر کسی سیارے کی گریوٹیٹی کی وجہ سے لگتی ہے؛ $w = mg$ کا استعمال کر سکیں۔
- گریوٹیشنل فیلڈ کی طاقت کی تعریف کر سکیں اور اسے فارمولے سے معلوم کر سکیں۔ بیان کر سکیں کہ گریوٹیشنل فیلڈ وہ علاقہ ہے جہاں ماس کشش کی وجہ سے فورس محسوس کرتا ہے۔ گریوٹیشن کے فیلڈ کی طاقت g کو فورس فی یونٹ ماس کے طور پر بیان کر سکیں اور مساوات $g = \frac{w}{m}$ استعمال کر سکیں؛ یہ جانیں کہ یہ آزادانہ گرنے والے اجسام کے ایکسلریشن کے برابر ہے)۔
- میکینیکل اور الیکٹرانک بیلنس کا استعمال کرتے ہوئے ماس کی پیمائش کی وضاحت کر سکیں۔ (الیکٹرانک بیلنس کی اندرونی کارکردگی کو سمجھنا ضروری نہیں؛ صرف اس آلے کو مناسب حالات میں عملی طور پر استعمال کیسے کرنا ہے)۔
- وزن کی پیمائش کے لیے فورس میٹر (سپرنگ بیلنس) کے استعمال کی وضاحت کر سکیں۔
- کوئٹیک (Contact) اور نان کوئٹیک (Non-contact) فورسز کے درمیان فرق کر سکیں۔
- مختلف اقسام کی فورسز کے درمیان فرق کر سکیں: [بشمول وزن (گریوٹیشنل فورس)، فرکشن، ڈریگ، ہوا کی مزاحمت، تناؤ (چمک کی فورس)، الیکٹرو سٹیک فورس، میگنیٹک فورس، اچھال (Thrust) یعنی (محرك فورس)، اور کوئٹیک فورس]۔
- بیان کر سکیں کہ چار بنیادی فورسز ہیں اور ان کی نسبتاً طاقتوں کے لحاظ سے وضاحت کر سکیں گے۔ (یہ گریوٹیشن، الیکٹرو میگنیٹک، مضبوط نیوکلیر، اور کمزور نیوکلیر فورسز ہیں۔ طلبہ کو معلوم ہونا چاہیے کہ ایک پاکستانی سائنسدان نے نوبل انعام جیتا کیونکہ انہوں نے یہ ثابت کرنے میں مدد دی کہ کمزور فورس اور الیکٹرو میگنیٹک فورس دراصل ایک ہی ہیں)
- فری باڈی ڈیاگرام (free body diagrams) کا استعمال کرتے ہوئے جسم پر لگنے والی فورسز کی نمائندگی کر سکیں گے۔
- نیوٹن کے پہلے قانون کو بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ فورس کے ولاسٹی پر کیا اثرات ہوتے ہیں: (کسی جسم کی ولاسٹی کو اس کی حرکت کی سمت یا اس کی تیز رفتاری کو تبدیل کر سکتی ہے)۔
- ایک ہی پلین میں عمل کرنے والی دو یا زیادہ فورسز کی حاصل فورس معلوم کر سکیں۔
- نیوٹن کے دوسرے قانون کو ایکسلریشن کے لحاظ سے بیان کر سکیں اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- نیوٹن کے تیسرے قانون کو بیان اور اس کا اطلاق کر سکیں۔
- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ نیوٹن کا تیسرا قانون کس طرح ایک ہی قسم کی فورسز کے جوڑوں کو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہوئے بیان کرتا ہے۔
- نیوٹن کے قوانین حرکت کی حدود بیان کر سکیں۔
- فرکشن کا انرجی ضیائی اثر (Dissipative effect) کا تجزیہ کر سکیں۔
- کسی جسم کی حتمی ولاسٹی تک پہنچنے کی ڈائنامکس کا تجزیہ کر سکیں۔
- رولنگ اور سلائیڈنگ فرکشن کے درمیان معیاری طور پر فرق واضح کر سکیں۔
- فرکشن کو کم کرنے کے طریقوں کو جائزہ لے سکیں۔
- موہٹم کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔
- امپلس کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں۔
- موہٹم کنزرویشن کے اصول کو ایک جہت (One dimension) میں آسان سوال حل کرنے کے لیے استعمال کر سکیں۔
- حاصل فورس کی موہٹم کے حوالے سے تعریف کر سکیں۔

کائناتی میٹکس میں ہم نے اجسام کی موٹن کا مطالعہ کیا۔ اگر کسی ایک وقت پر ایک حرکت کرنے والے جسم کی پوزیشن، ولاٹھی اور ایکسلریشن معلوم ہو تو کسی دوسرے وقت پر اس کی پوزیشن اور ولاٹھی مکمل طور پر بیان کر سکتے ہیں۔ لیکن اس بحث میں ایک چیز جس کو ہم نے شامل نہیں کیا، وہ ہے جسم میں ایکسلریشن پیدا کرنے والی شے۔ اگر بلندی سے ایک پتھر کو نیچے گرایا جائے تو نیچے کی طرف اس پر ایکسلریشن عمل کرتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ پتھر پر زمین اپنی گریوٹی کی فورس لگاتی ہے جو اسے نیچے کی طرف کھینچتی ہے۔ جب ہم کار یا موٹر سائیکل چلاتے ہیں تو انجن اس پر فورس لگاتا ہے جس سے ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ ہم دیکھیں گے کہ جب بھی ایکسلریشن ہوگا تو وہاں پر ہمیشہ کوئی فورس ہوگی جو ایکسلریشن پیدا کرنے کا سبب بنتی ہے۔ ڈائنامکس ان فورسز کا علم ہے جو اجسام کی حرکت میں تبدیلی پیدا کرتی ہے۔

3.1 فورس کا تصور (Concept of Force)

فورس کا ایک عام تصور ”دھکیلنا“ اور ”کھینچنا“ کا ہے جو کسی جسم کو حرکت میں لاتی ہے، روکتی ہے یا اس جسم کی ولاٹھی کی عددی قیمت یا سمت کو تبدیل کرتی ہے۔ ہمیں اپنی روزمرہ زندگی میں بہت سی فورسز سے واسطہ پڑتا ہے۔ ان میں سے کچھ ہم دوسرے اجسام پر لگاتے ہیں اور کچھ ہم پر عمل کرتی ہیں۔ مثلاً جب ہم دروازہ کھولتے ہیں تو ہم فورس لگا کر اسے دھکیلتے یا کھینچتے ہیں۔ جب ہم کسی کار یا بس میں بیٹھے ہوں تو جب یہ کسی موٹر پر مڑتی ہے تو ہم مخالف سمت میں جھک جاتے ہیں۔



شکل 3.1

فورس کسی جسم میں انرجی منتقل کرتی ہے۔ ایک آدمی کی مثال لے لیں جو ایک ہتھ گاڑی کو اس میں لدے وزن سمیت چلاتا ہے۔ وہ آدمی پہلے اس کو اٹھانے کے لیے فورس لگاتا ہے اور پھر اس کو دھکیلنے کے لیے فورس لگاتا ہے (شکل 3.1)۔ ہتھ گاڑی کو کسی طرف موڑتے وقت وہ دونوں ہتھیوں پر مختلف فورسز لگاتا ہے تاکہ گاڑی کسی طرف کو نہ اُلٹے۔ ہم پر لگنے والی فورسز کی مثالوں میں ایک تو گریوٹی کی فورس ہے جو نیچے کی طرف عمل کرتی ہے اور ایک فرکشن (Friction) کی فورس ہے جو ہمیں زمین پر چلنے میں مدد دیتی ہے۔ اس کے علاوہ دیگر فورسز بھی ہیں۔

فورسز کی اقسام (Types of Forces)

فورسز کی دو بڑی قسمیں ہیں:

- 1- کونٹیکٹ فورسز (Contact Forces)
- 2- نان کونٹیکٹ فورسز (Non-Contact Forces)

1- کونٹیکٹ فورسز

کونٹیکٹ فورس اُس فورس کو کہتے ہیں جو دو اجسام کے درمیان پوائنٹ آف کونٹیکٹ (point of contact) پر عمل کرے۔ لگائی گئی فورسز (دھکیلنا، کھینچنا یا مروڑنا) کونٹیکٹ فورسز ہیں۔ کونٹیکٹ فورسز کی کچھ اور مثالیں مندرجہ ذیل ہیں:

(i) فرکشن (Friction)

یہ ایک ایسی فورس ہے جو ایک جسم کی سطح کی کسی دوسرے جسم کی سطح پر حرکت کے خلاف مزاحمت کرتی ہے۔

گھسٹنا (Drag)

(ii)

گھسٹنے کی فورس ایک مزاحمتی فورس ہے جو مائع یا گیس میں کسی جسم کی حرکت کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ یہ ارد گرد کی مائع یا گیس کے لحاظ سے جسم کی حرکت کے مخالف سمت میں عمل کرتی ہے۔

اُچھال (Thrust)

(iii)

یہ ایک ایسی فورس ہے جو ایک جسم کو کسی مائع میں ڈبونے پر اوپر کی طرف عمل کرتی ہے۔ جب ہم کسی شے کو پانی میں ڈبونے کی کوشش کرتے ہیں تو ہم اُس شے پر اوپر کی طرف عمل کرتی ہوئی ایک فورس محسوس کرتے ہیں۔ پانی کے اندر جتنا زیادہ گہرائی تک ہم کسی شے کو ڈبوتے چلے جاتے ہیں یہ فورس بھی اتنی زیادہ بڑھتی جاتی ہے۔ ایک بحری جہاز سمندر میں اس فورس ہی کی وجہ سے تیر سکتا ہے جو اس کے وزن کے برابر ہو کر اس کو زائل کر دیتی ہے۔

عمودی فورس (Normal Force)

(iv)

یہ اُس سطح کی رد عمل (reaction) کے طور پر جسم پر لگنے والی فورس ہے جس پر جسم پڑا ہوتا ہے۔ یہ فورس اُس سطح پر عموداً باہر کی طرف عمل کرتی ہے۔ یہ جسم کو سہارا دینے والی فورس بھی کہلاتی ہے۔

ہوا کی مزاحمت (Air Resistance)

(v)

یہ ہوا کی مزاحمتی فورس ہے جو اُس وقت عمل کرتی ہے جب کوئی جسم ہوا میں سے گزرتا ہے۔

تناؤ کی فورس (Tension Force)

(vi)

یہ کسی رسی پر عمل کرنے والی فورس ہے جو اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب کوئی شخص یا کوئی وزن اس کو کھینچتا ہے۔

لچک کی فورس (Elastic Force)

(vii)

یہ وہ فورس ہے جو کسی ایسی شے کو اپنی اصل شکل میں واپس لاتی ہے جس پر کوئی فورس عمل کر کے اس کی شکل کو بگاڑ چکی ہو۔ اس کی مثالیں ربڑ بینڈ، سپرنگ وغیرہ ہیں۔

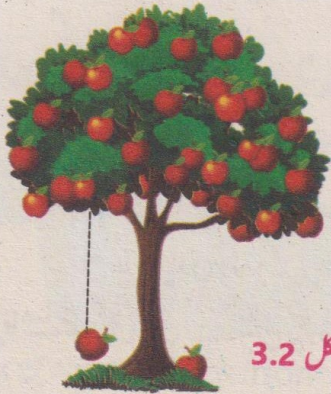
2- نان کونٹیکٹ فورسز

-2

دو اجسام کے درمیان ایک غیر اتصالی فورس اس فورس کو کہتے ہیں جو ان دونوں اجسام کو آپس میں چھوئے بغیر عمل کرے۔ نان کونٹیکٹ فورسز فاصلے سے عمل کر سکتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بعض اوقات یہ ایک فاصلے سے عمل کرنے والی فورسز بھی کہلاتی ہیں۔ نان کونٹیکٹ فورس کے ساتھ ہمیشہ ایک فیلڈ (Field) بھی منسلک ہوتا ہے۔ اسی خاصیت کی وجہ سے نان کونٹیکٹ فورسز فیلڈ فورسز بھی کہلاتی ہیں۔ نان کونٹیکٹ فورسز کی کچھ مثالیں ذیل میں بیان کی گئی ہیں:

i- گریویٹیشنل فورس (Gravitational Force)

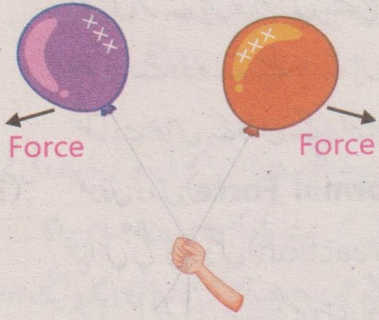
-i



شکل 3.2

ایک سیب کا درخت سے نیچے گرنا گریویٹیشنل فورس کی بہترین مثالوں میں سے ایک ہے (شکل 3.2)۔ جب ہم کوئی چیز اوپر کی طرف پھینکتے ہیں تو یہ زمین کی گریویٹیشنل فورس ہی ہے جو اُسے واپس زمین پر لاتی ہے۔ دراصل گریویٹیشنل فورس ایک باہم کشش کی فورس ہے جو ماس رکھنے والی تمام اشیاء کے مابین پائی جاتی ہے۔ یہ ایک لمبے فاصلے تک

عمل کرنے والی فورس ہے جسے نیوٹن کے گریویٹیشن کے قانون (Newton's Law of Gravitation) کے نام سے بیان کیا جاتا ہے، جو یہ ہے: $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ جس میں m_1 اور m_2 دو اجسام کے ماس ہیں جو ایک دوسرے سے r فاصلے پر ہیں اور G گریویٹیشن کا کونسٹنٹ (Constant) ہے۔ اس کی قیمت $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ہے۔ سورج کی گریویٹیشنل فورس ہی زمین اور ہمارے نظام شمسی کے دیگر سیاروں کو اپنے مقررہ مدار میں رکھتی ہے۔ اسی طرح زمین کی گریویٹیشنل فورس، چاند کو اپنے مدار میں رکھتی ہے۔ حتیٰ کہ زمین پر پڑی ہوئی کوئی بھی شے زمینی کشش کے باعث نیچے کی طرف فورس لگاتی ہے جو اس کا وزن کہلاتا ہے۔ زمین کی اس کشش کو گریویٹی بھی کہتے ہیں۔



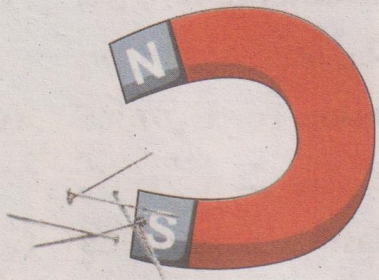
شکل 3.3

(ii) الیکٹروستیک فورس (Electrostatic Force)

الیکٹروستیک فورس دو ایسے اجسام پر عمل کرتی ہے جن پر الیکٹرک چارج ہو۔ مخالف چارج ایک دوسرے کو اپنی طرف کھینچتے ہیں اور مشابہ چارج ایک دوسرے کو پرے دھکیلتے ہیں، جیسا کہ شکل (3.3) میں دکھایا گیا ہے۔ گریویٹیشنل فورس کی طرح الیکٹروستیک فورس بھی لمبے فاصلے سے عمل کرنے والی فورس ہے۔

(iii) میگنیٹک فورس (Magnetic Force)

یہ وہ فورس ہے جو کوئی میگنیٹ دوسرے میگنیٹس پر اور میگنیٹک میٹریل مثلاً لوہا، نکل اور کوبالٹ پر لگاتا ہے۔ آپ نے بغیر چھوئے بھی لوہے کی پنوں کو کسی میگنیٹ کی موجودگی میں اس کی طرف کھینچتے دیکھا ہوگا (شکل 3.4)۔ دو میگنیٹس کے پولز کے درمیان فورس کشش کی بھی ہو سکتی ہے اور دفع کی بھی۔ اس کا مشاہدہ دو میگنیٹس کے مختلف پولز کو ایک دوسرے کے قریب لا کر کیا جاسکتا ہے۔ مشابہ پولز ایک دوسرے کو دفع کرتے ہیں اور مخالف پولز ایک دوسرے کو کشش کرتے ہیں۔



شکل 3.4

(iv) طاقتور اور کمزور نیوکلیئر فورسز (Strong and Weak Nuclear Forces)

یہ بھی ایٹم کے اندر چھوٹے ذرات کے مابین ایک دوسرے کو بغیر چھوئے عمل کرنے والی فورسز ہیں۔ اگلے سیکشن میں ہم ان فورسز کے بارے میں پڑھیں گے۔

3.2 بنیادی فورسز (Fundamental Forces)

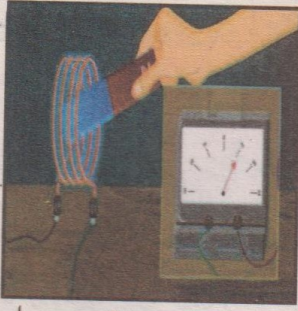
کارخانہ قدرت میں چار بنیادی فورسز روبرو عمل ہیں:

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1- گریویٹیشنل فورس | 2- الیکٹروستیک فورس |
| 3- طاقتور نیوکلیئر فورس | 4- کمزور نیوکلیئر فورس |

1- گریویٹیشنل فورس

یہ تمام چار بنیادی فورسز میں سب سے کمزور فورس ہے۔ لیکن یہ ایک لمبے فاصلے تک عمل کرنے والی فورس ہے۔ ایک لحاظ سے یہ لامحدود فاصلے تک عمل کرتی ہے۔ لیکن یہ فورس فاصلہ بڑھنے سے کمزور سے کمزور تر ہوتی چلی جاتی ہے۔

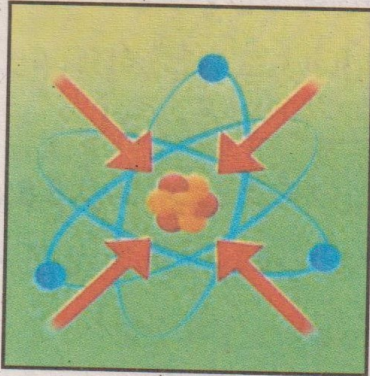
2- الیکٹرومیکینک فورس



شکل 3.5 ایک حرکت کرتا ہوا مقناطیس بجلی پیدا کرتا ہے

یہ وہ فورس ہے جو ان ذرات پر عمل کرتی ہے جن پر کوئی الیکٹرک چارج ہوتا ہے۔ اس زمرے (Category) میں الیکٹرومیکینک اور میکینک فورسز آتی ہیں۔ یہ لمبے فاصلے سے عمل کرنے والی فورسز ہیں۔ جس علاقے میں یہ فورسز عمل کرتی ہیں اسے الیکٹرومیکینک فیلڈز کہا جاتا ہے۔ الیکٹرومیکینک فورس، گریویٹیشنل فورس اور کمزور نیوکلیر فورس سے طاقتور ہوتی ہیں۔ تمام کیمیائی تعاملات اسی کی وجہ سے ہوتے ہیں۔ یہ ایٹمز کو مالیکیولز اور کرشلز میں جکڑے رکھتی ہے مائیکروسکوپک (Microscopic) لیول پر دو سطحوں کے درمیان نسبتی حرکت سے رگڑ یا فرکشن کا پیدا ہونا بھی اسی کی وجہ سے ہے۔

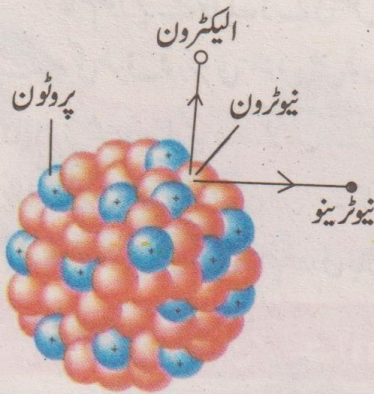
3- طاقتور نیوکلیر فورسز



شکل 3.6 نیوکلینس

طاقتور نیوکلیر فورس ایک بہت چھوٹے فاصلے سے عمل کرنے والی فورس ہے جو نیوکلینس (Nucleus) کے اندر بنیادی ذرات کے مابین اثر کرنے والی فورس ہے۔ (شکل 3.6) اس کا الیکٹرک چارج سے کوئی تعلق نہیں۔ یہ پروٹون اور پروٹون کے مابین، نیوٹرون اور پروٹون کے مابین اور نیوٹرون اور نیوٹرون کے مابین برابر طور پر عمل کرتی ہے۔ طاقتور نیوکلیر فورس کا رخا قدرت میں سب سے زیادہ طاقتور فورس ہے۔ یہی طاقتور نیوکلیر فورس نیوکلینس کے اندر پروٹونز اور نیوٹرونز کو باہم اکٹھا رکھنے کی ذمہ دار ہے۔ اگرچہ مثبت چارج رکھنے کی وجہ سے پروٹونز کو ایک دوسرے سے پرے دھکیل دینا چاہیے لیکن طاقتور نیوکلیر فورس اتنی زیادہ طاقتور ہوتی ہے کہ یہ ان کو ایک دوسرے سے دور نہیں جانے دیتی۔ لیکن اس فورس کا حلقہ اثر 10^{-14} m تک کا فاصلہ ہے۔ جیسے ہی فاصلہ اس سے بڑھتا ہے یہ فورس بے اثر ہو جاتی ہے۔

4- کمزور نیوکلیر فورس



شکل 3.7

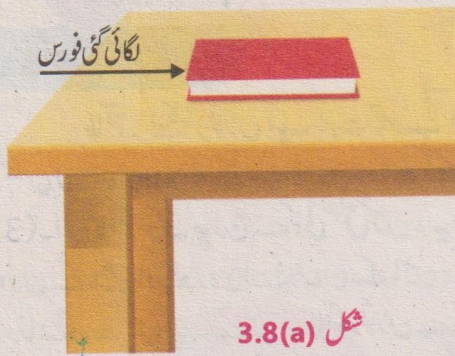
یہ وہ فورس ہے جو کسی نیوکلینس کے ٹوٹنے کے عمل کی ذمہ دار ہے۔ مثال کے طور پر اس فورس کی وساطت سے کسی نیوٹرون میں سے بیٹا پارٹیکل (β -Particle) خارج ہوتا ہے۔ اس عمل کو بیٹا ڈیکے (β -decay) کہتے ہیں۔ اس میں ایک نیوٹرون، بیٹا پارٹیکل یعنی الیکٹرون کو خارج کر کے پروٹون میں تبدیل ہو جاتا ہے (شکل 3.7)۔ اس عمل کے دوران ایک بیٹا پارٹیکل (الیکٹرون) اور ایک بغیر چارج والا پارٹیکل نیوٹرینو (Neutrino) باہر نکلتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ کمزور نیوکلیر فورس کی وجہ سے ایٹموں کی تابکاری (Radiactivity) وقوع پذیر ہوتی ہے۔ بہر حال کمزور نیوکلیر فورس، گریویٹیشنل فورس کی نسبت زیادہ طاقتور ہوتی ہے لیکن الیکٹرومیکینک فورس سے کم طاقتور ہوتی ہے۔ یہ بھی ایک شارٹ رینج فورس ہے جس کا حلقہ اثر صرف 10^{-17} m تک ہوتا ہے۔

کمزور نیوکلیر فورس اور الیکٹرومیکینک فورس کی یونیفیکیشن (Unification of Weak Nuclear and Electromagnetic Forces)

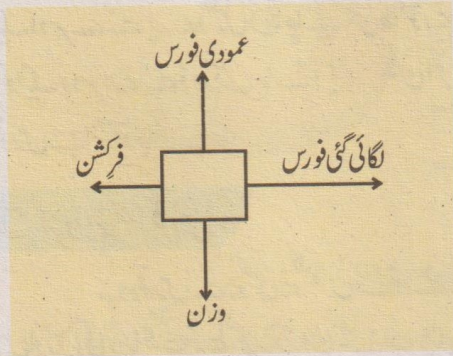
ایک پاکستانی سائنسدان ڈاکٹر عبدالسلام اور ان کے ساتھ شیلڈن گلاشو (Sheldon Glashow) اور سٹیون وین برگ

(Steven Weinberg) کو بنیادی ذرات (Fundamental Particles) کے مابین کمزور نیوکلیر فورس اور الیکٹرو میگنیٹک فورس کی یونیفیکیشن (ایک ہی چیز کے دو رخ) ثابت کرنے کے لیے اُن کی خدمات کے اعتراف میں 1979 میں فزکس کے نوبل انعام سے نوازا گیا۔ اسے وین برگ۔ سلام تھیوری (Weinberg-Slam Theory) کہا جاتا ہے۔ اگرچہ یہ دو فورسز مختلف دکھائی دیتی ہیں لیکن اس تھیوری کے مطابق یہ ایک فورس کے دو مختلف پہلو ہیں۔ بہت زیادہ ٹیسر پچر پر الیکٹرو میگنیٹک فورس اور کمزور نیوکلیر فورس دونوں کو ایک فورس ”الیکٹرو ویک فورس“ (Electroweak Force) کہا جاتا ہے۔

3.3 فری باڈی ڈایا گرام میں فورسز (Forces in Free-Body Diagram)



شکل 3.8(a)



شکل 3.8(b)

کسی شے پر عمل کرنے والی فورسز میں فرکشن، گریوٹی، عمودی فورس، رسی میں تناؤ یا پھر دھکیلنے یا کھینچنے کی انسانی فورسز شامل ہیں۔

فرض کریں کہ ایک کتاب کو میز کی سطح پر دھکیلا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 3.8(a) میں دکھایا گیا ہے۔ تب ہم فری باڈی ڈایا گرام استعمال کرتے ہوئے کس طرح اس پر لگنے والی فورسز کو ظاہر کر سکتے ہیں؟

فری باڈی ڈایا گرام بیان کی گئی صورت حال میں کسی شے پر عمل کرنے والی تمام فورسز کی نسبتی انداز سے عددی قیمتیں اور سمتیں ظاہر کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔ دوسرے لفظوں میں فری باڈی ڈایا گرام ویکٹر ڈایا گرامز کی ایک خاص مثال ہے۔

عام طور پر شے کو ایک ڈبے کی شکل میں ظاہر کیا جاتا ہے اور ڈبے کے مرکز سے باہر کی طرف فورسز کی سمتوں میں فورسز کے تیر کھینچے جاتے ہیں، جیسا کہ شکل 3.8(b) میں دکھایا گیا ہے۔ فورس کے تیر (لائن) کی لمبائی فورس کی عددی قیمت ظاہر کرتی ہے اور تیر کا نشان اس سمت کو ظاہر کرتا ہے جس طرف فورس عمل کرتی ہے۔ ہر فورس پر اس کی صحیح قسم لکھ دی جاتی ہے۔

3.4 نیوٹن کے قوانین حرکت (Newton's Laws of Motion)

نیوٹن کا پہلا قانون حرکت

کیا آپ جانتے ہیں؟

آئزک نیوٹن لیکن شائر میں 4 جنوری 1643ء کو پیدا ہوئے اس کی معروف کتاب کا نام پرنسپیا میتھی میٹیکا (Principia Mathematica) ہے۔

یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ کسی جسم کو حرکت دینے یا روکنے کے لیے فورس درکار ہوتی ہے۔ میز پر پڑی ہوئی کوئی کتاب اُس وقت تک وہیں پڑی رہتی ہے جب تک کہ اس کو حرکت دینے کے لیے فورس نہ لگائی جائے (شکل 3.9)۔ اگر فرش پر ایک گیند لڑھکتی جا رہی ہے تو اُسے اُسی ولاسٹی کے ساتھ چلتے رہنا چاہیے جب تک کہ اُس پر کوئی فورس نہ لگے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ ایسا نہیں ہے۔ گیند کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رک جاتی ہے۔ دراصل ایک مخالف

فوس (فرکشن) اس کو روکتی ہے۔ نیوٹن نے ایسے مشاہدات کو نیوٹن کے پہلے قانون حرکت میں بیان کیا ہے۔



شکل 3.9

کوئی جسم اپنی ریٹ کی حالت یا خط مستقیم میں یکساں ولاسٹی سے حرکت اُس وقت تک جاری رکھتا ہے جب تک کہ کوئی بیرونی فوس اس پر عمل نہ کرے۔

جب ایک تیز چلتی بس یکدم رکتی ہے تو مسافر آگے کی طرف جھک جاتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وہ اپنی حرکت کو جاری رکھنا چاہتے ہیں۔ دوسری طرف، جب بس ریٹ کی حالت سے یکدم چلنا شروع کرتی ہے تو مسافر پیچھے سیٹ کی بیک کی طرف دب جاتے ہیں۔ اس مرتبہ مسافروں کا رجحان اپنی ریٹ کی حالت کو برقرار رکھنا ہوتا ہے۔ حرکت کے پہلے قانون کے مطابق سڑک پر چلتی ایک بس کو انجن کی فوس کے بغیر اپنی حرکت کو متواتر جاری رکھنا چاہیے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ اگر انجن کام کرنا بند کر دے تو بس کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد رُک جاتی ہے۔ یہ ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی وجہ سے ہوتا ہے۔ زمین پر چلنے والے تمام اجسام فرکشن کی فوس سے رُک جاتے ہیں۔ اگر آپ کہیں بیرونی خلا میں ہوں اور کوئی چیز دُور پھینک دیں جہاں اس پر کوئی فوس عمل نہ کرتی ہو تو وہ چیز ہمیشہ کے لیے اپنی یکساں ولاسٹی کے ساتھ حرکت میں رہے گی۔

پہلا قانون حرکت ہمیں فوس کی ایک اور تعریف بھی مہیا کرتا ہے جو کہ درج ذیل ہے:

فوس ایک ایسی عامل ہے جو کسی جسم کی ریٹ کی حالت یا یکساں حرکت کو تبدیل کرتی یا کرنے کی کوشش کرتی ہے۔

آسان لفظوں میں ہم کہہ سکتے ہیں کہ فوس، ایکسیلریشن پیدا کرتی ہے۔

انرشیا (Inertia)

اجسام کی ولاسٹی کو تبدیل کرنے کے لیے ایک حاصل (Net) فوس درکار ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک حاصل فوس سے کوئی بایسکل فوری طور پر اپنی سپیڈ کو بڑھا سکتا ہے۔ لیکن اگر وہی فوس ایک ٹرک پر لگائی جائے تو شاید اس کی سپیڈ میں ذرا بھی فرق نظر نہ آئے۔ ہم کہیں گے کہ ٹرک کا انرشیا بایسکل کے انرشیا سے زیادہ ہے۔ کسی جسم کا ماس اس کے انرشیا کی پیمائش ہے جتنا کسی جسم کا ماس زیادہ ہوگا اتنا ہی اُس کا انرشیا زیادہ ہوگا۔

کسی جسم کی وہ خصوصیت جس کی وجہ سے وہ اپنی ریٹ کی حالت یا یکساں ولاسٹی کو برقرار رکھنے کی کوشش کرتا ہے، اس کا انرشیا کہلاتی ہے۔

نیوٹن کے پہلے قانون حرکت میں انرشیا کے کردار کی وجہ سے بعض اوقات اسے انرشیا کا قانون (Law of Inertia) بھی کہا جاتا ہے۔

نیوٹن کا دوسرا قانون حرکت

نیوٹن کا پہلا قانون یہ بتاتا ہے کہ اگر کسی جسم پر کوئی حاصل فوس عمل نہ کرے تو جسم کی ولاسٹی میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی۔ دوسرا

قانون کسی جسم پر حاصل فورس لگنے سے پیدا ہونے والے ایکسلریشن سے تعلق رکھتا ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون کو اس طرح بیان کیا جاسکتا ہے:

جب ایک حاصل فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ ایکسلریشن کی عددی قیمت، فورس کی عددی قیمت کے راست متناسب اور جسم کے ماس کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔

اگر ماس m رکھنے والے کسی جسم پر ایک حاصل فورس جس کی عددی قیمت F ہو، عمل کر کے، عددی قیمت a کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے تو حسابی طریقے سے دوسرے قانون کو ایسے لکھا جاتا ہے:

$$a \propto F$$

$$a \propto \frac{1}{m}$$

اور

$$a \propto \frac{F}{m}$$

اس لیے

$$a = (\text{constant}) \frac{F}{m}$$

یا

SI یونٹس کے مطابق، اگر $a = 1 \text{ m s}^{-2}$ ، $m = 1 \text{ kg}$ اور $F = 1 \text{ N}$ تو کونسٹنٹ کی قیمت 1 ہوتی ہے۔ اس لیے مندرجہ

بالا مساوات کو ایسے لکھا جاسکتا ہے:

$$a = 1 \times \frac{F}{m}$$

$$F = m a \dots\dots(3.1)$$

یا

حرکت کا پہلا قانون، فورس کی تعریف مہیا کرتا ہے۔ یعنی فورس کسی جسم میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ دوسرے قانون ($F = m a$) کی مدد سے ہم حسابی طور پر یہ معلوم کر سکتے ہیں کہ ماس m رکھنے والے کسی جسم میں ایک مطلوبہ ایکسلریشن پیدا کرنے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی۔
فورس کا یونٹ نیوٹن (N) ہے۔

ایک نیوٹن وہ فورس ہے جو 1 kg ماس والے جسم میں 1 m s^{-2} کا ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔

مساوات (3.1) کے مطابق:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

ولاسٹی پر فورس کا اثر

نیوٹن کا دوسرا قانون ہمیں یہ بھی بتاتا ہے کہ فورس کسی جسم میں ایکسلریشن یا ڈی سیلریشن پیدا کر کے اس کی ولاسٹی کو تبدیل کر سکتی ہے۔ چونکہ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے اس لیے تبدیلی اس کی عددی قیمت، سمت یا ان دونوں میں ہو سکتی ہے۔

نیوٹن کا تیسرا قانون حرکت

جب کبھی دو اجسام A اور B کے مابین باہمی عمل اس طرح ہو کہ جسم A جسم B پر فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس جسم A کا عمل (Action) کہلاتا ہے۔ اس عمل کے نتیجے میں جسم B جسم A پر بھی فورس لگاتا ہے۔ یہ فورس جسم B کا جسم A پر رد عمل (Reaction) کہلاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ہم ایک سپرنگ کو دباتے ہیں تو ہمارے ہاتھ سے سپرنگ پر لگائی گئی فورس عمل ہے۔ ہمارے ہاتھ کو سپرنگ کی

جانب سے فورس لگتی ہے۔ یہ ”ردِ عمل“ کی فورس ہے (شکل 3.10)۔ نیوٹن نے ان عمل اور ردِ عمل کی فورسز کو تیسرے قانونِ حرکت میں اس طرح بیان کیا ہے:

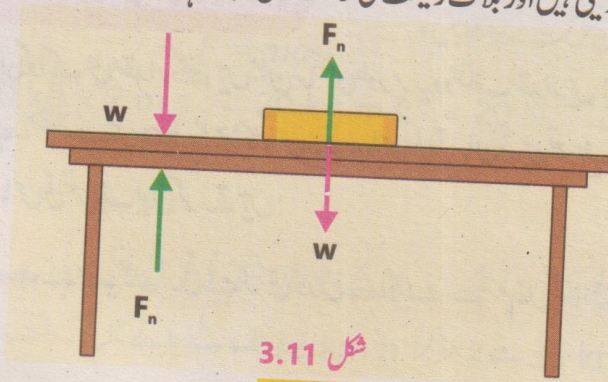
ہمیشہ ہر عمل کا اُس کے برابر اور مخالف سمت میں ایک ردِ عمل ہوتا ہے۔

چونکہ عمل اور ردِ عمل کسی ایک ہی جسم پر عمل نہیں کرتے بلکہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں، اس لیے یہ کبھی ایک دوسرے کو زائل (Balance) نہیں کر سکتے۔ پس نیوٹن کا تیسرا قانونِ حرکت یوں بھی بیان کیا جاسکتا ہے: اگر ایک جسم کسی دوسرے جسم پر فورس لگائے تو دوسرا جسم بھی پہلے جسم پر اس کے برابر اور مخالف سمت میں فورس لگاتا ہے۔

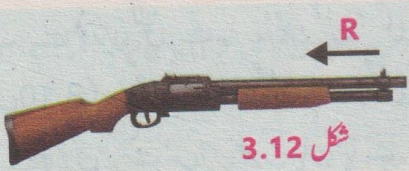
فورسز جوڑوں کی شکل میں عمل کرتی ہیں

پچھلے سیکشن میں ہم اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ جب دو اجسام باہمی عمل کرتے ہیں تو فورسز جوڑوں کی شکل میں عمل کرتی ہیں یعنی ”عمل“ اور ”ردِ عمل“ کی فورسز۔ ہم اکثر مشاہدہ کرتے ہیں کہ اگر کوئی ایک فورس کچھ عمل کر رہی ہو تو عام طور پر اس میں ملوث دوسری فورس کو نوٹ نہیں کرتے۔ نیوٹن کے تیسرے قانون کے تحت جوڑوں کی شکل میں عمل کرنے والی فورسز کی چند مثالیں درج ذیل ہیں:

(i) ایک بلاک میز پر پڑا ہوا ہے، جیسا کہ شکل 3.11 میں دکھایا گیا ہے۔ بلاک پر نیچے کی طرف عمل کرنے والی فورس اس کا وزن ہے۔ بلاک نیچے کی طرف میز پر وزن w کے برابر فورس لگاتا ہے۔ میز بھی ردِ عمل کی عمودی فورس F_n اوپر کی طرف بلاک پر لگاتا ہے۔ یہ دونوں فورسز ایک دوسری کو زائل کر دیتی ہیں اور بلاک ریست کی حالت میں رہتا ہے۔



شکل 3.11



(ii) جب بندوق سے ایک گولی چلائی جاتی ہے تو گولی فورس F کے ساتھ آگے کی طرف حرکت کرتی ہے۔ یہ عمل کی فورس ہے۔ بندوق پیچھے کی طرف ایک فورس سے دھکا کھاتی ہے۔ یہ رد عمل کی فورس R ہے (شکل 3.12)۔

3.5 نیوٹن کے قوانین حرکت کی حدود (Limitations of Newton's Laws of Motion)

ہم نیوٹن کے قوانین حرکت حد درجہ درستی کے ساتھ صرف ان اجسام کی حرکت اور ولاسٹی کے لیے استعمال کر سکتے ہیں جن سے ہمیں روزمرہ زندگی میں واسطہ پڑتا ہے۔

مسائل اُس وقت پیش آتے ہیں جب ہم ایسے بنیادی ذرات (Elementary Particles) کی حرکت پر ان کا اطلاق کرتے ہیں جن کی ولاسٹی روشنی کی ولاسٹی کے قریب ہو۔ اس مقصد کے لیے البرٹ آئن سٹائن کی اضافیاتی میکینکس کا اطلاق ہوتا ہے۔ لہذا ہم کہہ سکتے ہیں کہ نیوٹن کے قوانین حرکت ہر قسم کی حرکت کے لیے بالکل درست نہیں ہیں لیکن یہ اس حد تک بہت اچھے نتائج دیتے ہیں جب تک کہ اجسام نہایت ہی چھوٹے یا ایسی سپیڈ سے حرکت کرنے والے نہ ہوں جو روشنی کی سپیڈ کے قریب ہو۔

مختصر مشق

نیچے دی گئی تصاویر کو دیکھیں۔ ہر تصویر میں عمل کرنے والی فورسز کے جوڑوں کی نشان دہی کریں۔



شکل 3.13



شکل 3.14



شکل 3.15

3.6 ماس اور وزن (Mass and Weight)

عام طور پر ہم ماس اور وزن کو ایک ہی مقدار سمجھتے ہیں لیکن سائنسی طور پر یہ دو مختلف مقادیر ہیں۔ جب ہم کہتے ہیں کہ اس چیز کا وزن 5 kg ہے تو یہ درست نہیں ہے۔ حقیقت میں 5 kg چیز کا ماس ہے۔ ماس کی آسان ترین تعریف یہ ہے کہ یہ کسی چیز میں مادے کی مقدار ہے۔ سائنسی طور پر کسی چیز کے ماس کی تعریف یوں کرتے ہیں:

ماس کسی جسم کی وہ خاصیت ہے جو یہ تعین کرتی ہے کہ کسی فورس کے لگانے سے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا ہوگا۔

ماس ایک سکیلر مقدار ہے جسے "m" سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ ہر جگہ ایک جتنا ہی رہتا ہے۔ عملی طور پر ماس ایک عام ترازو سے ماپا جاتا ہے۔ ماس کا SI یونٹ کلوگرام (kg) ہے۔

وزن کسی جسم پر عمل کرنے والی گریویٹیشنل فورس ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے جس کی سمت نیچے زمین کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔

کسی جسم کا وزن اُس فورس کے برابر ہوتا ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔

گریویٹیشنل فیلڈ: یہ کسی بھی ماس کے گرد ایک ایسا حلقہ ہے جس میں ایک دوسرا ماس کشش کی وجہ سے گریویٹیشنل فورس محسوس کرتا ہے۔ گریویٹیشنل فیلڈ کی شدت فورس کی وہ مقدار ہے جو یونٹ ماس پر عمل کرتی ہے۔ لہذا سطح زمین ہر ماس m پر لگنے والی فورس کو وزن w کہتے ہیں۔ یعنی $w = mg$ یہاں g اس مقام پر گریویٹیشنل فیلڈ کی شدت ہے۔ اس کی قیمت SI میں 10 نیوٹن فی کلوگرام ہے۔ چونکہ g کی قیمت ہر جگہ اور بلندی کے ساتھ بدلتی رہتی ہے اس لیے وزن ہر جگہ ایک ہی جتنا نہیں رہتا۔ یہ g میں تبدیلی کے ساتھ مختلف جگہوں پر بدلتا رہتا ہے۔ اگرچہ کسی چیز کا وزن مختلف جگہوں پر مختلف ہو سکتا ہے۔ لیکن کسی ایک مقام پر وزن، جسم کے ماس کے متناسب ہوتا ہے۔ لہذا کسی بھی مقام پر ہم دو اجسام کے اوزان کا موازنہ کر کے باسانی اُن کے ماسز کا بھی موازنہ کر سکتے ہیں۔ وزن عام ترازو سے معلوم نہیں کیا جاسکتا۔ وزن معلوم کرنے کے لیے سپرنگ بیلنس استعمال کی جاتا ہے۔

وزن کا SI یونٹ نیوٹن (N) ہے۔

مثال 3.1:

ایک 10 kg بلاک 2 m s^{-2} ایکسلریشن کے ساتھ ایک بے فرکشن افقی سطح پر حرکت کر رہا ہے۔ بلاک پر عمل کرنے والی فورس معلوم کریں۔

حل:

$$m = 10 \text{ kg} \text{ بلاک کا ماس}$$

$$a = 2 \text{ m s}^{-2} \text{ ایکسلریشن}$$

$$F = ? \text{ فورس}$$

نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے مطابق،

$$F = ma$$

$$F = 10 \text{ kg} \times 2 \text{ m s}^{-2} = 20 \text{ kg m s}^{-2} = 20 \text{ N} \text{ قیمتیں درج کرنے سے}$$

مثال 3.2:

ایک 3000 kg ماس کے ٹرک کو چلانے کے لیے 7500 N کی فورس لگائی جاتی ہے۔ ٹرک میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن

معلوم کریں۔ ٹرک کی سپیڈ 36 km h^{-1} سے بڑھا کر 72 km h^{-1} تک لے جانے میں کتنا وقت لگے گا؟

حل:

$$m = 3000 \text{ kg}$$

$$F = 7500 \text{ N}$$

$$a = ?$$

$$v_i = 36 \text{ km h}^{-1}$$

$$= \frac{36 \times 1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 10 \text{ m s}^{-1}$$

$$v_f = 72 \text{ km h}^{-1} = \frac{72 \times 1000 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

$$t = ?$$

نیوٹن کے دوسرے قانون کے مطابق

$$F = ma \quad \text{یا} \quad a = \frac{F}{m}$$

$$a = \frac{7500 \text{ N}}{3000 \text{ kg}} = 2.5 \text{ m s}^{-2}$$

قیمتیں درج کرنے سے

اب حرکت کی پہلی مساوات استعمال کرتے ہوئے

$$v_f = v_i + at$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$

$$t = \frac{20 \text{ m s}^{-1} - 10 \text{ m s}^{-1}}{2.5 \text{ m s}^{-2}} = 4 \text{ s}$$

قیمتیں درج کرنے سے

3.7 میکینیکل اور الیکٹرونک بیلنسز (Mechanical and Electronic Balances)

بیلنس سکیلز عام طور پر چیزوں کے ماسز کا موازنہ کرنے یا ان کو معیاری اوزان کے برابر تول کران کا وزن معلوم کرنے کے لیے استعمال کی جاتے ہیں۔

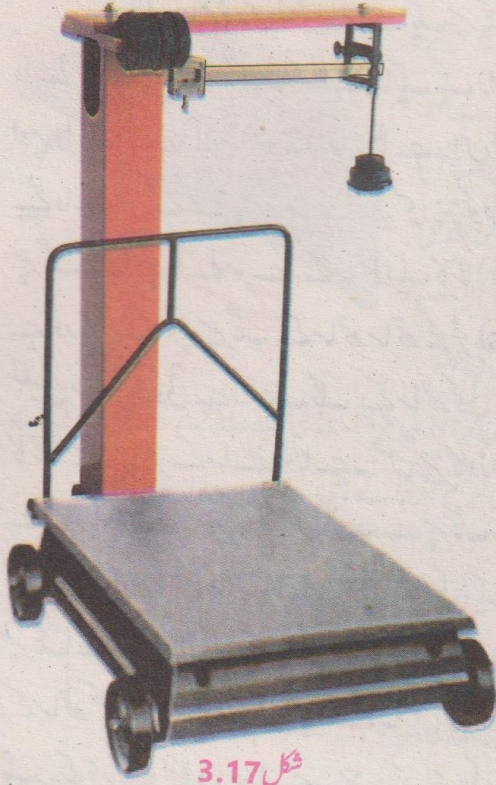
میکینیکل بیلنسز



شکل 3.16

میکینیکل بیلنس ایک دھاتی افقی بیم (ڈنڈی) پر مشتمل ہوتا ہے جو ایک فلکرم (Fulcrum) پر جھولتا ہے۔ مرکز سے برابر فاصلے پر اس کے دونوں سروں پر بھی دونوک دار چوٹیاں بنی ہوتی ہیں۔ ان نوکوں پر بال بیرنگ کی مدد سے دو پلڑے لگائے گئے ہوتے ہیں

(شکل 3.16)۔ جس میٹرل کا وزن کرنا ہو اسے ایک پلڑے میں ڈال دیا جاتا ہے۔ دوسرے پلڑے میں معیاری اوزان رکھ دیے جاتے ہیں۔ بیم کے عین درمیان میں ایک کانٹا (Pointer) لگا ہوتا ہے جو بیم کے جھکاؤ کی نشان دہی کرتا ہے۔ بیم کو افقی حالت میں لانے کے لیے معیاری اوزان کم یا زیادہ کیے جاتے ہیں۔



ایک اور قسم کے میکینیکل بیلنس کو زیادہ وزنی اشیاء مثلاً آٹے کی بوریاں، سیمنٹ کی بوریاں، لوہے کا سر یا وغیرہ کا وزن معلوم کرنے کے لیے استعمال کیا جاتا ہے (شکل 3.17)۔ اس قسم کے بیلنس کو استعمال کرنے کے لیے معیاری اوزان کی ضرورت نہیں ہوتی۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ اس کا فلکرم نیم کے ایک سرے کے بہت قریب رکھا جاتا ہے۔ اس لیے نیم کو افقی حالت میں لانے کے لیے اس کے دوسرے سرے پر بہت چھوٹے اوزان رکھنے پڑتے ہیں۔ ان چھوٹے اوزان کو پہلے ہی نسبت کے لحاظ سے معیاری اوزان کے نام دے دیے جاتے ہیں۔

الیکٹرونک بیلنسز

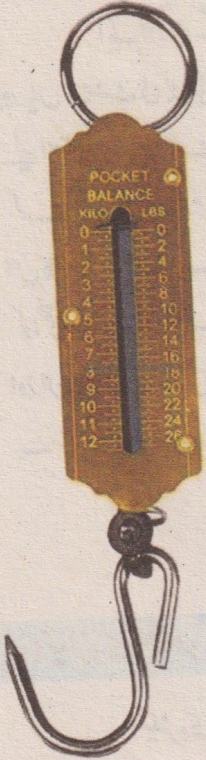


الیکٹرونک بیلنس کو استعمال کرنے کے لیے کسی قسم کے معیاری اوزان کی ضرورت نہیں ہوتی (شکل 3.18)۔ اسے صرف پاور سپلائی سے جوڑنا ہوتا ہے۔ بہت سے ایسے ماڈلز بھی ہیں جو ڈرائی سیل بیٹری سے کام کرتے ہیں۔ جب کوئی شے اس کے پلیٹ فارم پر رکھی جاتی ہے تو اس کا ماس سکرین پر ظاہر ہوتا ہے۔ الیکٹرونک بیلنس، میکینیکل بیلنس کی نسبت زیادہ درست پیمائش کرتا ہے۔ آج کل ایسے الیکٹرونک بیلنس بھی استعمال میں ہیں جن پر فی کلوگرام ریٹ لکھ دیا جائے تو میٹرل کی کل قیمت بھی سکرین پر ظاہر ہو جاتی ہے۔

فورس میٹر (Force Meter)

فورس میٹر ایک سائنسی آلہ ہے جو فورس کی پیمائش کرتا ہے۔ یہ نیوٹن میٹر یا سپرنگ بیلنس بھی کہلاتا ہے (شکل 3.19)۔ آج کل ڈیجیٹل فورس میٹر بھی دستیاب ہیں۔ میکینیکل اور الیکٹرونک بیلنسز اشیاء کا کلوگرامز میں یا اس کے حاصل ضرب میں وزن کی پیمائش کرتے ہیں۔ جبکہ فورس میٹر براہ راست وزن کی (N) میں پیمائش کرتا ہے۔

ایک عام فورس میٹر کے اندر ایک سپرنگ ہوتا ہے۔ میٹر کے اوپر والے سرے پر ایک ہینڈل لگا ہوتا ہے۔ ایک ہگ راڈ، کے ذریعے سپرنگ کے اوپر والے سرے کے ساتھ جڑا ہوا ہوتا ہے۔ اس طرح ہگ فورس میٹر کے نیچے والے سرے سے باہر رہتا ہے۔ یہ کسی چیز کو لٹکانے کے لیے ہوتا ہے۔ سپرنگ کے اوپر والے سرے کے ساتھ ایک کانٹا (Pointer) لگایا گیا ہوتا ہے اور میٹر کے اوپر سپرنگ کے ساتھ ساتھ نیوٹن (newtons) میں ایک سکیل مہیا کی ہوتی ہے۔ جب ہگ کے ساتھ کوئی چیز نہیں لٹکائی گئی ہوتی تو کانٹا سکیل پر صفر کے سامنے ہوتا ہے۔ جس چیز کا وزن معلوم کرنا ہوا ہے ہگ سے لٹکا دیا جاتا ہے۔ چیز کے ماس کی وجہ سے سپرنگ نیچے کدب جاتا ہے۔ تب کانٹا، وزن کی پیمائش ظاہر کرتا ہے۔ فورس میٹر کی ایک اور قسم میں کانٹا اور ہگ سپرنگ کے نیچے سرے کے ساتھ جڑے ہوتے ہیں۔ اس میں سپرنگ وزن کے ساتھ کھینچا جاتا ہے اور کھل جاتا ہے۔ جس چیز کا وزن معلوم کرنا ہوا ہے ہگ کے ذریعے لٹکا دیا جاتا ہے۔ چیز کے ماس کی وجہ سے سپرنگ نیچے کی طرف کھینچ جاتا ہے۔ اس طرح کانٹا وزن کی پیمائش بتا دیتا ہے۔ کچھ سپرنگ بیلنس ایسے بھی ہوتے ہیں جو ماس کی پیمائش kg میں بتاتے ہیں۔ بہر حال kg میں اس ماس کو $g = 10 \text{ N kg}^{-1}$ سے ضرب دے کر فوری طور پر نیوٹن (N) میں تبدیل کیا جاسکتا ہے۔ ڈیجیٹل فورس میٹر کسی چیز کا وزن براہ راست نیوٹن میں ظاہر کرتا ہے (شکل 3.20)۔



شکل 3.19

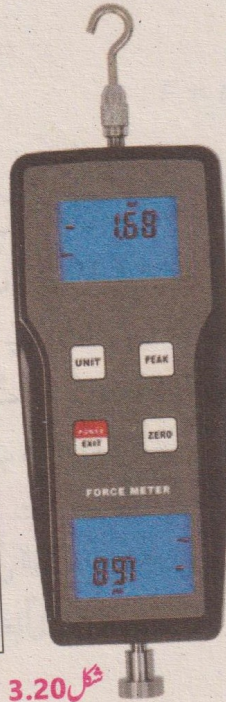
فورس میٹر



کیا آپ جانتے ہیں؟

100g ماس کا وزن
1N ہوتا ہے۔

شکل 3.20

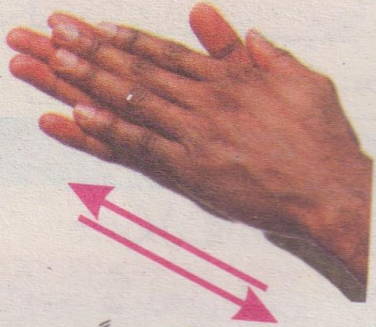


3.8 فرکشن (Friction)

جب ایک کرکٹ بال کو بلے سے ہٹ کیا جاتا ہے تو وہ خاصی زیادہ ولاسٹی کے ساتھ زمین پر دوڑتا ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کے مطابق بال کو یکساں ولاسٹی سے دوڑتے رہنا چاہیے۔ لیکن عملی طور پر ہم دیکھتے ہیں کہ وہ کچھ فاصلہ طے کرنے کے بعد آخر کار رُک جاتا ہے۔ کیا بال پر مخالف سمت میں کوئی فورس عمل کرتی ہے جو اسے روک دیتی ہے؟ ہاں، یہ بال اور گراؤنڈ کے درمیان فرکشن کی فورس ہے جو بال کی حرکت میں مزاحمت پیدا کرتی ہے۔

فرکشن کا انرجی ضیائی اثر (Dissipative Effect of Friction)

فرکشن ایک ضیاع توانائی فورس ہے۔ خواہ یہ ٹھوس سطحوں کے درمیان ہو یا مائع و گیس میں کسی شے کی حرکت کے دوران میں گھسیٹنے کی فورس ہو۔ فرکشن کے خلاف ورک کرنے میں انرجی ضائع ہوتی ہے۔ ضائع ہونے والی یہ انرجی حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔



شکل 3.21 ہاتھ رگڑنا

انرجی ضائع ہونے کی ایک بہت عام سی مثال ہاتھوں کو ملنا ہے (شکل 3.21)۔ جب ہم اپنے ہاتھوں کو ملتے ہیں تو فرکشن کی وجہ سے حرارت پیدا ہوتی ہے اور ہمارے ہاتھ گرم ہو جاتے ہیں۔ فرکشن سے مشینوں کا ٹمپرچر بڑھ جاتا ہے جو کئی قسم کے مسائل پیدا کرتا ہے۔ ٹائروں اور سڑک کے درمیان فرکشن کی وجہ سے گاڑیوں کے ٹائر گرم ہو کر جلدی گھس جاتے ہیں۔ رات کے وقت آسمان پر جو ٹوٹتے ہوئے چمکدار ستارے نظر آتے ہیں ان کا سبب بھی ہوا کی فرکشن ہے۔ اصل میں یہ ایسٹیرائیڈز (Asteroids) ہیں جو زمین کی فضا (Atmosphere) میں داخل ہو جاتے ہیں۔ جب یہ ہوا میں تیزی سے گرتے ہیں تو ہوا کی مزاحمت کی وجہ سے حرارت پیدا ہوتی ہے۔ اس سے ان کا ٹمپرچر اتنا زیادہ بڑھ جاتا ہے کہ وہ جلنا شروع ہو جاتے ہیں اور بالآخر جل کر ختم ہو جاتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گیلی سڑک پر ٹائر کی گڈیوں کے درمیان خالی جگہوں میں پانی اکٹھا ہو جاتا ہے۔ اس لیے پانی ٹائروں کی سطح اور سڑک کی سطح کے درمیان گیلی تہ نہیں بنا پاتا جس سے فرکشن کم ہو جائے اور ٹائر پھسل جائیں۔ اس طرح ٹائر کی گڈیاں گاڑی کے پھسلنے کا خطرہ کم کر دیتی ہیں۔

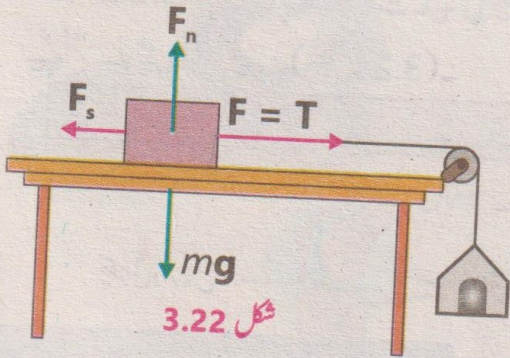


سلائیڈنگ فرکشن (Sliding Friction)

دو سطحوں کے درمیان فرکشن کو سلائیڈنگ فرکشن کہتے ہیں جس کو دو قسموں میں تقسیم کر سکتے ہیں:

- 1۔ سٹیٹک فرکشن (Static Friction)
- 2۔ کائی نیٹک فرکشن (Kinetic Friction)

سٹیٹک فرکشن:



شکل 3.22

آئیے! ایک بلاک کی افقی سطح پر حرکت کو زیر غور لاتے ہیں۔ تمام ترتیب شکل 3.22 میں دکھائی گئی ہے۔ جب پلڑے میں ایک باٹ ڈالا جاتا ہے تو ایک فورس $F = T$ جو کہ باٹ اور پلڑے کے مجموعی وزن کے برابر ہے، بلاک پر عمل کرتی ہے۔ یہ فورس بلاک کو اپنی طرف کھینچنے کی کوشش کرتی ہے۔ اس کے ساتھ ہی ایک مخالف فورس عمل میں آتی ہے جو بلاک کو حرکت کرنے سے روکتی ہے۔ یہ مخالف فورس سٹیٹک فرکشن F_s ہے۔

کائی نیٹک فرکشن:

اگر ہم پلڑے میں ایک ایک کر کے چھوٹے چھوٹے مزید باٹ ڈالتے جائیں تو ایک مرحلہ ایسا آئے گا کہ جب بلاک افقی سطح پر گھسنا شروع ہو جائے گا۔ یہ سٹیٹک فرکشن کی حد ہے جو کہ پلڑے سمیت کل وزن کے برابر ہوتی ہے۔ جب بلاک حرکت کر رہا ہو تو فرکشن اس وقت بھی موجود ہوتی ہے۔ یہ کائی نیٹک فرکشن کہلاتی ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

کچھ مینڈک عمودی سطح پر بھی چمٹ سکتے ہیں جیسا کہ اس پتے پر دکھایا گیا ہے۔ یہ مینڈک کے پاؤں اور سطح کے درمیان سٹیک فرکشن کی وجہ سے ممکن ہے۔



کیا آپ جانتے ہیں؟

جب کوئی کوشٹل (Shuttle) خلا سے واپسی پر زمین کی فضا میں داخل ہوتی ہے تو ہوا کی فرکشن اس کی سطح کا ٹمپرچر 950°C تک بڑھا دیتی ہے۔

ٹرینل ولاسٹی (Terminal Velocity)

جب کوئی شے آزادانہ نیچے گرتی ہے تو اس میں $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ کے برابر ایکسلریشن پیدا ہوتا ہے۔ عملی طور پر ایکسلریشن مختلف ہو سکتا ہے۔ کسی گرتی ہوئی شے میں ایکسلریشن کے تعین میں ہوا کی مزاحمت بڑا اہم کردار ادا کرتی ہے۔

اگر ہم ایک کرکٹ بال اور اسی وزن کا سٹار و فوم کا ٹکڑا ایک ہی بلندی سے گرائیں تو وہ زمین پر ایک جتنے وقت میں اسی صورت میں گریں گے اگر درمیان میں ہوا کی مزاحمت نہ ہو۔ دونوں کو ایک ہی جتنے ایکسلریشن سے گرنا چاہیے لیکن عملی طور پر ہوا میں سے کرکٹ بال نسبتاً تیزی سے گرے گا۔ سٹار و فوم زیادہ سطحی رقبہ رکھنے کی وجہ سے ہوا کی زیادہ مخالف فورس کا سامنا کرے گا۔



ایک چھاتہ بردار ٹرینل ولاسٹی کے ساتھ گر رہا ہے۔

شکل 3.23

اس ضمن میں تجربات کیے گئے ہیں اور اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ کوئی شے جتنی زیادہ تیزی کے ساتھ گرتی ہے اس کو اتنا ہی زیادہ ہوا کی مزاحمت پیش آتی ہے۔ حتیٰ کہ آخر میں وہ شے ایک ایسی سپیڈ حاصل کر لیتی ہے جہاں پر اوپر کی طرف ہوا کی مزاحمت کی فورس نیچے کی طرف گریوٹی کی فورس کے برابر ہو کر اسے زائل کر دیتی ہے۔ جب ایسا ہوتا ہے تو اس شے میں ایکسلریشن باقی نہیں رہتا اور یہ یکساں ولاسٹی سے گرنا جاری رکھتی ہے۔ کسی شے کی حاصل کی گئی یہ یکساں ولاسٹی ٹرینل ولاسٹی کہلاتی ہے۔ یہاں تک کہ شہاب ثاقب کے ٹکڑے جیسی بھاری شے بھی زمین پر گرتے ہوئے، لامحدود ولاسٹی حاصل نہیں کر پاتی۔ یہ اصول چھاتہ برداروں پر بھی لاگو ہوتا ہے۔ ہوا کی مزاحمت پیرا شوٹ کے بڑے رقبہ کی سطح پر مخالف سمت میں عمل کر کے انہیں ایک محفوظ ولاسٹی کے ساتھ نیچے اترنے میں مدد کرتی ہے (شکل 3.23)۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

انسانوں میں جسم کے جوڑوں کے درمیان فرکشن بہت کم ہوتی ہے کیونکہ ہمارے جسموں کے اندر قدرتی طور پر ان کو چکنا رکھنے کا سسٹم موجود ہے۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اگرچہ ہماری حرکت کے دوران میں ہماری ہڈیاں ایک دوسری کے ساتھ رگڑ کھاتی ہیں لیکن عام طور پر سالہا سال کے استعمال کے بعد بھی یہ گھس کر خراب نہیں ہوتیں۔



گھٹنے کا جوڑ

آپ کی معلومات کے لیے

عملی طور پر ٹائر گولائی میں زمین کے ساتھ نہیں پھوٹتا بلکہ یہ پریشر سے نیچے سے تھوڑا چپٹا ہو جاتا ہے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پیسے کا یہ چپٹا حصہ سطح کے ساتھ گھسنے کا رجحان رکھتا ہے جس سے فرکشن پیدا ہوتی ہے۔



رولنگ فرکشن (Rolling Friction)

سٹیک اور کائی نیٹک فرکشن جن کا ہم نے ابھی تک مطالعہ کیا ہے سلائیڈنگ فرکشن ہیں۔ ایک اور قسم کی بھی فرکشن ہے جسے رولنگ فرکشن کہا جاتا ہے۔ جب کوئی شے کسی سطح پر لڑھکتی ہے تو اس پر عمل کرنے والی فرکشن،

رولنگ فرکشن کہلاتی ہے۔ رولنگ فرکشن کا تصور پیسے کے ساتھ ہے۔ اپنی روزمرہ زندگی میں ہم دیکھتے ہیں کہ پہیوں والی چیز کو اسی جسامت کی بغیر پہیوں والی چیز کے مقابلے میں کم فرکشن کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔

بال بیئرنگ بھی وہی کردار ادا کرتے ہیں جو پیسے ادا کرتے ہیں۔ انڈسٹری میں بہت سی مشینوں کو ایسے ڈیزائن کیا جاتا کہ ان میں بال بیئرنگ استعمال ہوں۔ تاکہ حرکت کرنے والے پُرزے بال بیئرنگ کی مدد سے حرکت کریں، جس سے فرکشن کم ہو جاتی ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

ہوور کرافٹ (Hovercraft) بحری جہاز کی ایک قسم ہے جو پانی اور خشکی دونوں کی سطحوں پر چلتا ہے۔ طاقتور پنکھوں کی مدد سے اس کے نیچے ہوا خارج کی جاتی ہے جو اس کے نیچے ہوا کی ایک تہ بنا دیتی ہے۔ ہوور کرافٹ ہوا کی اس تہ کے اوپر چلتا ہے جس کی وجہ سے اُسے بہت کم فرکشن کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔



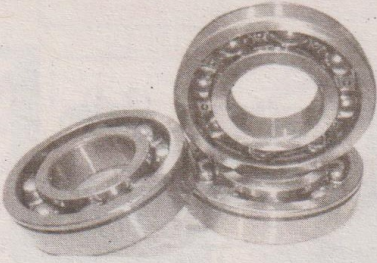
ہوور کرافٹ

رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے 100 گنا تک کم ہوتی ہے۔ سلائیڈنگ فرکشن کی نسبت رولنگ فرکشن اس لیے کم ہوتی ہے کیونکہ پیسے اور وہ سطح جس پر یہ لڑھکتا ہے کے درمیان باہم گھسٹنے کی حرکت نہیں ہوتی۔ پیسہ صرف ایک نقطے پر سطح کو چھوتا ہے۔ یہ گھسٹنا نہیں ہے۔

فرکشن کم کرنے کے طریقے (Methods to Reduce Friction)

فرکشن کم کرنے کے لیے مندرجہ ذیل طریقے استعمال کیے جاتے ہیں:

1- ایک دوسرے کے ساتھ رگڑ کر چلنے والے پرزوں کو پالش کر کے زیادہ ملائم بنا دیا جاتا ہے۔



شکل 3.24

2- چونکہ ٹھوس سطحوں کی نسبت مائع کی فرکشن کم ہوتی ہے، اس لیے مشینری کے پرزوں کے درمیان تیل یا گریس لگا دی جاتی ہے۔

3- سلائیڈنگ فرکشن کی نسبت رولنگ فرکشن بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے مشینوں میں سلائیڈنگ فرکشن کو رولنگ فرکشن میں تبدیل کرنے کے لیے بال بیئرنگ استعمال کیے جاتے ہیں۔ اسی طرح بھاری اشیاء کے نیچے پیسے لگا دیے جاتے ہیں۔



تیز رفتار کار کے اوپر سے سٹریم لائن کی شکل میں گزرتی ہوا

شکل 3.25

4- فرکشن کی فورس صرف ٹھوس اشیاء کے درمیان ہی نہیں ہوتی بلکہ تیز رفتار گاڑیاں، ہوائی جہاز اور بحری جہاز بھی ہوا یا پانی میں سے گزرتے ہوئے فرکشن کا سامنا کرتے ہیں۔ اگر کسی سواری کا فرنٹ چپٹا ہو تو اسے ہوا یا پانی کی زیادہ مزاحمت کا سامنا کرنا پڑے گا۔ اس لیے ہوا یا پانی میں سے گزرنے والی سواری کی باڈی سٹریم لائن یعنی ترچھی یا نوک دار بنائی جاتی ہے تاکہ ہوا یا پانی کی مزاحمت کم سے کم ہو۔ اس طرح ہوا گاڑی کی ترچھی سطح کے اوپر سے آسانی گزرتی ہے۔ اس انداز سے ہوا کے گزرنے کو

سٹریم لائن (Streamline) بہاؤ کہا جاتا ہے۔ ایک کار کے اوپر سے سٹریم لائن کا بہاؤ شکل 3.25 میں دکھایا گیا ہے۔ جو گاڑیاں اس طرح ڈیزائن کی جاتی ہیں کہ ان کا فرنٹ نوک دار ہو، انھیں سٹریم لائنڈ کہا جاتا ہے۔

3.9 موئیٹم اور امپلس (Momentum and Impulse)

فرض کریں کہ ایک سائیکل سوار اور ایک بھاری ٹرک ایک ہی سپیڈ سے چل رہے ہیں۔ کس کو آسانی سے روکا جاسکتا ہے؟ یہ چلتے جسم کی حرکت کی مقدار پر منحصر ہے۔ یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ کسی چلتے جسم میں حرکت کی مقدار اس کے ماس اور ولاسٹی پر منحصر ہوتی ہے۔ جتنا زیادہ ماس ہوگا اتنی ہی زیادہ حرکت کی مقدار ہوگی۔ اسی طرح جتنی زیادہ ولاسٹی ہوگی اتنی ہی زیادہ حرکت کی مقدار ہوگی۔ اس حرکت کی مقدار کو موئیٹم کہا جاتا ہے اور اسے p سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی تعریف یوں کی:

حرکت کرتے ہوئے کسی جسم کا موئیٹم اس کے ماس اور ولاسٹی کے حاصل ضرب کے برابر ہوگا۔

$$p = m \times v \quad \text{..... (3.2) لہذا}$$

ولاسٹی کی طرح موئیٹم بھی ایک ویکٹر مقدار ہے۔ موئیٹم کا SI یونٹ kg m s^{-1} ہے۔ اسے (N s) بھی لکھا جاسکتا ہے۔ جب ایک بال کو بلے سے ہٹ کیا جاتا ہے تو بال پر بہت چھوٹے وقفے کے لیے فورس لگتی ہے۔ ایسی صورتوں میں فورس کی بالکل صحیح عددی قیمت معلوم کرنا بہت مشکل ہوتا ہے۔ بہر حال بال کی ابتدائی ولاسٹی v_i اور ہٹ لگنے کے بعد فائنل ولاسٹی v_f آسانی سے معلوم کی جاسکتی ہے۔ وقت کے دورانیہ Δt میں اوسط ایکسلریشن a یہ ہوگا:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{\Delta t} \quad \text{..... (3.3)}$$

نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے مطابق دورانیہ Δt میں عمل کرنے والی اوسط فورس یہ ہوگی:

$$F = ma = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

$$F \times \Delta t = m(\Delta v) = m(v_f - v_i) \quad \text{..... (3.4) یا}$$

مساوات (3.4) ظاہر کرتی ہے کہ F اور Δt بالکل صحیح معلوم نہیں ہیں لیکن ان کا حاصل ضرب جو کہ موئیٹم میں تبدیلی کے برابر ہے معلوم کیا جاسکتا ہے۔ ایسی صورتوں میں حاصل ضرب $F \times \Delta t$ فورس کی امپلس کہلاتا ہے۔

جب ایک بڑی فورس F کسی جسم پر ایک چھوٹے وقفے کے لیے عمل کرتی ہے تو امپلس جسم کی موئیٹم میں تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔

$$\text{امپلس} = F \times \Delta t = ma \times \Delta t = m \frac{(\Delta v)}{\Delta t} \times \Delta t = m(\Delta v) \quad \text{لہذا}$$

مساوات کی دونوں اطراف کو Δt پر تقسیم کرنے سے

$$F = \frac{m(\Delta v)}{\Delta t} \quad \text{..... (3.5)}$$

یہاں $m(\Delta v)$ موئیٹم میں تبدیلی Δp ہے۔ مساوات (3.5) ہمیں موئیٹم کے لحاظ سے فورس کی قیمت بتاتی ہے۔ یعنی کسی جسم پر عمل کرنے والی فورس یونٹ ٹائم (ایک سیکنڈ) میں موئیٹم کی تبدیلی کے برابر ہوتی ہے۔

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \quad \text{..... (3.6)}$$

مساوات (3.6) ہمیں نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کی تعریف بلحاظ مومینٹم مہیا کرتی ہے۔ یعنی کسی جسم کی مومینٹم میں تبدیلی کی شرح اس پر عمل کرنے والی فورس کے برابر ہوتی ہے۔ مومینٹم میں تبدیلی کی سمت وہی ہوگی جو فورس کی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کرکٹ گیند کی چوٹ کو کم کرنے کے لیے کچھ کرتے وقت ہاتھوں کو پیچھے کھینچتا ہے تاکہ وقت کا دورانیہ بڑھ جائے۔



آپ کی معلومات کے لیے



تیر سیب میں گھس جاتا ہے اور نتیجتاً سیب کا مومینٹم تبدیل ہو جاتا ہے۔ اس کے برعکس سیب تیر پر ایک مخالف فورس لگاتا ہے اور نتیجتاً تیر کا مومینٹم تبدیل ہو جاتا ہے۔

نازک اشیاء کی پیکنگ



نازک اشیاء مثلاً شیشے کے برتن نقل و حمل کے دوران میں جھٹکوں سے یا ٹھوس اشیاء کے ساتھ ٹکرانے سے آسانی سے ٹوٹ جاتے ہیں۔ ان کو محفوظ رکھنے کے لیے نرم پیکنگ میٹریل استعمال کیا جاتا ہے۔ اس قسم کے میٹریل مومینٹم میں فوری تبدیلی کے اثر کو کم کر دیتے ہیں۔ جس کے نتیجے میں نازک اشیاء پر لگنے والی فورس بہت کم ہو جاتی ہے۔ خاص طرح کے میٹریل مثلاً سٹار فوم، نالی دار گتے، بلبے دار شیٹ وغیرہ اشیاء کی پیکنگ میں استعمال کیے جاتے ہیں۔

کرپل زونز (Crumple Zones)



کرپل زون گاڑیوں کی ساخت کے ایسے ڈیزائن ہیں جس میں حادثے کی صورت میں وہ حصے دب جائیں اور ٹکر سے بگاڑ پیدا کرنے والی انرجی کو جذب کر لیں۔ عمومی طور پر کرپل زون گاڑی کے اگلے اور پچھلے حصے میں رکھے جاتے ہیں۔ کرپل زون ایسے کام کرتے ہیں کہ ٹکراؤ کی انرجی کو باڈی کے باہر والے حصوں میں جذب کر لیا جائے بہ نسبت اس کے کہ گاڑی میں سوار شخص تک یہ براہ راست پہنچ جائے۔ اس کے لیے بیرونی حصے (پلاسٹک کے پیر وغیرہ) کمزور یعنی نرم بنائے جاتے ہیں اور مسافروں کے بیٹھنے کا کیمبن مضبوط بنایا جاتا ہے۔

مثال 3.3:

ایک 15 g ماس کی گولی بندوق سے چلائی گئی ہے۔ اگر گولی کی ولاسٹی 150 m s^{-1} ہو تو اس کا مومینٹم کتنا ہوگا؟

حل:

$$m = 15 \text{ g} = 0.015 \text{ kg} \quad \text{گولی کا ماس}$$

$$\text{گولی کی ولاسٹی} = v = 150 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{مومنٹم} = p = ?$$

$$p = mv$$

یہ فارمولہ استعمال کرنے سے

$$p = 0.015 \text{ kg} \times 150 \text{ m s}^{-1} \text{ سے قیمتیں درج کرنے سے}$$

$$p = 2.25 \text{ kg m s}^{-1}$$

مثال 3.4:

ایک 160 g ماس کے کرکٹ بال کو بلے سے ہٹ کیا گیا۔ بلے کو چھوڑتے وقت بال کی ولاسٹی 52 m s^{-1} ہے۔ اگر بال بلا لگنے سے پہلے بلے کے ساتھ (مخالف سمت میں) -28 m s^{-1} ولاسٹی کے ساتھ ٹکراتا ہے تو بلے سے بال پر لگائی گئی اوسط فورس معلوم کریں۔ بال $4 \times 10^{-3} \text{ s}$ تک بلے کے ساتھ کونٹیکٹ میں رہتا ہے۔

$$\text{حل:} \quad m = 160 \text{ g} = 0.16 \text{ kg} \quad \text{بال کا ماس}$$

$$v_i = -28 \text{ m s}^{-1} \quad \text{ابتدائی ولاسٹی}$$

$$v_f = 52 \text{ m s}^{-1} \quad \text{آخری ولاسٹی}$$

$$t = 4 \times 10^{-3} \text{ s} \quad \text{چھوتے رہنے کا وقت}$$

$$F = ? \quad \text{اوسط فورس}$$

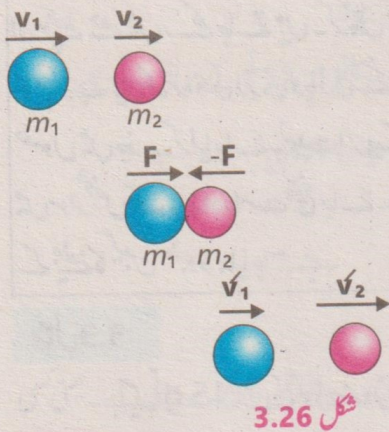
$$F = \frac{m(v_f - v_i)}{t} \quad \text{مسادات (3.6) استعمال کرنے سے}$$

$$F = \frac{0.16 \text{ kg} [52 \text{ m s}^{-1} - (-28 \text{ m s}^{-1})]}{4 \times 10^{-3} \text{ s}}$$

$$F = 3200 \text{ N}$$

یا

3.10 مومینٹم کنزرویشن کا اصول (Principle of Conservation of Momentum)



شکل 3.26

کچھ اشیا کا مجموعہ ایک سسٹم کہلاتا ہے۔ اگر سسٹم کی کسی شے پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کرے تو اسے الگ تھلگ (Isolated) سسٹم کہتے ہیں۔ دو بالز کے ایک سسٹم پر غور کریں۔ جن کے ماس m_1 اور m_2 ہیں۔ فرض کریں کہ یہ بال ولاسٹی v_1 اور v_2 کے ساتھ ایک سیدھی لائن میں ایک ہی سمت میں حرکت کر رہے ہیں۔ اگر $v_1 > v_2$ تو بال آپس میں ٹکرائیں گے جیسا کہ شکل (3.26) میں دکھایا گیا ہے۔ اگر ٹکراؤ کے بعد ان کی ولاسٹی بالترتیب v_1' اور v_2' ہو جائے تو

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \text{ٹکرائے سے پہلے سسٹم کی کل مومینٹم}$$

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2' \quad \text{ٹکرائے کے بعد سسٹم کی کل مومینٹم}$$

موئیم کنزرویشن کا اصول بیان کرتا ہے کہ

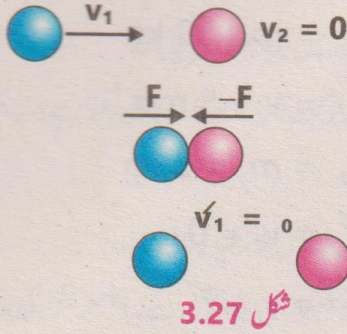
اگر کسی الگ تھلگ سسٹم پر کوئی بیرونی فورس عمل نہیں کرتی تو سسٹم کا آخری کل موئیم، سسٹم کے ابتدائی کل موئیم کے برابر ہوگا۔

اس کا مطلب ہے کہ:

ٹکراؤ کے بعد سسٹم کا کل موئیم = ٹکراؤ سے پہلے سسٹم کا کل موئیم

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

اس اصول کی وضاحت کے لیے ایک ہی جیسے دو بالز کے ٹکراؤ پر غور کریں جن میں سے دوسرا بال ریسٹ کی حالت میں ہو۔



شکل 3.27

جب دو بالز کا ٹکراؤ ہو تو ایک بال سے موئیم دوسرے بال میں منتقل ہو جاتی ہے۔ جو بال ریسٹ کی حالت میں ہے موئیم حاصل کرے گا اور حرکت کرنا شروع کر دے گا۔ جب کہ ٹکرانے والا بال آہستہ ہو جائے گا۔ اگر بالز ایک جیسے ہوں تو ہم دیکھیں گے کہ تمام کا تمام موئیم منتقل ہو جائے گا۔ ٹکرانے والا بال رُک جائے گا اور دوسرا بال v_1 کے ساتھ حرکت شروع کر دے گا۔ اس کا مطلب پہلے والے کی ولاسٹی کے ساتھ حرکت شروع کر دے گا (شکل 3.27)۔ اس کا مطلب

ہے کہ دوسرے بال نے کل اتنا موئیم حاصل کیا جتنا کہ پہلے بال نے گنویا۔ اگر پہلا بال ٹکراؤ کے بعد رُک جاتا ہے تو دوسرا بال پہلے والے کے موئیم کے ساتھ چلنا شروع کر دیتا ہے اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ دو بالز کا کل موئیم ٹکراؤ کے بعد اتنا ہی رہتا ہے جتنا کہ ٹکراؤ سے پہلے اُن کا کل موئیم تھا۔

سیٹ بیلٹس

جب ایک چلتی کار یکدم رُکتی ہے تو مسافر ونڈ شیلڈ کی طرف آگے کو تھک جاتے ہیں۔ سیٹ بیلٹس مسافروں کو آگے کی طرف گرنے سے روکتی ہے۔ اس طرح مسافروں کا ونڈ شیلڈ یا سیٹرنگ وہیل کے ساتھ ٹکرانے کا خطرہ کم ہو جاتا ہے۔



موئیم کنزرویشن کا اصول صرف بڑے سائز کی اشیاء پر ہی لاگو نہیں ہوتا بلکہ انتہائی چھوٹی اشیاء مثلاً ایٹمز اور مالیکیولز پر بھی لاگو ہوتا ہے۔

مثال 3.5:

ایک m_1 ماس کی گولی ایک m_2 ماس کی بندوق سے داغی گئی ہے۔ فائرنگ کے فوراً بعد گولی کی ولاسٹی v_1 کے لحاظ سے بندوق

کی ولاسٹی معلوم کریں۔

حل:

فائرنگ سے پہلے گولی کی ولاسٹی اور بندوق کی ولاسٹی صفر تھی۔ اس لیے گولی اور بندوق کا کل موئیم بھی صفر تھا۔ فائرنگ کے بعد

گولی ولاسٹی v_1 کے ساتھ آگے کی طرف چلتی ہے۔ جبکہ بندوق ولاسٹی v_2 کے ساتھ حرکت کرتی ہے۔

موئیم کنزرویشن کے اصول کے مطابق

فائرنگ کے بعد کل موئیم = فائرنگ سے پہلے کل موئیم

$$0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{-m_1 v_1}{m_2}$$

اس مساوات میں منفی کی علامت یہ ظاہر کرتی ہے کہ بندوق پیچھے کی طرف یعنی گولی کے مخالف سمت میں حرکت کرتی ہے۔ بندوق کی پیچھے کی طرف حرکت ہی کی وجہ سے بندوق چلانے والے کے کندھے پر جھٹکا لگتا ہے۔

مثال 3.6:

ایک 3 kg ماس کا بال 5 m s^{-1} کی ولاسٹی سے حرکت کرتا ہوا ایک 2 kg ماس کے کھڑے بال سے ٹکراتا ہے۔ تب دونوں اکٹھے حرکت کرتے ہیں۔ اگر فرکشن نہ ہونے کے برابر ہو تو وہ ولاسٹی معلوم کریں جس سے وہ ٹکراؤ کے بعد اکٹھے حرکت کرتے ہیں۔

حل:

$$\text{پہلے بال کا ماس} = m_1 = 3 \text{ kg}$$

$$\text{ٹکراؤ سے پہلے بال کی ولاسٹی} = v_1 = 5 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{دوسرے بال کا ماس} = m_2 = 2 \text{ kg}$$

$$\text{ٹکراؤ سے پہلے دوسرے بال کی ولاسٹی} = v_2 = 0$$

$$\text{ٹکراؤ کے بعد دونوں بالز کی اکٹھی ولاسٹی} = v = ?$$

$$\text{ٹکراؤ کے بعد بالز کا کل ماس} = m_1 + m_2$$

مومنٹم کنزرویشن کے اصول کے مطابق: ٹکراؤ کے بعد کل مومنٹم = ٹکراؤ سے پہلے کل مومنٹم

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$3 \text{ kg} \times 5 \text{ m s}^{-1} + 0 = (3 \text{ kg} + 2 \text{ kg}) v$$

$$15 \text{ kg m s}^{-1} = 5 \text{ kg} \times v$$

$$v = 3 \text{ m s}^{-1}$$

اہم نکات

- فورس ایک ”دھکیلنا“ اور ”کھینچنا“ ہوتی ہے جو کسی جسم کو حرکت دیتی یا روکتی ہے یا اس کی ولاسٹی کی عددی قیمت اور سمت کو تبدیل کرتی ہے۔
- کونٹیکٹ فورس وہ ہوتی ہے جو دو اجسام کے درمیان پوائنٹ آف کونٹیکٹ پر عمل کرتی ہے۔
- دو اجسام کے درمیان نان کونٹیکٹ فورس اُس فورس کو کہتے ہیں جو ان دونوں کو چھوئے بغیر عمل کرے۔
- کائنات میں ہر جسم دوسرے جسم پر ایک فورس لگاتا ہے جو ان کے ماسز کے حاصل ضرب کے راست متناسب اور ان کے درمیان فاصلے کے مربع کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔
- گریویٹیشنل فورس، الیکٹرومیکینک فورس، طاقتور نیوکلیر فورس اور کمزور نیوکلیر فورس یہ چار فورسز کا رخانہ قدرت میں بنیادی فورسز ہیں۔
- نیوٹن کا پہلا قانون حرکت یہ بیان کرتا ہے کہ کوئی جسم اپنی ریست کی حالت یا خط مستقیم میں یکساں ولاسٹی سے حرکت اُس وقت تک جاری رکھتا ہے جب تک کہ کوئی بیرونی فورس اس پر عمل نہ کرے۔
- کسی جسم کی وہ خصوصیت جس کی وجہ سے وہ اپنی ریست کی حالت یا یکساں ولاسٹی کو برقرار رکھنے کی کوشش کرتا ہے، اس کا انرشیا کہلاتی ہے۔
- دوسرا قانون حرکت بیان کرتا ہے کہ جب ایک فورس کسی جسم پر عمل کرے تو وہ اس میں فورس کی سمت میں ایکسلریشن پیدا کرتی ہے۔ ایکسلریشن کی عددی قیمت فورس کی عددی قیمت کے راست متناسب اور جسم کے ماس کے معکوس متناسب ہوتی ہے۔
- حرکت کا تیسرا قانون بیان کرتا ہے کہ ہر عمل کا ہمیشہ اُس کے برابر اور مخالف سمت میں ہمیشہ ایک رد عمل ہوتا ہے۔
- عمل اور رد عمل کسی ایک جسم پر عمل نہیں کرتے بلکہ دو مختلف اجسام پر عمل کرتے ہیں۔
- کسی جسم کا ماس اس میں مادے کی مقدار ہے۔ ماس کسی جسم کی وہ خاصیت ہے جو یہ تعین کرتی ہے کہ کسی فورس کے لگانے سے جسم میں کتنا ایکسلریشن پیدا ہوگا۔ ماس تبدیل نہیں ہوتا۔ یہ ایک سکیلر مقدار ہے جس کا یونٹ کلوگرام ہے۔
- کسی جسم کا وزن اس فورس کے برابر ہوتا ہے جس سے زمین اس جسم کو اپنے مرکز کی طرف کھینچتی ہے۔
- فورس میٹر ایک سائنسی آلہ ہے جو فورس کی نیوٹن (N) میں پیمائش کرتا ہے۔
- فرکشن ایک فورس ہے جو ایک سطح کی کسی دوسری پر حرکت کے خلاف مزاحمت کرتی ہے۔
- حرکت شروع ہونے سے پہلے دو سطحوں کے درمیان فرکشن، سٹیک فرکشن کہلاتی ہے۔
- حرکت کرنے کے دوران میں عمل کرنے والی فرکشن کا ٹیپک فرکشن کہلاتی ہے۔
- جب کوئی چیز پہیوں کی مدد سے حرکت کرتی ہے تو اس صورت میں فرکشن کو رولنگ فرکشن کہا جاتا ہے۔ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے بہت کم ہوتی ہے۔
- فرکشن کے خلاف ورک کرنے میں انرجی ضائع ہوتی ہے جو حرارت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔
- کسی گرتے ہوئے جسم پر جب اوپر کی طرف ہوا کی مزاحمتی فورس نیچے کی طرف عمل کرنے والی گریوٹی کی فورس کے برابر ہو کر اسے زائل کر دیتی ہے تو جسم ایک (محفوظ) یکساں ولاسٹی کے ساتھ نیچے گرتا ہے۔ اسے ٹرمینل ولاسٹی کہا جاتا ہے۔
- موئیٹم کنزرویشن کا اصول بیان کرتا ہے کہ اگر ایک الگ تھلگ سسٹم پر کوئی بیرونی فورس عمل نہ کرے تو سسٹم کا آخری کل موئیٹم، اس کے ابتدائی کل موئیٹم کے برابر ہوتا ہے۔
- ایمپلس کی تعریف یوں کی جاتی ہے: $F \times \Delta t = m \times \Delta v$ یا موئیٹم میں کل تبدیلی = ایمپلس

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

- 3.1 جب ہم ایک پتھر کو پاؤں سے ٹھوکر مارتے ہیں تو ہمیں چوٹ لگتی ہے۔ اس کی وجہ ہے:
- (الف) انرشیا (ب) ولاسٹی (ج) مومینٹم (د) ردِ عمل
- 3.2 کوئی جسم یکساں ایکسلریشن کے ساتھ اپنی حرکت جاری رکھے گا جب تک کہ اس پر:
- (الف) حاصل فورس کم ہونا نہ شروع ہو جائے (ب) حاصل فورس صفر نہ ہو جائے
- (ج) حاصل فورس بڑھنا نہ شروع ہو جائے (د) حاصل فورس اس کی مماسی (tangential) اور ولاسٹی پر عموداً نہ ہو جائے
- 3.3 مندرجہ ذیل میں کون سی نان کونٹیکٹ فورس ہے؟
- (الف) فرکشن (ب) ہوا کی مزاحمت (ج) الیکٹروسٹیٹک فورس (د) رسی میں تناؤ
- 3.4 ایک بال ابتدائی مومینٹم p کے ساتھ دیوار سے ٹکراتا ہے اور اُسی ولاسٹی سے واپس پلٹ آتا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد اُس کا مومینٹم p' ہوگا:
- (الف) $p' = p$ (ب) $p' = -p$ (ج) $p' = 2p$ (د) $p' = -2p$
- 3.5 ایک ذرہ جس کا ماس m ہے ولاسٹی v سے حرکت کرتا ہوا اُسی جتنے ماس والے ایک اور کھڑے ذرے سے ٹکراتا ہے۔ ٹکراؤ کے بعد پہلے ذرے کی ولاسٹی ہوگی:
- (الف) v (ب) $-v$ (ج) 0 (د) $-\frac{1}{2}$
- 3.6 مومینٹم کنزرویشن مساوی ہے:
- (الف) نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کے (ب) نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے
- (ج) نیوٹن کے تیسرے قانون حرکت کے (د) ان تینوں قوانین میں سے کسی کے بھی نہیں
- 3.7 ایک 5 kg ماس کی شے 10 m s^{-1} کی یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اب ایک کونسٹنٹ فورس $5 \text{ سینڈ کے لیے اُس پر عمل کرتی ہے اور اس کی ولاسٹی مخالف سمت میں 2 m s^{-1} تک لے آتی ہے۔ اُس شے پر لگنے والی فورس ہوگی:$
- (الف) 5 N (ب) -10 N (ج) -12 N (د) -15 N
- 3.8 ایک بڑی فورس بہت تھوڑے وقفے کے لیے کسی شے پر عمل کرتی ہے، اس صورت حال میں معلوم کرنا آسان ہے:
- (الف) فورس کی عددی قیمت (ب) وقت کا دورانیہ
- (ج) فورس اور وقت کا حاصل ضرب (د) ان میں سے کوئی نہیں
- 3.9 دو سطحوں کے درمیان فرکشن کم کرنے کے لیے عام طور پر ایک چکنا کرنے والا مادہ ڈالا جاتا ہے۔ یہ چکنا کرنے والا مادہ:
- (الف) ٹمپر پچر کم کرتا ہے (ب) بال بیرنگ کا کام کرتا ہے
- (ج) سطحوں کو براہ راست آپس میں چھونے سے روکتا ہے (د) رولنگ فرکشن پیدا کرتا ہے

2 مختصر جوابات کے سوالات

- 3.1 حرکت میں کوئی فورس کیا تبدیلیاں لاسکتی ہے؟
- 3.2 کونٹیکٹ فورسز کی 5 مثالیں دیں۔
- 3.3 خلا میں کوئی شے یکساں ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اس ولاسٹی کے ساتھ وہ کتنے وقت تک حرکت جاری رکھے گی؟
- 3.4 فورس کی امپلس کی تعریف کریں۔
- 3.5 زمین پر نیوٹن کا پہلا قانون کیوں ثابت نہیں ہوتا؟
- 3.6 آپ ایک کار میں بیٹھے ہوں تو جب وہ ریسٹ کی حالت سے یکدم حرکت شروع کرتی ہے تو آپ پیچھے سیٹ کی بیک کی طرف دبائے جاتے ہیں۔ کیوں؟
- 3.7 نیوٹن کے دوسرے قانون میں جو فورس بیان کی گئی ہے وہ حاصل فورس ہے۔ ایسا کیوں ہے؟
- 3.8 آپ کیسے ثابت کر سکتے ہیں کہ رولنگ فرکشن، سلائیڈنگ فرکشن سے کم ہوتی ہے؟
- 3.9 کسی شے کی ٹرمینل ولاسٹی کی تعریف کریں۔
- 3.10 ایک خلا نورد خلا میں چلتے ہوئے اپنے سپیس شپ (Spaceship) کو واپس جانے کے لیے ایک دستی راکٹ فائر کرتا ہے۔ وہ کس سمت میں راکٹ فائر کرتا ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

- 3.1 برف پر سکیٹنگ کرنے والے دو اشخاص جن کے وزن 60 kg اور 80 kg ہیں برف کے ٹریک پر ایک دوسرے کو دھکیلتے ہیں۔ 60 kg والا سکیٹر 4 m s^{-1} کی ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ تمام قسم کے حساب کتاب کو مد نظر رکھتے ہوئے وضاحت کریں کہ اس صورت حال پر نیوٹن کے تیسرے قانون کا اطلاق کیسے ہوتا ہے؟
- 3.2 ایئر بیگ حفاظت کے طور پر گاڑیوں میں لگائے جاتے ہیں۔ مومینٹم کے لحاظ سے سیٹ بیلٹس کی نسبت ایئر بیگ زیادہ فائدہ مند کیوں ہیں؟
- 3.3 ایک گھوڑا، گاڑی کو کھینچنے سے انکار کر دیتا ہے۔ گھوڑا یہ دلیل دیتا ہے۔ ”نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق میں گاڑی پر جتنی فورس لگاؤں گا، گاڑی اتنی ہی فورس مخالف سمت میں مجھ پر لگا دے گی۔ چونکہ مجموعی طور پر فورس صفر ہوگی اس لیے گاڑی میں ایکسلریشن پیدا کرنے (کھینچنے) کا میرے پاس کوئی موقع نہیں ہے۔“ اس دلیل میں کیا غلط ہے؟
- 3.4 جب ایک کرکٹ بال کو اونچی ہٹ لگائی جاتی ہے تو کوئی فیلڈر اس کو کیچ کرنے کی کوشش کرتا ہے۔ بال کو دبوچتے ہوئے وہ ہاتھوں کو پیچھے کی طرف کھینچتا ہے۔ کیوں؟
- 3.5 جب کوئی شخص ایک چھوٹی کشتی میں سے دریا کے کنارے پر چھلانگ لگاتا ہے تو اکثر چھلانگ لگانے والا پانی میں گر جاتا ہے۔ اس کی وضاحت کریں۔
- 3.6 تصور کریں کہ جب ہر شے میں فرکشن ختم ہو جائے تو روزمرہ زندگی کا منظر کیا ہو سکتا ہے؟

4 تفصیلی سوالات

- 3.1 عملی مثالوں کے ساتھ فورس کے تصور کی وضاحت کریں۔
- 3.2 نیوٹن کے قوانین حرکت بیان کریں۔
- 3.3 موہنٹم کی تعریف کریں اور موہنٹم کے لحاظ سے نیوٹن کا دوسرا قانون حرکت بیان کریں۔
- 3.4 موہنٹم کنزرویشن کا اصول بیان کریں اور اس کی وضاحت کریں۔
- 3.5 دو سطحوں کے درمیان فرکشن کو مد نظر رکھتے ہوئے میز پر کسی بلاک کی حرکت بیان کریں۔ سٹیک فرکشن اور کائی نیٹک فرکشن کیا ہوتی ہیں؟
- 3.6 ٹائر کی سطح اور بریک لگانے کی فورس کے سیاق و سباق کے ساتھ گاڑیوں کی حرکت میں فرکشن کے اثرات کی وضاحت کریں۔

5 حسابی سوالات

- 3.1 ایک 10 kg ماس کا بلاک ایک ہموار افقی سطح پر پڑا ہوا ہے۔ 5 N کی ایک افقی فورس بلاک پر لگائی جاتی ہے۔ معلوم کریں:
 - (الف) بلاک میں پیدا ہونے والا ایکسلریشن
 - (ب) 5 سیکنڈ کے بعد بلاک کی ولاسٹی (0.5 m s^{-2} , 2.5 m s^{-1})
- 3.2 ایک شخص کا ماس 80 kg ہے۔ زمین پر اس کا وزن کتنا ہوگا؟ چاند پر اس کا وزن کتنا ہوگا؟ چاند پر گریویٹیشنل ایکسلریشن کی قیمت 1.6 m s^{-2} ہے۔
- 3.3 800 kg کار کی ولاسٹی 10 سیکنڈ میں 10 m s^{-1} سے بڑھا کر 30 m s^{-1} تک لے جانے کے لیے کتنی فورس درکار ہوگی؟
- 3.4 5 g ماس کی ایک گولی بندوق سے چلائی گئی ہے۔ گولی 300 m s^{-1} کی ولاسٹی سے نکلتی ہے۔ اگر بندوق کا ماس 10 kg ہو تو بندوق کی پیچھے کی طرف سپیڈ کتنی ہوگی؟
- 3.5 ایک خلا نورد کا ماس 75 kg ہے۔ وہ 300 g کا ایک رینج 3.5 m s^{-1} کی سپیڈ سے پھینکتا ہے۔ معلوم کریں:
 - (الف) خلا نورد کی سپیڈ جس سے وہ پیچھے کی طرف حرکت کرتا ہے۔
 - (ب) خلا نورد کا 30 منٹ میں طے کردہ فاصلہ۔
- 3.6 ایک مال گاڑی کی $6.5 \times 10^3 \text{ kg}$ ماس کی بوگی 0.8 m s^{-1} کی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ ایک اور $9.2 \times 10^3 \text{ kg}$ ماس کی بوگی 1.2 m s^{-1} کی ولاسٹی سے حرکت کرتی ہوئی پیچھے سے آکر پہلی بوگی سے ٹکراتی ہے اور اس کے ساتھ جڑ جاتی ہے۔ جڑنے کے بعد دونوں بوگیوں کی مشترکہ ولاسٹی معلوم کریں۔
- 3.7 ایک 55 kg ماس کا سائیکل سوار 5 kg ماس کے مائیکل کی سواری کرتا ہے۔ وہ ریست کی حالت سے چلتا ہے اور 8 سیکنڈ تک 90 N کی فورس لگاتا ہے۔ اب وہ اگلے 8 سیکنڈ تک یکساں سپیڈ سے حرکت جاری رکھتا ہے۔ سائیکل سوار کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔
- 3.8 0.4 kg ماس کا ایک گیند 1.8 m کی بلندی سے فرش پر گرایا جاتا ہے۔ گیند عموداً اوپر کی طرف 0.8 m تک اُچھلتا ہے۔ فرش کی بال پر لگائی گئی امپلس کی عددی قیمت اور سمت کیا ہوگی؟
- 3.9 0.2 kg اور 0.4 kg کے دو بال بالترتیب 20 m s^{-1} اور 5 m s^{-1} کی ولاسٹی سے ایک دوسرے کی طرف جارہے ہیں۔ ٹکراؤ کے بعد 0.2 kg بال کی ولاسٹی 6 m s^{-1} ہو جاتی ہے۔ 0.4 kg بال کی ولاسٹی کیا ہوگی؟