

فوز کے گھمانے کے اثرات (Turning Effects of Force)

طلبہ کے حاصلات تعلم

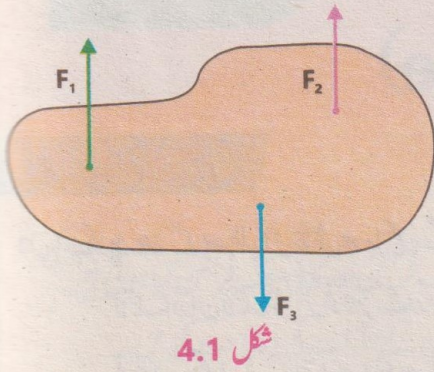
- اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:
- لائک اور ان لائک پیرالل فوزز کے درمیان فرق کر سکیں۔
- فوزز کے گھمانے کے اثرات پر مبنی مسائل کا تجزیہ کر سکیں:
- (طلبہ کو معلوم ہونا چاہیے کہ ٹارک = فوز $\times$ محور سے عمودی فاصلہ اور اسے آسان مسائل میں استعمال کرنے کے قابل ہوں۔ حقیقی زندگی میں گھمانے کے اثرات کی مثالیں اور اطلاقات بتا سکیں)
- سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریوٹی کے معنی بیان کر سکیں۔
- وضاحت کر سکیں کہ پلمب لائن کا استعمال کرتے ہوئے پلین تختے کے سینٹر آف گریوٹی کی پوزیشن کیسے معلوم کی جائے۔
- توازن کی مختلف حالتوں کی وضاحت اور شناخت کر سکیں:
- (اس میں توازن کی اقسام، شرائط اور حالتیں شامل ہیں، اور ان کی روزمرہ زندگی سے مثالوں کی نشاندہی کریں۔)
- سادہ اجسام کے (توازن میں) قیام پذیری پر سنٹر آف گریوٹی کی پوزیشن کے اثرات کا معیاری طور پر تجزیہ کر سکیں۔
- تجویز کر سکیں کہ کسی جسم کی قیام پذیری کو کیسے بہتر بنایا جاسکتا ہے: (سنٹر آف ماس کو نیچے کر کے اور جسم کے بنیادی ایریا کو بڑھا کر)۔
- قیام پذیری کی فزکس کے حقیقی زندگی میں اطلاقات کی وضاحت کر سکیں:
- (یہ تصوراتی ٹنگ ٹیکنالوجی میں متوازن کھلونوں اور ریٹنگ کاروں کے لیے مرکزی حیثیت رکھتا ہے)۔
- گھومنے والے اجسام کی حرکت کی معیاری طور پر پیش گوئی کریں: (وضاحت کریں کہ نیوٹن کے پہلے قانون کی طرح، ایک جسم جو گھوم رہا ہے وہ اسی سپیڈ سے گھومتا رہے گا جب تک کہ اس پر حاصل مومنٹ عمل نہ کرے، جس کی وجہ سے وہ اپنی گھومنے کی سپیڈ کو بڑھایا کم کر سکے گا)۔
- سنٹری ٹیل فوزز کی وجہ سے دائرہ میں حرکت کو معیاری طور پر بیان کر سکیں۔
- سنٹری ٹیل فوزز کے ذرائع کی حقیقی زندگی کی مثالوں سے نشاندہی کر سکیں:
- (جیسے پتھر کو گھمانے کے لیے رسی میں تباؤ، یا زمین کے گرد چاند کی مدار میں حرکت کے لیے گریوٹی)۔

ہم جانتے ہیں کہ فوز ایک ویکٹر مقدار ہے، اس لیے یہ صرف کسی خاص سمت ہی میں عمل کرتی ہے۔ کچھ فوزز کسی جسم میں ریلیکیشن یا ڈی سیلریشن پیدا کرتی ہیں، کچھ اسے کسی نقطے کے گرد گھماتی ہیں اور کچھ فوزز مخالف سمتوں میں عمل کرتے ہوئے ایک دوسری کا اثر رکھ کر دیتی ہیں۔

وہ تمام فوزز جو ایک دوسری کے متوازی عمل کرتی ہیں انھیں پیرالل فوزز (Parallel Forces) کہا جاتا ہے۔ جن نقاط پر یہ فوزز عمل کرتی ہیں وہ مختلف ہو سکتے ہیں۔

4.1 لائک اور آن لائک پیرالل فورسز (Like and Unlike Forces)

اگر پیرالل فورسز ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہوں تو انھیں لائک پیرالل فورسز کہا جاتا ہے اور اگر ان کی سمتیں ایک دوسری کے مخالف ہوں تو انھیں آن لائک پیرالل فورسز کہا جاتا ہے۔ تین فورسز F_1 ، F_2 اور F_3 شکل (4.1) میں دکھائی گئی ہیں جو کہ ایک ٹھوس جسم کے مختلف نقاط پر عمل کر رہی ہیں۔ یہاں پر F_1 اور F_2 فورسز لائک پیرالل فورسز ہیں لیکن F_3 اور F_2 آن لائک پیرالل فورسز ہیں۔



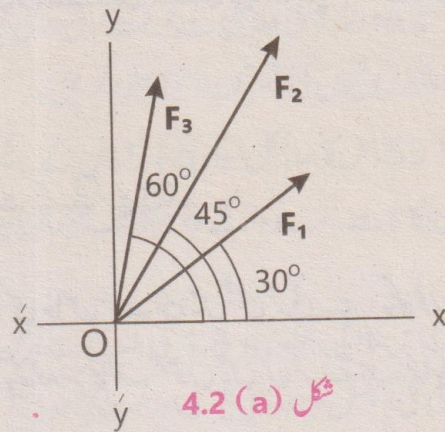
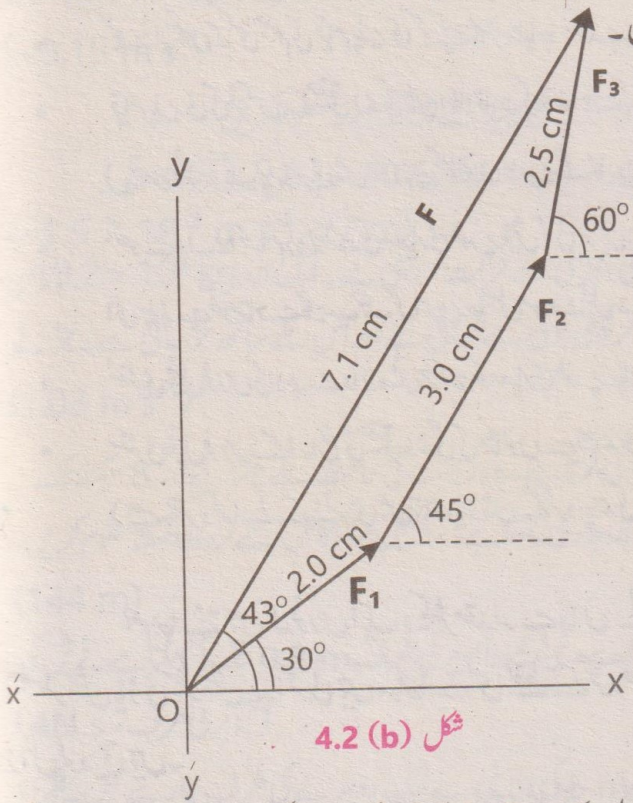
4.2 فورسز کی جمع (Addition of Forces)

باب 2 میں ہم نے ویکٹرز اور انھیں ظاہر کرنے کا طریقہ پڑھا ہے۔ یاد رہے کہ اگر ویکٹرز کو کسی بھی ترتیب سے جمع کیا جائے تو حاصل جمع اتنا ہی ہوگا۔ چونکہ فورسز بھی ویکٹرز ہیں لہذا فورسز بھی ہیڈ-ٹو-ٹیل رول کی مدد سے جمع کی جاسکتی ہیں۔ ایک ہی پلین (Plane) میں عمل کرنے والی دو یا دو سے زیادہ فورسز کا حاصل جمع معلوم کرنے کا طریقہ نیچے دی گئی مثال واضح کر دے گی۔

مثال 4.1:

تین فورسز F_1 ، F_2 اور F_3 کو جمع کرنا ہے۔ ان کی عددی قیمت بالترتیب 200 N، 300 N اور 250 N ہے اور یہ فورسز x-ایکسز کے ساتھ 30° ، 45° اور 60° کے زاویے بناتی ہیں۔

ایک مناسب سکیل کا انتخاب کرتے ہوئے یعنی $100 \text{ N} = 1 \text{ cm}$ ، ہم فورس ویکٹرز ظاہر کر سکتے ہیں جیسا کہ شکل (4.2a) میں دکھایا گیا ہے۔



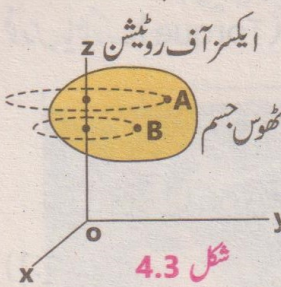
حاصل جمع فورس ویکٹر کی لمبائی 7.1 cm ہے۔ منتخب کی گئی سکیل کے مطابق حاصل جمع فورس F کی عددی قیمت 710 N بنتی ہے اور اس کی سمت x-ایکسز کے ساتھ 43° کا زاویہ ہے۔

4.3 فورس کے گھمانے کا اثر (Turning Effect of a Force)

ابھی تک ہم نے یہ پڑھا ہے کہ ایک مجموعی (Net) فورس کسی شے میں ایکسلریشن پیدا کر کے اس کی سیدھی حرکت پر اثر انداز ہوتی ہے۔ چونکہ ٹھوس چیزیں گھوم بھی سکتی ہیں، اس لیے ہمیں اپنے تصور کو کسی فورس کے گھمانے کے اثر تک بڑھانا ہوگا۔ جب ہم کوئی دروازہ کھولتے یا بند کرتے ہیں تو ہم فورس لگاتے ہیں۔ فورس دروازے کو اس کے قبضے (hinge) کے گرد گھماتی ہے۔ اسے فورس کے گھمانے کا اثر کہا جاتا ہے۔ اسی طرح جب ہم پانی کی ٹوٹی کھولتے یا بند کرتے ہیں تو فورس کے گھمانے کا اثر استعمال کرتے ہیں۔ آئیے فورس کے گھمانے کے اثر کا مطالعہ کرنے کے لیے پہلے ہم چند اصطلاحات کی تعریف کریں۔

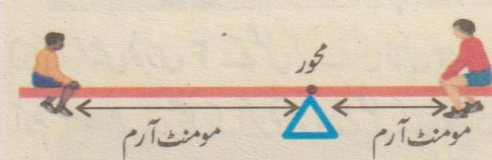
اگر کسی جسم پر فورس لگنے کے باوجود اس کے کوئی سے دو نقاط کے درمیان فاصلہ وہی رہتا ہے تو ایسے جسم کو ٹھوس جسم کہتے ہیں۔

گھومتے ہوئے ٹھوس جسم کے تمام ذرات فکسڈ دائروں ہی میں گھومتے ہیں، جیسا کہ شکل (4.3) میں دکھایا گیا ہے۔ ان دائروں کے مرکزوں کو ملانے والی سیدھی لائن ایکسز آف روٹیشن یا محور کہلاتی ہے۔ اس شکل میں یہ OZ ہے۔ آئیے ہم کسی فورس کے گھمانے کے اثر کا مشاہدہ کرنے کے لیے ایک سرگرمی کرتے ہیں۔



شکل 4.3

سرگرمی 4.1:



بچہ اپنی کلاس کو کھیلنے کے لیے میدان میں لے جائیں جہاں کوئی ”سی۔ سا“ موجود ہو۔ ایک ہلکے بچے کو بائیں طرف اور ایک بھاری بچے کو دوسری طرف ڈالیں۔ محور سے دونوں بچوں کا فاصلہ برابر ہونا چاہیے۔ ہر بچہ اپنے وزن کے برابر نیچے کی طرف فورس لگاتا ہے۔ کیا بھاری بچہ نیچے جھک جاتا ہے؟ ہاں! کیونکہ وہ زیادہ فورس لگا رہا ہے۔ اب بھاری بچے کو محور کے قریب کر دیں اور ہلکے بچے کو محور سے دُور کر دیں جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پھر طلبہ سے پوچھیں کہ انھوں نے کیا مشاہدہ کیا؟

آپ دیکھیں گے کہ ”سی۔ سا“ اب مخالف سمت میں جھک جاتا ہے اور ہلکا بچہ نیچے جھک جاتا ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ کسی فورس کے گھمانے کا اثر صرف اس کی عددی قیمت پر منحصر نہیں ہوتا بلکہ اس لوکیشن (مقام) پر بھی ہوتا ہے جہاں یہ عمل کرتی ہے۔ اس لیے ہم کہہ سکتے ہیں کہ جتنی زیادہ فورس ہوگی اتنا ہی زیادہ اس کا گھمانے کا اثر بھی ہوگا۔ علاوہ ازیں ایکسز آف روٹیشن سے فورس کا عمودی فاصلہ جتنا زیادہ ہوگا اتنا ہی زیادہ اس کا گھمانے کا اثر ہوگا۔

وہ لائن جس کے ساتھ فورس عمل کرتی ہے اسے فورس کے عمل کی لائن کہا جاتا ہے۔

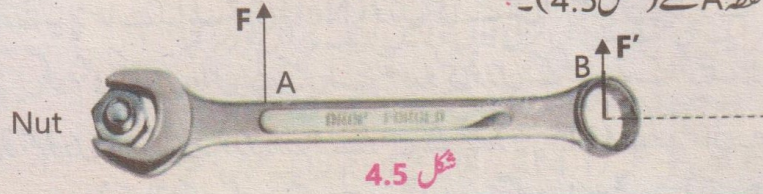
کسی فورس کے عمل کرنے کی لائن کا ایکسز آف روٹیشن سے عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم یا صرف مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔



شکل 4.4

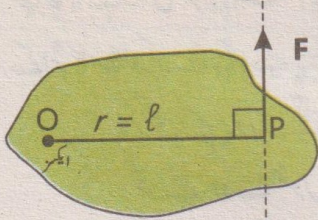
دونوں بچوں کے مومنٹ آرم اوپر دی گئی شکل میں دکھائے گئے ہیں۔ کسی فورس کے گھمانے کے اثر کا مشاہدہ کرنے کے لیے اور بھی بہت سی مثالیں ہیں۔ کسی دروازے کو قبضے کے قریب سے دھکیل کر کھولنا مشکل ہے بہ نسبت اس کے ہینڈل کے ذریعے (شکل 4.4)۔ یہی وجہ ہے کہ دروازوں اور کھڑکیوں کے ہینڈل قبضے سے دُور سے لگائے جاتے ہیں تاکہ کم فورس لگا کر فورس کا مومنٹ بڑھایا جائے۔ اس سے دروازے کھولنا یا بند کرنا آسان

ہو جاتا ہے۔ اسی طرح کسی نٹ (nut) کو رینچ (Spanner) سے کھولنے کے لیے زیادہ فورس لگانا پڑے گی اگر آپ اسے نٹ کے قریب سے پکڑیں مثلاً B کی بجائے نقطہ A سے (شکل 4.5)۔



شکل 4.5

مومنٹ آف فورس (Moment of Force)



شکل 4.6

کسی فورس کے گھمانے کے اثر کی پیمائش ایک ایسی مقدار سے کی جاتی ہے جسے مومنٹ آف فورس یا ٹارک (Torque) کہا جاتا ہے۔

کسی فورس کا مومنٹ یا ٹارک، فورس اور اس کے مومنٹ آرم کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔

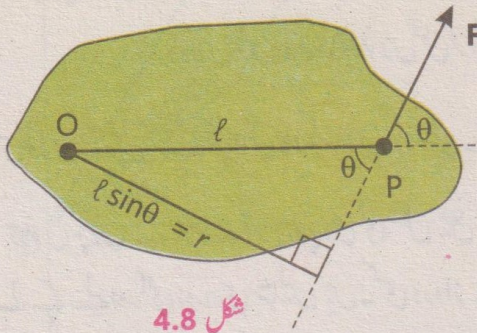
ٹارک کی عددی قیمت یہ ہوگی:

$$\tau = F \times \ell \quad \text{..... (4.1)}$$

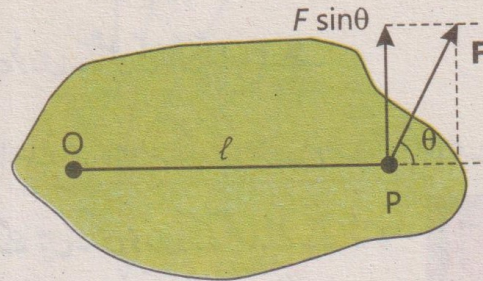
جس میں τ (ٹا) ٹارک ہے اور ℓ مومنٹ آرم ہے۔ شکل (4.6) میں فورس F کے عمل کرنے کی لائن r پر عمود ہے اس لیے مومنٹ آرم $\ell = r$ یاد رکھیں کہ اگر فورس کے عمل کرنے والی لائن ایکسز آف روٹیشن میں سے گزرے تو فورس کا ٹارک صفر ہوگا کیونکہ اس کا مومنٹ آرم صفر ہو جاتا ہے۔

اگر فورس کسی شے کو ایکسز کے گرد اینٹی کلاک وائز (Anticlockwise) گھمانے کی کوشش کرتی ہے تو ٹارک مثبت (Positive) ہوگا اور اگر کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرے تو ٹارک منفی (Negative) ہوگا۔ ٹارک کا SI یونٹ نیوٹن میٹر (Nm) ہے۔

کئی صورتوں میں ایکسز سے نقطہ P جہاں فورس لگ رہی ہے کو ملانے والی لائن فورس F پر عمود نہیں ہوتی۔ اس لیے $OP = \ell$ فورس F کا مومنٹ آرم نہیں ہوگا۔ ایسی صورتوں میں ہمیں فورس F کا وہ جزو معلوم کرنا پڑے گا جو لائن $OP = \ell$ پر عمود ہو (شکل 4.7) یا پھر ℓ کا جزو (Component) r معلوم کرنا ہوگا جو فورس F کے عمل کرنے والی لائن پر عمود ہو (شکل 4.8)۔

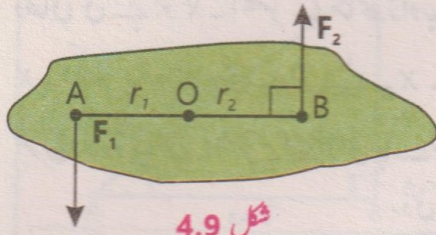


شکل 4.8



شکل 4.7

اس کے لیے ہمیں کسی فورس یا ویکٹر کے عمودی اجزاء معلوم کرنے کا طریقہ جاننا پڑے گا۔ اسے فورس یا ویکٹر کو عمودی اجزاء میں تقسیم کرنا (Resolution of Forces) بھی کہتے ہیں۔



شکل 4.9

کیل ایک خاص قسم کا ٹارک ہے۔ ہم اپنی روزمرہ زندگی میں کئی جگہوں پر دیکھتے ہیں کہ جہاں پر دو برابر مخالف پیرالل فورسز لگا کر ٹارک پیدا کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر جب ہم پانی کی ٹوٹی کھول یا بند کر رہے ہوں، تالے میں چابی گھمار رہے ہوں، کسی جار کا دھکن کھول رہے ہوں یا کسی موٹر کار کے سٹیئرنگ وھیل کو گھمار رہے ہوں تو ہم دو برابر اور مخالف سمتوں میں فورسز لگاتے ہیں۔ اس طریقے سے پیدا کیا گیا ٹارک کیل کہلاتا ہے۔

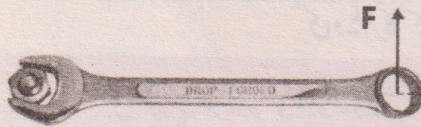
جب دو برابر اور مخالف سمتوں میں پیرالل فورسز کسی جسم کے دو مختلف نقاط پر عمل کرتی ہیں تو وہ کیل بناتی ہیں۔

گاڑیوں کا سٹیئرنگ وھیل



کسی گاڑی کو موڑنے کے لیے اس کے سٹیئرنگ وھیل پر کیل لگایا جاتا ہے۔ دلچسپ بات یہ ہے کہ آج کل گاڑیوں میں چھوٹے قطر کا سٹیئرنگ وھیل لگایا جاتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ زیادہ تر گاڑیوں میں پاور سٹیئرنگ ہوتا ہے جس میں ایک پمپ کے ذریعے ایک قسم کا مائع دھکیلا جاتا ہے تاکہ وھیل کو گھمانے کے لیے کم فورس لگانی پڑے۔ نتیجتاً سٹیئرنگ وھیل بہت آسانی سے گھوم جاتا ہے۔

مثال 4.2



شکل 4.10

25 cm لمبا ایک رینچ، ہٹ کھولنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔

اگر رینچ کے دوسرے سرے پر 400 N کی فورس لگائی جائے جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے، تو ہٹ پر لگنے والا ٹارک کتنا ہوگا؟

حل: رینچ کی لمبائی $= \ell = 25 \text{ cm} = 0.25 \text{ m}$

فورس $= F = 400 \text{ N}$

ٹارک $= \tau = ?$

$\tau = F \times \ell$

ساوات (4.1) کی رُو سے

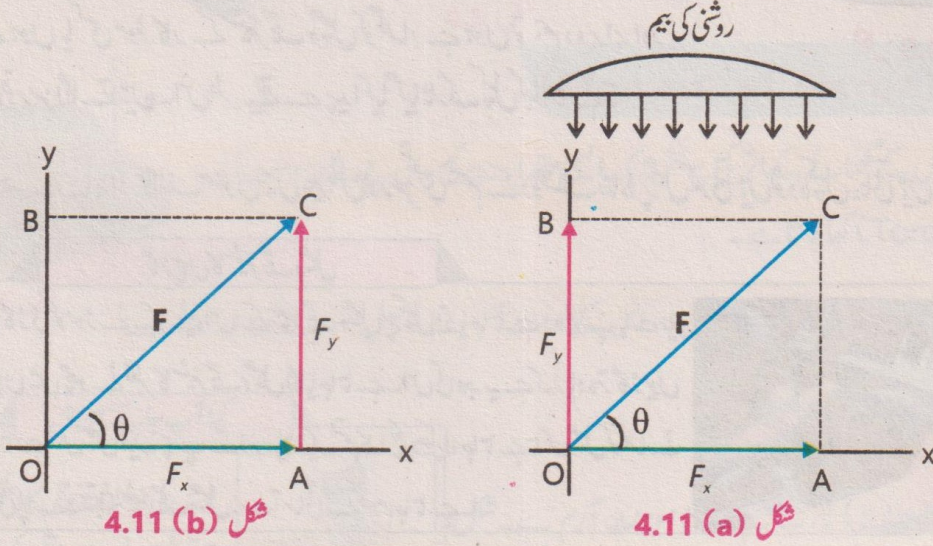
$\tau = 400 \text{ N} \times 0.25 \text{ m} = 100 \text{ N m}$ نتیجے میں درج کرنے سے

4.4 ویکٹرز کے عمودی اجزاء (Resolution of Vectors)

ہیڈ۔ ٹیل رول سے دو یا زیادہ ویکٹرز کو جمع کر کے حاصل ویکٹر معلوم کیا جاسکتا ہے۔ اس کے برعکس کسی دیے گئے ویکٹر کو دو یا دو سے زیادہ حصوں میں تقسیم بھی کیا جاسکتا ہے۔ تب یہ حصے دیے گئے ویکٹر کے اجزاء (Components) کہلاتے ہیں۔ اگر ان اجزاء کو جمع کیا جائے تو ان اجزاء کا حاصل ویکٹر دیے گئے ویکٹر کے برابر ہوگا۔ کسی فورس کو اس کے جزا میں تقسیم کرنا ریزولوشن آف فورس (Resolution of Force) کہلاتا ہے۔

عام طور پر کسی فورس کو دو اجزاء میں تقسیم کیا جاتا ہے جو ایک دوسرے پر عمود ہوتے ہیں۔ یہ اُس (فورس) کے عمودی اجزاء کہلاتے

آئیے ایک فورس ویکٹر F کو اس کے عمودی اجزاء میں تقسیم کریں۔ کسی جسم پر عمل کرنے والی ایک فورس F (شکل 4.11(a) میں دکھائی گئی ہے جو x -ایکسز کے ساتھ زاویہ θ بناتی ہے۔ تصور کریں کہ ویکٹر F کے اوپر روشنی کی ایک بیم رکھی گئی ہے۔ چونکہ روشنی x -ایکسز پر عموداً پڑ رہی ہے اس لیے یہ x -ایکسز پر ویکٹر F کا سایہ بنا رہی ہے۔ ہم اس سائے کو ویکٹر F کا x -جُز کہتے ہیں۔ اسی طرح اگر روشنی y -ایکسز پر عموداً ڈالی جائے تو y -ایکسز پر ویکٹر F کا سایہ بنا رہی ہے۔ جُز وہوگا۔



کسی ویکٹر کا کسی مطلوبہ سمت میں جُز اُس کی موثر قیمت کے برابر ہوتا ہے۔

عملی طور پر x اور y اجزاء، ویکٹر F کے سرے سے دونوں ایکسز پر عموداً گرا کر کھینچے جاسکتے ہیں۔ ویکٹر F کے x -جُز کو افقی جُز F_x لکھا جاتا ہے اور y -جُز کو عمودی جُز F_y لکھا جاتا ہے۔ شکل 4.11(b) سے بخوبی پتہ چل رہا ہے کہ F ویکٹر اس کے اجزاء F_x اور F_y کا حاصل جمع ویکٹر ہے۔ اس لیے F_x اور F_y ویکٹر F کے عمودی اجزاء ہیں۔ عمودی اجزاء کی عددی قیمتیں شکل 4.11(b) میں قائمہ الزاویہ مثلث OAC سے معلوم کی جاسکتی ہیں۔

$$\frac{OA}{OC} = \cos \theta$$

$$\frac{F_x}{F} = \cos \theta \quad \text{قیمتیں درج کرنے سے}$$

$$F_x = F \cos \theta \quad \dots \dots (4.2)$$

$$\frac{AC}{OC} = \sin \theta \quad \text{اسی طرح}$$

$$\frac{F_y}{F} = \sin \theta \quad \text{یا}$$

$$F_y = F \sin \theta \quad \dots \dots (4.3)$$

کیا آپ جانتے ہیں؟



تنی ہوئی رسی پر چلنے والا اپنے ہاتھ میں بانس پکڑ کر توازن برقرار رکھتا ہے۔ یہ ”مونٹس کے اصول“ کا اطلاق ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے

θ	$\sin\theta$	$\cos\theta$	$\tan\theta$
0°	0	1.0	0
30°	$\frac{1}{2}$ = 0.5	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0.866	$\frac{1}{\sqrt{3}}$ = 0.577
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ = 0.707	$\frac{1}{\sqrt{2}}$ = 0.707	1.0
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$ = 0.866	$\frac{1}{2}$ = 0.5	$\sqrt{3}$ = 0.866
90°	1.0	0	∞ لامحدود

ٹرگنومیٹری کی نسبتیں (Trigonometric Ratios)

ٹرگنومیٹری، ریاضی کی ایک برانچ ہے جو قائمہ الزاویہ مثلث کی خصوصیات سے متعلق ہے۔
 سامنے شکل میں قائمہ الزاویہ مثلث ABC دکھائی گئی ہے۔ زاویہ A کو θ سے ظاہر کیا گیا ہے۔
 ضلع AB کو قاعدہ، ضلع BC کو عمود اور ضلع AC کو وتر کہتے ہیں۔ کوئی سی بھی دو اضلاع کی نسبت کو یہ نام دیے گئے ہیں۔

$$\frac{\text{عمود}}{\text{وتر}} = \frac{BC}{AC} = \sin \theta$$

$$\frac{\text{قاعدہ}}{\text{وتر}} = \frac{AB}{AC} = \cos \theta$$

$$\frac{\text{عمود}}{\text{قاعدہ}} = \frac{BC}{AB} = \tan \theta$$

آسانی کے لیے $\sin \theta$ ، $\cos \theta$ اور $\tan \theta$ کو بالترتیب

$\sin \theta$ ، $\cos \theta$ اور $\tan \theta$ لکھا جاتا ہے۔ بار بار استعمال ہونے والے زاویوں کی نسبتوں کی

فہم میں دی گئی ہیں۔

4.5 عمودی اجزا سے فورس معلوم کرنا

(Determination of a Force from its Perpendicular Components)

اگر کسی فورس کے عمودی اجزا دیے گئے ہوں تو اس فورس کی عددی قیمت اور سمت معلوم کی جاسکتی ہے۔ قائمہ الزاویہ مثلث OAC

(شکل 4.11 b) پر فیثاغورث کا قانون استعمال کریں۔

$$(OC)^2 = (OA)^2 + (AC)^2$$

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \dots\dots\dots(4.4)$$

لہذا مساوات (4.4) استعمال کر کے مطلوبہ ویکٹر F کی عددی قیمت F معلوم کی جاسکتی ہے۔ ویکٹر F کی سمت کے لیے

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

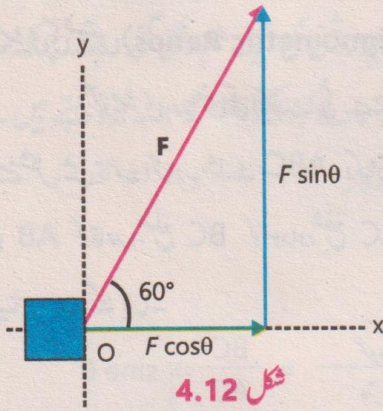
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{F_y}{F_x}\right) \dots\dots\dots(4.5)$$

ٹرگنومیٹری کی نسبتوں کا ٹیبل دیکھ کر یا کیلکولیٹر سے زاویہ θ (تھیلٹا) کی قیمت معلوم کی جاسکتی ہے۔

مثال 4.3:

ایک 160 N کی فورس لکڑی کے ایک بکس پر افقی سمت کے ساتھ 60° کا زاویہ بنا کر عمل کر رہی ہے۔ اس کے x اور y اجزا معلوم کریں۔

حل:



فکل 4.12

$$F = 160 \text{ N} = \text{فورس کی عددی قیمت}$$

$$\theta = 60^\circ = \text{زاویہ}$$

$$\sin \theta = \sin 60^\circ = 0.866 \quad \text{کیلیکولیٹر کے استعمال سے}$$

$$\cos \theta = \cos 60^\circ = 0.5$$

$$F_x = F \cos \theta \quad \text{مساوات (4.2) کے مطابق } x \text{ - جُزو}$$

$$F_x = 160 \text{ N} \times 0.5 = 80 \text{ N} \quad \text{قیمتیں درج کرنے سے}$$

$$F_y = F \sin \theta \quad \text{مساوات (4.3) کے مطابق } y \text{ - جُزو}$$

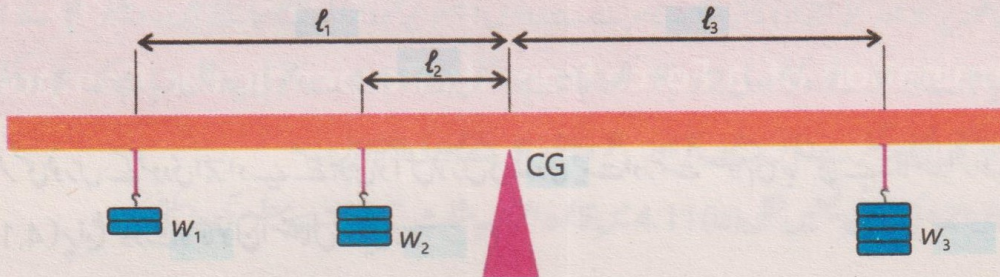
$$F_y = 160 \text{ N} \times 0.866 = 138.6 \text{ N} \quad \text{قیمتیں درج کرنے سے}$$

4.6 مومنٹس کا اصول (Principle of Moments)

مومنٹس کا اصول سمجھنے کے لیے ایک سرگرمی کرتے ہیں:

4.2 سرگرمی

ایک میٹر رول کو اس کے سنٹر آف گریوٹی (CG) کے نیچے فانا (Wedge) رکھ کر اس طرح بیلنس کریں کہ رول افقی حالت میں رہے۔ دو باٹ w_1 اور w_2 میٹر رول کے ایک طرف سنٹر سے ℓ_1 اور ℓ_2 کے فاصلے پر لٹکائیں اور ایک تیسرا باٹ w_3 دوسری طرف ℓ_3 فاصلے پر لٹکائیں کہ میٹر رول دوبارہ بیلنس ہو جائے۔



اوزان w_1 اور w_2 میٹر رول کو CG کے گرد اینٹی کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرتے ہیں جبکہ w_3 اسے کلاک وائز گھمانے کی کوشش کرتا ہے۔ اوزان کے مومنٹس کی قیمتیں $w_1 \times \ell_1$ ، $w_2 \times \ell_2$ اور $w_3 \times \ell_3$ ہیں۔ جب میٹر رول بیلنس ہوگا تو:

کل کلاک وائز مومنٹس = کل اینٹی کلاک وائز مومنٹس

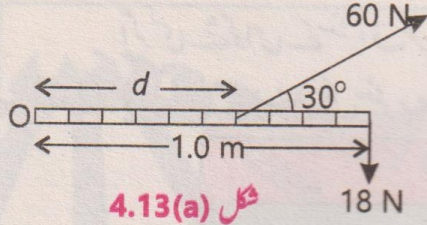
$$w_1 \times \ell_1 + w_2 \times \ell_2 = w_3 \times \ell_3 \quad \text{.....(4.6)}$$

یہ مومنٹس کا اصول کہلاتا ہے۔ جس کو یوں بیان کریں گے:

جب کوئی شے توازن کی حالت میں ہوگی تو کسی نقطے کے گرد کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ، اُس نقطے کے گرد اینٹی کلاک وائز مومنٹس کے مجموعہ کے برابر ہوگا۔

مثال 4.4:

ایک میٹر رول کو میز پر رکھ کر اس کے ایک سرے میں ایسے پن لگا دی گئی ہے کہ یہ افقی طور پر آزادانہ گھوم سکے۔ میٹر رول کے آزاد سرے پر

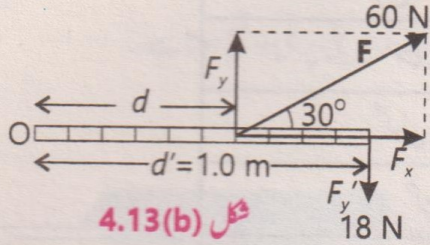


فکل 4.13(a)

18 N کی ایک فورس اس پر عموداً لگائی گئی ہے۔ ایک 60 N کی دوسری فورس میٹرول کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے لگائی گئی ہے جیسا کہ شکل (4.13-a) میں دکھایا گیا ہے۔ دوسری فورس میٹرول کے پن والے سرے سے کتنے فاصلے پر لگنی چاہیے کہ میٹرول نہ گھومے؟

حل:

افقی سطح پر میٹرول کا وزن اثر انداز نہیں ہوگا۔ فورس F جس کی قیمت 60 N ہے کو اس کے عمودی اجزا میں تقسیم کرتے ہیں



فکل 4.13(b)

جو نقطہ O سے d فاصلے پر عمل کرتے ہیں۔ اجزایہ ہیں:

$$F_x = 60 \text{ N} \times \cos 30^\circ = 60 \text{ N} \times 0.866 = 51.96 \text{ N}$$

$$F_y = 60 \text{ N} \times \sin 30^\circ = 60 \text{ N} \times 0.5 = 30 \text{ N}$$

چونکہ جزو F_x ، ایکسز آف روٹیشن سے گزرتا ہے، اس کا ٹارک صفر ہوگا۔ 30 N

فورس کا ٹارک τ_1 مثبت ہوگا جب کہ 18 N فورس کا ٹارک τ_2 منفی ہوگا۔ جب یہ دو ٹارک

ایک دوسرے کو زائل (Balance) کر دیں گے، تب یہ میٹرول نہیں گھومے گی۔ یعنی

$$\tau_1 = \tau_2$$

$$F_y \times d = F'_y \times d'$$

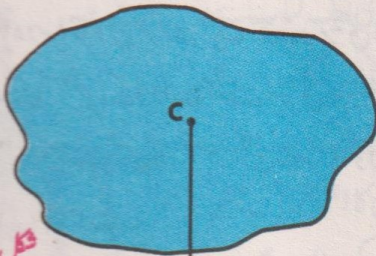
$$30 \text{ N} \times d = 18 \text{ N} \times 1 \text{ m}$$

یا

$$d = \frac{18 \text{ N} \times 1 \text{ m}}{30 \text{ N}} = 0.6 \text{ m}$$

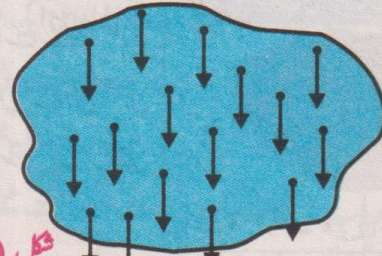
4.7 سنٹر آف گریوٹیٹی اور سنٹر آف ماس (Centre of Gravity and Centre of Mass)

کوئی بھی شے چھوٹے چھوٹے بہت زیادہ ذرات سے مل کر بنی ہوتی ہے۔ ہر ذرے پر زمین کے مرکز کی طرف گریوٹی ٹیشنل فورس عمل کرتی ہے (شکل 4.14-a)۔ کوئی بھی شے زمین کے مقابلے میں بہت چھوٹی ہے اس لیے تمام ذرات پر g کی قیمت یکساں ہوگی۔ لہذا ہر ذرے پر اتنی ہی فورس mg لگتی ہے۔ چونکہ یہ تمام فورسز متوازی ہیں اور ایک ہی سمت میں عمل کرتی ہیں اس لیے ان کی حاصل فورس ان تمام فورسز کے مجموعہ کے برابر ہوگی جیسا کہ شکل (4.14-b) میں دکھایا گیا ہے، یعنی $\Sigma mg =$ حاصل فورس، جس میں Σ (سگما) کا مطلب مجموعہ ہے۔



فکل 4.14(b)

گریوٹی ٹیشنل حاصل فورس



فکل 4.14(a)

مختلف ذرات پر لگنے والی گریوٹی ٹیشنل فورس

ہم جانتے ہیں کہ تمام ذرات پر عمل کرنے والی فورسز کا مجموعہ اُس شے کے کل وزن کے برابر ہے۔ $w = Mg$ جس میں

$$M = \Sigma m$$

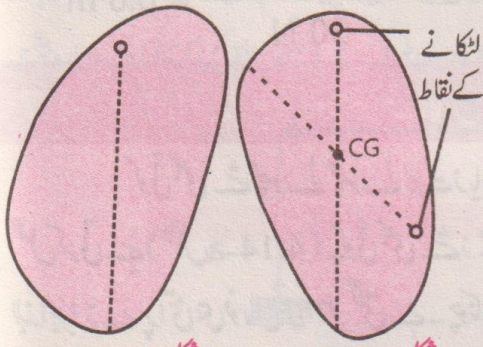
سنٹر آف گریوٹیٹی کسی شے میں وہ نقطہ ہے جہاں اُس کا سارا وزن عمل کرتا ہوا معلوم ہوتا ہے۔

اگر کسی شے کو اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی پر سہارا دیا جائے تو وہ وہاں بغیر گھومے کھڑی رہتی ہے۔ باقاعدہ شکل والی کسی بھی شے کا سنٹر آف گریوٹیٹی اُس کے جیومیٹرک سنٹر پر ہوتا ہے۔ کچھ جیومیٹرک شکلوں کے سنٹر آف گریوٹیٹی ٹیبل (4.1) میں دیے گئے ہیں۔

ٹیبل 4.1	
اشیا	سنٹر آف گریوٹیٹی
مربع، مستطیل	وتروں کو ملانے والا نقطہ
مثلث	وسطانیوں کو ملانے والا نقطہ
گول پلیٹ	پلیٹ کا مرکز
گڑہ	گڑہ کا مرکز
سلنڈر	ایکسز کا سنٹر
میٹر رول	رول کا سنٹر

ہموار تختے کا سنٹر آف گریوٹیٹی (Centre of Gravity of a Plane Lamina)

کسی بے قاعدہ شکل والے ہموار تختے کا سنٹر آف گریوٹیٹی اسے مختلف نقاط سے آزادانہ لٹکا کر معلوم کیا جاسکتا ہے



شکل 4.15(a) شکل 4.15(b)
بے قاعدہ شکل کا ہموار تختہ

(شکل 4.15 a)۔ ہر دفعہ جب شے کو لٹکایا جائے گا تو اس کا سنٹر آف گریوٹیٹی لٹکانے کے لیے نقطہ سے نیچے کی طرح پلمب لائن (Plumb line) کے ذریعے پھینچی گئی عمومی لائن میں واقع ہوگا۔ اس طرح دو لائیں جہاں ایک دوسری کو قطع کریں وہی نقطہ اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی کا صحیح مقام ہوگا، جیسا کہ شکل (4.15 b) میں دکھایا گیا ہے۔ سنٹر آف گریوٹیٹی کسی شے کے اندر بھی ہو سکتا ہے اور باہر بھی، جیسا کہ پیالے کا۔

سنٹر آف ماس (Centre of Mass)

آپ کی معلومات کے لیے

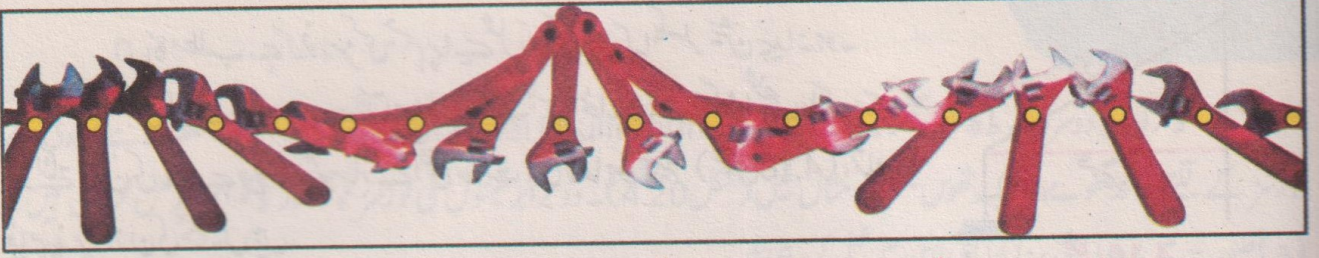


پیالے کا سنٹر آف گریوٹیٹی میٹرل کے باہر ہے۔

نیوٹن کا دوسرا قانون حرکت ایک ذرے پر بھی لاگو ہوتا ہے اور ذرات کے سسٹم پر بھی۔ حتیٰ کہ جب کسی سسٹم کے ذرات مختلف ولاسٹی اور ایکسلریشن رکھتے ہوں تب بھی سسٹم میں ایک نقطہ بہر حال ہوتا ہے جس کا ایکسلریشن دوسرا قانون لگا کر معلوم کیا جاسکتا ہے۔ یہ نقطہ سسٹم کا سنٹر آف ماس کہلاتا ہے۔

کسی شے یا اشیا کے سسٹم کا سنٹر آف ماس وہ نقطہ ہے جہاں قیاس کیا گیا ہو کہ وہاں شے کا کل ماس اکٹھا ہو گیا ہے۔

لہذا سنٹر آف ماس اسی طرح برتاؤ کرتا ہے جیسے کہ شے یا سسٹم کا تمام ماس اس ایک نقطے پر موجود ہو۔ شکل (4.16) میں ایک گھومتا ہوا رینج ایک غیر مزاحمتی فرش پر پھسلتا ہوا (Sliding) دکھایا گیا ہے۔ رینج پر کوئی حاصل فورس عمل نہیں کر رہی۔ اس لیے پیلا موٹے نقطے کی شکل میں دکھایا گیا سنٹر آف ماس ایک سیدھی لائن میں یکساں سپیڈ سے جارہا ہے۔



شکل 4.16 غیر مزاحمتی فرش پر گھومتا ہوا رنچ پھسلتا جا رہا ہے۔

زمین کی سطح پر جہاں g قریباً یکساں ہے، کسی شے کا سنٹر آف ماس اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی پر ہی واقع ہوتا ہے۔

4.8 توازن (Equilibrium)



یہ توازن کا ایک دلکش منظر ہے۔

ہم پڑھ چکے ہیں کہ کس طرح بیرونی فورس لگنے سے ٹرانسلیٹری اور روٹیری موشن پیدا ہوتی ہے۔ اب ہم جائزہ لیں گے کہ بیرونی فورسز کو کس طرح زائل (Balance) کیا جائے کہ کوئی ٹرانسلیٹری یا روٹیشنل موشن پیدا نہ ہو۔ ہم جانتے ہیں کہ اگر کسی جسم پر بہت سی فورسز عمل اس طرح کریں کہ ان کا حاصل فورس صفر ہو تو جسم حالت ریست میں رہتا ہے اور اگر پہلے سے حرکت کر رہا ہے تو یکساں ولاسٹی سے حرکت جاری رکھے گا۔ جسم کی یہ حالت توازن کہلاتی ہے، جسے یوں بیان کیا جاسکتا ہے۔

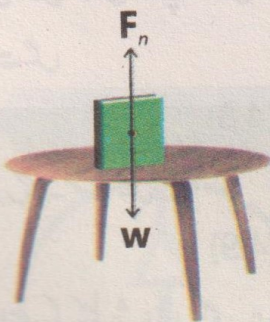
اگر جسم میں ایکسلریشن نہ ہو تو وہ توازن کی حالت میں کہلاتا ہے۔

توازن کی دو اقسام ہیں:

(i) جامد توازن (Static Equilibrium) (ii) حرکی توازن (Dynamic Equilibrium)

ریسٹ کی حالت میں کوئی جسم جامد توازن میں ہوتا ہے جب کہ یکساں ولاسٹی سے حرکت کرتا ہو اور کوئی جسم حرکی توازن میں ہوتا ہے،

جیسا کہ اوپر ذکر کیا گیا ہے، جامد اور حرکی توازن دونوں ایک ہی عنوان (Heading) انتقالی توازن (Translational Equilibrium) کے تحت آتے ہیں۔ جامد توازن کی ایک مثال میز پر پڑی ہوئی ایک کتاب ہے



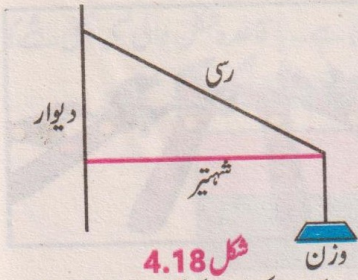
کتاب جامد توازن میں ہے

شکل 4.17

جیسا کہ شکل (4.17) میں دکھایا گیا ہے۔ اس پر صرف دو فورسز عمل کر رہی ہیں۔ ایک اس کا وزن w ہے جو نیچے کی طرف عمل کر رہا ہے اور دوسری عمودی فورس F_n ہے جو کتاب پر میز اوپر کی طرف لگا رہا ہے۔ چونکہ کتاب ریست کی حالت میں ہے اس لیے اس کا ایکسلریشن صفر ہے۔ اب کتاب پر عمل کرنے والی تمام فورسز کا مجموعہ صفر ہے لہذا کتاب توازن کی حالت میں ہو گی۔ پس

$$F_n - w = 0$$

$$F_n = w \quad \text{یا}$$



دیوار کے باہر کی طرف کو رکھا ہوا ایک شہتیر بھی جامد توازن میں ہے



شکل 4.19 ایک چھاتہ بردار حرکت توازن میں ہے



چھاتہ برداروں کا ایک گروپ خاص تشکیل میں گرتا ہوا حرکت توازن کی ایک مثال ہے

اس کا مطلب ہے کہ فورسز کسی جسم پر ایسے عمل کر سکتی ہیں کہ ایکسلریشن پیدا نہ ہو۔ کسی کمرے کی چھت سے لٹکتا ہوا بلب، ایک بکس اٹھائے ہوئے کھڑا شخص، ایک ری اور لٹکتے وزن کی مدد سے دیوار کے سہارے افقی حالت میں رکھا ہوا شہتیر (شکل 4.18)، تمام قیام پذیر توازن کی مثالیں ہیں۔

حرکت توازن کی ایک بہت اچھی مثال چھاتہ بردار کی ہے (شکل 4.19)۔ آزادانہ گرنے کے چند سیکنڈ بعد پیراشوٹ کھل جاتا ہے اور تھوڑی سی دیر بعد چھاتہ بردار ایک یکساں ولاسٹی سے نیچے اترنا شروع ہو جاتا ہے۔ اس صورت میں چھاتہ بردار پر نیچے کی طرف لگنے والی فورس آف گریوٹی کو عموداً اوپر کی طرف عمل کرنے والی ہوا کی مزاحمت برابر ہو کر زائل کر دیتی ہے۔

4.9 توازن کی شرائط (Conditions of Equilibrium)

توازن کی دو شرائط ہیں:

توازن کی پہلی شرط

پہلی شرط کا تعلق انتقالی توازن سے ہے۔ نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کے مطابق $F = ma$ ۔ اگر جسم انتقالی توازن میں ہے تو $a = 0$ ۔ اس لیے مجموعی فورس F صفر ہونی چاہیے۔ یعنی $\Sigma F = 0$ (4.7)۔ یہ توازن کی پہلی شرط کی حسابی صورت ہے جو یوں بیان کی جائے گی:

کوئی جسم صرف اسی صورت میں انتقالی توازن میں ہوگا اگر اس پر عمل کرنے والی تمام بیرونی فورسز کی حاصل فورس صفر ہوگی۔

اگر بہت سی ایک ہی پلین میں (عمل کرنے والی) فورسز $F_1, F_2, F_3, \dots$ جن کی حاصل فورس F ہو کسی جسم پر عمل کر رہی ہوں، تو ان کو اپنے عمودی اجزا میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔ تب توازن کی پہلی شرط یوں لکھی جائے گی:

$$F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} + \dots = 0 \quad \text{سمت میں } x$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \text{یا} \quad (4.8)$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + \dots = 0 \quad \text{اسی طرح } y \text{ سمت میں}$$

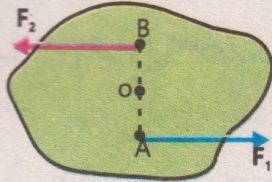
$$\Sigma F_y = 0 \quad \text{یا} \quad (4.9)$$

لہذا توازن کی پہلی شرط یوں بھی بیان کی جاسکتی ہے:

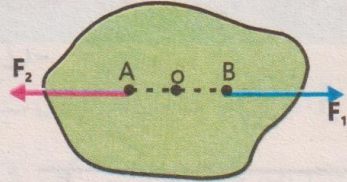
x -ایکسز اور y -ایکسز کے ساتھ تمام فورسز کے اجزا کا مجموعہ صفر ہو۔

توازن کی دوسری شرط

توازن کی دوسری شرط کا تعلق گھمانے کے توازن (Rotational Equilibrium) سے ہے، جس کا مطلب ہے کہ کوئی جسم فورسز کے لگنے پر نہ گھومے۔ ایک ٹھوس جسم کی مثال لیں (شکل 4.20)۔ دو برابر قیمتوں کی فورسز F_1 اور F_2 اس پر عمل کر رہی ہیں۔ (a) صورت میں دونوں فورسز ایک ہی لائن میں عمل کر رہی ہیں۔



(b)



(a)

فصل 4.20

(b) صورت میں دونوں فورسز مختلف لائنوں میں عمل کر رہی ہیں۔ چونکہ F_1 اور F_2 کی قیمتیں برابر ہیں اس لیے دونوں صورتوں میں حاصل فورس صفر ہے۔ اس طرح توازن کی پہلی شرط پوری ہو رہی ہے۔ لیکن آپ دیکھ سکتے ہیں کہ (b) صورت میں فورسز ایک گپیل بنا رہی ہیں جو ٹارک لگا کر جسم کو نقطہ O کے گرد گھما سکتا ہے۔ اس لیے کسی جسم کو مکمل طور پر توازن میں ہونے کے لیے ایک دوسری شرط بھی درکار ہے۔ یعنی جسم پر کوئی ٹارک عمل نہیں کرنا چاہیے۔ یہ توازن کی دوسری شرط ہے جسے یوں بیان کیا جاسکتا ہے:

کسی جسم پر کسی نقطے کے گرد عمل کرنے والے تمام ٹارکس کا ویکٹر مجموعہ صفر ہونا چاہیے۔

حسابی طریقے سے ہم یوں لکھ سکتے ہیں: (4.10) $\sum \tau = 0$

پس کوئی جسم مکمل طور پر توازن میں اُس وقت ہوگا جب

$$\begin{cases} \sum F_x = 0 \\ \sum F_y = 0 \\ \sum \tau = 0 \end{cases}$$

اور

توازن کی شرائط کے ذریعے حسابی سوالات حل کرنا

توازن کی شرائط استعمال کر کے حسابی سوالات حل کرنے کے لیے مندرجہ ذیل

اقدام مدد کریں گے:

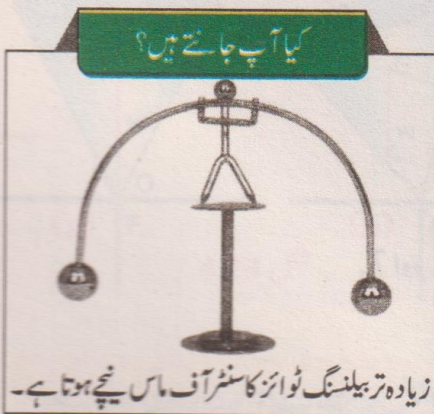
1- سب سے پہلے ان اشیاء کا انتخاب کریں جن پر مساوات (4.8) اور (4.9)

لاگو ہوتی ہیں۔ ہر شے پر الگ الگ عمل درآمد کریں۔

2- اشیاء اور ان پر عمل کرنے والی فورسز کو ظاہر کرنے کے لیے ڈایا گرام بنائیں۔

صرف اشیاء پر عمل کرنے والی فورسز کو شامل کیا جائے۔ وہ فورسز جو اشیاء اپنے

ارد گرد لگاتی ہیں ان کو شامل نہ کیا جائے۔



3- اور x-y ایکسز کا ایک ایسا سیٹ منتخب کریں کہ x یا y-ایکسز کی سمتوں میں زیادہ سے زیادہ فورسز آجائیں۔ اس سے اجزا میں تقسیم کرنے والی فورسز کی تعداد کم رہ جائے گی۔

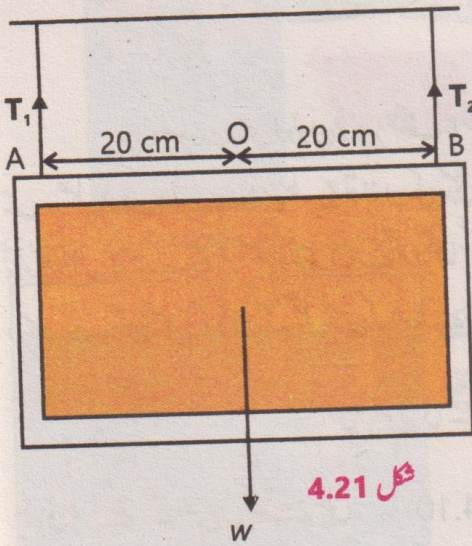
4- وہ تمام فورسز جو کسی بھی ایکسز کے متوازی نہیں ہیں، ان کو اپنے عمودی اجزا میں تقسیم کر لیں۔

5- $\sum F_x = 0$ اور $\sum F_y = 0$ درج کر کے مساوات (4.8) اور (4.9) استعمال کریں اور دو مساوات حاصل کر لیں۔

6- اگر ضرورت ہو تو $\sum \tau = 0$ لگانے کے لیے مساوات (4.10) استعمال کریں تاکہ ایک اور مساوات مل جائے۔

7- مطلوبہ نامعلوم مقداریں معلوم کرنے کے لیے ان مساوات کو باہم حل کریں۔

مثال 4.5:



دو عمودی ڈوریوں کی مدد سے ایک تصویر لٹکانی گئی ہے جیسا کہ شکل (4.21) میں دکھایا گیا ہے۔ تصویر کا وزن 5N ہے اور یہ اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی پر عمل کرتا ہے۔ دونوں ڈوریوں میں تناؤ (Tension) T_1 اور T_2 معلوم کریں۔

حل:

$$T_1 + T_2 = \text{اوپر کی طرف کل فورس}$$

$$w = 5 \text{ N} = \text{نیچے کی طرف کل فورس}$$

$$T_1 = ? , T_2 = ? \text{ ڈوریوں میں تناؤ}$$

چونکہ کوئی افقی فورس نہیں ہے، اس لیے $\sum F_x = 0$

$$\sum F_x = 0 \text{ پہلے ہی سے}$$

$$\sum F_y = 0 \text{ یہ مساوات استعمال کریں}$$

$$T_1 + T_2 - w = 0 \text{ قیمتیں درج کرنے سے (4.11)}$$

اب $\sum \tau = 0$ استعمال کریں۔ نقطہ B کو ایکسز آف روٹیشن بنالیں تو T_1 کا ٹارک τ_1 منفی ہوگا جبکہ w کا ٹارک نقطہ B کے گرد τ_2 مثبت ہوگا۔ T_2 کا ٹارک صفر ہوگا۔ کیونکہ یہ ایکسز آف روٹیشن میں سے گزر رہی ہے۔ لہذا $\tau_2 - \tau_1 = 0$

$$w \times BO - T_1 \times AB = 0$$

$$w \times 0.2 \text{ m} - T_1 \times 0.4 \text{ m} = 0$$

$$5 \text{ N} \times 0.2 \text{ m} - T_1 \times 0.4 \text{ m} = 0$$

$$T_1 = \frac{5 \text{ N} \times 0.2 \text{ m}}{0.4 \text{ m}} = 2.5 \text{ N}$$

T_1 اور w کی قیمتیں مساوات (4.11) میں درج کرنے سے

$$2.5 \text{ N} + T_2 - 5 \text{ N} = 0$$

$$T_2 = 2.5 \text{ N}$$

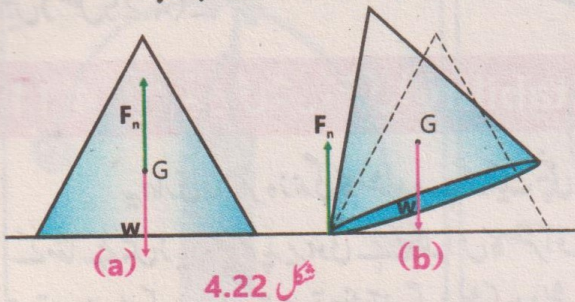
4.10 توازن کی حالتیں (States of Equilibrium)

کوئی شے اس وقت توازن کی حالت میں ہوتی ہے جب اس کا سنٹر آف ماس اور سہارے کا نقطہ ایک ہی عمودی لائن میں واقع ہوں۔ تب ہر طرف کی فورسز ازل ہو جاتی ہیں اور شے توازن میں کہلاتی ہے۔ متوازن ہونے والی اشیاء کے استحکام کے حوالے سے توازن کی تین حالتیں ہوتی ہیں:

قیام پذیر توازن (Stable Equilibrium)

کوئی شے قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہلاتی ہے کہ اگر اس کو تھوڑا سا ایک طرف کو جھکایا جائے تو یہ واپس اپنی اصلی حالت میں آجائے۔

قیام پذیر توازن تب ہوتا ہے جب کسی شے کو گھمانے سے پیدا ہونے والے ٹارکس اس شے کو دوبارہ توازن کی حالت میں آنے پر مجبور کر دیں۔ شکل (a) 4.22 میں دکھائی گئی مخروط (Cone) قیام پذیر توازن کی حالت میں ہے۔ سنٹر آف گریویتی پر نیچے کی طرف عمل کرنے والا اس کا وزن w اور اوپر کی طرف اس پر عمل کرنے والا رد عمل F_n ایک ہی عمودی لائن میں واقع ہیں۔ چونکہ یہ فورسز برابر اور مخالف سمتوں میں ہیں اس لیے یہ ایک دوسری کو زائل کر دیتی ہیں اور توازن کی دونوں شرائط پوری ہو جاتی ہیں۔ جب آپ مخروط کو ذرا سا جھکا کر گرانے کی کوشش کرتے ہیں تو اس کا سنٹر آف گریویتی تھوڑا اوپر اٹھ جاتا ہے لیکن اب بھی یہ مخروط کی



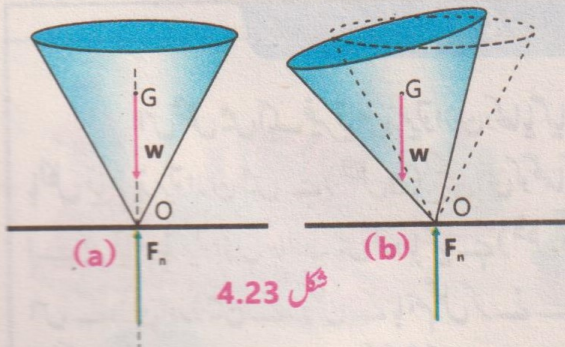
شکل 4.22

بنیاد (Base) کے اوپر ہی رہتا ہے، اس سے باہر نہیں جاتا۔ تب وزن w اور عمودی فورس F_n ایک ہی لائن میں نہیں رہتے لیکن ان لائنک پیرالل فورسز کی طرح عمل کرتے ہیں۔ پھر مخروط توازن میں نہیں رہتی۔ ان لائنک پیرالل فورسز ایک کلاک وائرٹارک پیدا کرتی ہیں جو مخروط کو واپس اپنی اصل حالت میں واپس لے آتا ہے۔ یہ بات نوٹ کرنے والی ہے کہ کوئی شے اسی وقت تک توازن میں رہے گی جب تک اس کا سنٹر آف ماس اس کی بنیاد کے اندر رہتا ہے۔

غیر قیام پذیر توازن (Unstable Equilibrium)

مخروط کو اس کے نوک داسرے کے سہارے توازن میں کھڑا کرنے کی کوشش کریں۔ یہ صرف ایک لمحے کے لیے کھڑی ہو سکے گی

کیونکہ w اور F_n ایک ہی لائن میں واقع ہیں۔ اگر اسے ذرا سا بھی جھکائیں تو یہ خود بخود اپنی اصلی حالت میں واپس نہیں آئے گی۔ بلکہ یہ گر جائے گی کیونکہ اس کا سنٹر آف ماس زیادہ دیر اس کی بنیاد کے اوپر نہیں رہے گا۔ یہ اس لیے اُلٹ جائے گی کیونکہ w کی عمل کرنے کی لائن مخروط کی بنیاد کے اندر نہیں رہے گی (شکل 4.23)۔ اس صورت میں ذرا سا جھکانے سے اس کا سنٹر آف گریویتی نیچا ہو جائے گا اور یہ مزید گرتی چلی جائے گی۔ یہ دوبارہ کھڑی نہیں ہو سکتی۔ کیونکہ پیدا کی گئی اینٹی کلاک وائرٹارک اس کو اوپر نیچے لے جائے گی۔

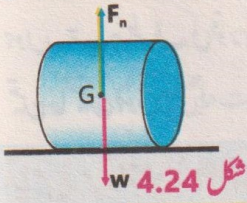


شکل 4.23

کوئی شے غیر قیام پذیر توازن میں تب ہوتی ہے جب اسے ذرا سا بھی جھکائیں تو یہ اپنی اصل حالت سے مزید دور ہوتی جاتی ہے۔

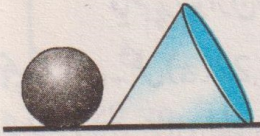
نیوٹرل توازن (Neutral Equilibrium)

شکل (4.24) میں دکھایا گیا ایک سلنڈر افقی سطح پر پڑا ہوا نیوٹرل توازن میں ہے۔ اگر سلنڈر کو ذرا سا گھمایا جائے تو کوئی فورس یا ٹارک اس پر عمل کرنے والی نہیں ہے جو اسے اپنی اصلی جگہ پر واپس لے آئے یا اسے دور لے جائے۔ جب سلنڈر رگھومتا ہے تو اس کے سنٹر آف ماس کی اونچائی تبدیل نہیں ہوتی۔ سلنڈر کی کسی بھی پوزیشن پر اس کا وزن اور فرش کا رد عمل ایک ہی عمودی لائن میں رہتے ہیں۔



اگر کسی شے کو ہلانے سے وہ نئی جگہ پر دوبارہ ریست کی حالت میں آجائے اور اس کے سنٹر آف ماس کی اونچائی نہ بدلے تو ایسی شے کو نیوٹرل توازن میں ہونا کہا جائے گا۔

نیوٹرل توازن کی دیگر مثالوں میں افقی سطح پر لڑھکنے والا بال یا اپنی گول سطح کے بل پڑی ہوئی مخروط ہیں (شکل 4.25)۔



شکل 4.25

4.11 قیام پذیری میں بہتری (Improvement of Stability)

دلچسپ معلومات



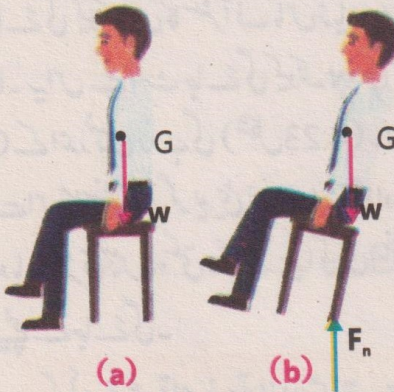
ایک ڈبل ڈیکر بس کو اس کا استحکام جانچنے کے لیے اسے جھکایا جا رہا ہے۔

یہ ہماری روزمرہ زندگی کا مشاہدہ ہے کہ ایک نیچی بازو دار کرسی ایک اونچی کرسی کے مقابلے میں زیادہ قیام پذیر ہوتی ہے کیونکہ اس کا سنٹر آف گریوٹی نیچا ہوتا ہے۔ جب ہم قیام پذیری کی بات کرتے ہیں تو سنٹر آف گریوٹی کی پوزیشن بہت اہم ہے۔ کوئی بس قیام پذیر ہے یا غیر قیام پذیر، یہ اس بات پر منحصر ہے کہ اس پر وزن کیسے لادا گیا ہے۔ اگر بھاری اوزان بس کے فرش پر رکھے گئے ہیں تو اس کا سنٹر آف گریوٹی نیچا ہوگا۔ اب اگر یہ تھوڑا سا ایک طرف کو جھکتی ہے تو ایک ٹارک اس کو اپنی اصلی حالت میں واپس لے آئے گا۔

اس صورت میں بس قیام پذیر توازن میں ہے۔ اگر اسی بس کی چھت پر سٹیل کی

شیٹیں لدی ہوں تو سنٹر آف گریوٹی اوپر چلا جائے گا۔ اب یہ غیر قیام پذیر توازن کے قریب چلی جائے گی۔ اگر اسے تھوڑا سا بھی جھکایا جائے گا تو ایک کپل اس کو الٹا دے گا۔ یہی صورت حال بحری جہازوں اور کشتیوں کی ہوگی۔ ہم کسی شے کے سنٹر آف گریوٹی کو نیچا کر کے یا اس کی بنیاد کو چوڑا کر کے اس کی قیام پذیری کو بہتر کر سکتے ہیں۔

دلچسپ معلومات

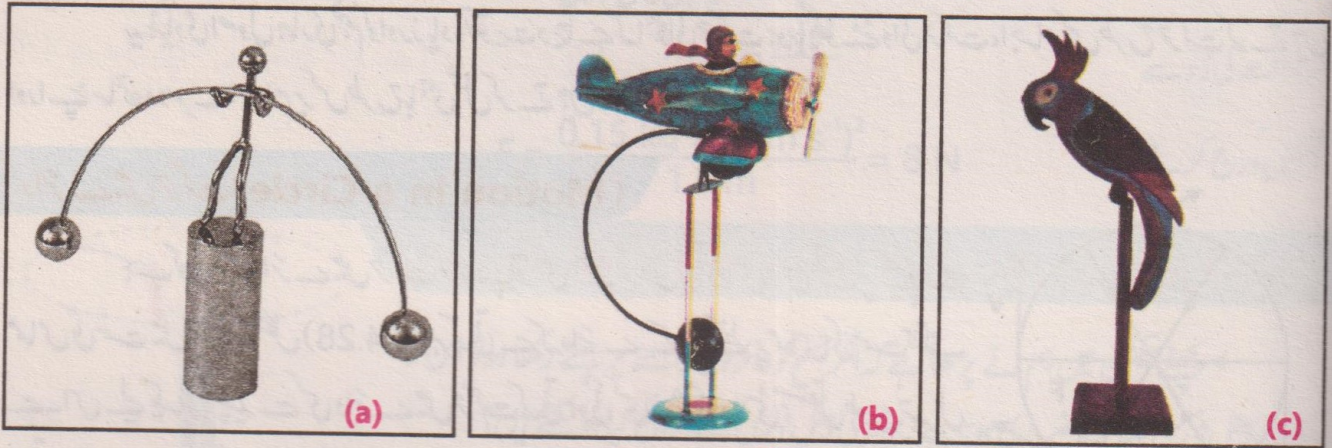


اس شکل میں ایک غیر قیام پذیر توازن دکھایا گیا ہے۔ عام حالت میں ایک کرسی بالکل قیام پذیر توازن میں ہے (شکل a) لیکن اس کو گھما کر پچھلی ٹانگوں پر سہارا دے کر اسے غیر قیام پذیر توازن حالت میں کر دیا گیا ہے (شکل b)۔ اس جھکی ہوئی حالت میں اس کے وزن اور زمین کے رد عمل کے باہم عمل کرنے سے ایک کپل بن گیا ہے۔ یہ کلاک وائز کپل کرسی کو پیچھے کی طرف الٹانے کی کوشش کرتا ہے۔

4.12 عملی زندگی میں قیام پذیری کا اطلاق (Applications of Stability in Real Life)

قیام پذیری کے تصور کو انجینئرنگ ٹیکنالوجی میں وسیع پیمانے پر استعمال کیا جاتا ہے خاص طور پر رینگ کاروں اور بیلنسنگ کھلونوں کی مینوفیکچرنگ تیاری میں۔

چونکہ رینگ کاروں کو بہت زیادہ سپیڈ سے دوڑایا جاتا ہے اور ان کے راستے میں تیز موڑ بھی ہوتے ہیں، اس لیے ان کے اٹنے کا خطرہ زیادہ ہوتا ہے۔ رینگ کاروں کی قیام پذیری کو بڑھانے کے لیے جہاں تک ہو سکے ان کے سنٹر آف ماس نیچے رکھے جاتے ہیں۔ ان کے پہیوں کو ان کی اصل باڈیز سے باہر لگا کر ان کی بنیادوں کا رقبہ بھی بڑھایا جاتا ہے۔ بیلنسنگ کھلونے (Balancing Toys) بھی بچوں اور بڑوں سب کے لیے دلچسپی کا باعث ہوتے ہیں۔ نیچے دکھائے گئے کچھ بیلنسنگ کھلونوں کو دیکھیں۔



شکل 4.26 بیلنسنگ ٹوائز

اس قسم کے کھلونے کے پیچھے فزکس یہ ہے کہ بیلنسنگ کھلونوں میں قیام پذیری پیدا کرنے کا عمل ان کے اندر ہی نصب کیا ہوتا ہے۔ بنیادی طور پر یہ کھلونی مکمل طور پر قیام پذیر حالت میں ہوتے ہیں۔ اس طرح کہ ان کے سنٹر آف گریوٹی ہمیشہ نقطہ محور سے نیچے رہتے ہیں۔ اگر ان کھلونوں کو کسی بھی طرف جھکایا جائے تو ان کا سنٹر آف گریوٹی اوپر چلا جاتا ہے اور یہ ایک لمحے کے لیے غیر قیام پذیر حالت میں آجاتے ہیں۔ لیکن یہ اپنے سنٹر آف گریوٹی کو نیچا کر کے خود بخود اپنی ابتدائی قیام پذیر توازن کی حالت میں واپس آجاتے ہیں۔ بچے ان کھلونوں سے قیام پذیر سسٹم اور کس طرح ان کو جھکانے کے بعد یہ اپنی ابتدائی ریٹ کی حالت میں واپس آتے ہیں سیکھتے ہیں۔ بچوں کے لیے بیلنسنگ کھلونوں کی بنیاد پر تعلیمی گیمز بھی بنائی گئی ہیں جیسا کہ شکل (4.27) میں دکھائی گئی ہیں۔



شکل 4.27



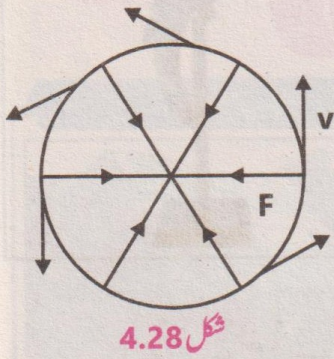
رینگ کار کے قیام پذیری کو بڑھانے کے لیے جہاں تک ہو سکے اس کا سنٹر آف ماس نیچا رکھا جاتا ہے اور اس کی بنیاد کا رقبہ بڑھانے کے لیے اس کے سپرے اصل باڈی سے باہر لگائے جاتے ہیں۔

گھومنے کی حرکت بمقابلہ انتقالی حرکت (Rotational Motion Vs Translational Motion)

انتقالی حرکت میں ولاسٹی، ایکسلریشن، فورس اور مومینٹم کے ہم منصب (Counterparts) مقداریں گھومنے والی حرکت میں بالترتیب اینگولر (Angular) ولاسٹی، اینگولر ایکسلریشن، مومنٹ آف فورس (ٹارک) اور اینگولر مومینٹم ہیں۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ گھومنے والی حرکت میں ٹارک وہی کردار ادا کرتا ہے جو انتقالی حرکت میں فورس ادا کرتی ہے۔ اس لیے ہم یہ پیش گوئی کرنے میں حق بجانب ہیں کہ نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کی طرح ایک گھومنے والا جسم اپنی حرکت اسی اینگولر ولاسٹی سے جاری رکھے گا جب تک اس پر کوئی حاصل ٹارک عمل نہ کرے۔ بہر حال اگر کسی گھومتے جسم پر کوئی حاصل ٹارک لگایا جاتا ہے تو یہ اس کی سپیڈ کو بڑھائے یا گھٹائے گا، اس کا انحصار ایکسز آف روٹیشن کے لحاظ سے ٹارک کی سمت پر ہوگا۔

یہ بنیادی اصول ہماری فہم کو اور زیادہ تقویت دیتا ہے کہ انتقالی حرکت ہو یا گھومنے والی حرکت، اجسام کس طرح حرکت کرتے ہیں اور اپنے ساتھ دوسرے اجسام پر کس طرح باہمی عمل کرتے ہیں۔

دائرے میں حرکت (Motion in a Circle)



جب کوئی جسم دائرے میں حرکت کرتا ہے تو کسی نقطے پر اس کی ولاسٹی اس نقطے پر کھینچے گئے مماس کی سمت میں ہوگی۔ شکل (4.28) ظاہر کرتی ہے کہ دائرے کے ہر نقطے پر مماس کی سمت مختلف ہے۔ اس لیے یکساں سپیڈ سے کسی دائرے میں حرکت کرتی ہوئی کسی شے کی ولاسٹی مستقل طور پر تبدیل ہوتی رہتی ہے۔ اس لیے اس شے کو یکساں سپیڈ کے ساتھ دائروں کے راستے پر حرکت میں رکھنے کے لیے اس کی سمت پر عمود ایک فورس ہمیشہ درکار ہوگی۔

اس بات کو نوٹ کیا جائے کہ F لازماً v پر عمود ہو۔ ایک لمحے کے لیے فرض کریں کہ اگر یہ v پر عمود نہ ہو تو فورس F کا v کی سمت میں کچھ نہ کچھ جزو (Component) ضرور بنے گا اور یہ ولاسٹی کی قیمت کو بدل دے گا۔ چونکہ وہ جسم یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، اس لیے یہ اسی صورت میں ممکن ہے اگر v کی سمت میں فورس کا جزو $F \cos 90^\circ = 0$ ہو۔

4.13 سینٹری پیٹل فورس (Centripetal Force)

ہم نے اوپر یہ پڑھا ہے کہ کوئی جسم دائروں کے راستے پر یکساں سپیڈ سے صرف اسی صورت میں حرکت کر سکتا ہے اگر اس پر ولاسٹی کے عموداً کوئی فورس مسلسل عمل کرتی رہے۔ یہ فورس ہمیشہ دائرے کے مرکز کی طرف ہوتی ہے۔ اسے سینٹری پیٹل فورس کہا جاتا ہے اور اس کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے:

وہ فورس جو کسی جسم کو ایک دائرے میں یکساں سپیڈ سے گھمائے رکھتی ہے، سینٹری پیٹل فورس کہلاتی ہے۔

ماس m رکھنے والا کوئی جسم جو r نصف قطر کے دائرے میں یکساں سپیڈ v سے گھوم رہا ہو اس پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس F_c درج ذیل مساوات استعمال کر کے معلوم کی جاسکتی ہے:

$$F_c = \frac{mv^2}{r} \quad \dots\dots\dots (4.11)$$

مثال 4.5:

150 g کا ایک پتھر ایک ڈوری کے ساتھ باندھ کر ایک افقی دائرے میں یکساں سپیڈ 8 m s^{-1} سے گھمایا گیا ہے۔ ڈوری کی لمبائی 1.2 m ہے۔ پتھر پر عمل کرنے والی سینٹری پیٹل فورس معلوم کریں۔ گریوٹی کے اثرات کو نظر انداز کر دیں۔

حل:

$$m = 150 \text{ g} = 0.15 \text{ kg}$$

$$v = 8 \text{ m s}^{-1}$$

$$r = 1.2 \text{ m}$$

$$F_c = ?$$

$$F_c = \frac{mv^2}{r}$$

مساوات کی رُو سے

$$F_c = \frac{0.15 \text{ kg} \times (8 \text{ m s}^{-1})^2}{1.2 \text{ m}} = 8 \text{ N}$$

قیمتیں درج کرنے سے



سینٹری پیٹل فورس کے ذرائع (Sources of Centripetal Force)

پچھلے سیکشن میں ہم نے پڑھا ہے کہ اگر جسم کو دائروی راستے پر چلتے رکھنا ہو تو اس کو

سینٹری پیٹل فورس مہیا کرنا ضروری ہوتا ہے۔ سینٹری پیٹل فورس کے ذرائع کیا ہو سکتے ہیں؟

ڈوری کے ساتھ پتھر کو دائرے میں گھماتے ہوئے

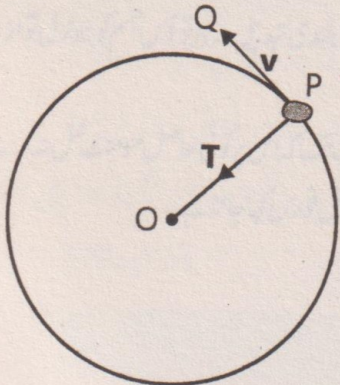
شکل (a) 4.29

اگر ہم کسی ڈوری کے ایک سرے پر ایک پتھر باندھ دیں اور دوسرے سرے سے پکڑ

کر اسے گھمائیں تو ہمیں ڈوری کے ذریعے پتھر پر ایک فورس لگانا پڑے گی۔ اگر ہم ڈوری کو کسی نقطہ

P پر چھوڑ دیں تو پتھر دائرے پر مماس (PQ) کی سمت میں اڑ جائے گا۔ تب یہ اُسی سیدھی لائن میں یکساں ولاسٹی کے ساتھ حرکت کرتا رہے گا

جب تک کہ اس پر کوئی حاصل فورس عمل نہ کرے۔



شکل (b) 4.29

اصل میں پتھر کو دائروی راستے پر چلتے رکھنے کے لیے ڈوری کا تناؤ T اُسے درکار

سینٹری پیٹل فورس مہیا کر رہا تھا۔ جب ہم ڈوری کو چھوڑتے ہیں تو ہم پتھر پر فورس لگانا ختم کر دیتے ہیں

اور نتیجتاً یہ سیدھی لائن میں حرکت کرتا چلا جاتا ہے، جیسا کہ شکل (b) 4.29 میں دکھایا گیا ہے۔

اب چاند کی حرکت پر غور کریں جو یکساں سپیڈ سے زمین کے گرد گھومتا ہے۔ زمین کی

گریوٹی کی فورس اسے اپنے مدار میں رکھنے کے لیے درکار سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔ یہی صورت

حال مصنوعی سیاروں (Satellites) کی ہے جو زمین کے گرد یکساں سپیڈ سے دائروں میں گھومتے

ہیں۔ زمین کی گریوٹی ٹینشن کی کشش انھیں سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔

روزمرہ زندگی میں اس کی مثال واشنگ مشین ڈرائیو کی ہے۔ ڈرائیو سِلنڈر کی شکل کا ایک

دھاتی ڈرم ہوتا ہے جس کی دیواروں میں بہت سے سوراخ ہوتے ہیں۔ گیلے کپڑے اس میں ڈالے

جاتے ہیں۔



شکل 4.30 ایک سیٹلائٹ زمین کے

گرد گھومتا ہوا



شکل 4.31 واشنگ مشین



شکل 4.32 کریم سپیریٹر

جب سلنڈر تیزی سے گھومتا ہے تو ڈرم کی دیواروں اور کپڑوں کے درمیان فرکشن سینٹری پیٹل فورس مہیا کرتی ہے۔ چونکہ پانی کے قطرات حرکت کرنے کے لیے آزاد ہوتے ہیں اس لیے وہ دائروں میں حرکت کرنے کے لیے سینٹری پیٹل فورس حاصل نہیں کر پاتے اور ڈرم میں سے سوراخوں کے ذریعے باہر نکل جاتے ہیں۔ نتیجتاً کپڑے جلد خشک ہو جاتے ہیں۔

ایک اور دلچسپ مثال دودھ میں سے کریم نکالنے والی مشین ہے، جسے کریم سپیریٹر (Cream Separator) کہتے ہیں۔ اس میں دودھ کو تیزی سے گھمایا جاتا ہے۔ چونکہ کریم کے ہلکے ذرات پر کم سینٹری پیٹل فورس لگتی ہے اور وہ مشین کے درمیان والے حصے میں جمع ہو جاتے ہیں۔ دودھ کے بھاری ذرات کو چھوٹے نصف قطر ۲ کے دائروں میں رہنے کے لیے زیادہ سینٹری پیٹل کی ضرورت ہوتی ہے، اس لیے وہ (مرکز سے) دور مشین کی دیواروں کی طرف چلے جاتے ہیں۔

اہم نکات

- اگر پیرائل فورسز ایک ہی سمت میں عمل کر رہی ہوں تو وہ لائنک پیرائل فورسز کہلاتی ہیں۔ اور اگر یہ مخالف سمتوں میں عمل کر رہی ہوں تو یہ ان لائنک پیرائل فورسز کہلاتی ہیں۔
- کوئی فورس جو تمام فورسز کے مجموعہ کے برابر ہو وہ حاصل فورس کہلاتی ہے۔
- وہ لائن جس کی سمت میں کوئی فورس عمل کر رہی ہو وہ اس فورس کی عمل کرنے کی لائن کہلاتی ہے۔
- فورس کے عمل کرنے کی لائن سے ایکسز آف روٹیشن تک کا عمودی فاصلہ فورس کا مومنٹ آرم کہلاتا ہے۔
- کسی فورس کا ٹارک یا مومنٹ آف فورس اس فورس اور اس کے مومنٹ آرم کے حاصل ضرب کے برابر ہوتا ہے۔
- جب ایک ہی جسم کے دو مختلف نقاط پر دو برابر اور مخالف فورسز عمل کر رہی ہوں تو وہ گیل بناتی ہیں۔
- سنٹر آف گریوٹیٹی کسی جسم کے اندر یا باہر ایک ایسا نقطہ ہے جہاں پر جسم کا کل وزن عمل کرتا ہے۔
- کسی جسم کا سنٹر آف ماس وہ نقطہ ہے جہاں یہ فرض کیا جاسکے کہ جسم کا تمام ماس وہاں اکٹھا ہو گیا ہے۔
- ایک جسم توازن کی حالت میں ہوگا اگر اس میں کوئی ایکسلریشن نہ ہو۔
- کوئی جسم انتقالی توازن میں صرف اسی وقت ہوگا جب اس پر عمل کرنے والی بیرونی تمام فورسز کا ویکٹر مجموعہ صفر ہو۔ یہ توازن کی پہلی شرط کہلاتی ہے۔ ایک جسم پر کسی ایکسز کے گرد عمل کرنے والے ٹارکس کا ویکٹر مجموعہ صفر ہونا چاہیے یہ توازن کی دوسری شرط ہے۔
- جب کوئی جسم حالت توازن میں ہو تو کسی نقطہ کے گرد اینٹی کلاک وائز مومنٹس کا مجموعہ، اس نقطہ کے گرد کلاک وائز مومنٹس کے مجموعہ کے برابر ہوتا ہے۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اس کو ذرا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ واپس اپنی ابتدائی حالت میں آجائے تو اس جسم کو قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اس کو ذرا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور وہ واپس اپنی ابتدائی حالت میں نہ آئے تو اس جسم کو غیر قیام پذیر توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی ایسی حالت کہ اگر اس کو ذرا سا ہلا کر چھوڑ دیا جائے اور اپنی نئی جگہ پر اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی کی بلندی تبدیل نہ ہو تو اس جسم کو نیوٹرل توازن کی حالت میں ہونا کہتے ہیں۔
- نیوٹن کے پہلے قانون حرکت کے مسائل کوئی گھومتا ہوا جسم یکساں اینگولر ولاسٹی سے اپنی حرکت جاری رکھے گا جب تک کہ اس پر کوئی حاصل مومنٹ عمل نہ کرے۔
- وہ فورس جو کسی شے کو دائرے میں یکساں سپیڈ کے ساتھ حرکت کرتے رہنے کا سبب ہوتی ہے، اسے سینٹری پیٹل فورس کہا جاتا ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

4.1 ایک ذرے پر بیک وقت 3 اور 4 نیوٹن کی دو فورسز لگ رہی ہیں۔ ذرے پر حاصل فورس ہوگی:

(الف) 1 N (ب) 1 N اور 7 N کے درمیان (ج) 5 N (د) 7 N

4.2 ایک فورس F ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے۔ اس کا y -جزو ہوگا:

(الف) F (ب) $F \sin 60^\circ$ (ج) $F \cos 60^\circ$ (د) $F \tan 60^\circ$

4.3 مومنٹ آف فورس کو کہا جاتا ہے:

(الف) مومنٹ آرم (ب) گیل (ج) گیل آرم (د) ٹارک

4.4 اگر کسی جسم پر F_1 اور F_2 فورسز عمل کر رہی ہوں اور اس میں ٹارک τ پیدا ہو تو جسم مکمل طور پر توازن کی حالت میں تب ہوگا جب:

(الف) $\sum F = 0$ اور $\sum \tau = 0$ (ب) $\sum F = 0$ اور $\sum \tau \neq 0$

(ج) $\sum F \neq 0$ اور $\sum \tau = 0$ (د) $\sum F \neq 0$ اور $\sum \tau \neq 0$

4.5 ایک دوکاندار اپنی چیزیں ایسے ترازو سے تول کر بیچتا ہے جس کے دونوں پلڑوں کے آرم (arms) برابر نہیں ہیں۔ اگر وہ چھوٹے آرم والے پلڑے میں چیزیں ڈالتا ہے تو وہ:

(الف) نقصان میں ہے (ب) فائدے میں ہے (ج) نہ ہی نقصان میں اور نہ ہی فائدے میں ہے (د) پتہ نہیں

4.6 ایک آدمی تنے ہوئے رستے پر چلتا ہے۔ وہ اپنا توازن برقرار رکھنے کے لیے ایک بانس کو افقی حالت میں پکڑے رکھتا ہے۔ یہ اطلاق ہے:

(الف) موئیٹم کنزرویشن کے قانون کا (ب) نیوٹن کے دوسرے قانون حرکت کا

(ج) مومنٹس کے اصول کا (د) نیوٹن کے تیسرے قانون حرکت کا

4.7 قیام پذیر توازن میں جسم کا سنٹر آف گریوٹی ہوتا ہے:

(الف) بلند ترین مقام پر (ب) گہرے ترین مقام پر

(ج) کسی بھی مقام پر (د) جسم سے باہر

4.8 کسی جسم کا سنٹر آف ماس:

(الف) ہمیشہ جسم کے اندر واقع ہوتا ہے (ب) ہمیشہ جسم کے باہر واقع ہوتا ہے

(ج) ہمیشہ جسم کی سطح پر واقع ہوتا ہے (د) جسم کے اندر، باہر یا سطح پر واقع ہو سکتا ہے

4.9 ایک سلنڈر اپنے گول پینڈے کے بل پڑا ہوا ہے یہ:

(الف) قیام پذیر توازن میں ہے (ب) غیر قیام پذیر توازن میں ہے

(ج) نیوٹرل توازن میں ہے (د) ان تینوں میں سے کسی میں نہیں

4.10 سینٹری پیٹل فورس ہوتی ہے:

(الف) rF (ب) $rF \cos \theta$ (ج) $\frac{mv^2}{r}$ (د) $\frac{mv}{r^2}$

2 مختصر جوابات کے سوالات

4.1 لائک اور ان لائک پیرالل فورسز کی تعریف کریں۔

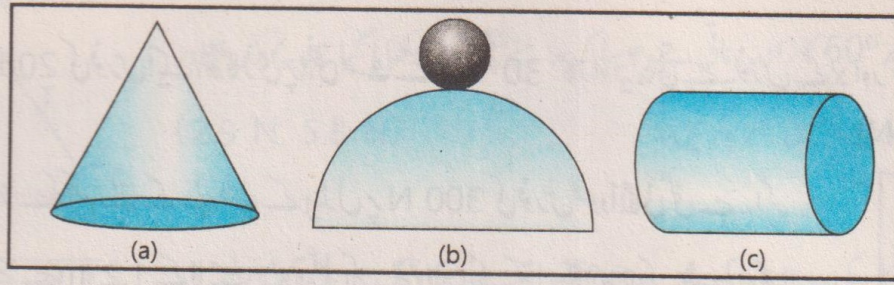
4.2 کسی ویکٹر کے عمودی اجزا کیا ہوتے ہیں اور ان کی قیمتیں کیا ہوتی ہیں؟

4.3 کسی فورس کے عمل کرنے کی لائن کیا ہوتی ہیں؟

4.4 مومنٹ آف فورس کی تعریف کریں۔ ثابت کریں کہ $\tau = rF \sin \theta$ جس میں θ ، r اور F کے درمیان زاویہ ہے۔

4.5 ایک ڈایا گرام کی مدد سے ظاہر کریں کہ حاصل فورس صفر ہے لیکن حاصل ٹارک صفر نہیں ہے۔

4.6 نیچے دی گئی شکل میں ہر ایک کے لیے حالت توازن کی قسم کی پہچان کریں۔



4.7 کسی ایسے جسم کی مثال دیں جو حرکت کر رہی ہو لیکن توازن کی حالت میں ہو۔

4.8 کسی جسم کے سنٹر آف ماس اور سنٹر آف گریوٹیٹی کی تعریف کریں۔

4.9 توازن کے دو بنیادی اصول کیا ہیں جن کا اطلاق بیلنسنگ کھلونوں اور رینگ کاروں کے ڈیزائننگ میں کیا جاتا ہے؟

4.10 آپ یہ کیسے ثابت کریں گے کہ سینٹری پیٹل فورس ولاسٹی پر ہمیشہ عموداً عمل کرتی ہے؟

3 تعمیری فکر کے سوالات

4.1 ایک کار دو مختلف ریڈیس کے موڑوں سے ایک جتنی سپیڈ سے گزرتی ہے۔ کس نصف قطر والے موڑ میں اس پر زیادہ سینٹری پیٹل فورس لگتی ہے؟ اپنے جواب کو ثابت کریں۔

4.2 ایک پکا ہوا آم عام طور پر خود بخود درخت پر سے نہیں گرتا۔ لیکن جب درخت کی شاخ کو ہلایا جاتا ہے تو آم آسانی سے گر جاتا ہے۔ کیا آپ اس کی وجہ بتا سکتے ہیں؟

4.3 اشیا کو اُلٹنے کے حوالے سے توازن اور سنٹر آف گریوٹیٹی کے کردار پر بحث کریں۔ کوئی مثال پیش کریں جس میں کسی شے کا سنٹر آف گریوٹیٹی اس کے (توازن کی) قیام پذیری پر اثر انداز ہوتا ہو اور وضاحت کریں کہ کس طرح اس کے سہارے کی بنیاد تبدیل کرنے سے اس کے قیام پذیری پر اثر پڑتا ہے۔

4.4 کسی ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرنے والے جسم کو توازن کی حالت میں کیوں نہیں کہہ سکتے؟

4.5 دو برابر وزن رکھنے والے لیکن مختلف اونچائی کے ڈبے (Boxes) ایک ٹرک کے فرش پر پڑے ہیں۔ اگر ٹرک چلتا ہو ایک دم رُک جائے تو کس ڈبے کے اُلٹنے کا زیادہ امکان ہے؟ اور کیوں؟

4 تفصیلی سوالات

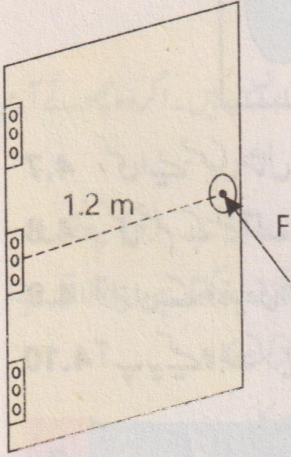
4.1 کسی ایک مثال کے ذریعے مونٹس کے اصول کی وضاحت کریں۔

4.2 بیان کریں کہ کسی بے قاعدہ شکل کے تختہ کا سنٹر آف گریوٹیٹی عملی طور پر آپ کیسے معلوم کر سکتے ہیں؟

4.3 توازن کی دو شرائط بیان کریں اور ان کی وضاحت کریں۔

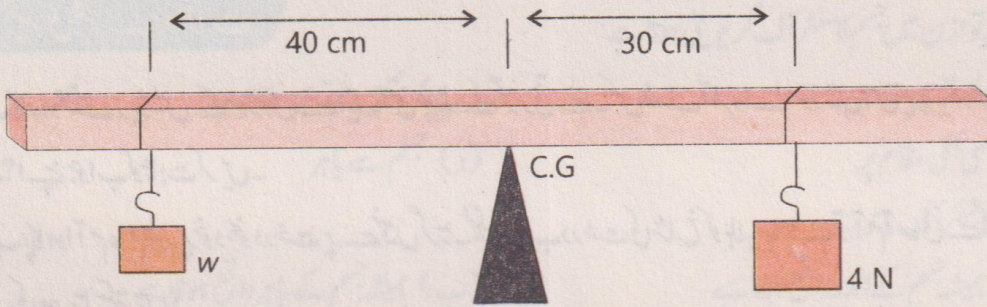
4.4 کسی شے کی قیام پذیری کو کیسے بہتر کیا جاسکتا ہے؟ اپنے جواب کی حمایت میں چند مثالیں پیش کریں۔

4.1 ایک 200 N کی فورس ایک ہتھ گاڑی پر افقی سمت کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتی ہے۔ فورس کے x اور y اجزا معلوم کریں۔
(173.2 N, 100 N)

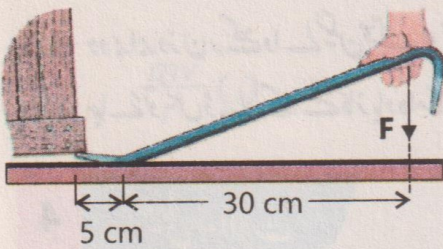


4.2 ایک دروازے کو کھولنے کے لیے اس کے ہینڈل پر 300 N کی فورس عموداً لگائی گئی ہے۔ اگر ہینڈل قبضے سے 1.2 m کے فاصلے پر ہو تو عمل کرنے والا ٹارک کتنا ہوگا؟ یہ ٹارک مثبت ہوگا منفی؟
(مثبت، 360 Nm)

4.3 ایک میٹر رول پر نیچے شکل میں ظاہر کیے گئے نقاط پر دو اوزان لٹکائے گئے ہیں۔ اگر میٹر رول کو اس کے سنٹر آف گریوٹیٹی (C.G.) پر سہارا دے کر متوازن کیا گیا ہو تو نامعلوم وزن w معلوم کریں۔
(3 N)

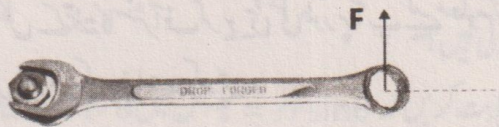


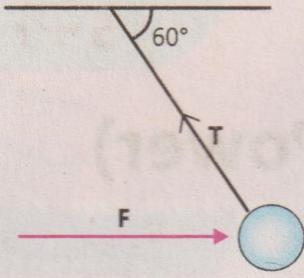
4.4 ایک سی۔ سا کے سروں کے نزدیک دو بچوں کو بٹھا کر متوازن کیا گیا ہے۔ بچے A کا ماس 30 kg ہے اور وہ محور سے 2 m کے فاصلے پر بیٹھا ہے، جبکہ بچے B کا ماس 40 kg ہے اور وہ محور سے 1.5 m کے فاصلے پر بیٹھا ہے۔ دونوں طرف مومنٹ معلوم کریں اور یہ بھی معلوم کریں کہ آیا سی۔ سا توازن کی حالت میں ہے۔
(60 N)



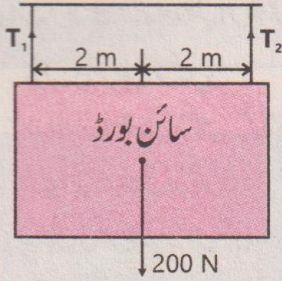
4.5 ایک کرو بار (Crowbar) کسی بکس کو اٹھانے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ اگر اس کے سرے پر نیچے کی طرف 250 N کی فورس لگائی جائے تو دوسرا سرا کتنا وزن اٹھا سکتا ہے؟ کرو بار کا اپنا وزن نہ ہونے کے برابر ہے۔
(1500 N)

4.6 ایک 30 cm لمبا ریچ کسی کار کانٹ کھولنے کے لیے استعمال کیا گیا ہے۔ اگر اس کے لیے 150 Nm کا ٹارک درکار ہو تو ریچ پر کتنی فورس F لگانا پڑے گی؟
(500 N)

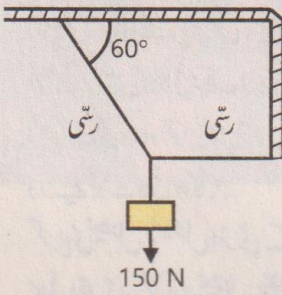




4.7 رسی سے لٹکے ہوئے ایک 5 N بال کو ایک افقی فورس F کے ذریعے دائیں طرف کھینچا گیا ہے۔ رسی چھت کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے، جیسا کہ سامنے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ فورس F اور رسی میں تناؤ T کی عددی قیمتیں معلوم کریں۔
(2.9 N, 5.8 N)



4.8 ایک سائن بورڈ کو سٹیل کی دو تاروں کی مدد سے لٹکایا گیا ہے، جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔ اگر بورڈ کا وزن 200 N ہو تو رسیوں میں تناؤ معلوم کریں۔
(100 N, 100 N)



4.9 ایک 30 kg ماس والی لڑکی سی۔ سا کے محور سے 1.6 m کے فاصلے پر بیٹھی ہے۔ 40 kg کی ایک اور لڑکی دوسری طرف اس طرح بیٹھنا چاہتی ہے کہ سی۔ سا توازن کی حالت میں رہے۔ دوسری لڑکی محور سے کتنے فاصلے پر بیٹھے گی؟
(1.2 m)

4.10 سامنے شکل میں دونوں رسیوں میں تناؤ معلوم کریں جب کہ بلاک کا وزن 150 N ہو۔

(86.6 N, 173.2 N)