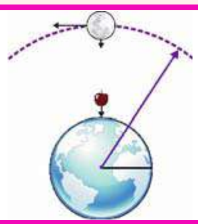
سبق 5

تجاذب Gravitation



حرکت کے باب میں ہم نے ہموار اسراع کے بارے میں پڑھا ہے۔ آیئے اس باب میں ہموار دائروی حرکت پر غور کریں گے۔ جو اسراع کی ایک مثال ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ جب کسی شئے کو کسی بلندی سے گرایا جاتا ہے تو وہ زمین پر گرتی ہے۔ ہم اس بات سے بھی واقف ہیں کہ تمام سیارے سورج کے اطراف گھومتے ہیں اور یہ بات بھی مسلمہ ہے کہ چاند زمین کے اطراف گھومتا ہے۔ ان تمام مثالوں میں ان اجسام پر ایک ایسی قوت عمل کرتی ہے جو شئے کو بجائے خطِ مستقیم میں حرکت کرنے کے دائروی گردش کرنے پر مجبور کرتی ہے۔

- یہ قوت کونسی قوت ہے؟
- کیا سورج کے اطراف زمین کی حرکت ہموار ہوتی ہے؟
- کیا زمین کے اطراف چاند کی حرکت ہموار ہوتی ہے؟

نیوٹن نے ہموار دائروی حرکت کے وسیلے سے چاند کی حرکت کی تشریح کی ہے۔ بعدازاں اس نے ان دونوں اجسام کے درمیان تجاذب کے نظریے کو فروغ دیا۔

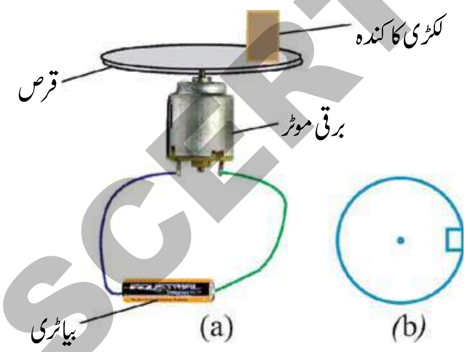
اس باب میں آپ تجاذب اور مرکزِ جاذبہ سے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

ہموار دائروی حرکت

مشغلہ - 1

دائروی راستے میں حرکت کرنے والی شئے کا مشاہدہ

ایک برقی موٹر لیجیے (جو کھلونوں میں استعمال کی جاتی ہے) اور اس کے شافٹ سے ایک دائروی پلیٹ جوڑ دیجیے۔ اس کے کنارے پر چھوٹا لکڑی کا کندہ رکھیے جیسا کہ شکل۔1(a) میں دکھایا گیا ہے۔ موٹر کو چالو کیجیے۔ لکڑی کے کندے کی 10 گردشوں کے لیے درکار وقت معلوم کیجیے اور اس تجربے کو دو تین مرتبہ دوہرائیے۔ موٹر کے چالو ہونے کے چند ثانیوں کے بعد گردش کا شمار کیجیے۔



شکل 1(a) لکڑی کے کندے کی دائروی پلیٹ پر حرکت

شکل 1(b) لکڑی کے کندے کا اوپر کی جانب سے مشاہدہ

- کیا گردش کا وقت مستقل ہے؟
- کیا کندے کی رفتار مستقل ہے؟

SCERT TELANGANA

- راستے کی شکل کیسی ہے؟

لکڑی کا کندہ دائروی راستے میں مستقل رفتار سے حرکت کرتا ہے۔اس کی اس حرکت کو ہموار دائروی حرکت کہتے ہیں۔

کسی جسم کی ہموار دائروی حرکت وہ حرکت ہے جو دائروی راستے پر مستقل رفتار سے ہوتی ہے۔

- کیا ہموار دائروی حرکت میں جسم کی رفتار میں تبدیلی آتی ہے؟ کیوں؟
- کیا ہموار دائروی حرکت کرتے ہوئے جسم میں اسراع بھی ہوتا ہے؟ اسراع کی سمت کیا ہوگی؟

مشغلہ - 2

تھوڑا سا دھاگہ لے کر اس کے سرے کو چھوٹے سے پتھر سے باندھ لیجئے اور دوسرے سرے کو ہاتھ میں پکڑ کر گھمائیے جیسا کہ شکل 2 میں بتلایا گیا ہے۔

شکل - 2

- پتھر کی حرکت کی سمت کیا ہے؟

دھاگے کو چھوڑ کر پتھر کی سمت کا مشاہدہ کیجئے۔

- اب پتھر کے حرکت کی سمت کیا ہے؟

دھاگے کو چھوڑنے سے قبل پتھر ایک مخصوص چال سے دائیروی راستے پر حرکت کرتا ہے اور جب دھاگہ کو چھوڑ دیا جاتا ہے تب پتھر خط مستقیم میں حرکت کرتا ہے۔

اس سے یہ بات ظاہر ہوتی ہے کہ پتھر کی رفتار کی حقیقی سمت خط مستقیم ہے لیکن پتھر کی رفتار کی سمت اور اسراع کے مسلسل تبدیل ہونے کی وجہ سے جسم دائیروی راستہ اختیار کرتا ہے رفتار کی سمت کی یہ تبدیلی بیرونی قوت کی وجہ سے ہوتی ہے۔

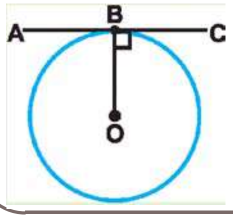
- پتھر کو یہ بیرونی قوت کہاں سے حاصل ہوتی ہے؟
- اس بیرونی قوت کی سمت کیا ہوتی ہے؟

وہ قوت جو دائیروی راستے میں حرکت کرنے والے پتھر کی رفتار کی سمت میں تبدیلی لاتی ہے مرکز کی جانب عمل کرتی ہے ”مرکز جو قوت“ (Centripetal Force) کہلاتی ہے۔

اس قوت کی عدم موجودگی میں (جب دھاگے کو چھوڑ دیا جاتا ہے) پتھر خط مستقیم میں حرکت کرتا ہے اور یہ خط مستقیم دائیروی راستے پر کھینچا گیا مماس ہوگا۔

دائیرے پر مماس

دائیرے کے صرف ایک ہی نقطے سے گزرنے والا خط مستقیم اس نقطے پر دائیرے کا مماس ہوگا۔یہ نقطہ ”مماسی نقطہ“ کہلاتا ہے یہ مماس دائیرے کے نصف قطر پر عمود وار ہوتا ہے۔



$\overrightarrow{AC}$ مماس

$\overline{OB}$ نصف قطر

مرکز جو اسراع کا ضابطہ $a_c = \frac{v^2}{r}$ یہ ہوگا

لہٰذا مرکز جو قوت $F_c = ma_c$

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

جہاں m = جسم کی کمیت

v = جسم کی رفتار

r = دائرہ کا نصف قطر

نوٹ:- مرکز جو قوت ایک حاصلہ قوت ہے جو ہمیشہ مرکز کی جانب عمل کرتی ہے۔

SCERT TELANGANA

سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے۔

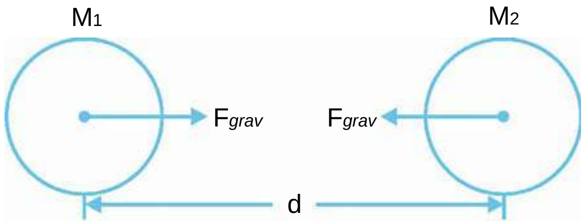
- اگر کسی جسم پر کوئی قوت عمل نہ کرتی ہو تو کیا یہ جسم منحنی راستے پر حرکت کرے گا؟
- جب منحنی سڑک پر حرکت کرتے ہوئے کار کی رفتار بڑھتی ہے تو کیا اس کی مرکز ِ جو کا اسراع بھی بڑھے گا۔ اپنے جواب کی تشریح کے لیے مساوات کا استعمال کریں۔
- ایک دھاگے میں تناؤ کی قیمت محسوب کیجیے جب کہ اس کی مدد سے 2 کلو وزنی ایک گڑیا کو باندھ کر افقی مستوی میں دائروی حرکت دی جاتی ہے۔ جس کا نصف قطر 2.5 میٹر اور رفتار 3m/sec ہے۔

آفاقی کلیہ تجاذب

ایک دفعہ یوں ہوا کہ نیوٹن جب سیب کے درخت کے سائے میں بیٹھا ہوا تھا تو اس نے دیکھا کہ ایک سیب درخت سے زمین پر گرتا ہے۔

- کیا آپ جانتے ہیں کہ اس مشاہدے سے اس کے ذہن میں کونسے سوالات ابھرے؟
- یہ سیب زمین پر ہی کیوں گرا؟
- چاند زمین پر کیوں نہیں گرتا؟
- کس وجہ سے چاند زمین کے اطراف دائروی راستے میں حرکت کر رہا ہے؟

نیوٹن نے یہ عام ضابطہ بتایا کہ کائنات میں ہر دو اجسام کے درمیان تجاذبی قوت کام کرتی ہے۔ آفاقی کلیۂ تجاذب یہ بتاتا ہے کہ کائنات میں ہر جسم دوسرے جسم کو اس قوت سے کشش کر رہا ہے جو کہ ان کے کمیتوں کے حاصل ضرب کے راست متناسب ہوتی ہیں بالعکس متناسب ہوتی ہے ان کے درمیانی فاصلے کے مربع کے اور اس قوت کی سمت کشش کی سمت کے متوازی دونوں اجسام کے مراکز کو ملانے والے خط میں ہوگی۔



شکل - 4

فرض کیجیے کہ دو اجسام جن کی کمیتیں M_1 اور M_2 ہیں، ایک دوسرے سے d فاصلہ پر ہیں۔ لہٰذا ان کے درمیان تجاذبی قوت

$$F_{grav} \alpha M_1 M_2$$

$$F_{grav} \alpha \frac{1}{d^2}$$

$$F_{grar} \alpha \frac{M_1 M_2}{d^2}$$

$$F_{grar} = \frac{G M_1 M_2}{d^2}$$ ہوگی

G تناسبی مستقل ہے۔ جسے آفاقی تناسبی مستقل کہا جاتا ہے اور اس کی اکائی

$$G = 6.67 \times 10^{-11} Nm^2 Kg^{-2}$$

یہ اکائی نام ور سائنس داں ہنری کیونڈش نے متعارف کی۔

G کی یہ قیمت ایک کلو کمیت رکھنے والے دو اجسام کے درمیان قوت کے مساوی ہے جو ایک دوسرے سے ایک میٹر کے فاصلے پر پائے جاتے ہیں۔

نوٹ : یہ ضابطہ کروی اجسام کے لیے قابل اطلاق ہے۔ ہم اس ضابطے کو زمین پر پائے جانے والے تمام اجسام کے لیے استعمال کرتے ہیں اگرچہ وہ کروی نہ ہوں۔ یہ اس لیے کیا جاتا ہے کہ زمین کی سطح کے رقبے کے مقابلے میں کسی بھی دوسرے جسم کی سطح بہت چھوٹی ہوتی ہے اور یوں ایسے کسی جسم کو ذرہ (point object) کے طور پر لیا جاتا ہے۔

SCERT TELANGANA

مثال - 1

زمین کے اطراف گھومنے والے کسی سیارچے کی گردش کا وقت کیا ہوگا؟ جب کہ زمین سے اس کی بلندی کونظرانداز کردیا جائے۔

شکل - 5

سیارچے پر زمین کی وجہ سے قوتِ کشش

$F = GmM / R^2$

جہاں M= زمین کی کمیت 6×10^{24} kg

m= سیارچے کی کمیت

R= زمین کا نصف قطر ہے 6.4×10^6 m

فرض کیجیے کہ v سیارچے کی رفتار ہے۔

$$v = 2\pi R / T \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v}$$

زمین کی قوتِ کشش کی وجہ سے سیارچے کے لیے مطلوبہ مرکز جو قوت

$$F_C = \frac{mv^2}{R}$$

لیکن نیوٹن کا کلیہ تجاذب کی رو سے

$$F_c = \frac{GMm}{R^2}$$

یعنی

$$\frac{GMm}{R^2} = \frac{m(2\pi R)^2}{T^2 R} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 R^3}{GM}$$

جہاں M زمین کی کمیت اور G دونوں مستقل قدریں ہیں،

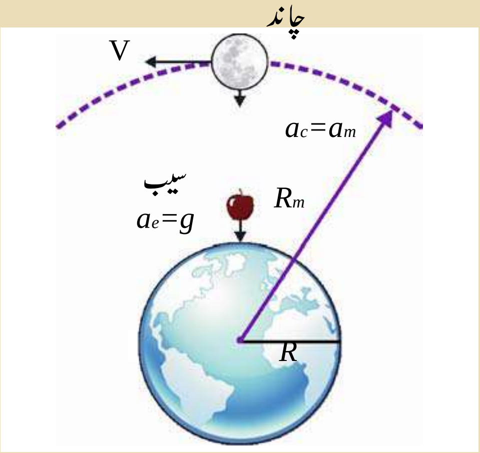
T کی قیمت کا انحصار زمین کے نصف قطر پر ہوگا۔

$$\Rightarrow T^2 \alpha R^3$$

M، R اور G کی قدریں مذکورہ مساوات میں درج کرنے پر T=84.75 منٹ حاصل ہوتا ہے۔

اس لیے زمین کے اطراف دائروی راستے میں گھومنے والے سیارچے کی گردش کا وقت ایک گھنٹہ اور 24.7 منٹ ہوگا۔

آفاقی تجاذبی مستقل اخذ کرنا



شکل - 6 سیب اور چاند کی حرکت کا تقابل

نیوٹن یہ جانتا تھا کہ زمین کے اطراف چاند کی حرکت تقریباً ہموار دائروی حرکت ہے۔لہٰذا یقینی طور پر ایک قوت جسے ہم مرکزِ جو قوت کہتے ہیں، چاند کی اس ہموار دائروی حرکت کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہے۔

اس طرح اس نے چاند اور زمین کے درمیان کشش کی قوت کے نظریے کو متعارف کیا۔اس نے یہ نظریہ پیش کیا کہ زمین چاند کو کشش کرتی ہے۔ اس کشش کو اس نے تجاذبی قوت (gravitational force) کی اصطلاح دی۔ یہ تجاذبی قوت مرکز جو قوت کے طور پر کام کرتی ہے اور چاند کو زمین کے اطراف ہموار دائروی حرکت میں رکھتی ہے۔ نیوٹن کو اس موضوع پر جو معلومات تھیں، وہ ذیل میں دی جارہی ہیں۔ زمین کے مرکز سے چاند کا فاصلہ 384400 کلومیٹر ہے جو 3.844×10^{10} سنٹی میٹر ہوگا۔ چاند کو زمین کے اطراف ایک چکر پورا کرنے کے لیے 27.3 دن یا 2.35×10^6 سکنڈس درکار ہوتے ہیں۔

- چاند کی رفتار کیا ہے؟

آپ چاند کی رفتار مساوات $V = \frac{2\pi R}{T}$ استعمال کرتے ہوئے محسوب کر سکتے ہیں۔

SCERT TELANGANA

اس طرح زمین کے مرکز کی سمت میں چاند کا اسراع a_c

$$a_c = \frac{V^2}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

R اور T کی قیمتیں رکھنے پر

$$a_c = 0.27\ cm/s^2$$

گیلیلیو نے زمین کی سطح سے قریب اجسام کے اسراع کی قیمت $981 cm/s^2$ لی تھی۔ لہٰذا زمین کی طرف سیب کا اسراع تقریباً $981 cm/s^2$ کے برابر ہوتا ہے۔

اس نے سیب کا اسراع a_e اور چاند کے اسراع a_m دونوں کا تقابل کیا۔تب

$$\frac{a_e}{a_m} = \frac{981}{0.27} \cong 3640$$

نیوٹن جانتا تھا کہ زمین کا نصف قطر R_e اور زمین کے مرکز سے چاند کا فاصلہ R_m بالترتیب 6371 کلومیٹر اور 3,84,400 کلو میٹر ہے۔ ہمیں

$$\frac{R_m}{R_e} = \frac{384400}{6371} \cong 60.3$$

$$\left(\frac{R_m}{R_e}\right)^2 = (60.3)^2 \cong 3640$$

مذکورہ مساوات سے

$$\frac{a_e}{a_m} = \left[\frac{R_m}{R_e}\right]^2$$

اس طرح اسراع فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتا ہے

$$a \ \alpha \ {}^{1}\!/_{R^2} \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

پس قوت کشش

$$F \ \alpha \ {}^{1}\!/_{R^2} \ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

اس طرح یہ واضح ہو گیا کہ تجاذبی قوت زمین کے مرکز سے شئے کے فاصلے میں اضافے کے ساتھ گھٹتی ہے۔

نیوٹن کے تیسرے کلیہ کے مطابق زمین کی وجہ سے سیب پر پڑنے والی قوت مساوی ہوتی ہے سیب کی طرف سے زمین پر پڑنے والی قوت کے۔ نیوٹن کے دوسرے کلیہ حرکت اور مساوات (1) کی رو سے شئے پر زمین کی قوت کشش کو محسوب کیا جاسکتا ہے۔

نیوٹن کے دوسرے کلیہ حرکت کے مطابق $F = m a$ اور مساوات 1 سے

$$a \ \alpha \ \frac{1}{R^2} \Rightarrow a = \frac{k}{R^2}$$

(جہاں k تناسبی مستقل ہے)

لہٰذا $F = \frac{km}{R^2}$

اس لیے زمین کی جانب سے سیب پر پڑنے والی قوت $\frac{Km}{R^2}$ --(3)

جہاں m = سیب کی کمیت

R = زمین کا نصف قطر

سیب کی جانب سے زمین پر پڑنے والی قوت = $\frac{K'M}{R^2}$ ---(4)

جہاں M زمین کی کمیت ہوگی۔

ذیل کی شرط پر مذکورہ قوتیں مساوی ہوں گی۔

K = G M اور K' = G m ------(5)

مساوات 3 اور 5 سے زمین کی طرف سے سیب پر پڑنے والی قوت

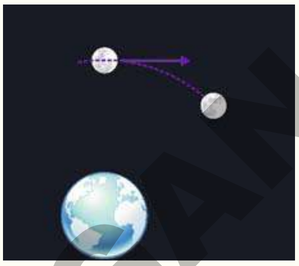
$$F = GMm / R^2$$

ہم اس نتیجے پر پہنچتے ہیں کہ کمیتوں کے درمیان تجاذبی قوت راست متناسب ہوتی ہے کمیتوں کے حاصل ضرب کے۔

SCERT TELANGANA

سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے۔

- دی ہوئی شکل میں ہم دیکھ رہے ہیں کہ چاند خطِ مستقیم میں اس پر آنے کی بجائے منحنی راستہ طے کرتے ہوئے قریب آ رہا ہے۔ اگر اس کی رفتار صفر ہو تو اس کی حرکت کیسی ہوگی؟



شکل ۔7

- تجاذبی قوت کی مساوات کے مطابق ان دو اجسام کے درمیان قوت کس طرح عمل کرے گی اگر کسی ایک جسم کی کمیت کو دوگنا کر دیا جائے؟
- اگر تمام اجسام کے درمیان قوتِ کشش ہو تو ہمیں بڑی عمارتوں سے قریب ہونے کے باوجود کسی قوت کے عمل کرنے کا احساس کیوں نہیں ہوتا؟
- کیا کسی فولادی ٹکڑے میں تجاذبی قوت لکڑی کے ٹکڑے کے مقابلے میں زیادہ ہوتی ہے؟ دونوں کی کمیت مساوی تصور کی جائے؟
- سیب کے گرنے کی وجہ یہ ہے کہ اس پر قوتِ ثقل کام کرتی ہے۔ بتائیے کہ زمین پر سیب کی تجاذبی قوت کشش کتنی ہے؟ کیوں؟

آزادانہ طور پر گرنے والا جسم

مشغلہ - 3

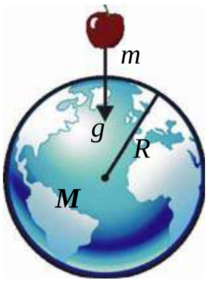
اسراع کمیت پر منحصر نہیں ہوتا

ایک کتاب پر کاغذ کا ایک چھوٹا سے ٹکڑا رکھیے۔ اب کتاب کو زمین سے کچھ بلندی پر سے چھوڑ دیجیے۔

- آپ نے کیا مشاہدہ کیا؟ اب کتاب اور کاغذ کے پرزے کو الگ الگ گرائیے۔ کیا ہوگا؟

اگر ہوا کی رگڑ اور مزاحمت نہ ہو تو تمام اجسام ایک ہی اسراع سے زمین پر گریں گے۔ یہ اسراع جو قوتِ ثقل کی وجہ سے پیدا ہوا ہے، آزادانہ طور پر گرنے والے اجسام کا اسراع ہے۔

ایک جسم کو اس وقت آزادانہ طور پر گرنے والا جسم کہا جائے گا جب اس جسم پر قوتِ ثقل کی ایک ہی قوت کام کر رہی ہو۔



شکل - 8

آیئے ایک جسم کو زمین کی سطح سے کچھ اوپر رکھ کر چھوڑ دیتے ہیں۔

فرض کیجیے کی زمین کی کمیت M اور زمین کا نصف قطر R ہے۔

جسم پر زمین کی قوتِ کشش

$$F = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow F/M = GM/R^2$$

نیوٹن کے دوسرے کلیہ کے مطابق F/M اسراع ہوتا ہے۔ اس اسراع کو 'g' سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

لہٰذا $g = \frac{GM}{R^2}$

g اجسام کی کمیت سے آزاد ہوتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ زمین کی سطح سے قریب بلندیوں سے تمام اجسام ایک ساتھ گریں گے۔

زمین کی کمیت $M = 6\times10^{24}$ کلوگرام

زمین کا نصف قطر $R = 6.4\times10^{6}$ کلومیٹر

SCERT TELANGANA

یہ کتاب حکومت تلنگانہ کی جانب سے مفت تقسیم کے لیے ہے

ان قیمتوں کو مذکورہ مساوات میں رکھنے سے ہمیں $g = 9.8 m/s^2$ (تقریباً) حاصل ہوتا ہے۔

عام طور پر یہ قیمت جسے اسراع بوجہ جاذبہ زمین کہتے ہیں، اجسام اور زمین کے مرکز کے درمیان پائے جانے والے فاصلے کی وجہ سے تبدیل ہوتی ہے۔

چوں کہ زمین سے قریب موجود اجسام کا اسراع مستقل ہوتا ہے، اس لیے آزادانہ طور پر گرنے والے اجسام کے لیے ہموار اسراع کی حرکت کی مساواتیں استعمال کی جاتی ہیں جو درج ذیل ہیں۔

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 - u^2 = 2as$$

ان مساواتوں کی مدد سے آزادانہ گرنے والے اجسام کے سوالوں کو حل کرنے کیلئے 'a' کے بجائے g لیا جائے گا اور علامت کا خاص لحاظ رکھا جائیگا۔ (اس سے متعلق باب ''حرکت'' میں ہم مطالعہ کر چکے ہیں)

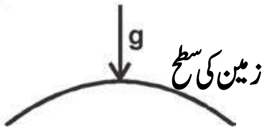
مشغلہ - 4

'g' کی سمت کیا ہوتی ہے؟

ایک پتھر کو عموداً اوپر اچھالیے۔ چل رکنی گھڑی (stop clock) کی مدد سے پتھر کے زمین پر واپس آ جانے کا وقت معلوم کیجیے۔

- پتھر نیچے سے اوپر اور اوپر سے نیچے آنے کے دوران اس کی رفتار میں کیا تبدیلی ہوتی ہے؟
- اسراع بوجہ جاذبہ زمین کی سمت کیا ہوتی ہے؟

جب پتھر اوپری سمت حرکت کرتا ہے تو اس کی رفتار گھٹتی ہے اور جب یہ نیچے آنے لگتا ہے تو اس کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے۔ آزادانہ طور



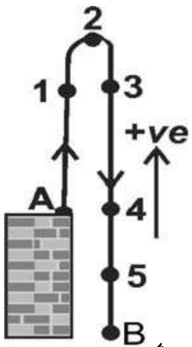
شکل - 9 تجاذبی قوت کی سمت

پر گرنے والی تمام چیزوں کے لیے اسراع زمین کی جانب ہوتا ہے۔ قطع نظر اس بات کہ انھیں کس طرح پھینکا گیا ہو۔ g کی سمت عموداً نیچے کی طرف ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل (9) میں بتلایا گیا ہے، دراصل اجسام زمین کے مرکز کی جانب حرکت کا رجحان رکھتے ہیں۔

اسراع کی سمت کو سمجھنے کے لیے ذیل میں دیے گئے جدول 1 کا مشاہدہ کیجیے۔

جدول-1

پتھر کا مقام	s	v	a
1	+	+	$-g$
2	+	0	$-g$
3	+	−	$-g$
4	0	−	$-g$
5	−	−	$-g$



شکل 10

سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے۔

- صفر کی رفتار سے حرکت شروع کرنے والے کسی جسم کی مثال دیجیے جس کا اسراع غیر صفر ہوتا ہے۔
- دو پتھروں کو ہوا میں 20 میٹر فی سکنڈ اور 40 میٹر فی سکنڈ کی رفتار سے پھینکا گیا۔ دونوں کا اسراع کیا ہوگا؟

مثال - 2

ایک جسم کو عموداً اوپر پھینکا گیا۔ اس دوران آخری سکنڈ میں طے کردہ فاصلہ کیا ہوگا؟ $(g = 10 m/s^2)$

حل:

اوپر کی سمت آخری سکنڈ میں جسم کا طے کردہ فاصلہ نیچے کی سمت پہلے سکنڈ میں طے کردہ فاصلے کے مساوی ہوگا۔ لہٰذا

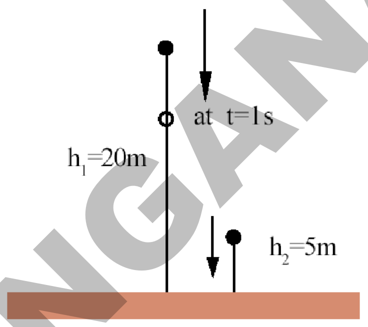
$$s = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 1 = 5m$$

SCERT TELANGANA

مثال- 3

دواجسام مختلف بلندیوں سے آزادنہ طور پر ایک ساتھ گرتے ہیں۔ پہلے جسم کے لیے گرنے کا وقت $t_1 = 2s$ اور دوسرے جسم کے لیے $t_2 = 2s$ ۔ جب ایک جسم گرنے لگے تو دوسرا جسم زمین سے کس بلندی پر تھا۔ $(g = 10m/s^2)$

حل:



شکل - 11

دوسرے جسم کو زمین تک پہنچنے کے لیے ایک سکنڈ درکار ہوگا لہٰذا ہمیں پہلے جسم کے ذریعہ پہلے سکنڈ اور دوسکنڈس میں طے کردہ فاصلہ معلوم کرنا ہوگا۔

2 سکنڈ میں طے کردہ فاصلہ

$$h_1 = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 2^2 = 20m$$

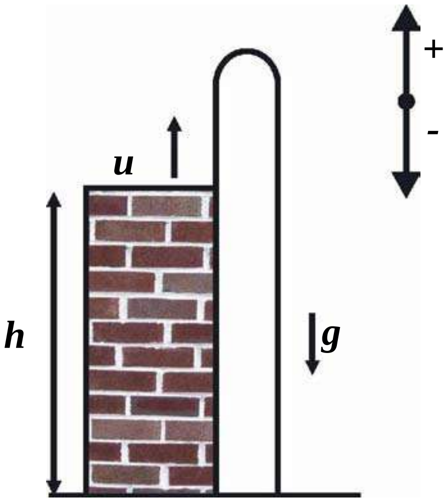
ایک سکنڈ میں طے کردہ فاصلہ $h_2 = 5m$

دوسرا جسم جب گرنے لگے تو پہلا جسم $h = 20 - 5 = 15m$

15 میٹر کی بلندی پر تھا۔

مثال - 4

ایک پتھر کو 25 میٹر اونچے ایک مینار پر ٹھہر کر 20 میٹر فی سکنڈ کی رفتار سے عموداً اوپر پھینکا گیا۔ اسے زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت درکار ہوگا؟ $(g = 10m/s^2)$



شکل - 12

حل:

اس سوال کو حل کرنے کے لیے علامت کا لحاظ ضروری ہے۔

اس کو شکل میں دکھائی گئی ہے۔

ہم اوپری سمت کو مثبت اور نچلی سمت کو منفی تصور کرتے ہیں۔

ایسا خیال حوالی فریم کے مطابق ہوتا ہے۔ مذکورہ مثال میں جس مقام سے پتھر پھینکا گیا، وہ مقام نقطۂ حوالی ہے۔

تب $u = 20m/s$

$a = g = -10m/s^2$

$S = h = -25m$

حرکت کی مساوات سے $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$-25 = 20t - \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$$

$$-25 = 20t - 5t^2$$

$$\Rightarrow t^2 - 4t - 5 = 0$$

اس مساوات کو حل کرنے پر ہمیں حاصل ہوتا ہے۔

$$(t-5)(t+1) = 0$$

$t = 5$ یا -1

$t=5$

مثال - 5

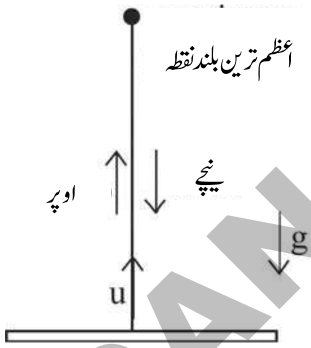
کسی جسم کو u کی ابتدائی رفتار سے عموداً اوپر پھینکا جائے تو اسے زمین پر واپس آنے میں کتنا وقت درکار ہوگا؟

SCERT TELANGANA

حل:

مساوات $S = ut + \frac{1}{2}at^2$ لینے پر

کل حرکت کے لئے S=0



شکل - 13

$$a = -g$$

$$u = u$$

$$0 = ut - \frac{1}{2}gt^2$$

$$\frac{1}{2}gt^2 = ut$$

$$t = \frac{2u}{g}$$

وزن:

کسی شئے کا وزن اصل میں اس پر کام کرنے والی زمین کی قوتِ کشش ہوتا ہے۔

لہٰذا نیوٹن کے دوسرے کلیہ کے مطابق

$$F_{net} = ma$$

ہمیں w=mg حاصل ہوتا ہے۔

اس کی اکائی نیوٹن (newton) ہے۔

ایک کلوگرام جسم کا وزن 9.8 نیوٹن ہوگا

دو کلوگرام جسم کا وزن 19.6 نیوٹن ہوگا

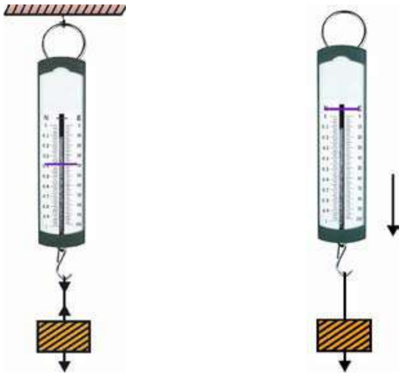
10 کلوگرام جسم کا وزن 98 نیوٹن ہوگا

مشغلہ - 5

کیا ہم ایک آزاد جسم کا وزن معلوم کر سکتے ہیں؟

آیئے معلوم کریں۔

شکل (a)14 شکل (b)14



ایک کمانی دار ترازو لیجیے اور اسے چھت سے لٹکا دیجیے۔ اس سے ایک پتھر لٹکایئے۔ کمانی دار ترازو کی ریڈنگ نوٹ کیجیے۔ اب کمانی دار ترازو کو لگے ہوئے وزن کے ساتھ ایک بلندی سے نیچے گرا دیجیے۔ کمانی دار ترازو کی اسکیل پر نمائندہ کی حرکت میں تبدیلی کو غور سے دیکھیے جب کہ یہ آزادانہ گرایا گیا ہو۔

- مذکورہ دونوں مثالوں میں کمانی دار ترازو کی ریڈنگ میں آپ نے کیا تبدیلی پائی؟
- کیا دونوں یکساں ہیں؟ اگر نہیں تو کیوں؟

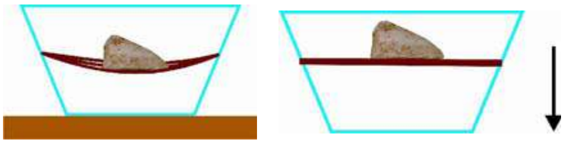
آپ نے کبھی سوئمنگ پول میں ایک خاص بلندی سے غوطہ لگایا ہوگا۔

- کسی بلندی سے آزادانہ گرنے کے دوران آپ کیسا محسوس کریں گے؟

SCERT TELANGANA

مشغلہ - 6

جسم کے آزادانہ گرنے کے دوران تبدیلیاں



شکل(a)15 شکل(b) 15

ایک شفاف کشتی لیجیے اور ان کی مخالف دیواروں پر سوراخ بنالیجیے۔ دو یا تین ربر بیانڈ لے کر سوراخوں کے درمیان باندھ دیجیے۔ اب شکل(a)15اور(b)15 کے مطابق ان پر ایک پتھر رکھیے۔

- کیاان میں خم پیدا ہوجائے گا؟

اب کشتی کو پتھر کے ساتھ گرادیجیے۔

- آپ کو کیسا دکھائی دے گا؟

جسم کے آزادانہ گرنے پر ہم کو ذیل کے نتائج حاصل ہوتے ہیں۔

کمانی دار ترازو کے تجربے کے دوران ریڈنگ صفر ہوجائے گی۔ چھلانگ کے دوران آدمی اپنے آپ کو بے وزن محسوس کرے گا۔ مشغلہ 6 میں ربر بیانڈ خطِ مستقیم میں ہوں گے اور ربر بیانڈس میں پھیلاؤ کا عمل نہیں دیکھا جائے گا۔

ہم نے کسی جسم کے وزن کو اس جسم پر قوتِ ثقل لیا ہے۔ جب کوئی شے سیدھی سخت سطح پر تعدیلی حالت میں ہوتی ہے تو اس کا وزن اس سطح پر محسوس ہوگا جس پر اسے رکھا گیا ہے یا پھر اس نقطے پر ہوگا جس پر اسے لٹکایا گیا ہے۔ دونوں صورتوں میں کوئی اسراع نہیں ہوگا اور وزن mg کے مساوی ہوجائے گا۔ پشتہ دینے والی قوت قوتِ ثقل کے بغیر ہی وجود میں آئے گی۔ اس طرح کسی جسم کے وزن کی تشریح اس طرح کی جائے گی کہ وہ قوت جو اس سطح کی قوت کے خلاف ہو جس پر اسے رکھا گیا ہے۔

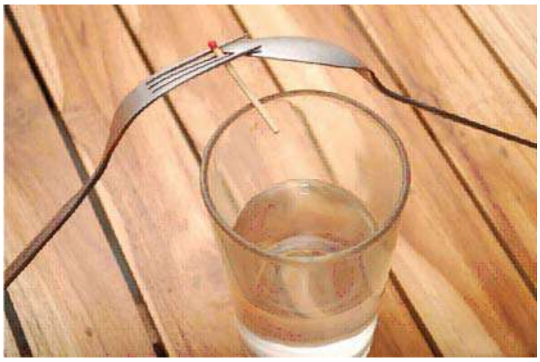
سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے

- آپ کا وزن کس وقت mg کے مساوی ہوگا؟
- کس وقت آپ کا وزن صفر ہوگا؟

مرکز جاذبہ

مشغلہ - 7

چمچے اور کانٹے کا توازن



شکل - 16

کانٹے، چمچے اور تیلی کو شکل۔16 کے مطابق باندھ دیجیے۔ کسی ڈبے کے کنارے پر اسے متوازن حالت میں رکھیے۔ کیوں؟

مشغلہ - 8

کیا آپ خم کھائے بغیر اٹھ کھڑے ہوسکتے ہیں؟

شکل - 17

SCERT TELANGANA

یہ کتاب حکومت تلنگانہ کی جانب سے مفت تقسیم کے لیے ہے

ایک کرسی پر آرام دہ انداز میں بیٹھ جائیے جیسا کہ شکل۔17 میں دکھایا گیا ہے۔اب اپنے جسم یا پیروں کو خم دیئے بغیر اٹھ کھڑے ہونے کی کوشش کیجیے۔

- کیا ہم ایسا کر پائیں گے؟اگر نہیں تو کیوں؟

مشغلہ - 9

سیڑھی کا توازن

سیڑھی کو اپنے کندھوں پر متوازن رکھنے کی کوشش کیجیے۔

ایسا کس وقت ہو سکے گا؟

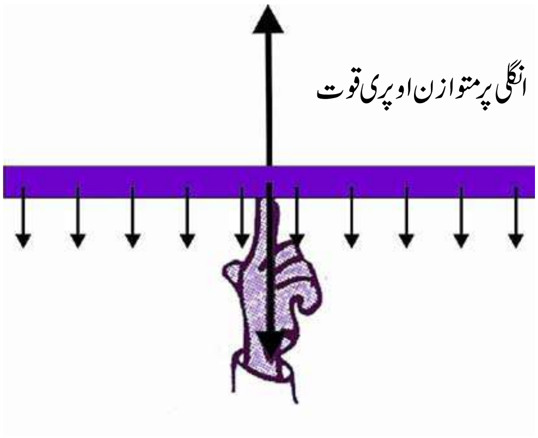
ہمیں اس کے لیے مرکز جاذبہ کو سمجھنے کی ضرورت ہے۔

مرکزِ جاذبہ کسی جسم کے وزن کی اوسط تقسیم کا مقام ہوتا ہے۔ جسم کا وہ نقطہ جہاں اس جسم کا پورا وزن عمل کرتا ہو، مرکز جاذبہ کہلاتا ہے۔

مشغلہ - 10

مرکز جاذبہ کا تعین

ایک میٹر اسکیل لیجیے۔اسے مختلف نقاط پر لٹکائیے۔آپ کیا دیکھتے ہیں؟ایک مرتبہ اسے اس کے وسطی نقطے پر لٹکائیے۔اب کیا ہوگا؟ کسی منتظم شے جیسے میٹر اسکیل کا مرکز جاذبہ اس کا وسطی نقطہ ہوتا ہے۔یعنی اس نقطے پر لٹکا دینے سے میٹر اسکیل کا طرزِ عمل ایسا ہوگا جیسا کہ اس کا سارا وزن اسی نقطے پر مرکوز ہو گیا ہو۔جس نقطے پر جسم کو سہارا دیا جاتا ہے، وہ سہارا دراصل پوری اسکیل کو دیا جاتا ہے۔اسکیل کا توازن اس کے مرکزِ جاذبہ کے تعین کا سادہ طریقہ ہے۔شکل میں جو تیر کے نشان دکھائے گئے ہیں، وہ قوتِ جاذبہ کی نشان دہی کرتے ہیں۔مرکزِ جاذبہ کے نقطے پر یہ تمام قوتیں حاصلہ قوتیں بن جاتی ہیں۔

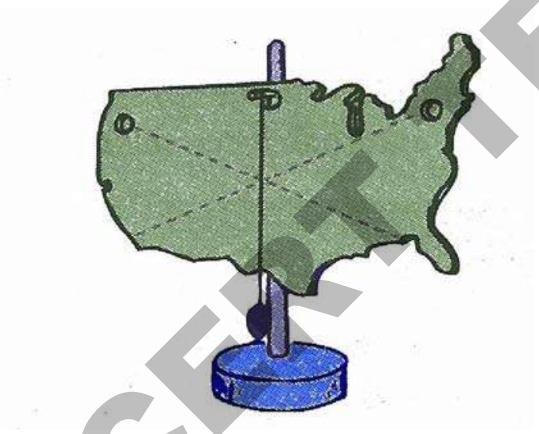


شکل - 18

پٹری کا سارا وزن اسی ایک ہی نقطے پر عمل کرتا ہوا متصور کیا جائے گا۔لہٰذا ہم اس نقطے سے گزرنے والی عمادی قوت لگاتے ہوئے پٹری کو متوازن ٹھہرا سکتے ہیں۔

- کسی شے کے مرکز جاذبہ کا تعین کیسے جائے؟

کسی آزادانہ لٹکائے ہوئے جسم کا مرکز جاذبہ لٹکائے گئے نقطے کے راست طور پر نیچے ہوتا ہے۔



شکل - 19

اگر لٹکائیے ہوئے نقطے سے ایک عمودی خط کھینچا جائے تو جسم کا مرکزِ جاذبہ اسی خط پر ہوگا۔یہ جاننے کے لیے کہ اس خط کے کس نقطے پر مرکزِ جاذبہ ہوگا، ہمیں اس شے کو کسی دوسرے نقطے پر لٹکانا ہوگا اور دوسرا عمودی خط لٹکائے ہوئے نقطے سے گزارنا ہوگا۔مرکزِ جاذبہ ان دونوں خطوط کا نقطۂ تقاطع پر ہوگا۔

SCERT TELANGANA

مشغلہ - 11

ایک دائروی حلقے کے مرکزِ جاذبہ کا تعین

مذکورہ طریقے کے مطابق ایک دائروی حلقے کا مرکزِ جاذبہ معلوم کیجیے۔

- اس دائروی حلقے کا مرکزِ جاذبہ کس نقطے پر واقع ہوگا؟
- کیا کسی جسم کا مرکزِ جاذبہ جسم کے باہر ہوگا؟
- کیا مرکزِ جاذبہ اس نقطے پر ہوسکتا ہے جہاں جسم کی کوئی کمیت ہی نہیں ہے۔

قیام پذیری Stability

کسی شے کے قیام پذیری کے لیے اس کے مرکزِ جاذبہ کا تعین ضروری ہے۔ اگر ہم دی ہوئی شے کے مرکزِ جاذبہ سے خطِ مستقیم اس طرح کھینچیں کہ یہ خط شے کے قاعدے کے اندر پائی جائے۔ ایسی صورت میں دی ہوئی شے قیام پذیر کہلائے گی۔

اگر مرکز جاذبہ قاعدے کے باہر پایا جائے تو یہ شے غیر قیام پذیر کہلائے گی۔

مشغلہ - 12

مرکز جاذبہ کی منتقلی اور اس کے اثرات

جب آپ سیدھے کھڑے ہوتے ہیں تو مرکزِ جاذبہ کہاں ہوتا ہے؟

شکل 20(b)

شکل 20(a)

اپنے انگوٹھوں کو چھونے کی کوشش کیجیے جیسا کہ شکل 20(a) میں دکھایا گیا ہے۔ اب سیدھے کھڑے ہوکر دوبارہ ایسا ہی کرنے کی کوشش کیجیے جیسا کہ شکل 20(b) میں دکھایا گیا ہے۔

- دوسری صورت میں (شکل 20-b) کیا آپ اپنے پیر کے انگوٹھوں کو چھوسکیں گے؟ اگر نہیں تو کیوں؟
- دونوں صورتوں میں اپنے جسم کے مرکز جاذبہ میں آپ کو کیا فرق محسوس ہوتا ہے؟

سوچیے اور تبادلہ خیال کیجیے۔

- کسی کرّے اور مثلثی جسم کا مرکزِ جاذبہ کہاں ہوتا ہے؟
- کیا جسم کا مرکز جاذبہ ایک سے زائد ہوتا ہے؟
- مائل Pisa tower گر کیوں نہیں جاتا؟
- پیٹھ پر زیادہ وزن سامان اٹھاتے وقت آپ کو آگے جھکنا کیوں پڑتا ہے؟

SCERT TELANGANA

یہ کتاب حکومت تلنگانہ کی جانب سے مفت تقسیم کے لیے ہے

اہم نکات

ہموار دائروی حرکت ، مرکز جو اسراع ، مرکزِ جو قوت ، مرکز جاذبہ، کلیہ تجاذب ، وزن ،
بے وزنی حالت ، قیام پذیری ، آزادانہ گرنے والا جسم

ہم نے کیا سیکھا

- دائروی راستے میں کسی جسم کی مستقل رفتار، ہموار دائروی حرکت کہلاتی ہے۔
- کسی جسم کی رفتار کی سمت میں تبدیلی لانے والے اسراع کو مرکزِ جو اسراع کہتے ہیں۔ اس کی سمت ہموار دائروی حرکت کے دوران دائرے کے مرکز کی جانب ہوتی ہے۔
- کسی جسم کو ہموار دائروی حرکت میں قائم رکھنے کے لیے مطلوبہ قوت مرکز جو قوت کہلاتی ہے۔

$$F_e = mv^2 / R$$

- کائنات میں ہر جسم دوسرے جسم کو کشش کرتا ہے۔ ان دونوں کے درمیان قوتِ کشش ان کی کمیتوں کے حاصلِ ضرب کے راست متناسب اور درمیانی فاصلے کے مربع کے بالعکس متناسب ہوتی ہے۔
- زمین کی سطح سے قریب تمام اجسام کا اسراع $9.8 m/s^2$ ہوتا ہے لیکن زمین کی سطح سے دور جانے پر اس میں کمی واقع ہوتی ہے۔
- کسی جسم کو آزادنہ گرنے والا جسم اس وقت کہا جائے گا جب اس پر قوتِ ثقل عمل کرتی ہے۔
- کسی جسم کا وزن اس جسم پر زمین کی قوت ہوتا ہے۔ $w = mg$،
- آزادانہ طور پر گرنے کے دوران کوئی جسم بے وزنی کی کیت سے دوچار ہوتا ہے۔
- کسی جسم کا مرکز جاذبہ وہ نقطہ ہوتا ہے جہاں پر اس جسم کا پورا وزن عمل کرتا ہے۔
- جب وزن کی سمتی مقدار جسم کے قاعدے سے گزرتی ہے تو جسم تعدیلی مقام پر آ جاتا ہے۔

SCERT TELANGANA

آیئے اپنے اکتساب کو فروغ دیں

تصورات پر ردِ عمل

1۔ یہ آپ کس طرح سمجھائیں گے کہ ایک جسم دائروی حرکت میں ہے؟(AS1)

2۔ چاند کا اسراع زمین کی مرکزی کی طرف محسوب کیجیے۔(AS1)

3۔ آفاقی تجاذبی کلیہ کو سمجھایئے۔(AS1)

4۔ بعض ایسے مواقع کا تذکرہ کیجیے جہاں ایک آدمی کا مرکز جاذبہ اس کے جسم سے باہر ہوتا ہو۔(AS2)

5۔ وضاحت کیجیے کہ اگر کھمبے میں کسی قدر خم پایا جائے تو تنی ہوئی رسی پر چلنے کے لیے لمبا کھمبا کیوں فائدہ مند ہوتا ہے؟(AS7)

تصورات کا اطلاق

1۔ ایک کار 10 میٹر کا نصف قطر بناتے ہوئے ایک دائروی راستے پر 10 میٹر فی سکنڈ کی مستقل رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ کار کی کمیت 1000 کلوگرام ہے۔ کار کو مطلوبہ مرکزِ جو قوت کی مقدار کیا ہے؟ (AS1) (جواب: 10^4N)

2۔ ایک گیند کو 50 میٹر فی سکنڈ کی رفتار سے عمودی طور پر اوپر پھینکا گیا۔ اس کی انتہائی بلندی، انتہائی بلندی کا وقت اور اعظم ترین رفتار معلوم کرو۔ $(g = 10m/s^2)$ (جواب: صفر۔125m;5s)(AS1)

3۔ دو کروں میں ہر ایک کی کمیت 10 کلوگرام ہے اور انھیں ان کے مرکزوں سے 10 سینٹی میٹر دور رکھا گیا ہے۔ ان کے درمیان تجاذبی قوت محسوب کرو۔(AS1) (جواب: $G = 10^4$ Newton)

4۔ ایک گیند کسی بلندی سے نیچے پھینکی گئی۔ زمین سے ٹکرانے سے پہلے آخری 6 میٹر طے کرنے کے لیے اگر درکار وقت 0.2 سکنڈ ہو تو بتاؤ کہ گیند کو کس بلندی سے پھینکا گیا تھا۔ ($(g = 10m/s^2)$ لیا جائے) (AS1) (جواب: 54.45m)

5۔ زمین اور چاند کے درمیان تجاذبی قوت نہ ہونے کی صورت میں چاند کا راستہ کیسا ہوگا؟(AS2)

6۔ دو بکیٹوں میں پانی کی ایک ہی مقدار کی منتقلی کے مقابلے میں ایک ہی بکیٹ سے منتقلی مشکل کیوں ہے؟(AS7)

SCERT TELANGANA

غور وفکر پر مبنی اعلیٰ درجے کے سوالات

1۔ ایک شخص ایک دیوار سے متصل اس انداز میں کھڑا ہے کہ اس کا سیدھا کندھا اور سیدھی ٹانگ دیوار کی سطح پر ایک دوسرے سے مس کرتے ہیں۔ دیوار سے دور اپنے جسم کو لے جائے بغیر کیا یہ شخص بایاں پیر او پر اٹھا سکتا ہے؟ کیوں؟ وضاحت کیجیے۔(AS7)

2۔ ایک سیب ایک درخت سے گرتا ہے۔ سیب میں موجود ایک کیڑا سمجھتا ہے کہ زمین اس کی طرف اسراع g سے آ رہی ہے۔ اس اسراع کے ساتھ زمین کو اسراع دینے کی درکار قوت کیسے فراہم ہو رہی ہے؟(AS7)

کثیر انتخابی سوالات

1۔ اسراع جو صرف جسم کی رفتار کی سمت کو تبدیل کرتا ہے کہلاتا ہے ( )

a) اسراع بوجہ جاذبہ زمین b) ہموار اسراع c) مرکز جو اسراع d) مرکز گریز اسراع

2۔ زمین اور چاند کے درمیان فاصلہ ( )

a) 3,84,400km b) 3,84,400cm c) 84,400km d) 86000km

3۔ آفاقی تجاذبی مستقل کی قدر ( )

a) $6.67X10^{-11}N.m^2kg^{-2}$ b) $9.8m/sec^2$

c) $6.67X10^{-12}N.m^2kg^{-2}$ d) $981m/sec^2$

4۔ ایک شئے کا وزن جس کی کمیت 1kg ہے ( )

a) $1kg/m^2$ b) $9.8m/sec^2$ c) 9.8 N d) $9.8 N/m^2$

مجوزہ تجربات (Suggested Experiment)

1۔ کسی جسم کے مرکزہ جاذبہ کو معلوم کرنے کے لئے ایک تجربہ منعقد کیجیے اور رپورٹ تیار کیجیے۔

2۔ آزادانہ گرنے والے جسم $\frac{2S}{t^2}$ کی قدر ایک تجربہ کے ذریعہ معلوم کیجیے اور ساتھ ہی g کی قدر بھی معلوم کیجیے۔

مجوزہ پراجکٹ (Suggested Project)

1۔ مختلف اجسام جن کی ہیئتیں مختلف ہوں اکٹھا کرتے ہوئے اُن کے قاعدے کے رقبے اور قیام پذیری میں پائے جانے والے رشتے پر ایک رپورٹ تیار کیجیے۔

2۔ زمین کے اطراف چاند کی گردش سے متعلق معلومات اکٹھا کیجیے اور رپورٹ تیار کیجیے۔

SCERT TELANGANA