

کائناتی میٹکس (Kinematics)

باب 2

طلبہ کے حاصلات تعلیم

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

- سکالر اور ویکٹر مقداروں کے درمیان فرق کر سکیں:
- (سکالر مقدار میں صرف مقدار (سائز) ہوتی ہے، جب کہ ویکٹر مقدار میں مقدار اور سمت دونوں شامل ہوتے ہیں۔ طلبہ ویکٹرز کو گرافیکلی (Graphically) طور پر ظاہر کرنے کے قابل ہونے چاہئیں۔)
- بتائیں کہ فاصلہ، سپیڈ، وقت، ماس، انرجی، اور ٹمپریچر سکالر مقدار ہیں کیوں ہیں۔
- بتائیں کہ پوزیشن کی تبدیلی، فورس، وزن، ولاسٹی، اور ایکسلریشن (acceleration) ویکٹر مقدار ہیں کیوں ہیں۔
- گرافیکل طریقے سے دو یا زیادہ ویکٹرز کا حاصل ویکٹر معلوم کر سکیں۔
- حرکت کی مختلف اقسام کے درمیان فرق کر سکیں:
- جیسا کہ ٹرانسلیری (خطی، بے ترتیب، اور دائرہ میں حرکت)، گردشی اور ارتعاشی حرکت۔
- فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ، سپیڈ اور ولاسٹی کے درمیان فرق کر سکیں۔
- اوسط سپیڈ کی تعریف کر سکیں اور فارمولے سے اسے معلوم کر سکیں:
- [اوسط سپیڈ = (کل طے شدہ فاصلہ) / (کل وقت)]۔
- اوسط اور لحاتی سپیڈ کے درمیان فرق کر سکیں (کسی گاڑی کے سپیڈ میٹر کی ریڈنگ کسی لمحے کی لحاتی سپیڈ ہوتی ہے)۔
- یکساں اور غیر یکساں ولاسٹی کے درمیان فرق کر سکیں۔
- ایکسلریشن کی تعریف کر سکیں اور اس فارمولے سے سوال حل کر سکیں۔ $(a = \Delta v / \Delta t)$ ۔ فارمولے سے ایکسلریشن کے یونٹ $m s^{-2}$ نکالنا اور اس فارمولے کا استعمال کرتے ہوئے سوال حل کرنا شامل ہے۔ یہ جاننا بھی شامل ہے کہ منفی ایکسلریشن کو ڈی سلریشن کہا جاتا ہے اور اسے فارمولے میں استعمال کر سکیں۔



- یکساں اور غیر یکساں ایکسلریشن کے درمیان فرق کر سکیں۔
- فاصلہ۔ وقت اور سپیڈ۔ وقت گرافس کے خاکے بنائیں اور وضاحت کر سکیں:
- [اس میں شامل ہے کہ فاصلہ۔ وقت گراف کی شکل سے معلوم کریں کہ کب:
- (a) جسم ساکن ہے، (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، (c) تیز ہو رہا ہے، (d) سست ہو رہا ہے۔]
- سپیڈ۔ وقت گراف کی شکل سے معلوم کر سکیں کہ کب:

- (a) جسم ساکن ہے، (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے، (c) یکساں ایکسلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔ (d) ڈی سلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔
- طلبہ سے یہ بھی درکار ہے کہ فاصلہ۔ وقت گراف کے گریڈیئنٹ سے سپیڈ کیسے معلوم کریں گے۔ اس میں یہ بھی شامل ہے کہ سپیڈ۔ وقت کے گراف کی شکل سے کیسے معلوم کریں گے کہ کوئی شے: (a) ریست میں ہے (b) یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے (c) یکساں ایکسلریشن سے حرکت کر رہی ہے۔

- زمین کے قریب آزادانہ گرتے ہوئے جسم کے لیے g کی اوسط قیمت $10 m/s^2$ استعمال کر سکیں اور سوالات حل کر سکیں۔

سپیڈ۔ وقت گرافس میں طے شدہ فاصلے کا تجزیہ کر سکیں:

(یکساں سپیڈ اور یکساں ایکسلریشن کی حالتوں کے لیے گراف کے نیچے کے ایریا کو معلوم کر کے)۔

سپیڈ۔ وقت گراف کے گریڈیئنٹ سے ایکسلریشن کا حساب لگا سکیں۔

بیان کر سکیں کہ کائنات میں کسی بھی جسم کی سپیڈ کی ایک حد ہے، جو تقریباً $3 \times 10^8 m s^{-1}$ ہے۔

(طلبہ کو صرف اس حقیقت سے واقف ہونا چاہیے۔ گہرائی میں اس کا مطالعہ ضروری نہیں۔ مقصد یہ ہے کہ طلبہ یہ سمجھیں کہ سپیڈ کی ایک حد موجود ہے)۔

میکینکس، فزکس کی ایک ایسی برانچ ہے جس میں اجسام کی حرکت اور اس حرکت کو تبدیل کرنے والی فورس (Force) کا مطالعہ کیا جاتا ہے۔ عام طور پر میکینکس کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے:

2- ڈائنامکس (Dynamics) کینمٹکس (Kinematics)

کینمٹکس، فورس کے حوالے کے بغیر اجسام کی حرکت کے مطالعہ کا نام ہے۔ جب کہ ڈائنامکس، فورسز اور اجسام کی حرکت پر فورسز کے اثرات کے مطالعے کا علم ہے۔ اپنی روزمرہ زندگی میں ہم بہت سے حرکت کرتے ہوئے اجسام کو دیکھتے ہیں۔ مثلاً سڑکوں پر دوڑتی ہوئی کاریں۔ بسیں، سائیکلیں، موٹر سائیکلیں، ہوا میں پرواز کرتے ہوئے ہوائی جہاز، نہروں میں بہتا ہوا پانی اور میز پر سے زمین پر گرتی ہوئی کچھ اشیا۔

ڈائنامکس ان اجسام کی حرکت کے مطالعہ کا نام ہے جو بلحاظ یا بلحاظ اُس فورس کے جو ان میں حرکت پیدا کرتی ہے یا ان کی حرکت کو تبدیل کرتی ہے۔

2.1 (Scalars and Vectors) (سکیلرز اور ویکٹرز)

کینمٹکس کا وضاحت سے مطالعہ کرنے سے پہلے ہمیں مختلف طبعی مقداروں کی اہمیت کو جاننا ضروری ہے۔ کچھ مقداریں سکیلرز کہلاتی ہیں اور کچھ ویکٹرز۔

سکیلر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جو صرف اس کی عددی مقدار کے ذریعے مکمل طور پر بیان کی جاسکتی ہے۔

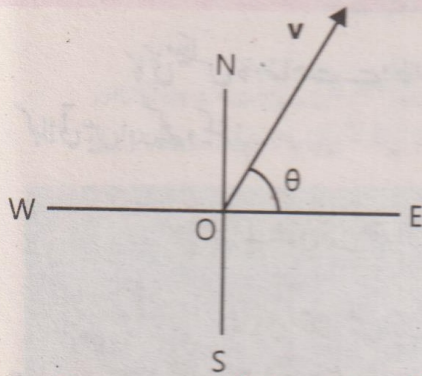
عددی مقدار میں ایک عدد (Number) اور اُس کا ایک مناسب یونٹ شامل ہوتا ہے۔ جب ہم کسی دوکاندار سے کلوگرام چینی مانگتے ہیں تو وہ بخوبی سمجھ جاتا ہے کہ ہمیں کتنی مقدار چاہیے۔ یہ چینی کے ماس (mass) کی عددی قیمت ہے۔ ماس ایک سکیلر مقدار ہے۔ سکیلر مقداروں کی کچھ مزید مثالیں، فاصلہ، لمبائی، وقت، سپیڈ، انرجی اور ٹمپریچر ہیں۔ سکیلر مقداروں کو عام اعداد (Numbers) کی طرح جمع کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر $8 \text{ میٹر} + 3 \text{ میٹر} = 11 \text{ میٹر}$ ۔

اس کے برعکس ویکٹر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جیسے مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے اس کی عددی مقدار کے ساتھ ساتھ اس کی سمت کی بھی ضرورت ہوتی ہے۔

ویکٹر مقداروں کی مثالیں ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی، ایکسلریشن، وزن اور فورس ہیں۔ 90 کلو میٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے شمال کی طرف جاتی ہوئی ایک کاری ولاسٹی کو ایک ویکٹر سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے کیونکہ اس کی عددی قیمت (90 کلو میٹر فی گھنٹا) سمت شمال کی جانب ہے۔ ویکٹر مقداروں کو سکیلر مقداروں کی طرح جمع نہیں کیا جاسکتا۔ ویکٹرز کو جمع کرنے کے خاص طریقے ہیں۔ ان طریقوں میں ویکٹرز کی سمتوں کو بھی عمل میں لایا جاتا ہے۔

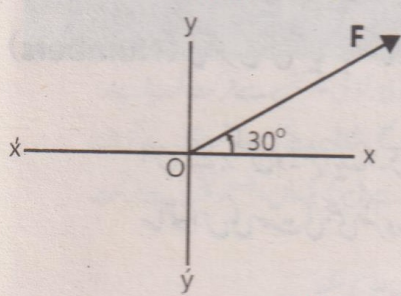
ویکٹر کو ظاہر کرنے کا طریقہ (Representation of Vectors)

ٹیکسٹ بک میں ویکٹر کو سیدھے جلی حروف (Bold-face letters) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ جیسا کہ $\mathbf{v}$, $\mathbf{F}$, $\mathbf{A}$ اور $\mathbf{d}$ وغیرہ۔ چونکہ ہم کاغذ پر جلی حروف میں نہیں لکھ سکتے لہذا ویکٹر کو لکھنے کے لیے حرف (Letter) کے اوپر ایک چھوٹا سا تیر کا نشان بنا دیا جاتا ہے۔ جیسا کہ $\vec{d}$, $\vec{F}$, $\vec{A}$ اور $\vec{d}$ ۔ ویکٹر کی عددی قیمت ظاہر کرنے کے لیے حرف کو ٹیڑھا (Italic) لکھا جاتا ہے اور اس پر تیر کا نشان نہیں بنایا جاتا۔ اشکال کے ذریعے (Graphically) ویکٹر کو ایک سیدھی لائن سے ظاہر کیا جاتا ہے جس کے ایک سرے پر تیر کا نشان بنادیا جاتا ہے۔ لائن کی لمبائی ایک مناسب سکیل کے مطابق ویکٹر مقدار کی عددی قیمت کو ظاہر کرتی ہے جبکہ تیر کی سمت، ویکٹر کی سمت بتاتی ہے۔ کسی ویکٹر کی سمت ظاہر کرنے کے لیے آپس میں عمودی دو لائنوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ایک لائن ہم مشرق، مغرب کی سمتوں کے لیے اور دوسری لائن شمال، جنوب کی سمتیں ظاہر کرنے کے لیے لگاتے ہیں، جیسا کہ شکل (a) 2.1 میں دکھایا گیا ہے۔ ویکٹر کی سمت ان دو لائنوں کے حوالے سے بتائی جاسکتی ہے۔ زیادہ تر ہم کوئی سی بھی دو لائنیں استعمال کرتے ہیں جو ایک دوسرے پر عمود ہوں۔ افقی (Horizontal) لائن x (xx') ایکسز کہلاتی ہے اور عمودی (Vertical) لائن y (yy') ایکسز کہلاتی ہے (شکل 2.1-b)۔ وہ نقطہ (Point) جہاں یہ دونوں ایکسز ملتے ہیں، نقطہ آغاز (Origin) کہلاتا ہے۔ اسے عموماً O سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یہ ایکسز عموماً حوالہ کے ایکسز (Reference axes) بھی کہلاتے ہیں۔



ویکٹر $\mathbf{v}$ مشرق کی طرف θ زاویہ بناتے ہوئے

شکل (a) 2.1



ویکٹر $\mathbf{F}$ ، x -ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے

شکل (b) 2.1

آپ کی معلومات کے لیے

جغرافیائی سمت کے لیے حوالہ کی لائن شمال، جنوباً ہوتی ہے جبکہ کارٹیشن کو آرڈینیٹ سسٹم میں پازیٹو x -ایکسز کا حوالہ استعمال کیا جاتا ہے۔

ویکٹر کو ظاہر کرنے کے لیے اس کی لائن نقطہ آغاز سے مطلوبہ سمت کی طرف کھینچی جاتی ہے۔ عموماً سمت کے لیے لائن کا x -ایکسز کے ساتھ زاویہ θ (تھیٹا) بتایا جاتا ہے۔ یہ زاویہ x -ایکسز کی دائیں طرف سے گھڑی مخالف (Anticlockwise) سمت میں ماپا جاتا ہے۔

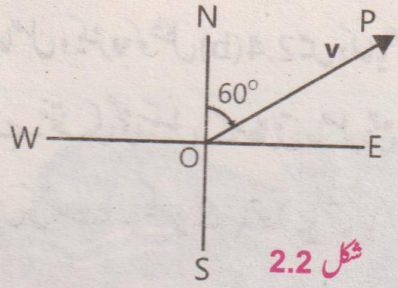
مثال 2.1:

نمائندہ لائن کھینچ کر ولاسٹی ویکٹر $\mathbf{v}$ ظاہر کریں کہ 300 m s^{-1} ولاسٹی شمال سے مشرق کی طرف 60° کا زاویہ بتا رہی ہے۔

حل:

(i) ایک دوسرے پر عمود، دو لائنیں کھینچیں جو کہ شمال، جنوب، مشرق اور مغرب کی نشان دہی کریں۔

(ii) ایک مناسب سکیل کا انتخاب کریں۔ اگر $100 \text{ m s}^{-1} = 1 \text{ cm}$ تو 300 m s^{-1} کو 3 cm لمبی لائن ظاہر کرے گی۔



شکل 2.2

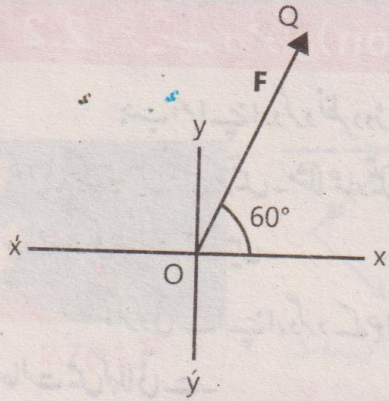
(iii) 3cm لمبی لائن OP، شمال سے مشرق کی طرف 60° کا زاویہ بناتی ہوئی کھینچیں۔

(iv) لائن کے سرے پر تیر کا نشان بنائیں۔ OP ویکٹر v ہے۔

مثال 2.2:

ایک فورس ویکٹر F کی نمائندہ لائن کھینچیں جس کی عددی قیمت 350 N ہے اور x-ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتا ہے۔

حل:



شکل 2.3

(i) افقی اور عمودی لائنیں کھینچ کر x-ایکسز اور y-ایکسز بنائیں جیسا کہ شکل

2.3 میں دکھایا گیا ہے۔

(ii) سکیل: اگر $100\text{N} = 1\text{cm}$ تو $350\text{N} = 3.5\text{cm}$

(iii) 3.5 cm لمبی لائن OQ، x-ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہوئی کھینچیں۔

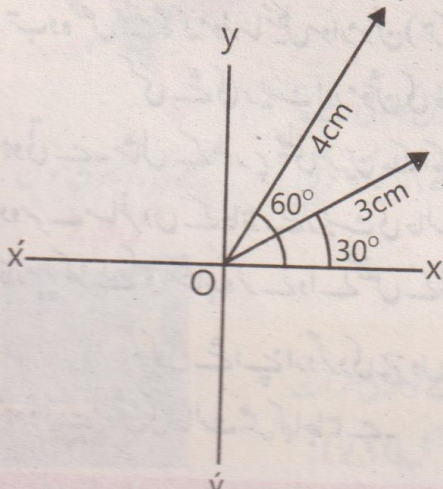
(iv) لائن OQ کے سرے پر تیر کا نشان بنائیں۔ OQ فورس ویکٹر F ہے۔

حاصل ویکٹر (Resultant Vector)

ہم دو یا دو سے زیادہ ویکٹرز کو جمع کر کے ایک ویکٹر حاصل کر سکتے ہیں، یہ حاصل ویکٹر کہلاتا ہے۔ اس کا وہی اثر ہوتا ہے جو جمع کیے جانے والے تمام ویکٹرز کا مجموعی اثر ہوگا۔

ہمیں حاصل ویکٹر کی عددی قیمت اور سمت دونوں معلوم کرنا ہوتی ہیں۔ اس لیے یہ سکیلز کی جمع سے بالکل مختلف ہے۔ ویکٹرز کو جمع کرنے کے ایک طریقے کو شکل کے ذریعے اظہار گرافیکل (Graphical) کا طریقہ کہا جاتا ہے۔

شکل کے ذریعے ویکٹرز کی جمع کا طریقہ

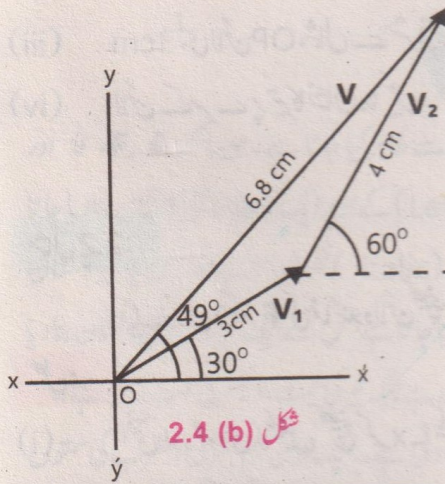


شکل 2.4 (a)

آئیے دو ویکٹرز v_1 اور v_2 کو جمع کریں جن کی عددی قیمتیں 300N اور 400N ہیں اور وہ x-ایکسز کے ساتھ بالترتیب 30° اور 60° کے زاویے بناتے ہیں۔ ایک مناسب سکیل منتخب کر کے یعنی $100\text{N} = 1\text{cm}$ ہم ویکٹرز بنا سکتے ہیں جیسا کہ شکل 2.4(a) میں دکھایا گیا ہے۔

ان ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے ہم ایک اصول پر عمل درآمد کرتے ہیں جو ہیڈ ٹو ٹیل رول (Head-to-tail Rule) کہلاتا ہے۔ اسے الفاظ میں اس طرح سے بیان کیا جاتا ہے:

بہت سے ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے ان کی نمائندہ لائنیں اس طرح کھینچیں کہ ایک ویکٹر کا ہیڈ دوسرے ویکٹر کی ٹیل کے ساتھ جڑے۔ ان کا حاصل ویکٹر ایک ایسا ویکٹر ہوگا جو کہ پہلے ویکٹر کی ٹیل سے شروع ہو کر آخری ویکٹر کے ہیڈ تک جائے گا۔



حاصل ویکٹر V کو شکل 2.4 (b) میں دکھایا گیا ہے۔ اس کی لمبائی کی پیمائش 6.8 cm ہے۔ منتخب کی گئی سکال کے مطابق حاصل جمع ویکٹر کی عددی قیمت 680 N ہوگی۔ اور اس کی سمت x-ایکسز کے ساتھ (پیمائش کیا گیا) 49° کا زاویہ ہے۔

ہم دو سے زیادہ ویکٹرز کا حاصل ویکٹر بھی اسی طریقے سے ان کو ہیڈ ٹو ٹیل رول کے مطابق جمع کر کے معلوم کر سکتے ہیں۔

2.2 ریست اور موشن (Rest and Motion)



شکل 2.5(a)

جب ہم اپنے ارد گرد نظر دوڑاتے ہیں تو ہم بہت سی ایسی چیزیں دیکھتے ہیں جو اپنی جگہ تبدیل نہیں کرتیں۔ مثلاً عمارتیں، درخت، بجلی کے کھمبے وغیرہ۔ ہم کہتے ہیں کہ یہ ریست کی حالت میں ہیں۔

اگر کوئی شے اپنے ارد گرد کے حوالے سے اپنی جگہ تبدیل نہیں کرتی تو یہ ریست کی حالت میں کہلاتی ہے۔

آئیے اب دیکھتے ہیں کہ موشن کیا ہے؟ فرض کریں کہ ایک موٹر سائیکل سوار سڑک پر کھڑا ہے (شکل 2.5-a)۔ کوئی شخص (Observer) اسے دیکھتا ہے کہ وہ اپنے ارد گرد کی اشیاء مثلاً قریبی عمارت، درخت یا کھمبے کے لحاظ سے اپنی جگہ تبدیل نہیں کر رہا تو وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار ریست کی حالت میں ہے۔



شکل 2.5(b)

جب سوار موٹر سائیکل چلا رہا ہو (شکل 2.5-b) تو مشاہدہ کرنے والا شخص دیکھے گا کہ موٹر سائیکل سوار اپنے ارد گرد کی اشیاء کے لحاظ سے مسلسل اپنی جگہ بدل رہا ہے۔ تب وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار موشن (حرکت) کی حالت میں ہے۔ کسی شے کی ریست اور موشن کی حالت مشاہدہ کرنے والے کے لحاظ سے ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر چلتی ٹرین کے ایک ڈبے میں کھڑا شخص ڈبے میں موجود دوسرے مسافروں کے لحاظ سے ریست کی حالت میں ہے لیکن ریلوے اسٹیشن کے پلیٹ فارم پر کھڑے کسی مشاہدہ کرنے والے شخص کے لحاظ سے وہ موشن کی حالت میں ہے۔

اگر کوئی شے اپنے ارد گرد کی چیزوں کے لحاظ سے مسلسل اپنی جگہ تبدیل کر رہی ہو تو اسے موشن کی حالت میں کہا جاتا ہے۔

2.3 موشن کی اقسام (Types of Motion)

ہم اپنی روزمرہ زندگی میں مختلف قسم کی موشن دیکھتے ہیں۔ ایک ریل گاڑی قریباً سیدھی لائن میں چلتی ہے، ایک بچے کے پر اپنے محور کے گرد گھومتے ہیں۔ ایک جھولا اپنی جگہ سے آگے پیچھے جھولتا ہے۔ عام طور پر اجسام کی موشن کو تین اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے:

1- ٹرانسلیٹری موشن (Translatory Motion)

2- روٹیٹری موشن (Rotatory Motion)

3- وائبریٹری موشن (Vibratory Motion)



شکل 2.6

1- ٹرانسلیٹری موشن

اگر کسی جسم کی موشن اس طرح ہو کہ اس کا ہر ذرہ بالکل ایک جیسی حرکت کرے تو وہ ٹرانسلیٹری موشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر ایک ریل گاڑی یا کار کی موشن ٹرانسلیٹری موشن ہے (شکل 2.6)۔
ٹرانسلیٹری موشن تین طرح کی ہو سکتی ہے۔

(i) لی نیئر موشن (Linear Motion)

اگر کوئی جسم سیدھی لائن میں حرکت کرے تو اسے لی نیئر موشن کہتے ہیں۔ لی نیئر موشن کی مثال آزادانہ گرتا ہوا جسم ہے۔

(ii) رینڈم موشن (Random Motion)

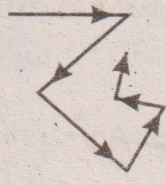
اگر کوئی جسم بے ترتیب انداز میں حرکت کرے تو اسے رینڈم موشن کہتے ہیں، مثلاً شہد کی مکھی کی اڑان (شکل 2.7)۔

(iii) سرکلر موشن (Circular Motion)

کوئی جسم دائرے میں حرکت کرے تو اسے سرکلر موشن کہتے ہیں۔ اگر کسی ڈوری کے ایک سرے پر بندھے گیند کو گھمائیں تو وہ ایک دائرے میں حرکت کرے گا۔ فیرس ویل (Ferris Wheel) کی حرکت بھی سرکلر موشن ہے (شکل 2.8)۔



شکل 2.7(b)



شکل 2.7(a)



شکل 2.8 سرکلر موشن



شکل 2.9



شکل 2.10

2- روٹیٹری موشن

اگر کسی جسم کا ہر ذرہ ایک نقطہ یا ایک سر کے گھومے تو اس جسم کی موشن روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر الیکٹرک مشین یا واشنگ مشین ڈرائر کی موشن روٹیٹری موشن ہے (شکل 2.9)۔ لٹو کی موشن بھی روٹیٹری موشن ہے۔

3- وائبریٹری موشن

اگر کوئی جسم اپنی ریٹ پوزیشن کے آگے پیچھے اپنی حرکت کو بار بار دہرائے تو ایسی حرکت وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔ چلڈرن پارک کے کسی چھوٹے لٹو کی حرکت وائبریٹری موشن ہے (شکل 2.10)۔

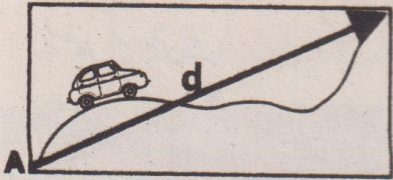
2.4 فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (Distance and Displacement)

ہم جانتے ہیں کہ موشن کسی جسم کا ایک جگہ سے دوسری جگہ جانے یا اپنی جگہ تبدیل کرنے کا عمل ہے۔ یہ بنیادی طور پر لمبائی کی پیمائش ہے۔ ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان لمبائی دو طریقوں سے ماپی جاسکتی ہے۔ یعنی فاصلہ میں یا ڈس پلیسمنٹ میں۔

فاصلہ اصل میں طے کئے گئے راستے کی لمبائی ہے۔

فرض کریں ایک شخص کار کے ذریعے لاہور سے ملتان کے لیے سفر کر رہا ہے۔ ملتان پہنچ کر وہ میٹر کی ریڈنگ دیکھتا ہے اور نوٹ کرتا ہے کہ اُس نے 320 کلومیٹر کا فاصلہ طے کیا ہے۔ یہ اُس شخص کا اصل میں طے کردہ فاصلہ ہے۔ ظاہر ہے کہ یہ لاہور سے ملتان تک کا کم سے کم فاصلہ نہیں ہے کیونکہ راستے میں کار نے کئی موڑ مڑے ہیں۔ اُس نے ایک سیدھی لائن میں سفر طے نہیں کیا ہے۔

کسی جسم کی طے کردہ ڈس پلیسمنٹ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ جس کی عددی قیمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن تک کم سے کم فاصلہ ہے اور اس کی سمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن کی طرف ہوگی۔



شکل 2.11

ہم اسے پوزیشن میں تبدیلی بھی کہہ سکتے ہیں۔ خیال رہے کہ ڈس پلیسمنٹ ایک ویکٹر مقدار ہے جبکہ فاصلہ ایک سکالر مقدار ہے۔ درج ذیل مثال سے فاصلے اور ڈس پلیسمنٹ میں فرق کی بخوبی وضاحت ہو جائے گی۔

فرض کریں ایک کار پوزیشن A سے B تک سفر کرتی ہے۔ منحنی لائن کار کا طے کردہ اصل راستہ ہے (شکل 2.11)۔ کار کا طے کردہ کل فاصلہ منحنی لائن AB کی لمبائی کے برابر ہے۔ ڈس پلیسمنٹ (d) A سے لے کر B تک سیدھی لائن AB ہے جس کے سرے پر تیر کا نشان بنایا گیا ہے۔ ڈس پلیسمنٹ کا SI یونٹ وہی ہے جو کہ فاصلے کا ہے۔

2.5 سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)



گول گھومتی سڑک پر دوڑتی کار کی سپیڈ یکساں ہوتی ہے۔ لیکن اس کی ولاسٹی ہر لمحہ بدل رہی ہوتی ہے۔ کیوں؟

ہم اکثر یہ معلوم کرنے میں دلچسپی رکھتے ہیں کہ کوئی جسم کتنی تیزی سے حرکت کر رہا ہے۔ اس مقصد کے لیے ہمیں اس کا اکائی وقت (Unit time) میں طے کردہ فاصلہ معلوم کرنا پڑتا ہے۔ اگر کوئی جسم S فاصلہ t وقت میں طے کرتا ہے تو اُس کی سپیڈ v کو اس طرح لکھا جائے گا۔

$$v = \frac{S}{t} \quad \text{یا} \quad \text{سپیڈ} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

$$S = vt \quad \text{..... (2.1) یا}$$

سپیڈ ایک سکالر مقدار ہے۔ سپیڈ کا SI یونٹ

یا km h^{-1} ہے۔



زمین پر تیز ترین دودھ پلانے والا جانور (چیتا) اور تیز ترین مچھلی (سیل فش) دونوں کی ریکارڈ شدہ تیز ترین رفتار 110 کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔

یقیناً کسی گاڑی کی سپیڈ تمام سفر کے دوران میں یکساں (constant) نہیں رہتی۔ اگر سپیڈ میٹر کی ریڈنگ دیکھتے رہیں تو یہ ہر وقت بدلتی رہتی ہے۔ کسی بھی لمحے کسی گاڑی کی سپیڈ جو اس کا سپیڈ میٹر ظاہر کرتا ہے، اس کی لمحاتی سپیڈ (Instantaneous Speed) کہلاتی ہے۔ عملی طور پر ہم اوسط سپیڈ ہی استعمال کرتے ہیں۔ جس کی تعریف یوں ہے:

$$v_{av} = \frac{S}{t} \quad \text{یا} \quad \text{اوسط سپیڈ} = \frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کل وقت}}$$

مثال 2.3:

ایک عقاب 300 m فاصلے سے زمین کی طرف غوطہ لگاتا ہے۔ اگر اس کی اوسط سپیڈ 60 m s^{-1} ہو تو یہ فاصلہ طے کرنے میں اسے کتنا وقت لگے گا؟

حل:

آپ کی معلومات کے لیے



1980ء میں سینٹ ہیلنز آتش فشاں پھٹا تھا تو کئی چٹانیں 400 km h^{-1} کی سپیڈ سے اڑی تھیں۔

$$S = 300 \text{ m} \quad \text{کل طے کردہ فاصلہ}$$

$$v_{av} = 60 \text{ m s}^{-1} \quad \text{اوسط سپیڈ}$$

$$t = ? \quad \text{کل وقت (جو لگے گا)}$$

$$v_{av} = \frac{S}{t} \quad \text{یا} \quad t = \frac{S}{v_{av}} \quad \text{یہ مساوات استعمال کرتے ہوئے}$$

$$t = 300 \text{ m} / 60 \text{ m s}^{-1} = 5 \text{ s} \quad \text{قیمتیں درج کرنے سے}$$

ولاسٹی

کسی جسم کی سپیڈ سے اس کی موشن کی سمت کا پتہ نہیں چلتا۔ سمت کے لیے اس میں ویکٹر کا تصور شامل کرنا پڑے گا۔ اس کے لیے ہمیں ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان ڈس پلیسمنٹ **d** معلوم کرنا پڑے گی۔

کسی جسم کی ایک یونٹ ٹائم (ایک سیکنڈ) میں کل ڈس پلیسمنٹ کو ولاسٹی کہتے ہیں۔

اگر کوئی جسم کسی منحنی راستے کے ذریعے نقطہ A سے نقطہ B تک جاتا ہے، جیسا کہ شکل 2.11 میں دکھایا گیا ہے تو اس کی کل ڈس پلیسمنٹ **d** سیدھی لائن AB ہے۔ لہذا

$$v_{av} = \frac{d}{t} \quad \text{یا} \quad \text{اوسط ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{کل وقت}} \quad \text{.....(2.2)}$$

ولاسٹی **v** ایک ویکٹر مقدار ہے۔ مساوات (2.2) ظاہر کرتی ہے کہ ولاسٹی کی سمت وہی ہوگی جو کہ ڈس پلیسمنٹ **d** کی ہے۔ ولاسٹی کا SI یونٹ ms^{-1} یا km h^{-1} بھی ہے۔ ایک کار کی مثال لے لیں جو کہ 70 km h^{-1} کی سمت شمال کی طرف جا رہی ہے۔ سپیڈ اور ولاسٹی میں فرق واضح کرنے کے لیے ہم کہیں گے کہ کار کی سپیڈ 70 km h^{-1} ہے۔ جو کہ سکیلر مقدار ہے۔ کار کی ولاسٹی ویکٹر مقدار ہے جس کی عددی قیمت 70 km h^{-1} ہے اور اس کی سمت شمال کی طرف ہے۔

یکساں اور غیر یکساں ولاسٹی (Uniform and Non-Uniform Velocity)

اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ اور سمت تبدیل نہ ہو تو اس کی ولاسٹی یکساں کہلاتی ہے۔ اگر ان میں سے کوئی ایک یعنی سپیڈ یا سمت یا پھر دونوں تبدیل ہو رہی ہوں تو ایسی ولاسٹی کو متغیر (Variable) یا غیر یکساں ولاسٹی کہتے ہیں۔ عملی طور پر کوئی گاڑی اپنے تمام سفر کے دوران

آپ کی معلومات کے لیے



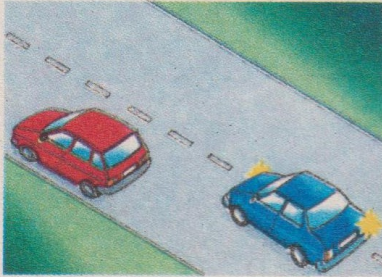
موٹر وے ٹریفک جام کی ٹائم لپس فوٹو میں کاروں کی ولاسٹی سیدھی لائنوں میں ظاہر ہو رہی ہے۔ سفید لائنیں ہیڈ لائٹس اور سرخ لائنیں ان گاڑیوں کی پچھلی لائٹس کی ہیں جو مخالف سمت میں جاری ہیں۔

سیدھی لائن میں نہیں چلتی۔ اس کی سپیڈ یا سمت بار بار بدلتی رہتی ہے۔ یکساں ولاسٹی سے حرکت کرنے والے جسم کی ایک اچھی مثال چھاتہ بردار (Paratrooper) کی نیچے کی طرف موٹن ہے۔ جب ایک چھاتہ بردار ہوائی جہاز سے چھلانگ لگاتا ہے تو وہ چند لمحے آزادانہ نیچے گرتا ہے۔ تب پیراشوٹ کھل جاتا ہے۔ اس مرحلے میں چھاتہ بردار پر نیچے کی طرف عمل کرنے والی فورس آف گریوٹی (Force of Gravity) کو چھاتہ بردار پر لگنے والی اوپر کی طرف ہوا کی مزاحمت متوازن کر دیتی ہے۔ نتیجتاً چھاتہ بردار یکساں ولاسٹی کے ساتھ نیچے کی طرف حرکت کرتا ہے۔

2.6 ایکسلریشن (Acceleration)

جب کسی شے کی ولاسٹی بڑھتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ وہ شے ایکسلریشن کے ساتھ

حرکت کر رہی ہے۔



اور ٹیکنگ کرتے ہوئے، کار اپنی ولاسٹی کو بڑھاتی ہے۔ شکل 2.12

مثال کے طور پر، جب ایک کار کسی دوسری کار کو اوور ٹیک کرتی ہے تو وہ اپنی ولاسٹی بڑھاتی ہے (شکل 2.12)۔ اس کے برعکس بائیسکل یا کار کو آہستہ کرنے کے لیے بریکیں لگائی جاتی ہیں تو ولاسٹی کم ہوتی ہے۔ دونوں صورتوں میں ولاسٹی تبدیل ہوتی ہے۔

وقت کے ساتھ کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔

ولاسٹی میں یہ تبدیلی اس کی عددی قیمت یا سمت یا پھر دونوں میں ہو سکتی ہے۔ اگر ولاسٹی بڑھ رہی ہو تو ایکسلریشن مثبت (Positive) ہوگا اور اگر ولاسٹی کم ہو رہی ہو تو ایکسلریشن منفی (Negative) ہوگا۔ منفی ایکسلریشن، ڈی سیلریشن (Deceleration) یا ریٹارڈیشن (Retardation) بھی کہلاتا ہے۔

ولاسٹی کی طرح ایکسلریشن بھی ایک ویکٹر مقدار ہے لیکن اس کی سمت ولاسٹی میں تبدیلی کی سمت میں ہوگی۔ اگر ایک جسم ابتدائی ولاسٹی v_i سے حرکت کر رہا ہو اور کچھ وقت t کے بعد اس کی ولاسٹی تبدیل ہو کر v_f ہو جائے تو ولاسٹی میں تبدیلی $\Delta v = v_f - v_i$ ہوگی جو وقت t کے دوران واقع ہوئی۔ اس صورت میں ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یعنی ایکسلریشن، اوسط ایکسلریشن ہوگا۔

$$\text{ولاسٹی میں تبدیلی} \\ \text{وقت کا دورانیہ} = \text{اوسط ایکسلریشن} \\ a_{av} = \frac{v_f - v_i}{t} \dots\dots\dots (2.3)$$

مساوات (2.3) کو ایسے بھی لکھ سکتے ہیں: $a_{av} = \frac{\Delta v}{t}$ ایکسلریشن کا SI یونٹ $m s^{-2}$ ہے۔

اگر ایکسلریشن a یکساں (Constant) ہو تو مساوات (2.3) کو ایسے بھی لکھ سکتے ہیں:

$$v_f = v_i + at$$

دلچسپ فوٹو گراف

یہ ایک گرتے ہوئے سیب کی تصویر ہے جو کچھ بلندی سے گرایا گیا ہے۔ سیب کی تصاویر جس کیمرے سے لی گئیں وہ ایک سیکنڈ میں 60 فلیش لیتا تھا۔ نیچے آتے ہوئے درمیانی بڑھتی ہوئی خالی جگہ سیب کے ایکسلریشن کو ظاہر کرتی ہے۔

یکساں اور غیر یکساں ایکسلریشن

اگر وقت کے برابر فکوں میں ولائی میں تبدیلی ایک ہی جتنی ہو تو اس صورت میں ایکسلریشن کو یکساں ایکسلریشن کہتے ہیں۔

اگر عددی قیمت یا سمت یا پھر دونوں تبدیل ہو رہے ہوں تو اسے متغیر یا غیر یکساں ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اس کلاس میں ہم صرف ایسے حسابی سوالات (Numerical Problems) حل کریں گے جن میں ایکسلریشن یکساں ہو، متغیر نہ ہو۔

مثال 2.4:

ایک ہوائی جہاز رن وے پر ریٹ کی پوزیشن سے دوڑنا شروع کرتا ہے، جیسا کہ نیچے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ رن وے پر وہ کسی ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں 252 km h^{-1} کی ولائی پر پہنچ جاتا ہے۔ ہوائی جہاز کا اوسط ایکسلریشن معلوم کریں۔



حل:

ابتدائی ولائی $= v_i = 0$

آخری ولائی $= v_f = 252 \text{ km h}^{-1}$

$$= \frac{252 \times 10^3 \text{ m}}{60 \times 60 \text{ s}} = 70 \text{ m s}^{-1}$$

وقت کا دورانیہ $= t = 20 \text{ s}$

اوسط ایکسلریشن $= a_{av} = ?$

$$a_{av} = \frac{v_f - v_i}{t}$$

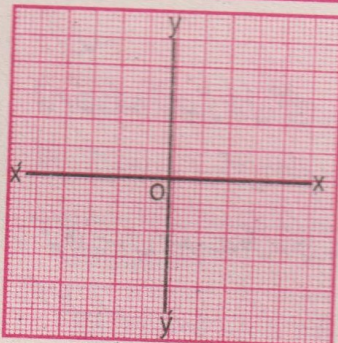
یہ فارمولا استعمال کرتے ہوئے

$$a_{av} = \frac{70 \text{ m s}^{-1} - 0}{20 \text{ s}}$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$a_{av} = 3.5 \text{ m s}^{-2}$$

2.7 موشن کا گراف کی مدد سے تجزیہ (Graphical Analysis of Motion)



شکل 2.13

گراف دو طبعی مقداروں کے تعلق کو تصویر کی شکل میں ظاہر کرتا ہے۔ یہ عموماً سیدھی یا گولائی والی لائن کی صورت میں دکھایا جاتا ہے۔ عام طور پر ہم ایک ایسے کاغذ پر گراف کھینچتے ہیں جس پر برابر فاصلے سے افقی اور عمودی لائنیں کھینچی ہوتی ہیں۔ گراف پیپر پر عموماً ہر دسویں لائن موٹی ہوتی ہے۔ گراف بنانے کے لیے ایک دوسرے پر عموداً دو موٹی لائنیں xOx' اور yOy' منتخب کر لی جاتی ہیں۔ ان کو ایکسز (Axes) کہتے ہیں، جیسا کہ سامنے شکل میں دکھایا گیا ہے۔

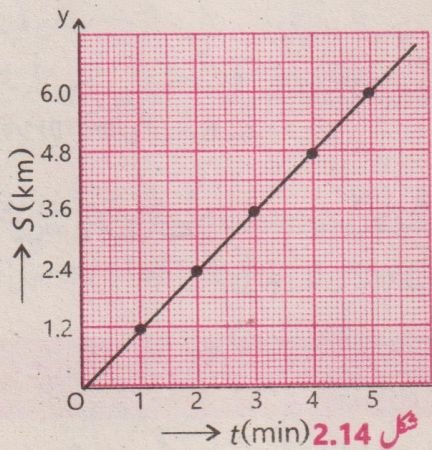
جہاں یہ دو ایکسز ایک دوسرے کو قطع کرتے ہیں اُس نقطے کو نقطہ آغاز "O" (Origin) کہتے ہیں۔ x-ایکسز کے ساتھ مثبت قیمتیں نقطہ آغاز کے دائیں طرف لی جاتی ہیں جبکہ منفی قیمتیں بائیں طرف لی جاتی ہیں۔ اسی طرح y-ایکسز کے ساتھ مثبت قیمتیں نقطہ آغاز سے اوپر کی طرف اور منفی قیمتیں نیچے کی طرف لی جاتی ہیں۔

عموماً غیر منحصر (Independent) متغیر مقدار x-ایکسز کے ساتھ اور منحصر (Dependent) متغیر مقدار y-ایکسز کے ساتھ لی جاتی ہیں۔ مثال کے طور پر فاصلہ - وقت کے گراف (Distance-Time Graph) میں t غیر منحصر اور S اُس پر منحصر متغیر مقدار ہے۔ اس لیے t کو x-ایکسز کے ساتھ اور S کو y-ایکسز کے ساتھ لیا جائے گا۔ کسی بھی ایکسز کے ساتھ کوئی طبعی مقدار لینے کے لیے اس مقدار کی کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ قیمت کو مد نظر رکھ کر مناسب سکیل کا تعین کا جاتا ہے۔

فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

فاصلہ اور وقت کے مابین گراف، حرکت کرنے والے جسم کا طے کردہ فاصلہ S اور صرف شدہ وقت t میں تعلق ظاہر کرتا ہے۔ مثلاً موٹر وے پر ایک کار سیدھی لائن میں چل رہی ہے۔ فرض کریں کہ اُس کے آغاز سے ہر ایک منٹ کے بعد ہم اس کا طے کردہ فاصلہ نوٹ کرتے ہیں اور اسے نیچے دیے گئے ٹیبل میں درج کرتے ہیں۔

وقت t (منٹ)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S (km)	0	1.2	2.4	3.6	4.8	6.0



- (i) سینٹی میٹر والے گراف پیپر پر گراف بنانے کے لیے درج ذیل ترتیب پر عمل کریں۔
- (ii) وقت t x-ایکسز کے ساتھ لیں اور فاصلہ S y-ایکسز کے ساتھ لیں۔ مناسب سکیل منتخب کریں۔ (1 منٹ = 1 cm) x-ایکسز کے ساتھ اور (1.2 km = 1 cm) y-ایکسز کے ساتھ۔
- (iii) سکیل کے مطابق بڑے خانوں (Divisions) کے بالمقابل x-ایکسز اور y-ایکسز پر قیمتیں درج کریں۔
- (iv) وقت اور فاصلہ کے متعلقہ جوڑوں کو ایک نقطے کی شکل میں گراف پیپر پر ظاہر کریں۔

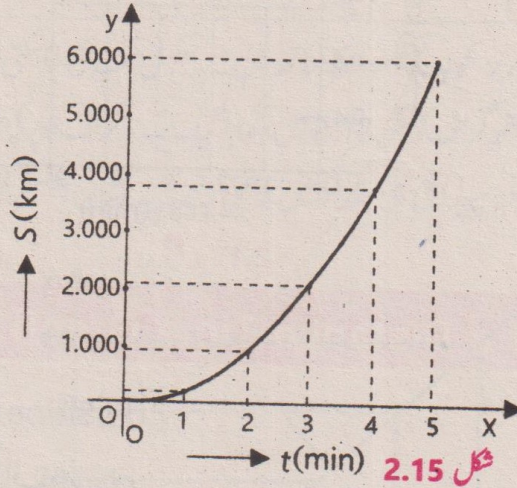
(v) تمام نقاط کو ملا کر سیدھی لائن کھینچیں، جیسا کہ شکل 2.14 میں دکھایا گیا ہے۔

ٹیبل کے مشاہدہ سے ہمیں معلوم ہوتا ہے کہ کار نے وقت کے برابر وقفوں میں برابر فاصلے طے کیے ہیں۔ اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ کار یکساں سپیڈ سے چل رہی ہے۔ لہذا وقت اور فاصلہ کے مابین سیدھی لائن کی شکل کا گراف یکساں سپیڈ سے حرکت کو ظاہر کرتا ہے۔

اب کار کے ایک اور سفر کو زیر غور لائیں جو نیچے ٹیبل میں ریکارڈ کیا گیا ہے۔

وقت t (min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S (km)	0	2.40	0.960	2.160	3.840	6.000

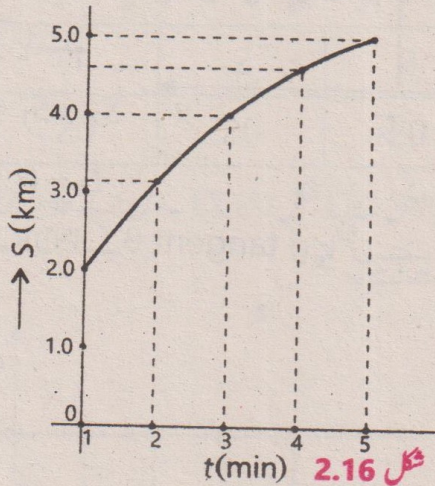
ٹیبل سے ظاہر ہو رہا ہے کہ وقت کے برابر وقفوں میں سپیڈ بڑھتی چلی جا رہی ہے۔ یہ شکل 2.15 میں بنائے گئے گراف سے بھی ظاہر ہو رہی ہے۔ گراف کی لائن اوپر کی طرف کو مڑتی جا رہی ہے۔ یہ وہ صورت ہے جب جسم (کار) ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کر رہا ہو۔



ایک اور سفر دیکھیں۔ اس سفر کے مشاہدات نیچے ٹیبل میں درج ہیں۔

وقت t (min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S (km)	0	2.0	3.1	4.0	4.6	5.0

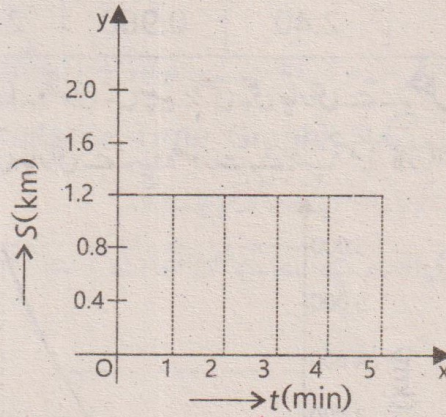
گراف لائن نیچے کی طرف مڑتی جاتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہر دفعہ اتنے ہی وقفہ میں طے کردہ فاصلہ کم ہوتا جاتا ہے۔ یہ ڈیسلریشن یا منفی ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کی صورت حال ہے۔ جیسا کہ شکل 2.15 میں دکھایا گیا ہے۔



اب ایک اور صورت حال ملاحظہ کریں۔

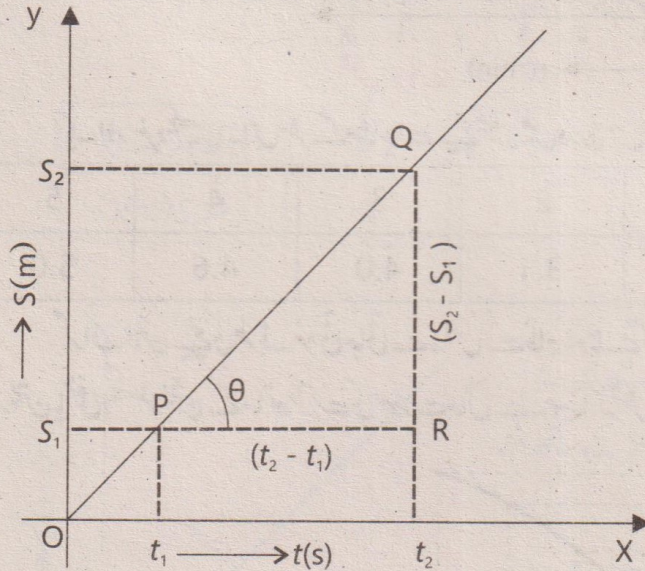
وقت t (min)	0	1	2	3	4	5
فاصلہ S (km)	0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

اس صورت حال میں گراف لائن افقی ہے (شکل 2.17)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت گزرنے کے ساتھ ساتھ کار کا طے کردہ فاصلہ تبدیل نہیں ہو رہا۔ اس کا مطلب ہے کہ کار حرکت نہیں کر رہی ہے، یہ ریست کی حالت میں ہے۔



شکل 2.17

2.8 فاصلہ-وقت گراف کا گریڈینٹ (Gradient of a Distance-Time Graph)



شکل 2.18

گریڈینٹ کسی لائن کے سلوپ (Slope) کی پیمائش ہے۔ یکساں سپیڈ کا فاصلہ-وقت کا گراف دوبارہ زیر غور لائیں۔ اس پر وقت کی کوئی دو قیمتیں t_1 اور t_2 منتخب کریں۔ ان t_1 اور t_2 نقاط سے x-ایکسز سے گراف تک غیر مسلسل (dotted) دو عمودی لائنیں کھینچیں۔

یہ لائنیں گراف پر نقاط P اور Q پر ملتی ہیں۔ ان نقاط سے دو افقی لائنیں کھینچیں جو y-ایکسز کو بالترتیب S_1 اور S_2 نقاط پر ملتی ہیں، جیسا کہ شکل 2.17 میں دکھایا گیا ہے۔

اس وقت کے دورانیے میں طے کردہ فاصلہ $S_2 - S_1 = S$ وقت کا دورانیہ $t_2 - t_1 = t$

گراف کا سلوپ یا گریڈینٹ، مثلث PQR کے θ tangent کی پیمائش ہے۔

$$\text{سلوپ} = \frac{RQ}{PR}$$

$$\text{سلوپ} = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1} = \frac{S}{t}$$

مساوات (2.1) کے مطابق $\frac{S}{t} = v_{av}$ وقت کے دورانیہ t میں اوسط سپیڈ ہے۔

شکل (2.17) ظاہر کرتی ہے کہ: $\frac{S}{t} = \tan \theta$ = گراف لائن کا سلوپ

فاصلہ-وقت گراف کا گریڈینٹ جسم کی اوسط سپیڈ کے برابر ہوتا ہے۔

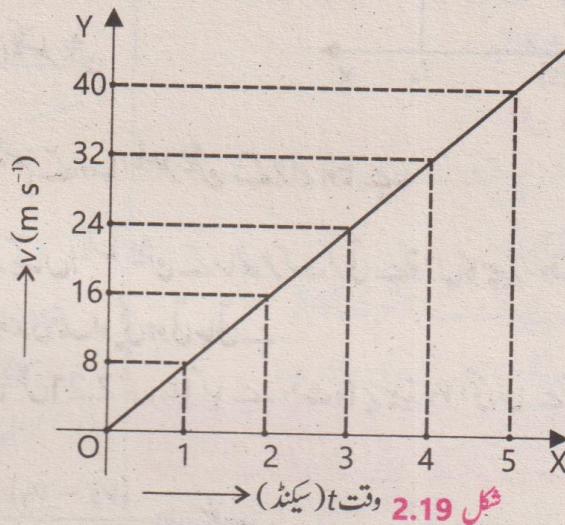
لہذا

2.9 سپیڈ-وقت گراف (Speed-Time Graph)

فرض کریں کہ ہم کسی کار کی سپیڈ ہر ایک سیکنڈ کے بعد نوٹ کر سکتے ہیں اور اسے نیچے ٹیبل میں درج کرتے ہیں۔ ہم سپیڈ v اور وقت t کے مابین گراف بنا سکتے ہیں۔ یہ سپیڈ-وقت گراف کہلاتا ہے۔

وقت t (سیکنڈ)	0	1	2	3	4	5
سپیڈ v ($m s^{-1}$)	0	8	16	24	32	40

t کو x -ایکسز کے ساتھ اور v کو y -ایکسز کے ساتھ لیں۔ یہ سکیل منتخب کی جاسکتی ہے۔ $1s = 1cm$ ۔ ایکسز کے ساتھ اور y $10 m s^{-1} = 1cm$ ۔ ایکسز کے ساتھ گراف کو شکل 2.18 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گراف اوپر کی طرف اٹھتی ہوئی سیدھی لائن ہے۔ اس سے یہ ظاہر ہو رہا ہے کہ ہر ایک سیکنڈ کے بعد سپیڈ اتنی ہی مقدار میں بڑھتی ہے۔ یہ یکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت ہے۔ ٹیبل سے بھی یہی مشاہدہ ہوتا ہے۔

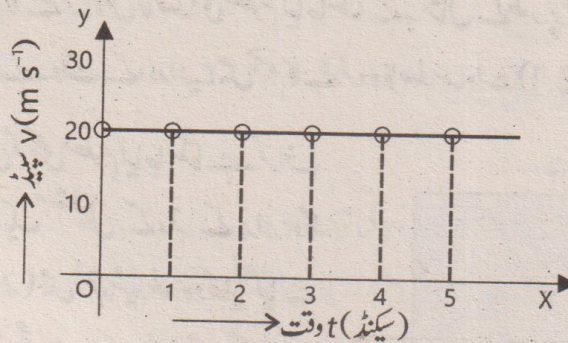


اب ایک اور صورت حال دیکھیں۔ مشاہدات نیچے ٹیبل میں درج کیے گئے ہیں۔

وقت t (سیکنڈ)	0	1	2	3	4	5
سپیڈ v ($m s^{-1}$)	20	20	20	20	20	20

اس صورت حال میں گراف افقی لائن ہے (شکل 2.20)۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ وقت گزرنے کے ساتھ سپیڈ تبدیل

نہیں ہو رہی۔ یہ یکساں سپیڈ کے ساتھ حرکت ہے۔

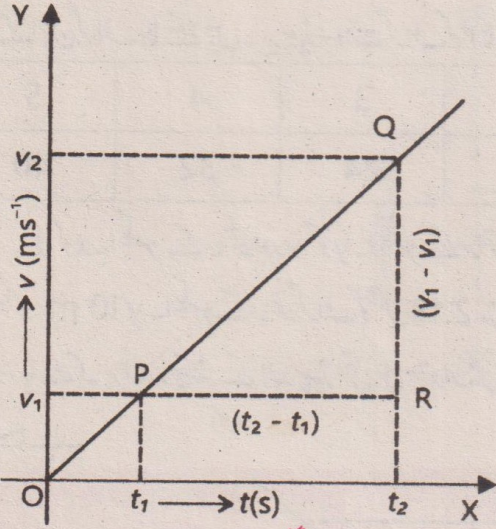


شکل 2.20

2.10 سپیڈ-وقت گراف کا گریڈینٹ (Gradient of Speed-Time Graph)

اب سپیڈ-وقت کے گراف کو دیکھیں جو شکل 2.21 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 اور t_2 پر بالترتیب ولائی v_1 اور v_2 ہے۔ وقت

کے دورانیہ $(t_2 - t_1)$ میں سپیڈ میں تبدیلی $(v_2 - v_1)$ ہے۔ اس لیے



شکل 2.21

$$\text{سلاپ} = \frac{\text{سپیڈ میں تبدیلی}}{\text{کل وقت کا دورانیہ}}$$

$$\text{سلاپ} = \frac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)}$$

$$\text{سلاپ} = \frac{\Delta v}{t}$$

$$\text{لیکن اوسط ایکسلریشن} = \frac{\Delta v}{t} = a$$

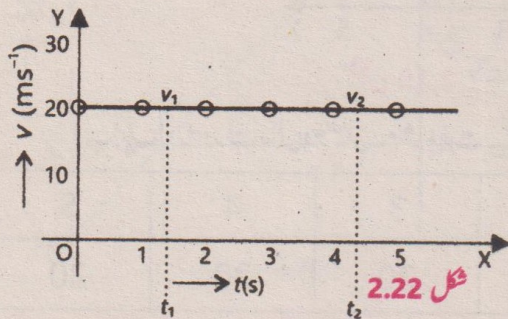
لیکن

لہذا سپیڈ بمقابلہ وقت گراف کا گریڈینٹ جسم کے اوسط ایکسلریشن کے برابر ہوتا ہے۔

اس یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جب ایک کاریکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتی ہے تو اس کا سپیڈ-وقت گراف ایک سیدھی لائن ہوتی

ہے جو وقت کے برابر وقفوں میں ہر دفعہ اتنی ہی بلندی تک اونچی ہوتی جاتی ہے۔

شکل 2.19 کا گراف دوبارہ یہاں شکل 2.21 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 پر سپیڈ v_1 اتنی ہی ہے جتنی وقت t_2 پر سپیڈ v_2 ہے۔



شکل 2.22

لہذا سپیڈ میں تبدیلی صفر ہے۔

$$\text{چونکہ } v_2 - v_1 = 0 \text{ اس لیے } \text{سلاپ} = \frac{(v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)} = 0$$

جب کسی جسم کی سپیڈ یکساں ہو تو سپیڈ-وقت کا گراف ایک افقی لائن

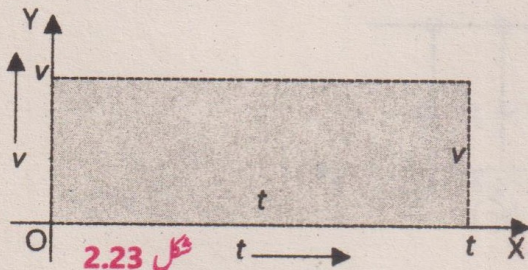
ہوتی ہے جو کہ وقت کے ایکسز کے متوازی ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہوتا ہے کہ

کہ اس حرکت کا ایکسلریشن صفر ہے۔ یہ ایک ایسی حرکت ہے جس میں سپیڈ تبدیل نہیں ہوتی۔

2.11 سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ (Area Under Speed-Time Graph)

سپیڈ-وقت گراف سے کسی جسم کا طے کردہ کل فاصلہ بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر شکل (2.23) میں گراف سے ظاہر

ہوتا ہے کہ جسم یکساں سپیڈ v سے حرکت کر رہا ہے۔ وقت کے دورانیہ t میں جسم کا طے کردہ فاصلہ مساوات (2.1) کے مطابق $(v \times t)$ ہے۔



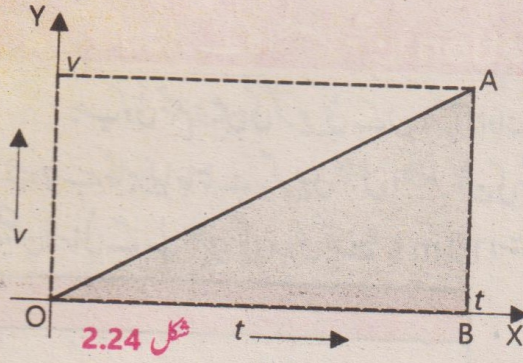
شکل 2.23

یہ فاصلہ سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ نکال کر بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔ گراف

کے نیچے رقبہ وقت کے دورانیہ t کے لیے ایک مستطیل کے رقبہ کے برابر ہوگا

جس کے اضلاع t اور v ہوں۔ شکل (2.23) میں رقبہ شیڈ شدہ دکھایا گیا ہے

جو کہ $v \times t$ کے برابر ہے۔ لہذا سپیڈ-وقت گراف کے نیچے وقت کے ایکسز



وقت کے ایکسز (x- ایکسز) تک کارقبہ عددی طور پر وقت کے دورانیہ t میں جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔

اب ایک اور گراف کی مثال لیتے ہیں جو شکل (2.24) میں دکھایا گیا

ہے۔ یہاں جسم کی سپیڈ وقت کے دورانیہ t میں یکساں طور پر بڑھتی ہوئی صفر سے

$$v_{av} = \frac{0 + v}{2} = \frac{1}{2} v$$

تک جاتی ہے۔ اوسط سپیڈ یہ ہوگی:

$$1/2 v \times t = \text{وقت کا دورانیہ} \times \text{اوسط سپیڈ} = \text{طے کردہ فاصلہ}$$

اگر ہم سپیڈ-وقت کے گراف کے نیچے کارقبہ معلوم کریں تو شکل (2.24)

کے مطابق یہ قائمہ الزاویہ مثلث OAB کے رقبہ کے برابر ہے جسے شیڈ شدہ دکھایا گیا ہے۔

مثلث کا قاعدہ t کے برابر ہے اور عمود v کے برابر ہے۔

$$\text{مثلث کا رقبہ} = 1/2 \times \text{قاعدہ} \times \text{عمود}$$

$$= 1/2 (v \times t)$$

ہم دیکھتے ہیں کہ یہ رقبہ عددی طور پر وقت کے دورانیہ t میں جسم کے طے کردہ

فاصلے کے برابر ہے۔ اس لیے، ہم کہہ سکتے ہیں کہ:

سپیڈ-وقت کے گراف کے نیچے وقت کے ایکسز تک کارقبہ

عددی طور پر جسم کے طے کردہ کل فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔

2.12 گریوٹی کے تحت حرکت سے متعلق حسابی سوالات حل کرنا

اجسام کی حرکت سے متعلق حسابی سوالات حل کرنے کے لیے تین مساوات

استعمال کی جاتی ہیں۔ اگر v_i جسم کی ابتدائی ولاسٹی، v_f اس کی آخری ولاسٹی، t وقت کا

دورانیہ، S طے کردہ فاصلہ اور a ایکسلریشن ہو تو:

$$v_f = v_i + at \quad \text{----- (1)}$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \quad \text{----- (2)}$$

$$2aS = v_f^2 - v_i^2 \quad \text{----- (3)}$$

جب ان مساوات کو استعمال کیا جاتا ہے تو:

(i) حرکت ہمیشہ سیدھی لائن میں تصور کی جاتی ہے۔

(ii) ایکسلریشن کو یکساں تصور کیا جاتا ہے۔

(iii) ویکٹر مقداروں کی صرف عددی قیمتیں ہی استعمال کی جاتی ہیں۔

(iv)

ابتدائی ولاسٹی کی سمت کو مثبت رکھا جاتا ہے۔ دوسری مقداریں جو ابتدائی ولاسٹی کی سمت میں ہوں، اُن کو بھی مثبت رکھا جاتا ہے۔ جو

مقداریں، ابتدائی ولاسٹی کی سمت کے مخالف سمت میں ہوں، اُن کو منفی رکھا جاتا ہے۔

2.13 آزادانہ گرنے کا ایکسپریمینٹ (Free Fall Acceleration)

جب کوئی جسم زمین کی گریوٹی کے زیر اثر آزادانہ نیچے گرتا ہے تو اس پر عمل کرنے والا ایکسپریشن، گریوٹی ٹیشنل ایکسپریشن ہوتا ہے جسے g سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ گریوٹی ٹیشنل ایکسپریشن کی سمت ہمیشہ نیچے کی طرف ہوتی ہے۔ اس کی عددی قیمت 9.8 m s^{-2} ہوتی ہے، لیکن آسانی کے لیے ہم g کی عددی قیمت 10 m s^{-2} استعمال کریں گے۔

چونکہ آزادانہ گرنے والی اشیائیں ایکسپریشن g کے ساتھ نیچے کی طرف سیدھی لائن میں حرکت کرتی ہیں اس لیے ایسی اشیاء پر حرکت کی تینوں مساوات کا اطلاق کیا جاسکتا ہے۔ حرکت کی مساوات استعمال کرتے ہوئے ایکسپریشن a کی جگہ g لکھا جاتا ہے۔ اس طرح آزادانہ گرتی ہوئی اشیاء کے لیے حرکت کی مساوات یوں لکھی جائیں گی:

$$v_f = v_i + gt \quad (1)$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} gt^2 \quad (2)$$

$$2gS = v_f^2 - v_i^2 \quad (3)$$

آپ کی معلومات کے لیے



آزادانہ گرنے کا ایکسپریشن g تمام اشیاء کے لیے 10 m s^{-2} ہے۔

آپ کی معلومات کے لیے



ہلکے اور بھاری اجسام جب خلا (Vacuum) میں سے گرتے ہیں تو دونوں ساتھ ساتھ ہی گرتے ہیں۔

یاد رکھیں کہ ان مساوات کو استعمال کرتے ہوئے:

(i) اگر کوئی شے کسی بلندی سے آزادانہ گرنے کے لیے چھوڑی جاتی ہے تو اس کی ابتدائی ولاسٹی v_i کو صفر رکھا جائے گا۔

(ii) نیچے کی سمت گرتے ہوئے گریوٹی ٹیشنل ایکسپریشن g کو مثبت رکھا جائے گا۔ دیگر تمام نیچے کی سمت والی مقداریں بھی مثبت رکھی جائیں گی۔ جو مقداریں ایکسپریشن کے مخالف سمت میں ہوں گی انھیں منفی رکھا جائے گا۔

(iii) اگر کوئی شے عموداً اوپر کی طرف پھینکی جائے تو اس کے لیے g کی عددی قیمت منفی ہوگی اور بلند ترین نقطہ پر اس کی آخری ولاسٹی صفر لی جائے گی۔

مثال 2.5

لوہے کا ایک گولہ کسی ٹاور پر سے گرایا گیا ہے۔ یہ زمین پر 4 سیکنڈ میں پہنچتا ہے۔ (a) ٹاور کی بلندی معلوم کیجیے۔ (b) گولے کی زمین سے ٹکراتے ہوئے ولاسٹی معلوم کیجیے۔

حل:

آزادانہ گرنے والی شے کے لیے

$$v_i = 0 \quad \text{ابتدائی ولاسٹی}$$

$$g = 10 \text{ m s}^{-2} \quad \text{ایکسپریشن}$$

$$\text{وقت} = t = 4 \text{ s}$$

$$\text{بلندی (فاصلہ)} = S = h = ?$$

$$\text{آخری ولائی} = v_f = ?$$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق:

$$S = v_i t + \frac{1}{2} g t^2$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$h = 0 \times 4 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times (4)^2 \text{ s}^2$$

$$h = 80 \text{ m}$$

(b) حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + g t$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$v_f = 0 + 10 \text{ m s}^{-2} \times 4 \text{ s} = 40 \text{ m s}^{-1}$$

مثال 2.6:

ایک تیر کو کمان سے عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ تیر جب کمان سے نکلا تو اس کی ولائی 30 m s^{-1} تھی۔ بلند ترین مقام تک پہنچنے کے لیے اس کا وقت معلوم کریں۔ یہ بھی معلوم کریں کہ تیر زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک پہنچا؟

حل:

یہاں ایکسٹریشن منفی لیا جائے گا کیونکہ تیر اوپر کی طرف پھینکا گیا ہے۔

$$\text{ابتدائی ولائی} = v_i = 30 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{آخری ولائی} = v_f = 0$$

$$\text{ایکسٹریشن} = g = -10 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{وقت} = t = ?$$

$$\text{بلندی} = S = h = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + g t$$

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

قیمتیں درج کرنے سے:

$$t = \frac{0 - 30 \text{ m s}^{-1}}{-10 \text{ m s}^{-2}} = 3 \text{ s}$$

حرکت کی تیسری مساوات کے مطابق:

$$2gS = v_f^2 - v_i^2$$

$$S = \frac{v_f^2 - v_i^2}{2g}$$

قیمتیں درج کرنے سے:

$$h = \frac{0 - (30)^2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}{2 \times (-10 \text{ m s}^{-2})} = 45 \text{ m}$$

نظریہ اضافیت (Relativity)

1905ء میں معروف سائنسدان البرٹ آئن سٹائن نے ایک انقلابی تھیوری پیش کی جسے سیشل تھیوری آف ریلیٹیویٹی کہتے ہیں جس نے فزکس سے متعلق بہت سے بنیادی نظریات کو بدل دیا۔ اس تھیوری کے مطابق روشنی کی سپیڈ یونیورسل کونسٹنٹ (Constant) ہے۔ اس کی عددی قیمت تقریباً $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ہے۔ تمام قسم کی حرکات کے لحاظ سے روشنی کی سپیڈ اتنی ہی رہتی ہے۔ کسی بھی ماس رکھنے والی شے کی سپیڈ روشنی کی سپیڈ کے برابر یا اس سے زیادہ نہیں ہو سکتی۔ اسے یونیورسل سپیڈ لمٹ (Limit) کہا جاتا ہے۔

اہم نکات

- سکیلر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جسے صرف عددی قیمت بتا کر مکمل طور پر بیان کیا جاسکتا ہے۔
- ویکٹر ایک ایسی طبعی مقدار ہے جسے مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے اس کی عددی قیمت کے ساتھ ساتھ اس کی سمت بتانا بھی ضروری ہوتا ہے۔
- بہت سے ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے ان کی نمائندہ لائنیں اس طرح سے کھینچیں کہ ایک کا ہیڈ دوسرے کی ٹیل سے ملے۔ حاصل جمع ویکٹر ایک ایسا ویکٹر ہوگا جو پہلے ویکٹر کی ٹیل سے شروع ہو کر آخری ویکٹر کے ہیڈ تک جاتا ہو۔
- ٹرانسلیری موشن، روٹیٹری موشن اور ڈائریکٹری موشن، موشن کی مختلف اقسام ہیں۔
- کسی جسم کی پوزیشن ایک مقام سے اس کا فاصلہ اور سمت ہے۔
- ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان کم از کم فاصلہ اس کی ڈس پلیسمنٹ کہلاتی ہے۔
- ایک سیکنڈ وقت میں کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ اس کی سپیڈ کہلاتی ہے۔
- وقت کے لحاظ سے کسی جسم کی ڈس پلیسمنٹ کی شرح اس کی ولاسٹی کہلاتی ہے۔
- اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ اور سمت تبدیل نہ ہو تو اس کی ولاسٹی یکساں کہلاتی ہے۔ بصورت دیگر یہ غیر یکساں ہوگی۔
- کسی جسم کی ولاسٹی کی تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔
- اگر کسی جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یکساں ہو تو اس کا ایکسلریشن یکساں کہلاتا ہے۔ بصورت دیگر یہ غیر یکساں ہوگا۔
- ایسا گراف جو کسی حرکت کرتے جسم کے طے کردہ فاصلہ S اور وقت کا دورانیہ t کے درمیان تعلق ظاہر کرتا ہے، وہ فاصلہ-وقت گراف کہلاتا ہے۔
- فاصلہ-وقت گراف کا سلوپ یا گریڈینٹ کسی جسم کی اوسط سپیڈ کے برابر ہوتا ہے۔ سپیڈ-وقت گراف کا سلوپ یا گریڈینٹ جسم کے ایکسلریشن کے برابر ہوتا ہے۔
- سپیڈ-وقت گراف کے نیچے کا رقبہ عددی طور پر جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔

- مندرجہ ذیل حرکت کی تین مساواتیں ہیں:

$$v_f = v_i + at$$

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2$$

$$2aS = v_f^2 - v_i^2$$
- آزادانہ نیچے گرنے والی اشیاء پر گریویٹیشنل ایکسلریشن g نیچے کی طرف عمل کرتا ہے۔ g کی عددی قیمت 10 m s^{-2} ہے۔

مشق

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

2.1 ڈس پلیسمنٹ اور فاصلہ میں عددی قیمتوں کی نسبت:

- (الف) ہمیشہ ایک سے کم ہوتی ہے
(ب) ہمیشہ ایک کے برابر ہوتی ہے
(ج) ہمیشہ ایک سے بڑی ہوتی ہے
(د) ایک کے برابر یا اس سے کم ہوتی ہے

2.2 اگر کوئی جسم ایک مقام کے لحاظ سے اپنی جگہ نہ بدلے تو اس کی حالت کہلائے گی:

- (الف) ریٹ (ب) موشن
(ج) یکساں موشن
(د) متغیر موشن

2.3 ایک گیند کسی ٹاور پر سے گرایا گیا ہے۔ پہلے ایک سیکنڈ میں اس کا طے کردہ فاصلہ ہوگا:

- (الف) 5 m (ب) 10 m (ج) 50 m (د) 100 m

2.4 ایک جسم ریٹ کی حالت سے ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں 144 km h^{-1} کی ولاسٹی پر پہنچ جاتا ہے۔

تب اس کا طے کردہ فاصلہ ہوگا:

- (الف) 100 m (ب) 400 m (ج) 1400 m (د) 1440 m

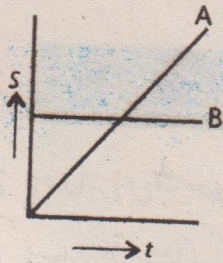
2.5 ایک جسم ریٹ کی حالت سے یکساں ایکسلریشن کے ساتھ حرکت شروع کرتا ہے۔ وہ 4 سیکنڈ میں S فاصلہ طے کرتا ہے۔ اگر اس

فاصلہ کا ایک چوتھائی فاصلہ طے کرنا ہو تو وہ کتنا وقت لے گا؟

- (الف) 1 s (ب) 2 s (ج) 4 s (د) 16 s

2.6 دو اجسام A اور B کے فاصلہ-وقت گراف سامنے شکل میں ظاہر کئے گئے ہیں۔ مندرجہ ذیل میں سے درست بیان کی نشان دہی

کریں۔



(الف) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی سے زیادہ ہے

(ب) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی سے کم ہے

(ج) A کی ولاسٹی B کی ولاسٹی کے برابر ہے

(د) اس ضمن میں گراف کوئی معلومات نہیں دیتا

2.7 سپیڈ-وقت گراف کے نیچے کارقبہ عددی طور پر برابر ہوتا ہے:

- (الف) ولاسٹی کے (ب) یکساں ولاسٹی کے
(ج) ایکسلریشن کے (د) طے کردہ فاصلہ کے

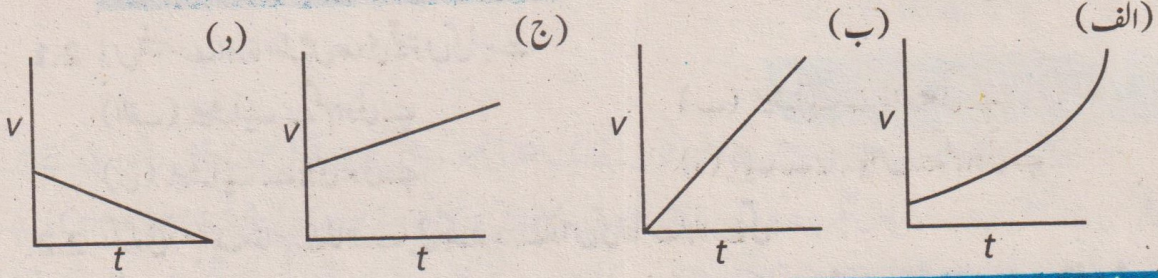
2.8 سپیڈ - وقت گراف کا گریڈ نیٹ برابر ہوتا ہے:

(الف) سپیڈ کے (ب) ولاسٹی کے (ج) ایکسلریشن کے (د) طے کردہ فاصلہ کے

2.9 فاصلہ - وقت گراف کا گریڈ نیٹ برابر ہوتا ہے:

(الف) سپیڈ کے (ب) ولاسٹی کے (ج) طے کردہ فاصلہ کے (د) ایکسلریشن کے

2.10 ایک کار $t = 0$ پر 80.5 km h^{-1} ولاسٹی سے یکساں ایکسلریشن کے ساتھ $t = 9 \text{ s}$ پر 113 km h^{-1} ولاسٹی تک پہنچ جاتی ہے۔ کون سا گراف کار کی حرکت سب سے بہتر طور پر ظاہر کرتا ہے؟



2 مختصر جوابات کے سوالات

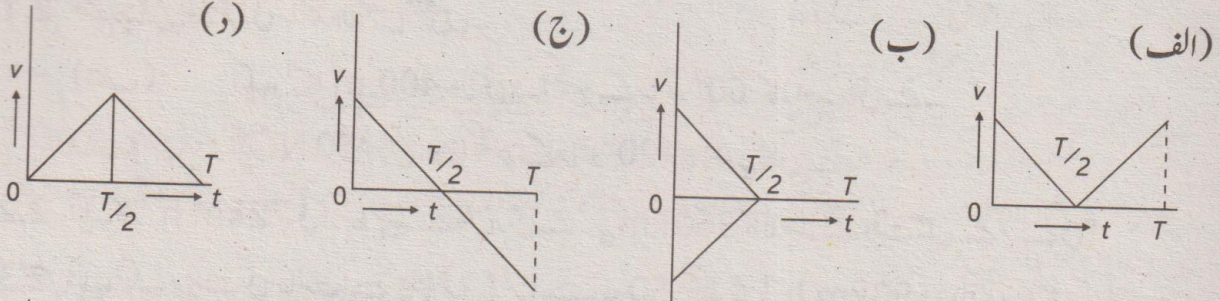
- 2.1 سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی تعریف کریں۔
 - 2.2 سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی پانچ پانچ مثالیں دیں۔
 - 2.3 ویکٹرز کی جمع کا ہیڈ-ٹیل رول بیان کریں۔
 - 2.4 فاصلہ - وقت گراف اور سپیڈ - وقت گراف کیا ہیں؟
 - 2.5 زمین پر قریب سے گرنے والے تمام اجسام کا یکساں ایکسلریشن ایک ہی ہوتا ہے۔ کیا اس کا یہ مطلب ہے کہ بھاری جسم، ہلکے جسم کی نسبت زیادہ تیزی سے گرتا ہے؟
 - 2.6 ویکٹر مقداریں بعض اوقات سکیلر انداز میں لکھ دی جاتی ہیں (یعنی جلی حروف میں نہیں) پھر ان کی سمت کیسے ظاہر کی جاتی ہے؟
 - 2.7 ایک جسم یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے۔ کیا اس کی ولاسٹی بھی یکساں ہوگی؟ وجہ بیان کریں۔
 - 2.8 کیا کسی جسم کا ایکسلریشن ہوگا؟ جب کہ وہ حرکت کر رہا ہو؟
- (الف) یکساں ولاسٹی کے ساتھ (ب) یکساں سپیڈ کے ساتھ

3 تعمیری فکر کے سوالات

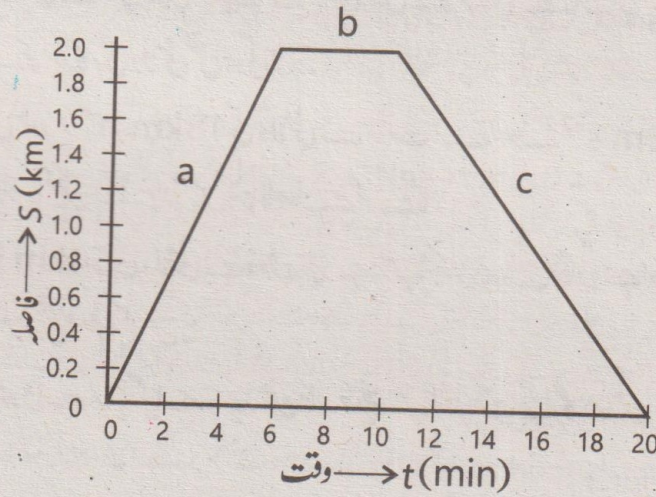
- 2.1 فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کی عددی قیمتیں برابر بھی ہو سکتی ہیں اور نہیں بھی۔ اس بیان کی وضاحت کریں۔
- 2.2 جب بندوق سے ایک گولی داغی جاتی ہے تو جس ولاسٹی سے گولی نالی سے نکلتی ہے اُسے بندوق کی مزل ولاسٹی (Muzzle Velocity) کہا جاتا ہے۔ لمبی نالی والی ایک بندوق کی مزل ولاسٹی ایک چھوٹی نالی والی بندوق کی مزل ولاسٹی سے کم ہوتی ہے۔ کس بندوق میں گولی کا ایکسلریشن زیادہ ہوگا؟ اپنے جواب کو ثابت کریں۔

2.3 ایک مکمل ٹرپ (trip) کے لیے اوسط ولاسٹی نکالی گئی۔ اس کی قیمت مثبت نکلی۔ کیا یہ ممکن ہے کہ پورے ٹرپ کے دوران میں کسی لمحے اس کی لمحاتی ولاسٹی منفی رہی ہو؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔

2.4 ایک ذرہ ولاسٹی v کے ساتھ عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ یہ وقت کے دورانیہ T میں زمین پر واپس آ گیا۔ نیچے دیے گئے گراف میں سے کون سا گراف اس حرکت کا صحیح اظہار کرتا ہے؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔



2.5 نیچے دی گئی شکل ایک سائیکلسٹ کے سفر کا فاصلہ - وقت گراف ہے۔ اس میں (a)، (b) اور (c) قطعوں کے دوران میں ولاسٹی معلوم کریں۔



2.6 کیا یہ ممکن ہے کہ کسی جسم کی ولاسٹی (وقت کے) کسی ایک لمحے کے لیے صفر ہو لیکن اس کا ایکسلریشن صفر نہ ہو؟ اگر ہاں، تو کسی ایک ایسی صورت حال کی مثال دیں۔

4 تفصیلی سوالات

2.1 کسی ویکٹر کو گرافیکل (Graphically) طریقے سے کیسے ظاہر کیا جاسکتا ہے؟

2.2 درج ذیل کے مابین فرق واضح کریں:

(i) ریسٹ اور موشن (ii) سپیڈ اور ولاسٹی

2.3 موشن کی مختلف اقسام بیان کریں۔ مثالیں بھی دیں۔

2.4 فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کے درمیان فرق واضح کریں۔

2.5 فاصلہ - وقت گراف کا گریڈیئنٹ اور سپیڈ - وقت گراف کا گریڈیئنٹ کیا ظاہر کرتے ہیں؟ ڈایا گرام بنا کر وضاحت کریں۔

- 2.6 ثابت کریں کہ سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ کسی جسم کے طے کردہ فاصلہ کے برابر ہوتا ہے۔
- 2.7 گریوٹی کے زیر اثر حرکت کرنے والی اشیاء کے لیے حرکت کی مساوات کیسے استعمال کی جاسکتی ہیں؟

5 حسابی سوالات

2.1 مندرجہ ذیل ویکٹرز کی نمائندہ لائنیں کھینچیں۔

(الف) ایک 400 m s^{-1} ولاسٹی x -ایکسز کے ساتھ 60° کا زاویہ بناتی ہے۔

(ب) ایک 50 N فورس x -ایکسز کے ساتھ 120° کا زاویہ بناتی ہے۔

2.2 ایک کار 72 km h^{-1} کی اوسط سپیڈ سے چل رہی ہے۔ یہ 360 km کا فاصلہ کتنے وقت میں طے کر لے گی؟ (5 h)

2.3 ایک ٹرک ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتا ہے۔ یہ 50 سیکنڈ میں 90 km h^{-1} کی ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ اس کا اوسط ایکسلریشن معلوم کریں۔ (0.5 m s^{-2})

2.4 ایک کار 5 m s^{-1} کی ولاسٹی سے چلتی ہوئی ٹریفک کے گرین سگنل سے گزرتی ہے۔ تب یہ 1.5 m s^{-2} ایکسلریشن سے چلنا شروع کر دیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی کتنی ہوگی؟ (12.5 m s^{-1})

2.5 ایک موٹر سائیکل ابتدائی طور پر 18 km h^{-1} کی ولاسٹی سے حرکت کرتے ہوئے 2 m s^{-2} کے یکساں ایکسلریشن سے حرکت کرنا شروع کر دیتا ہے۔ یہ موٹر سائیکل 10 سیکنڈ میں کتنا فاصلہ طے کرے گا؟ (150 m)

2.6 ایک ویگن سڑک پر 54 km h^{-1} کی ولاسٹی سے دوڑ رہی ہے۔ تب یکدم بریکیں لگاتی ہے اور رکنے سے پہلے 25 m کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ ویگن کا ایکسلریشن معلوم کریں۔ (-4.5 m s^{-2})

2.7 ایک پتھر 45 m کی بلندی سے گرایا گیا ہے۔ یہ زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت لے گا؟ زمین پر ٹکرانے سے ذرا پہلے اس کی ولاسٹی کتنی ہوگی؟ ($3 \text{ s}, 30 \text{ m s}^{-1}$)

2.8 ایک کار 20 m s^{-1} کی اوسط ولاسٹی سے 10 km کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ تب یہ ایک متبادل راستے (diversion) سے اُسی سمت میں 4 m s^{-1} کی اوسط ولاسٹی سے اگلے 0.8 km تک چلتی ہے۔ کار کے کل سفر کے لیے اوسط ولاسٹی معلوم کریں۔ (15.4 m s^{-1})

2.9 ایک گیند کسی ٹاور پر سے گرایا جاتا ہے۔ گیند 5 سیکنڈ میں زمین پر پہنچتا ہے۔ ٹاور کی بلندی اور زمین سے ٹکراتے وقت اس کی ولاسٹی معلوم کریں۔ ($125 \text{ m}, 50 \text{ m s}^{-1}$)

2.10 ایک کرکٹ بال کو ایسے ہٹ لگائی گئی کہ وہ ہوا میں سیدھا اوپر کی طرف چلا گیا۔ ایک مشاہدہ کرنے والے نے نوٹ کیا کہ اپنے بلند ترین نقطے تک پہنچنے میں اسے 3 سیکنڈ لگے۔ گیند کی ابتدائی ولاسٹی کیا تھی؟ اگر گیند زمین سے 1 m اوپر سے ہٹ کیا گیا ہو۔ تو یہ زمین سے کتنی بلندی تک گیا؟ ($30 \text{ m s}^{-1}, 46 \text{ m}$)