باب 2

کائنی میٹکس (Kinematics)

میکینکس: 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۔

میکینکس کے حصے: عام طور پر میکینکس کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

1۔ کائنی میٹکس (Kinematics) 2۔ ڈائنامکس (Dynamics)

کائنی میٹکس: فورس کے حوالے کے بغیر اجسام کی حرکت کا مطالعہ کائنی میٹکس کہلاتا ہے۔

ڈائنامکس: فورسز اور اجسام کی حرکت پر فورسز کے اثرات کے مطالعے ڈائنامکس کہلاتا ہے۔

مثالیں: 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 بلا لحاظ اس فورس کے جو ان میں حرکت پیدا کرتی ہے یا ان کی حرکت کو تبدیل کرتی ہے۔

2.1 سکیلرز اور ویکٹرز (Scalar and Vectors)

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

مثالیں: ماس، فاصلہ، لمبائی، وقت، سپیڈ، انرجی، اور ٹمپریچر وغیرہ۔

وضاحت: عددی مقدار میں ایک عدد (Number) اور اُس کا ایک مناسب یونٹ شامل ہوتا ہے۔ جب ہم کسی دوکاندار سے 5 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 کو عام اعداد (Numbers) کی طرح جمع کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر 8 میٹر = 3 میٹر + 5 میٹر۔

ویکٹر: ایک ایسی طبیعی مقدار ہے جسے مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے اس کی عددی مقدار کے ساتھ ساتھ اس کی سمت کی بھی ضرورت ہوتی ہے۔

مثالیں: ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی، ایکسلریشن، وزن اور فورس وغیرہ۔

وضاحت: 90 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے شمال کی طرف جاتی ہوئی ایک کار کی ولاسٹی کو ایک ویکٹر سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے کیونکہ اس کی عددی قیمت (90 کلومیٹر فی گھنٹا) اور 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۔

ویکٹرز کو ظاہر کرنے کا طریقہ (Representation of Vectors)

ٹیکسٹ بک میں ویکٹرز کو سیدھے جلی حروف سے ظاہر کیا جاتا ہے جیسے کہ **F**، **A**، **v** اور **d** وغیرہ۔

stepacademyofficial.com

کاغذ پر ویکٹرز کا اظہار: ہم کاغذ پر جلی حروف میں نہیں لکھ سکتے لہٰذا ویکٹر کو لکھنے کے لیے حرف (Letter) کے اوپر ایک چھوٹا سا تیر کا نشان بنا دیا جاتا ہے۔ جیسا کہ $\vec{F}$، $\vec{A}$، $\vec{v}$ اور $\vec{d}$۔

ویکٹر کی عددی قیمت: 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 ویکٹرز کو ظاہر کرنے کا طریقہ: اشکال کے ذریعے (Graphically) ویکٹر کو ایک سیدھی لائن سے ظاہر کیا جاتا ہے جس کے ایک سرے پر تیر کا نشان بنا دیا 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۔

ویکٹر کی سمت ظاہر کرنے کا طریقہ: 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 جا سکتی ہے۔ زیادہ تر ہم کوئی سی بھی دو لائنیں استعمال کرتے ہیں جو ایک دوسرے پر عمود ہوں۔

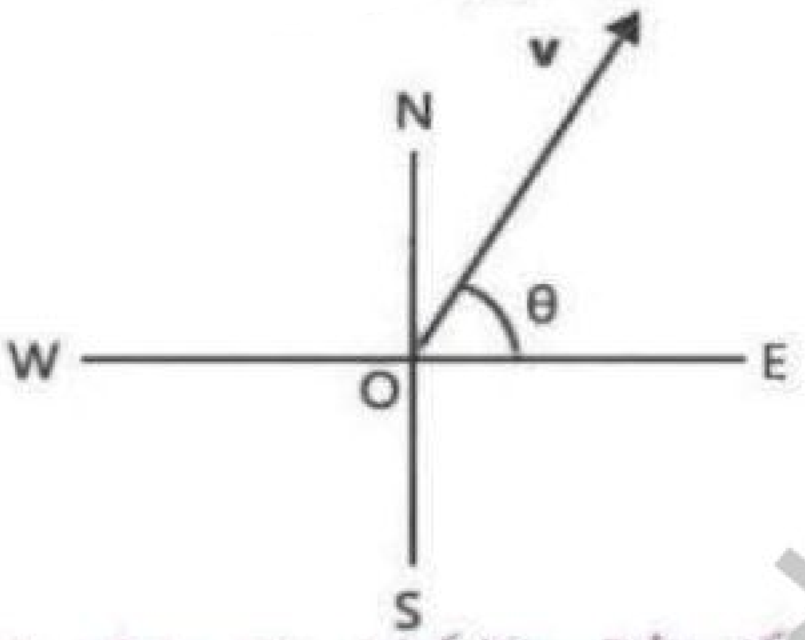
x-ایکسز: افقی (Horizontal) لائن (xx') x-ایکسز کہلاتی ہے

y-ایکسز: عمودی (Vertical) لائن (yy') y-ایکسز کہلاتی ہے (شکل 2.1-b)۔

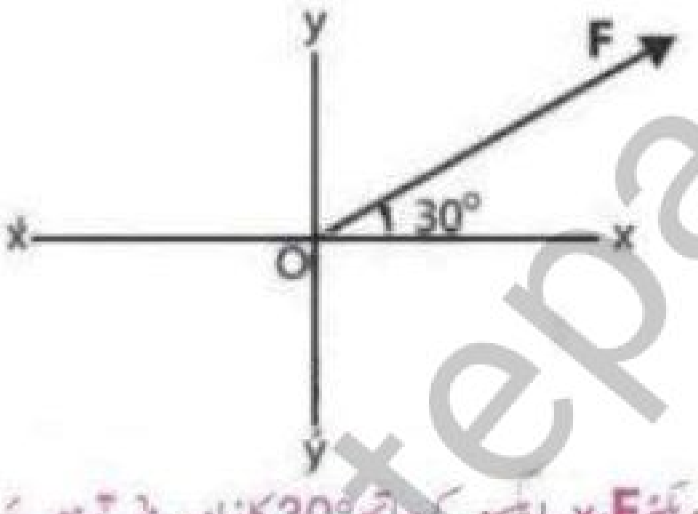
نقطہ آغاز (Origin): وہ نقطہ (Point) جہاں x-ایکسز اور y-ایکسز ملتے ہیں، نقطہ آغاز (Origin) کہلاتا ہے۔ اسے عموماً O سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

حوالہ کے ایکسز (Reference axes): x-ایکسز اور y-ایکسز حوالہ کے ایکسز بھی کہلاتے ہیں

ویکٹرز کا اظہار: 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 (تھیٹا) بتایا جاتا ہے۔ یہ زاویہ x-ایکسز کی دائیں طرف سے گھڑی مخالف (Anticlockwise) سمت میں ماپا جاتا ہے۔



ویکٹر v مشرق سے شمال کی طرف θ زاویہ بناتے ہوئے
شکل 2.1 (a)



ویکٹر F x-ایکسز کے ساتھ 30° کا زاویہ بناتے ہوئے
شکل 2.1 (b)

مثال 2.1

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

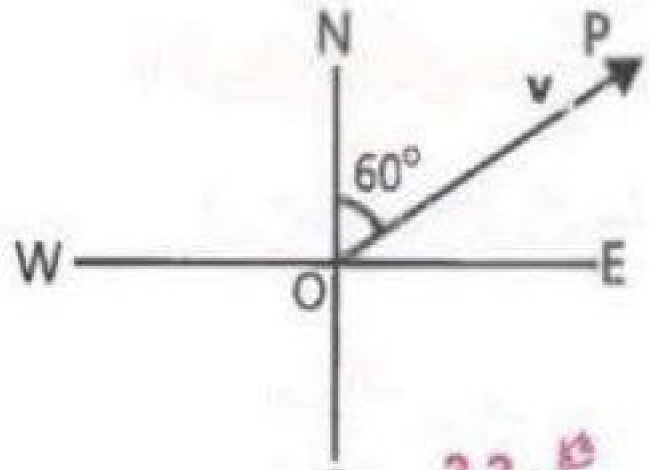
حل:

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

(ii) سکیل: اگر $1cm = 100m\ s^{-1}$ تو $300\ m\ s^{-1}$ کو 3cm لمبی لائن ظاہر کرے گی۔

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

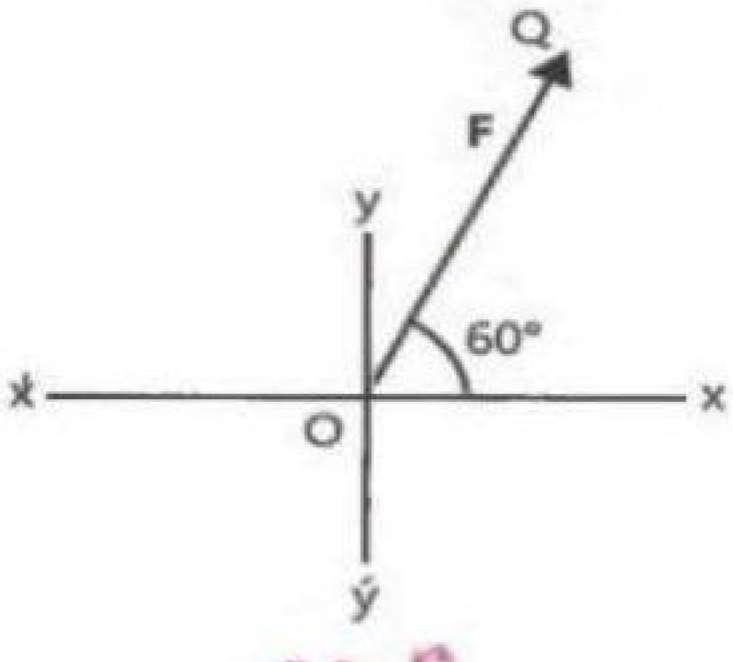
(iv) لائن کے سرے پر تیر کا نشان بنائیں۔ OP ویکٹر v ہے۔



شکل 2.2

stepacademyofficial.com

مثال 2.2



شکل 2.3

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

حل:

(i) افقی اور عمودی لائینیں کھینچ کر x۔ ایکسز اور y۔ ایکسز بنائیں جیسا کہ شکل 2.3 میں دکھایا گیا ہے۔

(ii) سکیل: اگر 100 N = 1 cm تو 350 N = 3.5 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۔

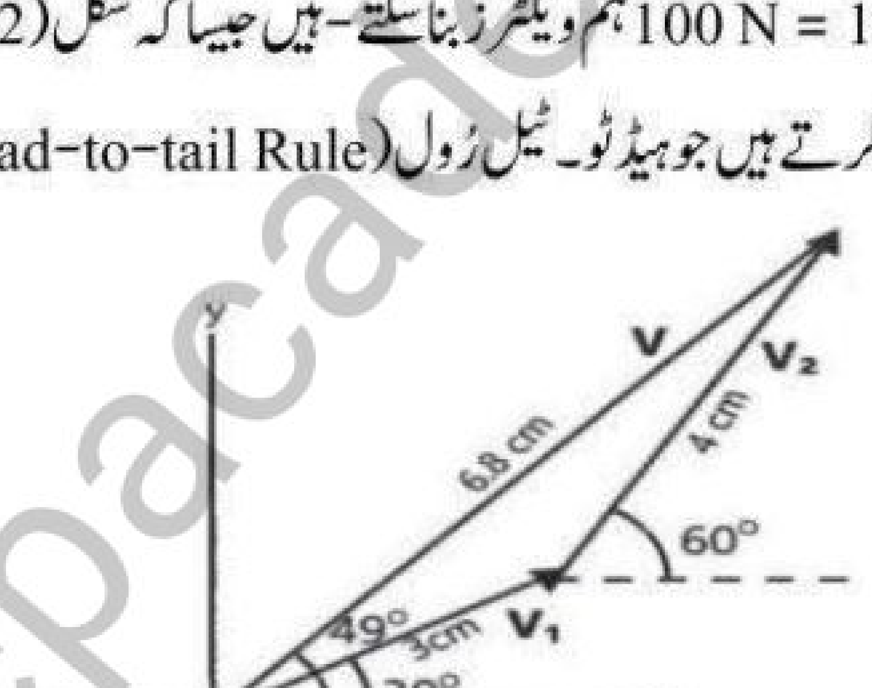
حاصل ویکٹر (Resultant Vector)

تعریف: ہم دو یا دو سے زیادہ ویکٹرز کو جمع کر کے ایک ویکٹر حاصل کر سکتے ہیں، یہ حاصل ویکٹر کہلاتا ہے۔

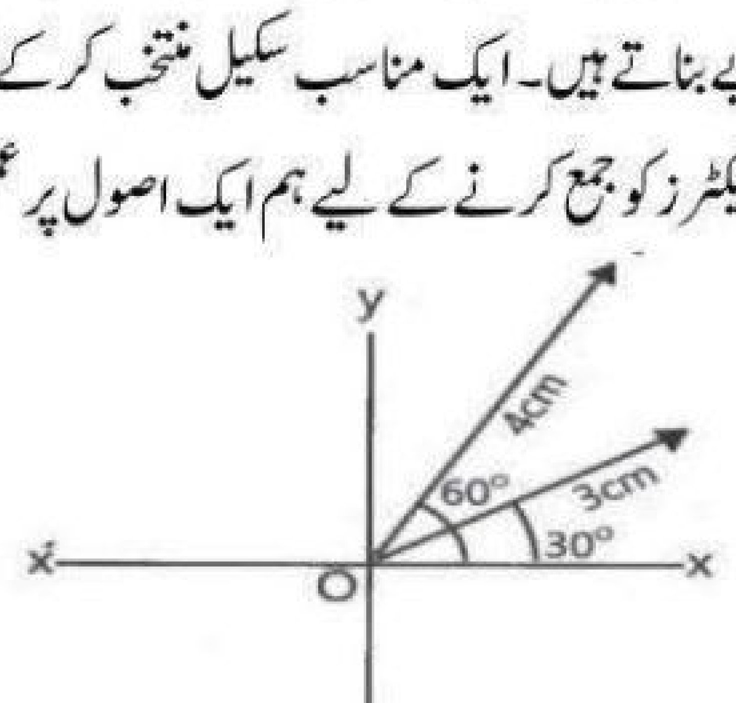
وضاحت: اس کا وہی اثر ہوتا ہے جو جمع کیے جانے والے تمام ویکٹرز کا مجموعی اثر ہو گا۔ ہمیں حاصل ویکٹر کی عددی قیمت اور سمت دونوں معلوم کرنا ہوتی ہیں۔ اس لیے یہ سکیلرز کی جمع سے بالکل مختلف ہے۔ ویکٹرز کو جمع کرنے کے ایک طریقے کو شکل کے ذریعے اظہار گرافیکل (Graphical) کا طریقہ کہا جاتا ہے۔

شکل کے ذریعے ویکٹرز کی جمع کا طریقہ:

ہم دو ویکٹرز $\mathbf{V_1}$ اور $\mathbf{V_2}$ کو جمع کرتے ہیں جن کی عددی قیمتیں 300 N اور 400 N ہیں اور وہ x۔ ایکسز کے ساتھ بالترتیب 30° اور 60° کے زاویے بناتے ہیں۔ ایک مناسب سکیل منتخب کر کے یعنی 100 N = 1cm ہم ویکٹرز بنا سکتے ہیں جیسا کہ شکل (2)2.4 میں دکھایا گیا ہے۔ ان ویکٹرز کو جمع کرنے کے لیے ہم ایک اصول پر عمل درآمد کرتے ہیں جو ہیڈ ٹو۔ ٹیل رُول (Head-to-tail Rule) کہلاتا ہے۔



شکل 2.4 (b)



شکل 2.4 (a)

ہیڈ ٹو۔ ٹیل رُول (Head-to-tail Rule) سے ویکٹرز کو جمع کرنے کا طریقہ:

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

stepacademyofficial.com

2.2 ریسٹ اور موشن (Rest and Motion)

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

شکل 2.5(a)

وضاحت: 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 ریسٹ کی حالت میں ہیں۔

مثال: فرض کریں کہ ایک موٹر سائیکل سوار سڑک پر کھڑا ہے۔ کوئی شخص (Observer) اسے دیکھتا ہے کہ وہ اپنے ارد گرد کی اشیا مثلاً قریبی عمارت، درخت یا کھمبے کے لحاظ سے اپنی جگہ تبدیل نہیں کر رہا تو وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار ریسٹ کی حالت میں ہے۔

شکل 2.5(b)

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

مثال: جب سوار موٹر سائیکل چلا رہا ہو تو مشاہدہ کرنے والا شخص دیکھے گا کہ موٹر سائیکل سوار اپنے ارد گرد کی اشیا کے لحاظ سے مسلسل اپنی جگہ بدل رہا ہے۔ تب وہ شخص کہے گا کہ موٹر سائیکل سوار موشن (حرکت) کی حالت میں ہے۔

ریسٹ اور موشن کی حالت ریلیٹو: کسی شے کی ریسٹ 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 ریسٹ کی حالت میں ہے لیکن ریلوے سٹیشن کے پلیٹ فارم پر کھڑے کسی مشاہدہ کرنے والے شخص کے لحاظ سے وہ موشن کی حالت میں ہے۔

2.3 موشن کی اقسام (Types of Motion)

اجسام کی موشن کو تین اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے

ٹرانسلیٹری موشن (Translatory Motion)

روٹیٹری موشن (Rotatory Motion)

وائبریٹری موشن (Vibratory Motion)

1. ٹرانسلیٹری موشن:

تعریف: 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: ایک ریل گاڑی یا کار کی موشن ٹرانسلیٹری موشن ہے۔

ٹرانسلیٹری موشن کی اقسام

لی نیر موشن (Linear Motion)

tepacademyofficial.com

اگر کوئی جسم سیدھی لائن میں حرکت کرے تو اسے لی نیئر موشن کہتے ہیں۔

مثال: آزادانہ گرتا ہوا جسم

رینڈم موشن (Random Motion)

بے ترتیب راستہ
شکل 2.7(a)

شکل 2.7(b)

اگر کوئی جسم بے ترتیب انداز میں حرکت کرے تو اسے رینڈم موشن شکل کہتے ہیں

مثال: شہد کی مکھی کی اُڑان۔

سرکلر موشن (Circular Motion)

شکل 2.8 سرکلر موشن

اگر کوئی جسم دائرے میں حرکت کرے تو اس کی موشن کو سرکلر موشن کہتے ہیں۔

مثال: اگر کسی ڈوری کے ایک سرے پر بندھے گیند کو گھمائیں تو وہ ایک دائرے میں حرکت کرے گا۔

فیرس وہیل (Ferris Wheel) کی سرکلر موشن حرکت بھی سرکلر موشن ہے۔

2. روٹیٹری موشن

پنکھے کی روٹیٹری موشن
شکل 2.9

تعریف: اگر کسی جسم کا ہر ذرہ ایک نقطہ یا ایکسز کے گھومے تو اس جسم کی موشن روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔

مثال: الیکٹرک مشین یا واشنگ مشین ڈرائر کی موشن روٹیٹری موشن ہے۔ لٹو کی موشن اور پنکھے کی موشن بھی روٹیٹری موشن ہے۔

3. وائبریٹری موشن

وائبریٹری موشن
شکل 2.10

مثال: اگر کوئی جسم اپنی ریسٹ پوزیشن کے آگے پیچھے اپنی حرکت کو بار بار دہرائے تو ایسی حرکت وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔

مثال: چلڈرن پارک کے کسی جھولے کی حرکت وائبریٹری موشن ہے۔

2.4 فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (Distance and Displacement)

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 راستہ کی لمبائی فاصلہ کہلاتی ہے۔ فاصلہ ایک سکیلر مقدار ہے۔

مثال: 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۔

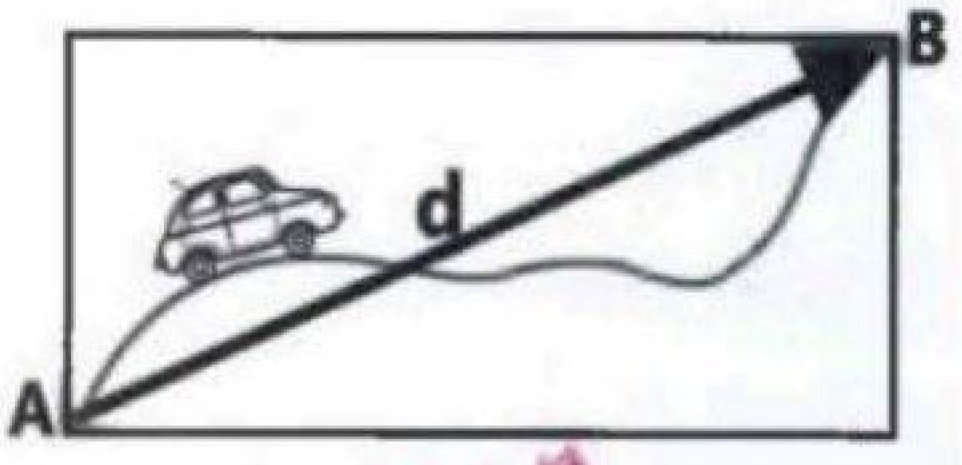
ڈس پلیسمنٹ: کسی جسم کا طے کردہ ڈس پلیسمنٹ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ جس کی عددی قیمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن تک کم سے کم فاصلہ ہے اور اس کی سمت ابتدائی پوزیشن سے آخری پوزیشن کی طرف ہوگی۔

یا

پوزیشن میں تبدیلی ڈس پلیسمنٹ کہلاتی ہے۔

stepacademyofficial.com

یونٹ: ڈس پلیسمنٹ کا SI یونٹ میٹر (m) ہے جو کہ فاصلے کا بھی SI یونٹ ہے۔



شکل 2.11

مثال: ایک کار پوزیشن A سے B تک سفر کرتی ہے۔ منحنی لائن کار کا طے کردہ اصل راستہ ہے۔ 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۔

2.5 سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)

سپیڈ: کسی جسم کے اکائی وقت میں طے کردہ فاصلے کو سپیڈ کہتے ہیں۔

فارمولا: اگر کوئی جسم S فاصلہ t وقت میں طے کرتا ہے تو اُس کی سپیڈ کو اس طرح لکھا جائے گا۔

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

$$S = vt$$

سپیڈ ایک سکیلر مقدار ہے۔ سپیڈ کا یونٹ ms^{-1} یا $km\ h^{-1}$ ہے۔

یقیناً کسی گاڑی کی سپیڈ تمام سفر کے دوران میں یکساں (constan) نہیں رہتی۔ اگر سپیڈو میٹر کی ریڈنگ دیکھتے رہیں تو یہ ہر وقت بدلتی رہتی ہے۔

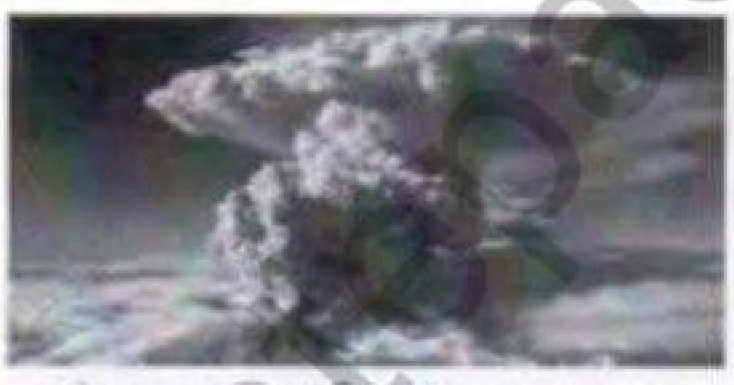
لمحاتی سپیڈ: کسی بھی لمحے کسی گاڑی کی سپیڈ جو اس کا سپیڈو میٹر ظاہر کرتا ہے، اس کی لمحاتی سپیڈ (Instantaneous Speed) کہلاتی ہے۔

اوسط سپیڈ: کسی جسم کے کل طے کردہ فاصلے اور صرف کردہ کل وقت کے درمیان نسبت اوسط سپیڈ کہلاتی ہے۔

$$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{\text{کُل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کُل وقت}}$$

$$v_{av} = \frac{S}{t}$$

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


1980ء میں سینٹ ہیلنز آتش فشاں پھٹا تھا تو کئی چٹانیں 400 km h⁻¹ کی سپیڈ سے اُڑی تھیں۔

سمت: ولاسٹی **v** ایک ویکٹر مقدار ہے اسکی سمت وہی ہوتی ہے جو کہ ڈس پلیسمنٹ **d** کی ہوتیہے۔

یونٹ: ولاسٹی کا یونٹ ms^{-1} یا $km\ h^{-1}$ بھی ہے۔

وضاحت: کسی جسم کی سپیڈ سے اس کی موشن کی سمت کا پتہ نہیں چلتا۔ سمت کے لیے اس میں ویکٹر کا تصور شامل کرنا پڑتا ہے۔ اس کے لیے ہمیں ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان ڈس پلیسمنٹ d معلوم کرنا ہوتا ہے۔

مثال: ایک کار جو کہ شمال کی طرف $70\ km\ h^{-1}$ کی رفتار سے جارہی 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 $70\ km\ h^{-1}$ اور اس کی سمت شمال کی طرف ہے۔

seepacademyofficial.com

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

تعریف: اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ اور سمت تبدیل نہ ہو تو اس کی ولاسٹی یکساں ولاسٹی کہلاتی ہے۔

مثال: چھاتہ بردار (Paratrooper) کی نیچے کی طرف موشن

متغیر (Variable) یا غیر یکساں ولاسٹی: اگر کسی متحرک جسم کی سپیڈ یا سمت یا پھر دونوں تبدیل ہو رہی ہوں تو ایسی ولاسٹی کو متغیر (Variable) یا غیر یکساں ولاسٹی کہتے ہیں۔

وضاحت: کوئی گاڑی اپنے تمام سفر کے دوران 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 موشن 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 گریویٹی (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)

موٹروے ٹریفک جام کی ٹائم لیپس فوٹو میں کاروں کی ولاسٹی سیدھی لائینوں میں ظاہر ہو رہی ہے۔ سفید لائینیں ہیڈ لائٹس اور سرخ لائینیں ان گاڑیوں کی پچھلی لائٹس کی ہیں جو مخالف سمت میں جا رہی ہیں۔

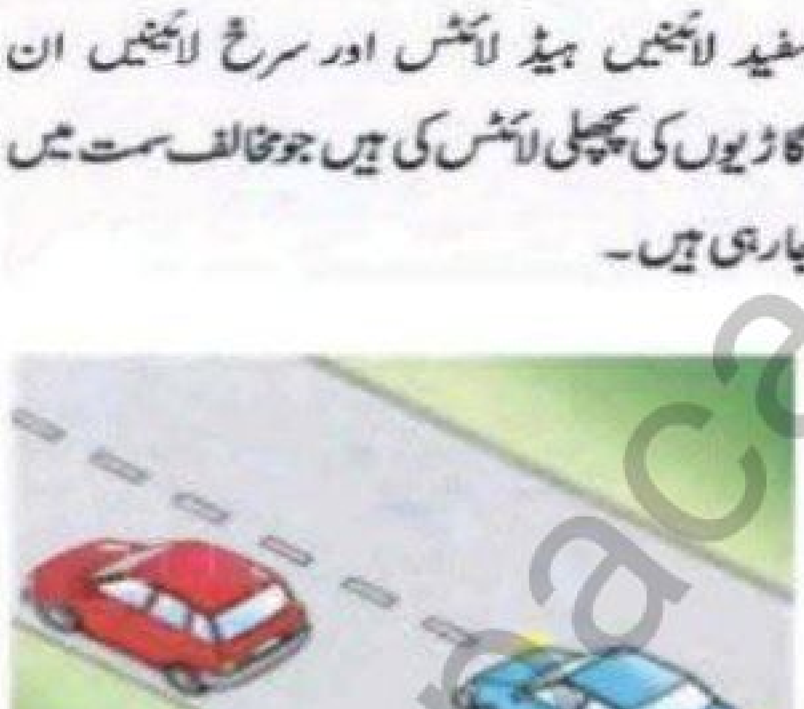
جب کسی شے کی ولاسٹی بڑھتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ وہ شے ایکسلریشن کے ساتھ جا رہی ہیں۔

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۔

تعریف: 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۔

سمت: ولاسٹی کی طرح ایکسلریشن بھی ایک ویکٹر مقدار ہے لیکن اس کی سمت ولاسٹی میں تبدیلی کی سمت میں ہو گی۔

یونٹ: ایکسلریشن کا SI یونٹ ms^{-2} ہے۔



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

پازیٹو اور نیگیٹو ایکسلریشن: اگر ولاسٹی بڑھ رہی ہو تو ایکسلریشن مثبت (Positive) ہو گا اور اگر ولاسٹی کم ہو رہی ہو تو ایکسلریشن منفی (Negative) ہو گا۔ منفی ایکسلریشن، ڈی سیلریشن (Decelaration) یا ریٹارڈیشن (Retardation) بھی کہلاتا ہے۔

مساوات: 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 $\Delta v = v_f - v_i$ ہو گی جو وقت t کے دوران واقع ہوئی۔ اس صورت میں ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح یعنی ایکسلریشن، اوسط ایکسلریشن ہو گا۔

$$\text{اوسط ایکسلریشن} = \frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت کا دورانیہ}}$$

$$\mathbf{a}_{av} = \frac{\mathbf{v}_f - \mathbf{v}_i}{t}$$

stellacademyofficial.com

اس مساوات کو اس طرح بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$a_{av} = \frac{\Delta v}{t}$$

اگر ایکسلریشن کونسٹنٹ ہو تو

$$v_f = v_i + at$$

یکساں اور غیر یکساں ایکسلریشن

تعریف: اگر وقت کے برابر وقفوں میں ولاسٹی 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۔

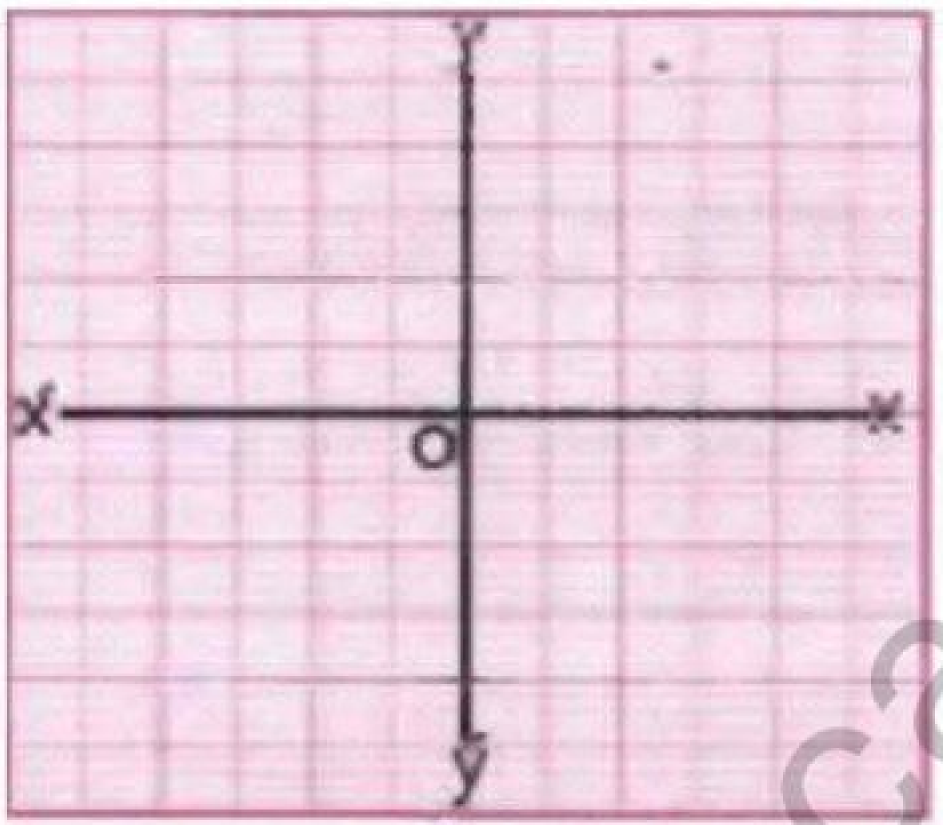
آپ کی معلومات کے لیے

1۔ کی ولاسٹی سیدھی لائینوں میں ظاہر ہو رہی ہے۔ سفید لائینیں ہیڈ لائٹس اور سرخ لائینیں ان گاڑیوں کی پچھلی لائٹس کی ہیں جو مخالف سمت

2۔ اوور ٹیکنگ کرتے ہوئے، کار اپنی ولاسٹی کو بڑھاتی ہے۔

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

گراف: 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۔



شکل 2.13

عام طور پر ہم ایک ایسے کاغذ پر گراف کھینچتے ہیں جس پر برابر فاصلے سے افقی اور عمودی لائینیں کھینچی ہوتی ہیں۔ گراف پیپر پر عموماً ہر دسویں لائن موٹی ہوتی ہے۔

ایکسز (Axes): گراف بنانے کے لیے ایک دوسرے پر عمود دو موٹی لائینیں xox' اور yoy' منتخب کر لی جاتی ہیں۔ ان کو ایکسز (Axes) کہتے ہیں۔ جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے۔

اوریجن: جہاں x-ایکسز اور y-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 ایک ایکسز کے ساتھ کوئی طبعی مقدار لینے کے لیے اس مقدار کی کم سے کم اور زیادہ سے زیادہ قیمت کو مدنظر رکھ کر مناسب سکیل کا تعین کا جاتا ہے۔

فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

stepacademyofficial.com

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۔

1۔ یکساں سپیڈ سے حرکت کرتے ہوئے جسم کے لیے فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

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

سینٹی میٹر والے گراف پیپر پر گراف بنانے کے لیے درج ذیل ترتیب پر عمل کریں۔

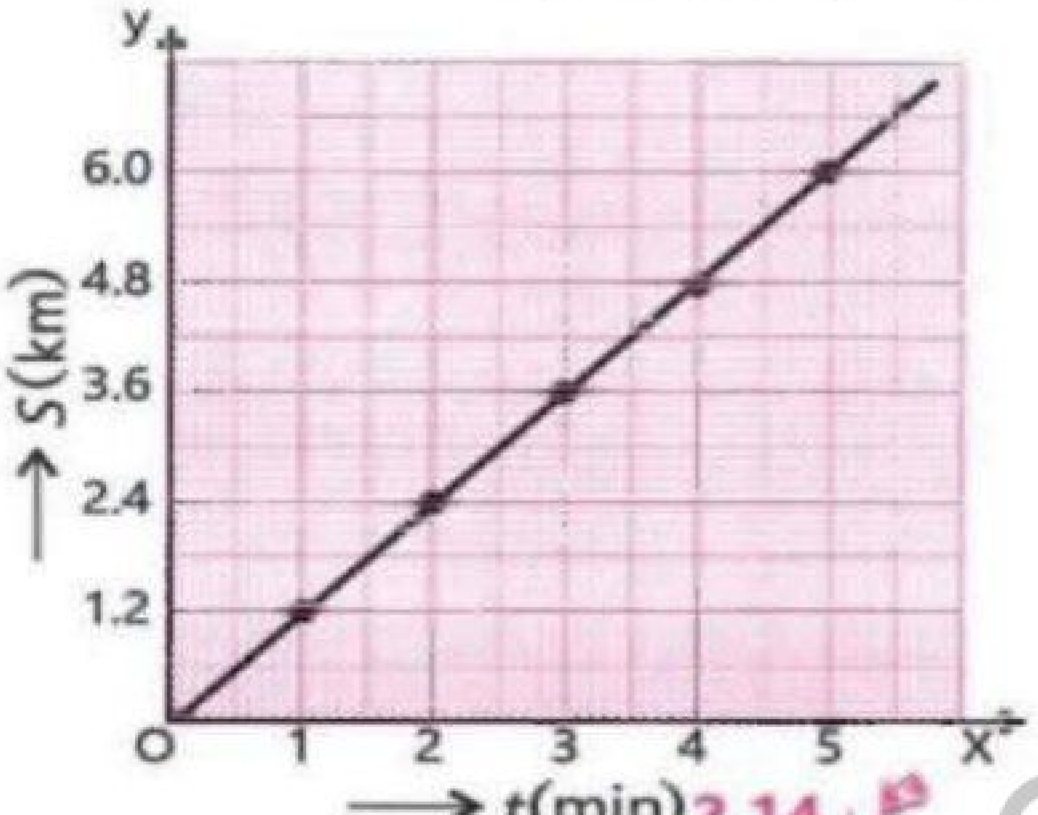
(i) وقت x۔ ایکسز کے ساتھ لیں اور فاصلہ S y۔ ایکسز کے ساتھ لیں۔

(ii) مناسب سکیل منتخب کریں۔

(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۔



شکل 2.14

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۔

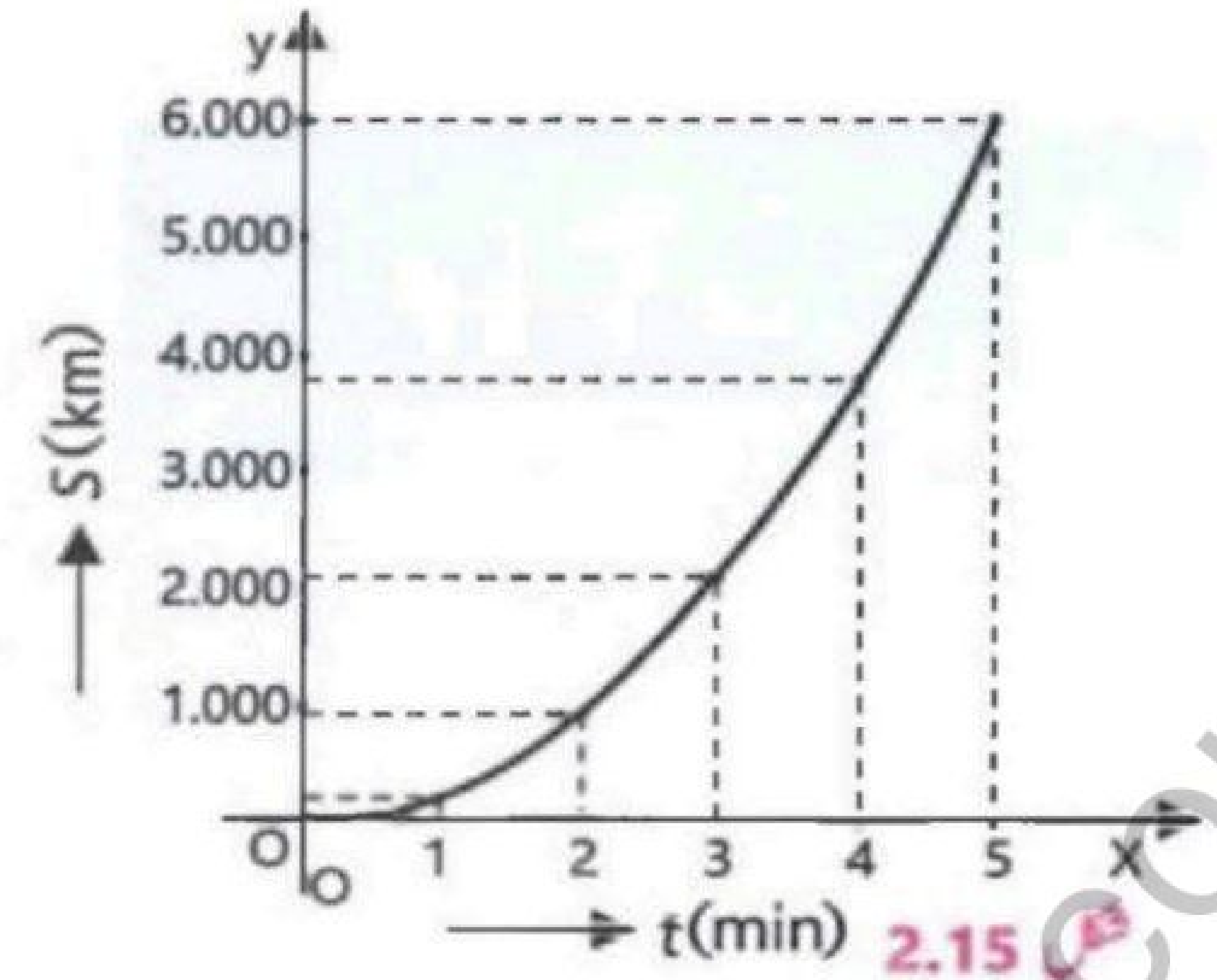
2۔ غیر یکساں سپیڈ سے حرکت کرتی ہوئی کار کے لیے فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

اب کار کے ایک اور سفر کو زیرِ 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۔

stepacademyofficial.com



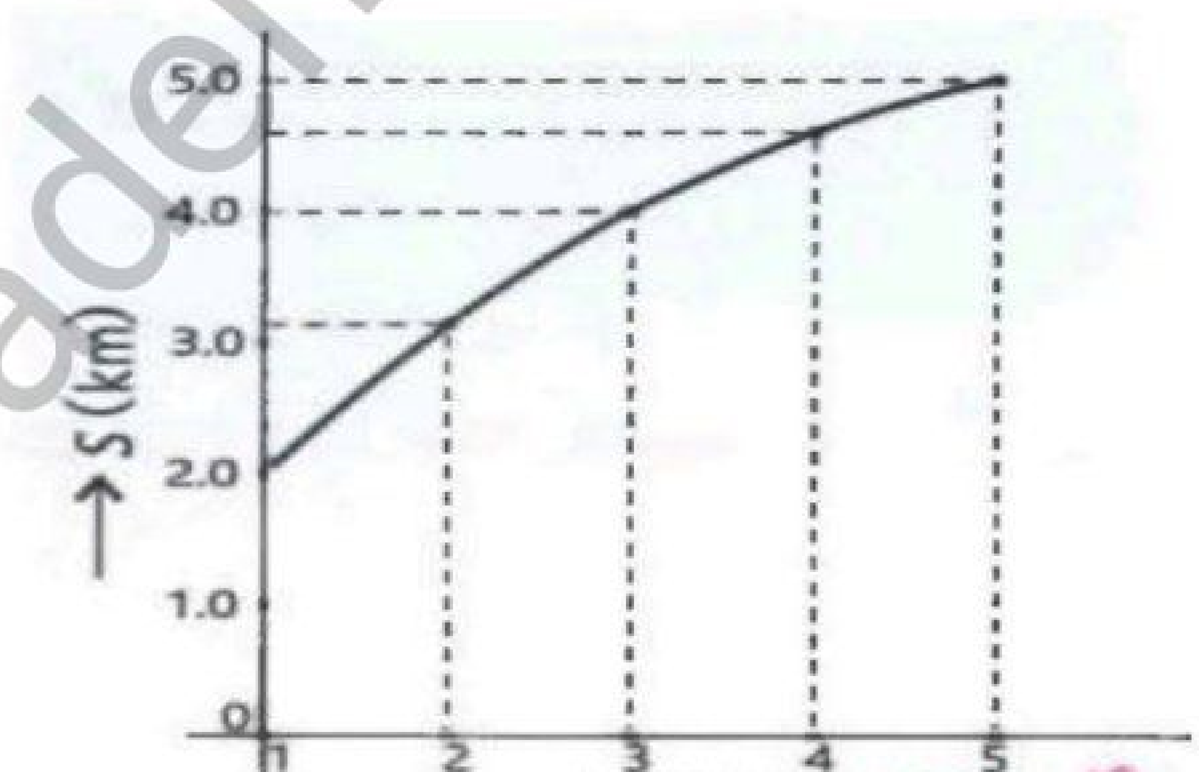
شکل 2.15

3۔ منفی ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کے لیے فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

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 ڈی سیلریشن یا منفی ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کی صورت حال ہے۔ جیسا کہ شکل 2.16 میں دکھایا گیا ہے۔



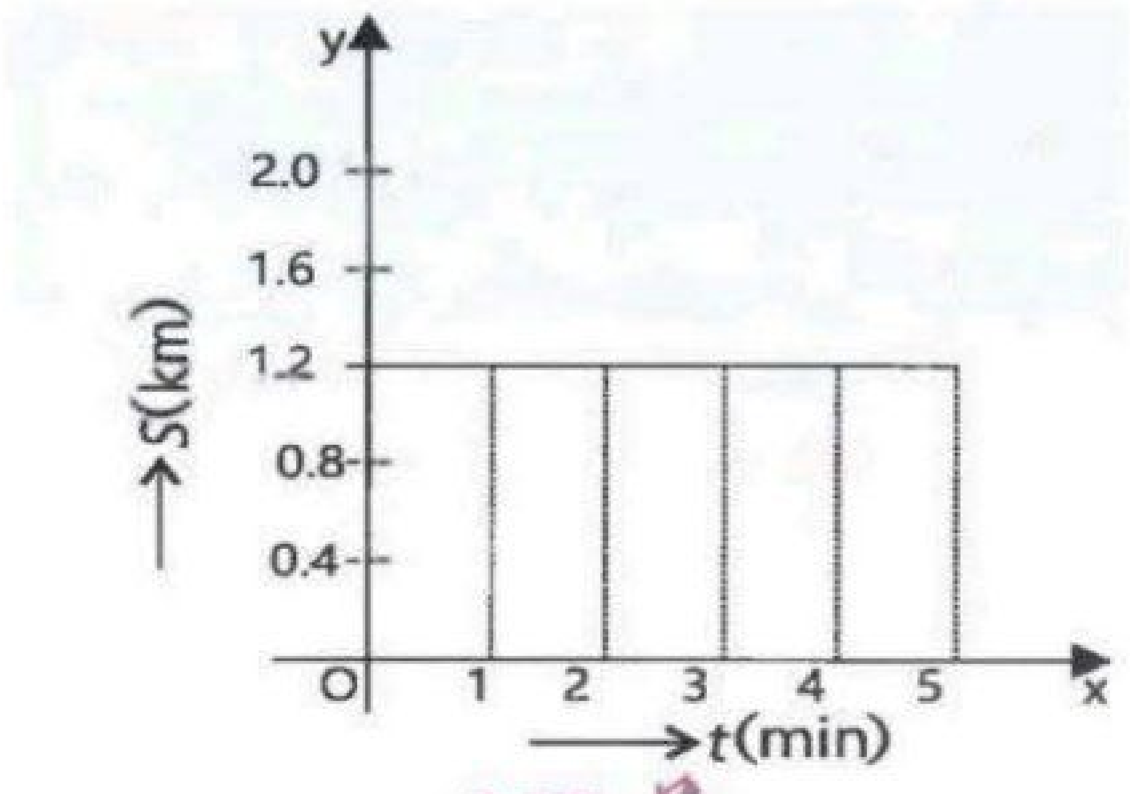
شکل 2.16

4۔ کار کی ریسٹ حالت کے لیے فاصلہ اور وقت کے مابین گراف

اب ایک اور صورتِ 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

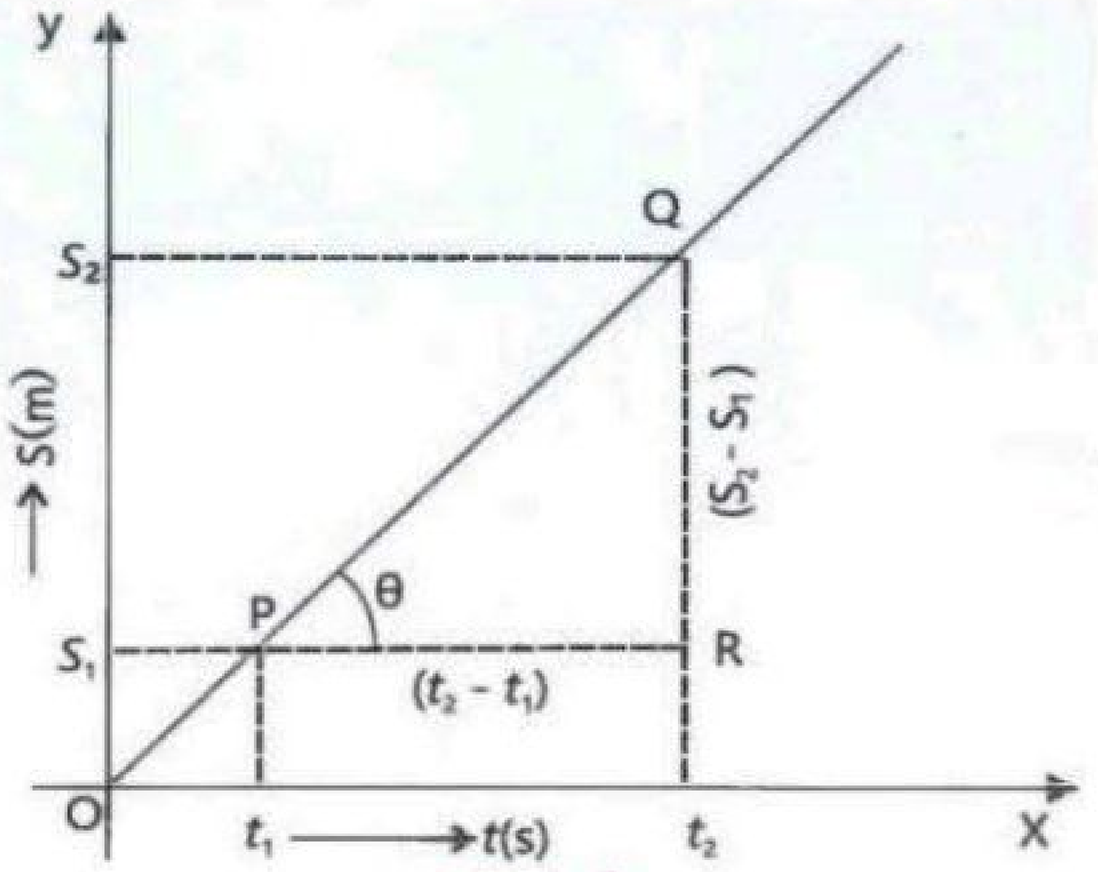
stepacademyofficial.com



شکل 2.17

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 ریسٹ کی حالت میں ہے۔

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



شکل 2.18

تعریف: گریڈیئنٹ کسی لائن کے سلوپ (Slope) کی پیمائش ہے۔

فاصلہ-وقت گراف کے گریڈینٹ کی مساوات:

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

حسابی مساوات: شکل میں دکھائے گئے یکساں سپیڈ کا فاصلہ۔ وقت کا گراف 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) 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 2.18 میں دکھایا گیا ہے۔ اس وقت کے دورانیے میں طے کردہ فاصلہ $S = S_2 - S_1$ ہے۔

طے کردہ فاصلہ $S = S_2 - S_1$

وقت کا دورانیہ $t = t_2 - t_1$

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

$$\text{سلوپ} = \frac{RQ}{PR}$$

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

وقت کے دورانیہ t میں اوسط سپیڈ $= \frac{S}{t} = v_{av}$ (1)

شکل میں گراف لائن کا سلوپ $= \frac{S}{t} = \tan\theta$ (2)

مساوات (1) اور (2) سے

جسم کی اوسط سپیڈ = فاصلہ وقت گراف کا گریڈینٹ

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

stepacademyofficial.com

2.9 سپیڈ-وقت گراف (Speed-Time Graph)

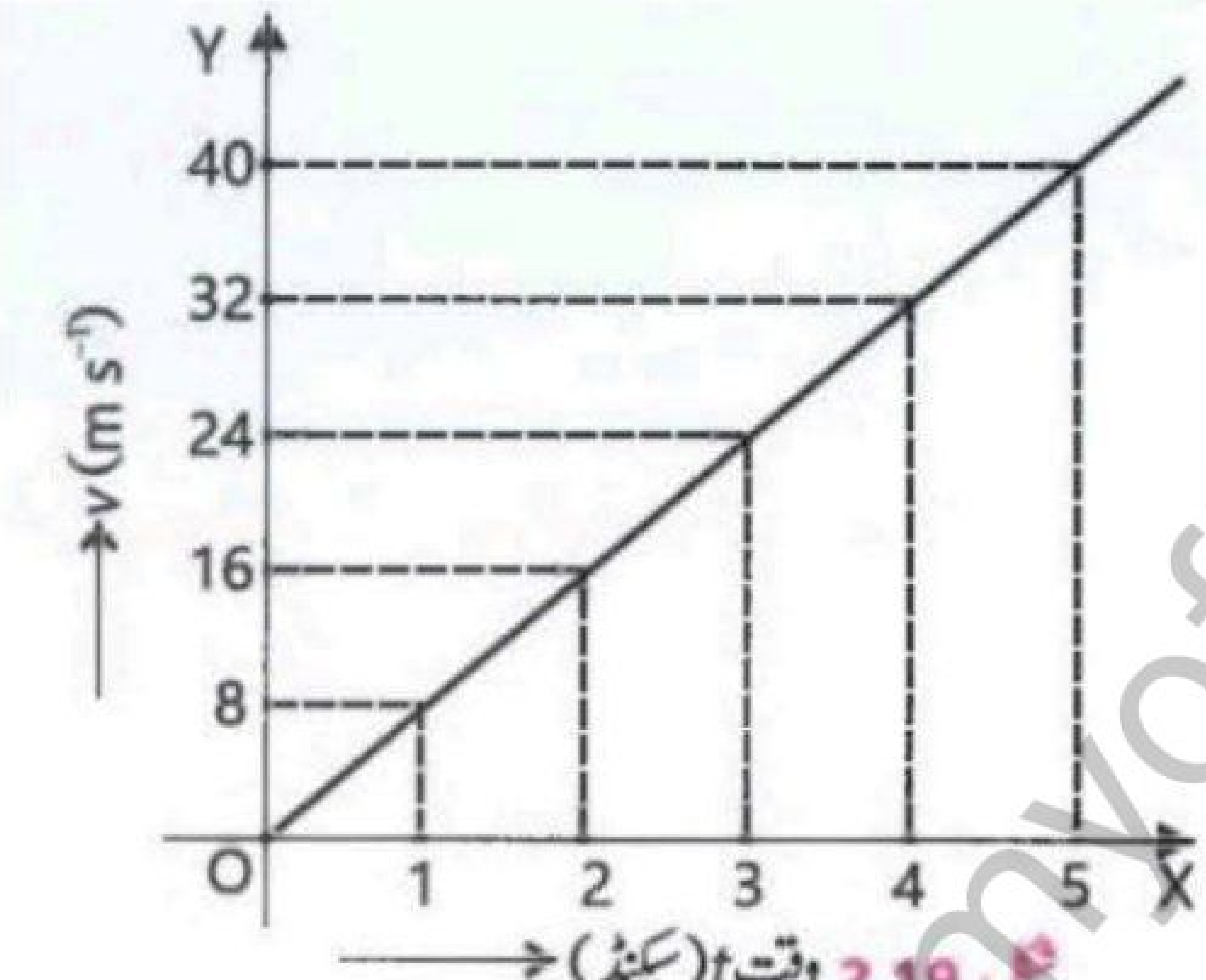
ہم سپیڈ v اور وقت t کے مابین گراف بنا سکتے ہیں۔ یہ سپیڈ-وقت گراف کہلاتا ہے۔

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۔

1- یکساں ایکسلریشن سے حرکت کرتی ہوئی کار کے لیے سپیڈ-وقت گراف

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

t کو x-ایکسز کے ساتھ اور v کو y-ایکسز کے ساتھ لیا گیا ہے۔



شکل 2.19

سکیل: x-ایکسز کے ساتھ

$1\ s = 1\ cm$

y-ایکسز کے ساتھ

$10\ ms^{-1} = 1\ cm$

گراف کو شکل 2.19 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۔

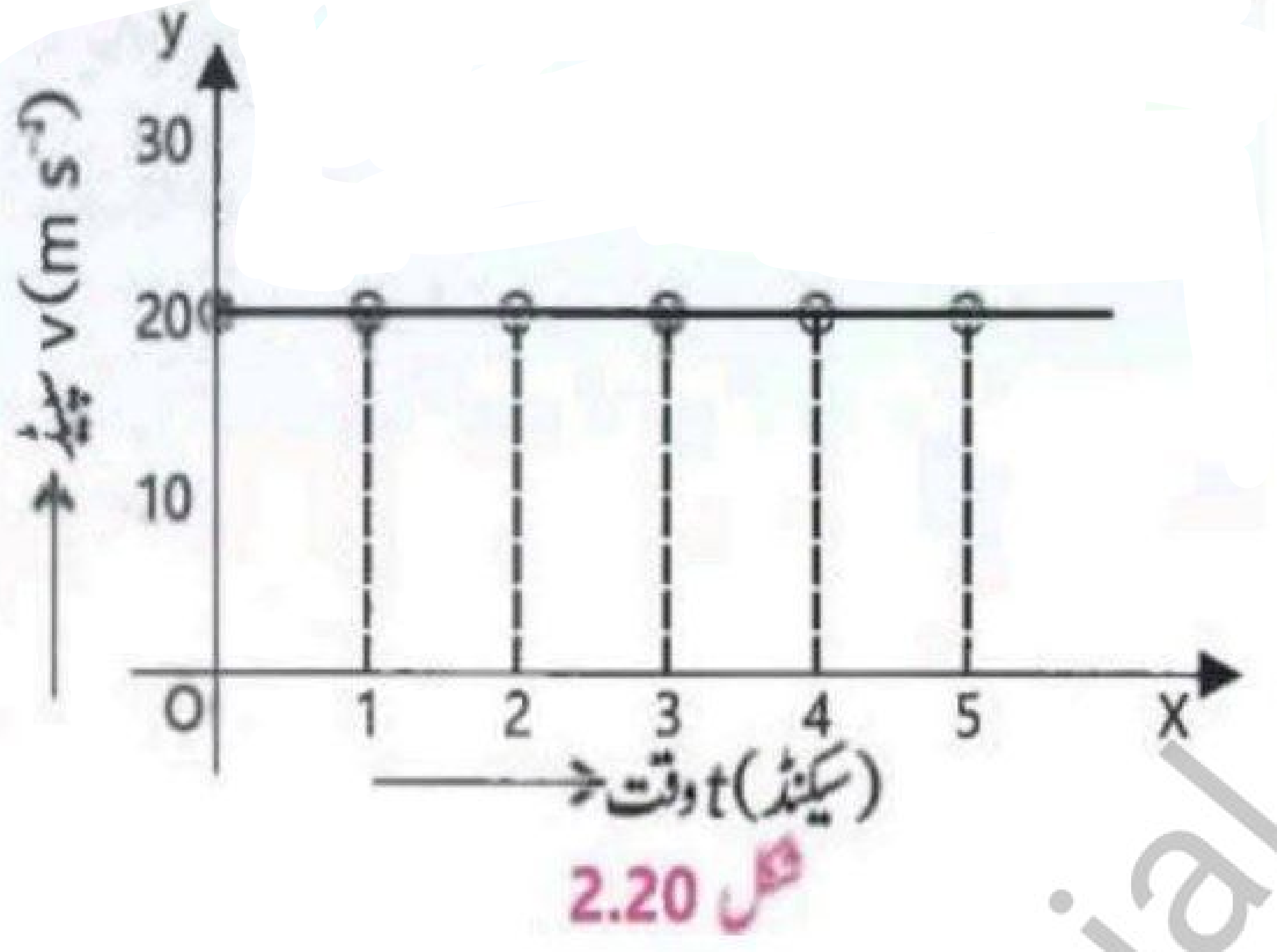
2- یکساں سپیڈ سے حرکت کرتی ہوئی کار کے لیے سپیڈ-وقت گراف

اس صورتِ حال کے لیے مشاہدات نیچے ٹیبل میں درج کیے گئے ہیں۔

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

stepacademyofficial.com

اس صورتِ 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۔



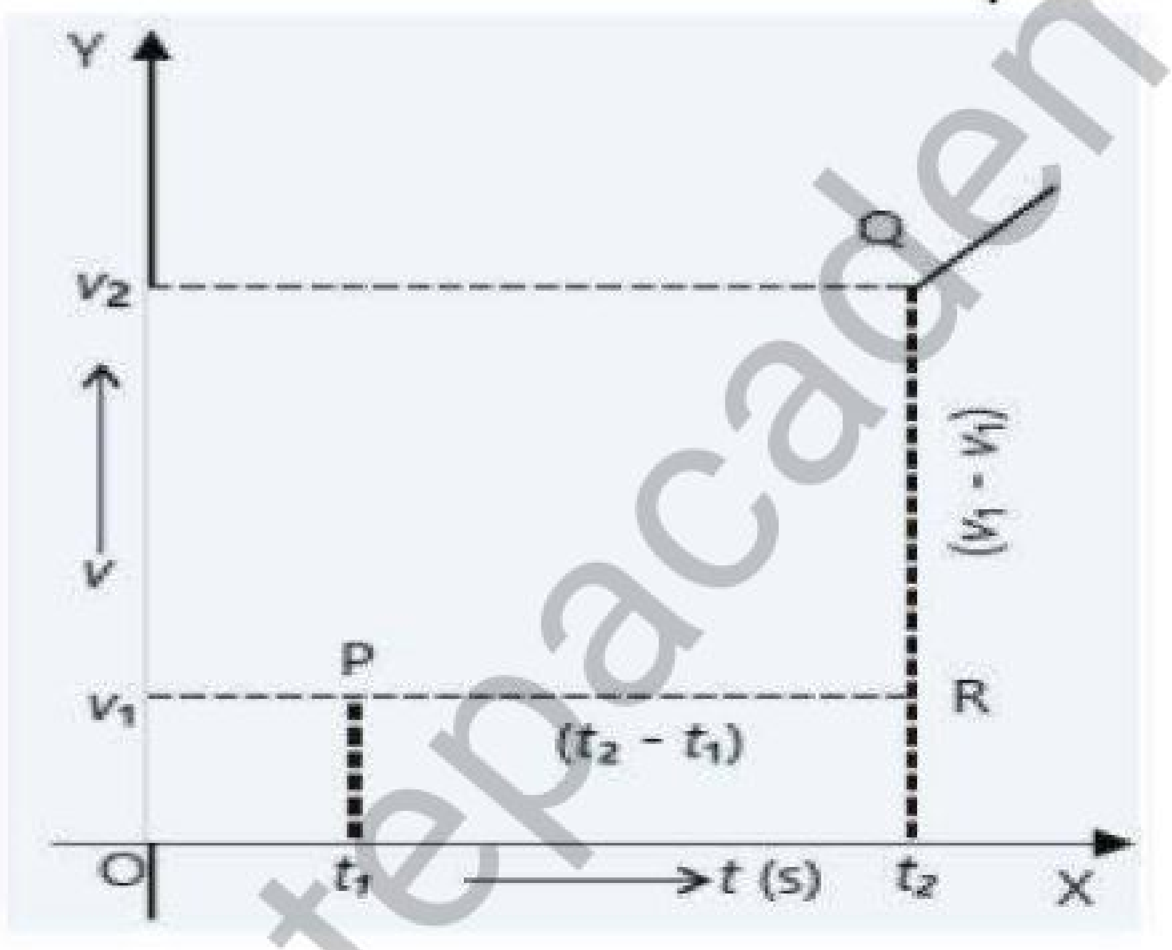
شکل 2.20

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

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

حسابی مساوات: اب سپیڈ۔وقت کے گراف کو دیکھیں جو شکل 2.21 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 اور t_2 پر بالترتیب ولاسٹی v_1 اور v_2 ہے۔ وقت کے دورانیہ $(t_2 - t_1)$ میں سپیڈ میں تبدیلی $(v_2 - v_1)$ ہے۔

اس لیے



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

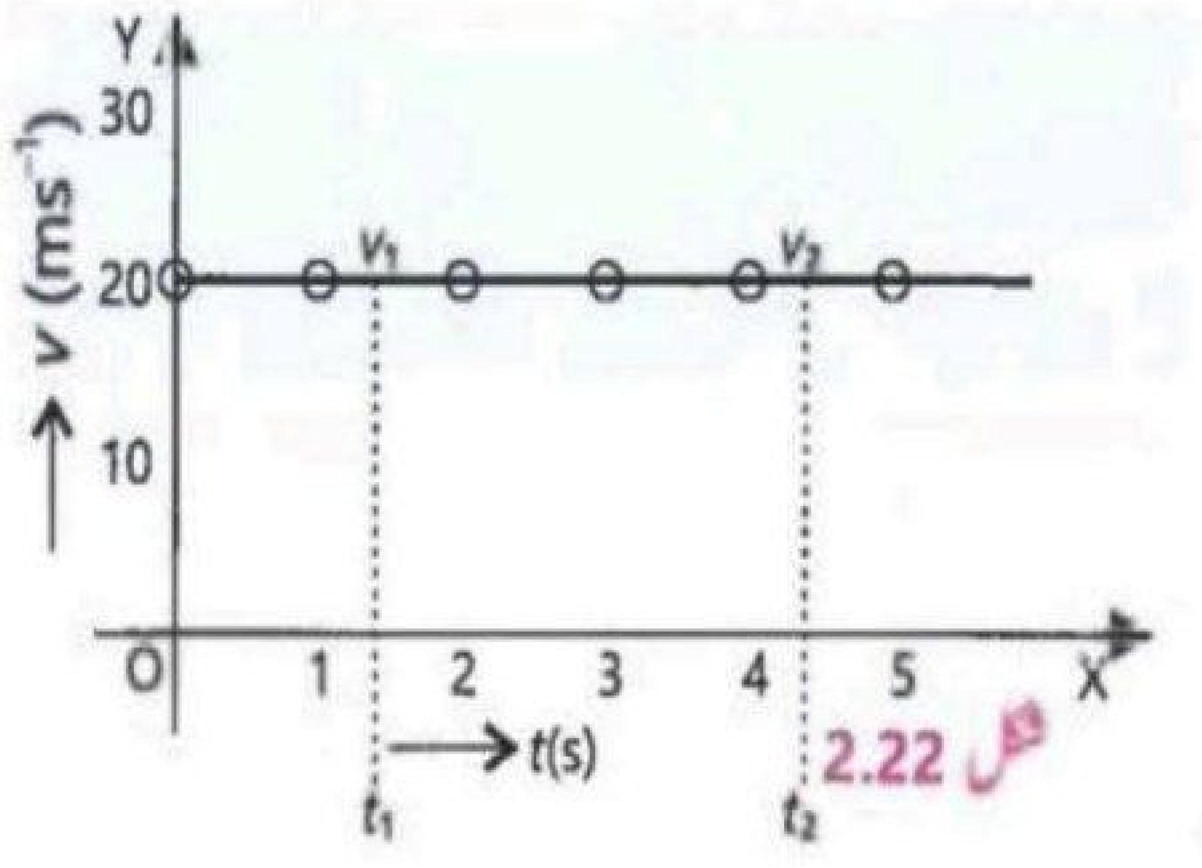
یا $$\text{سلوپ} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

$$\text{سلوپ} = \frac{\nabla v}{t}$$

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

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

stepacademyofficial.com



شکل 2.22

اس سے یہ ظاہر ہوتا ہے کہ جب کار یکساں ایکسلریشن سے 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 2.20 کا گراف دوبارہ شکل 2.22 میں بنایا گیا ہے۔ وقت t_1 پر سپیڈ v_1 اتنی ہی ہے جتنی وقت t_2 پر سپیڈ v_2 ہے لہذا سپیڈ میں تبدیلی صفر ہے۔ چونکہ $v_2 - v_1 = 0$ اس لیے

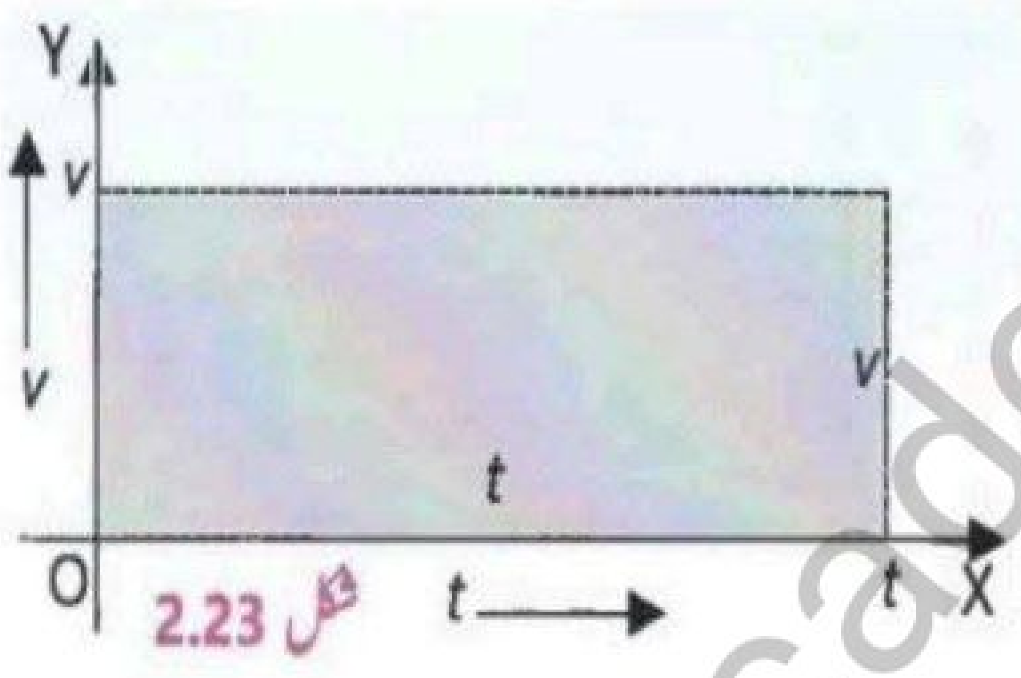
$$\text{سلوپ} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = 0$$

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

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

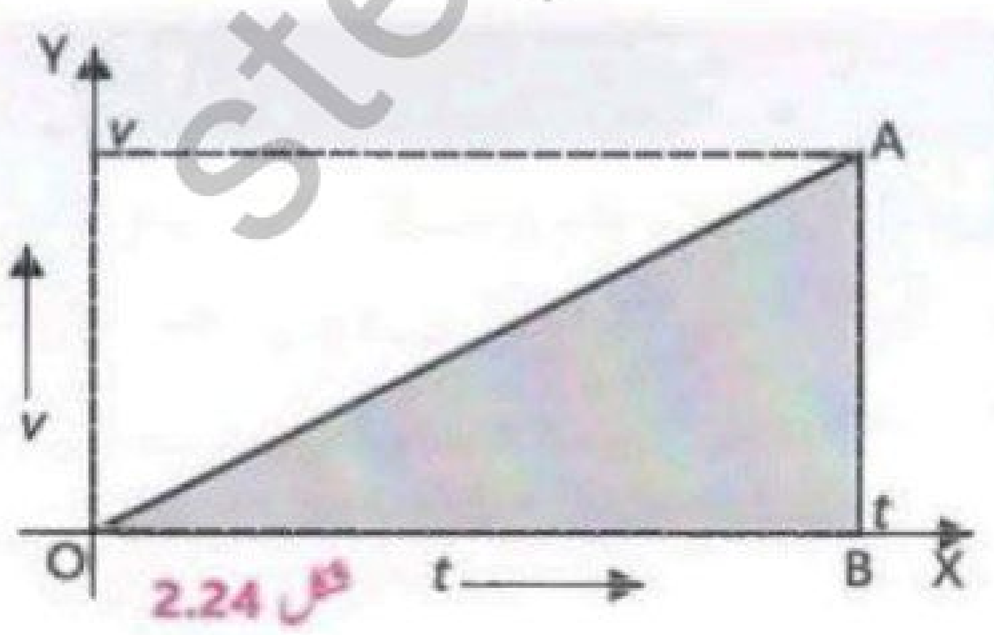
سپیڈ-وقت گراف سے کسی جسم کا طے کردہ کل فاصلہ بھی معلوم کیا جاسکتا ہے۔

تعریف: سپیڈ-وقت کے گراف کے نیچے وقت کے ایکسز تک کا رقبہ عددی طور پر جسم کے طے کردہ کل فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔



شکل 2.23

مثال 1: 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 $(v \times t)$ ہے۔ 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 (x-ایکسز) تک کا رقبہ عددی طور پر وقت کے دورانیہ t میں جسم کے طے کردہ فاصلے کے برابر ہوتا ہے۔



شکل 2.24

مثال 2: شکل (2.24) میں دکھائے گئے گراف میں جسم کی سپیڈ وقت کے دورانیہ میں یکساں طور پر بڑھتی ہوئی صفر سے تک پہنچ جاتی ہے۔

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

وقت کا دورانیہ × اوسط سپیڈ = طے کردہ فاصلہ

طے کردہ فاصلہ $= \frac{1}{2} v \times t$

اگر ہم کے گراف کے نیچے کا رقبہ معلوم کریں تو شکل کے مطابق یہ قائمتہ الزاویہ مثلث کے رقبہ کے برابر ہے جسے شیڈ شدہ دکھایا گیا ہے۔ مثلث کا قاعدہ کے برابر ہے اور عمود کے برابر ہے۔

$$\text{مثلث کا رقبہ} = \frac{1}{2}\left(\text{قاعدہ} \times \text{عمود}\right)$$
$$= \frac{1}{2}(v \times t)$$

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

2.12 گریویٹی 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:

$$v_f = v_i + at \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$
$$S = v_i t + \frac{1}{2}at^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$
$$2aS = v_f^2 - v_i^2 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

جب ان مساواتوں 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 میں 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 ایکسلریشن (Free Fall Acceleration)

جب کوئی جسم زمین کی گریویٹی کے زیر اثر آزادانہ نیچے گرتا ہے تو اُس پر عمل کرنے والا ایکسٹریشن، گریوی ٹیشنل ایکسلریشن ہوتا ہے جسے g سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ گریوی ٹیشنل ایکسٹریشن کی سمت ہمیشہ نیچے کی طرف ہوتی ہے۔ اس کی عددی قیمت $9.8\,ms^{-2}$ ہوتی ہے لیکن آسانی کے لیے ہم g کی عددی قیمت $10\,ms^{-2}$ استعمال کرتے ہیں۔

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

$$v_f = v_i + gt$$
$$S = v_i t + \frac{1}{2}gt^2$$
$$2gS = v_f^2 - v_i^2$$

ان مساواتوں کو استعمال کرتے ہوئے:

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

stepacademyofficial.com

(ii) نیچے کی سمت گرتے ہوئے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن g کو مثبت رکھا جائے گا۔ دیگر تمام نیچے کی سمت والی مقداریں بھی مثبت رکھی جائیں گی۔ جو مقداریں ایکسلریشن 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۔

نظریہ اضافیت (Relativity)

1905ء میں معروف سائنسدان البرٹ آئن سٹائن نے ایک انقلابی تھیوری پیش کی جسے سپیشل تھیوری آف ریلیٹیویٹی کہتے ہیں اس تھیوری کے مطابق روشنی کی سپیڈ یونیورسل کونسٹنٹ (Constant) ہے۔ اس کی عددی قیمت قریباً $3x10^8$ ms^{-1} ہے۔ تمام قسم کی حرکات کے لحاظ سے روشنی کی سپیڈ اتنی ہی رہتی ہے۔

یونیورسل سپیڈ لمٹ (Limit): 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۔

آپ کی معلومات کے لیے

جغرافیائی سمت کے لیے حوالہ کی لائن شمالاً جنوباً ہوتی ہے جبکہ کارٹیشن کوآرڈینیٹ سسٹم میں پازیٹو۔ ایکسز کا حوالہ استعمال کیا جاتا ہے۔

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

آزادانہ گرنے کا ایکسلریشن g تمام اشیاء کے لیے $10\ ms^{-2}$ ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

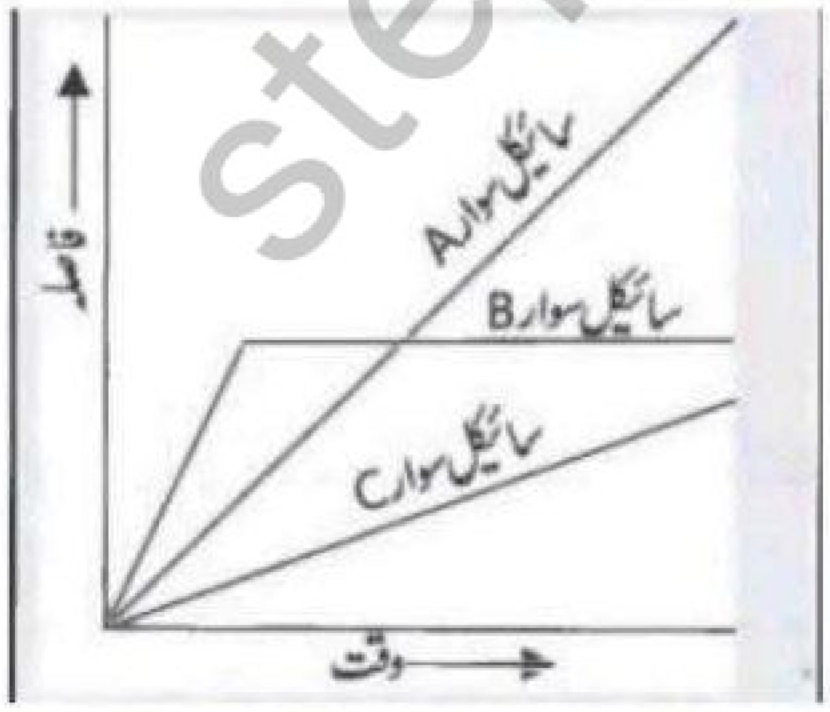
زمین پر تیز ترین دودھ پلانے والا جانور (چیتا) اور تیز ترین مچھلی (سیل فش) دونوں کی ریکارڈ شدہ تیز ترین رفتار 110 کلومیٹر فی گھنٹہ ہے۔

دماغ لڑائیے!

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

جواب: ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے جس میں سمت اور رفتار دونوں شامل ہیں۔ گول گھومتی سڑک پر کار کی رفتار تو یکساں رہتی ہے، لیکن اس کی حرکت کی سمت ہر لمحہ بدلتی رہتی ہے۔ اس لیے اس کی ولاسٹی بھی ہر لمحہ بدلتی رہتی ہے۔

مختصر مشق



فاصلہ-وقت کا گراف تین سائیکل سواروں کی حرکت کو ظاہر کر رہا ہے۔

1. **گراف میں ہر ایک لائن کیا ظاہر کر رہی ہے؟**

جواب: گراف میں ہر ایک لائن ایک سائیکل سوار کی حرکت کو ظاہر کر رہی ہے۔

2. **کونسے سائیکل سوار نے سب سے زیادہ فاصلہ طے کیا ہے؟**

جواب: سائیکل سوار A نے سب سے زیادہ فاصلہ طے کیا ہے کیونکہ اس کی لائن سب سے اوپر ہے۔

3. **کس سائیکل سوار نے سب سے زیادہ سپیڈ سے اور کس نے سب سے کم سپیڈ سے فاصلہ طے کیا ہے؟**

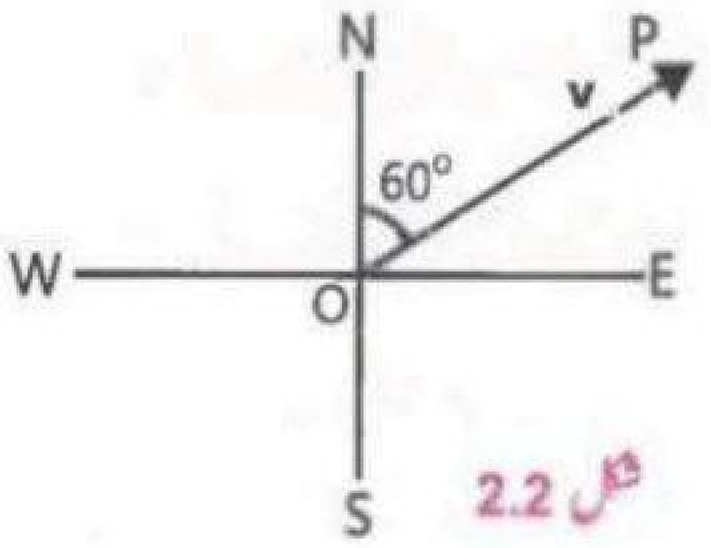
stepacademyofficial.com

جواب: سائیکل سوار A نے سب سے زیادہ رفتار سے سفر کیا کیونکہ اس کی لائن سب سے زیادہ ہموار ہے۔ سائیکل سوار C نے سب سے کم رفتار سے سفر کیا کیونکہ اس کی لائن سب سے کم ہموار ہے۔ سائیکل سوار B مستقل رفتار سے سفر کر رہا ہے کیونکہ اس کی لائن سیدھی ہے اور اس میں کوئی خم نہیں ہے۔

مثالیں (حل شدہ)

مثال 2.1: نمائندہ لائن کھینچ کر ولاسٹی ویکٹر v ظاہر کریں کہ $300\ ms^{-1}$ ولاسٹی شمال سے مشرق کی طرف 60^o کا زاویہ بنا رہی ہے۔

حل:



شکل 2.2

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

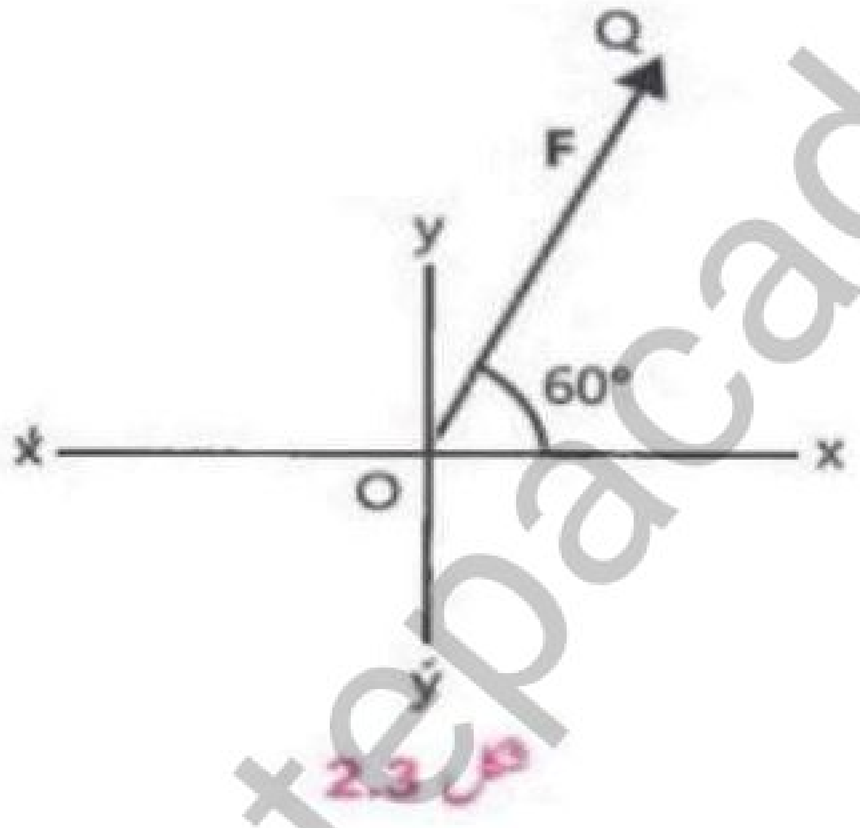
(ii) ایک مناسب سکیل کا انتخاب کریں۔ اگر $100\ ms^{-1} = 1\ cm$ تو $300\ ms^{-1}$ کو 3 cm لمبی لائن ظاہر کرے گی۔

(iii) 3 cm لمبی لائن OP، شمال سے مشرق کی طرف 60^o 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° 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 N = 1 cm تو 350 N = 3.5 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۔

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:

اوسط سپیڈ $v = 60\ ms^{-1}$

کل طے کردہ فاصلہ $S = 300\ m$

وقت $t = ?$

stepacademyofficial.com

مساوات استعمال کرنے سے

$$t = \frac{S}{v}$$
$$t = \frac{300\ m}{60\ ms^{-1}} = 5\ s$$
$$t = 5\ s$$

مثال 2.4 : ایک ہوائی جہاز رن وے پر ریسٹ کی پوزیشن سے دوڑنا شروع کرتا ہے، جیسا کہ نیچے شکل میں دکھایا گیا ہے۔ رن وے پر وہ یکساں ایکسلیریشن سے حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں $252\ km\ h^{-1}$ کی سپیڈ تک پہنچ جاتا ہے۔ ہوائی جہاز کا اوسط ایکسلیریشن معلوم کریں۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی = $v_i = 0$

آخری ولاسٹی = $v_f = 252\ kmh^{-1} = \frac{252 \times 1000\ ms^{-1}}{3600} = 70\ ms^{-1}$

$t = 20\ s$

$a = ?$

$a = \frac{v_f - v_i}{t}$ فارمولا استعمال کرنے سے

$a = \frac{70 - 0}{50}$ قیمتیں درج کرنے سے

$a = \frac{70}{20}$

$a = 3.5\ ms^{-2}$

مثال 2.5: لوہے کا ایک گولا 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 آخری ولاسٹی معلوم کیجیے۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی = $v_i = 0$

ایکسلریشن = $g = 10\ ms^{-2}$

وقت = $t = 4\ s$

بلندی $S = ?$

آخری ولاسٹی = $v_f = ?$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق:

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

$S = 0(4) + \frac{1}{2}(10)(4)^2$ قیمتیں درج کرنے سے

$$S = 0 + 5(16)$$
$$S = 0 + 80$$

stepacademyofficial.com

$S = 80 \text{ m}$

(b) حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$v_f = v_i + at$
$v_f = 0 + 10(4)$
$v_f = 0 + 40 = 40 \text{ ms}^{-1}$

مثال 2.5: ایک تیر کو کمان سے عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ جب تیر کمان سے نکلا تو اُس کی ابتدائی ولاسٹی $30\ ms^{-1}$ تھی۔ بلند ترین مقام تک پہنچنے کے لیے اُس وقت معلوم کریں۔ یہ بھی معلوم کریں کہ تیر زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک پہنچے گا؟

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 30\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $= v_f = 0$

بلند ترین مقام پر اس کی آخری ولاسٹی صفر ہو گی۔

ایکسلریشن $= g = -10\ ms^{-2}$

وقت $= t = ?$

بلندی $S = ?$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$v_f = v_i + gt$

قیمتیں درج کرنے سے

$0 = 30 + (-10)(t)$
$0 = 30 - 10t$
$10t = 30$
$t = \frac{30}{10} = 3 \quad \Rightarrow t = 3\ s$

حرکت کی تیسری مساوات کے مطابق:

$v_f^2 - v_i^2 = 2aS$

قیمتیں درج کرنے سے

$(0)^2 - (30)^2 = 2(-10)S$
$(0)^2 - (30)^2 = 2(-10)S$
$0 - 900 = -20\ S$
$-20\ S = -900$
$20\ S = 900$
$S = \frac{900}{20} = 45\ m$

stepacademyofficial.com

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) ریسٹ   (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

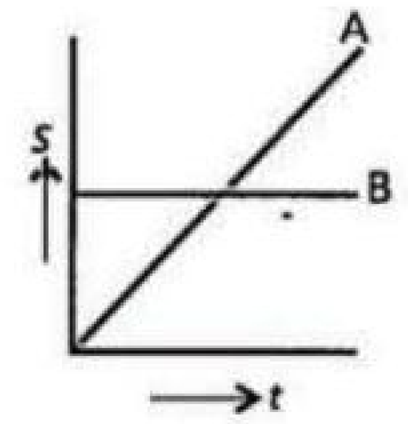
2.4 ایک جسم ریسٹ کی حالت سے ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 20 سیکنڈ میں $144\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی پر پہنچ جاتا ہے۔ تب اس کا طے کردہ فاصلہ ہوگا:

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

2.5 ایک جسم ریسٹ 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 کا رقبہ عددی طور پر برابر ہوتا ہے:

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

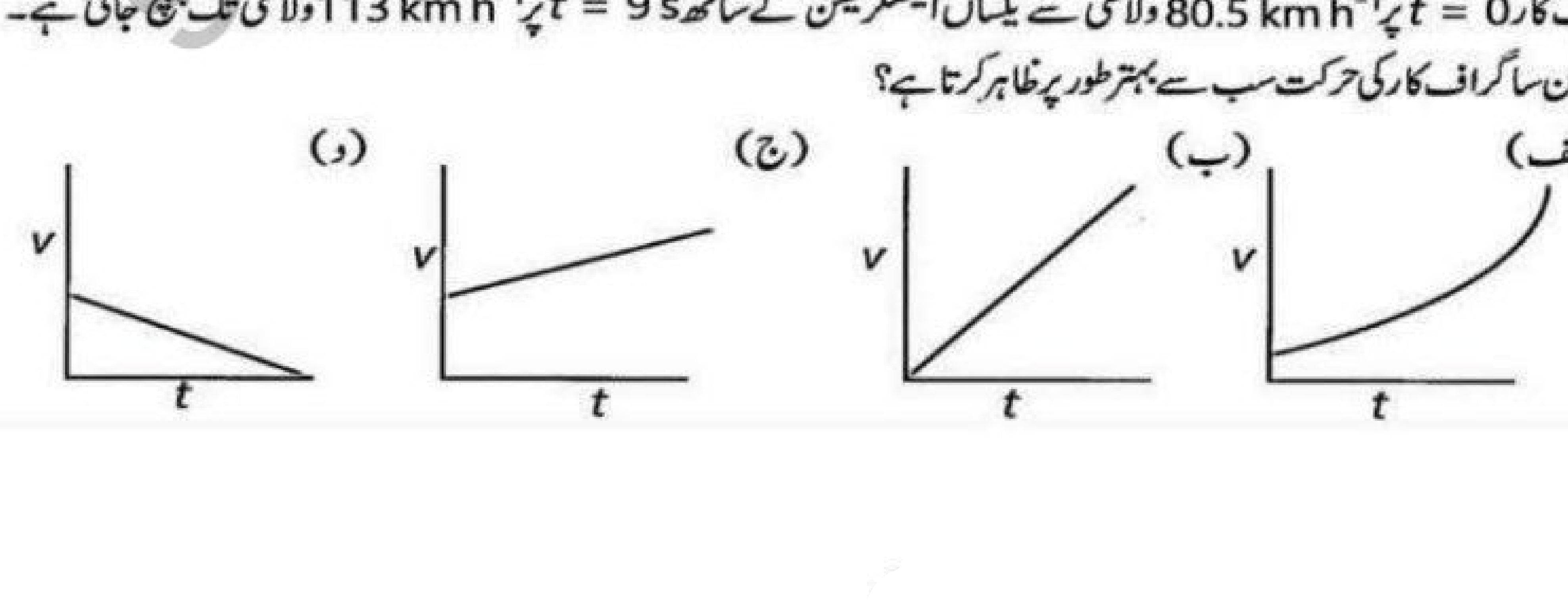
2.8 سپیڈ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ برابر ہوتا ہے:

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

2.9 فاصلہ-وقت گراف کا گریڈیئنٹ 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 $t = 9\ s$ پر $113\ km\ h^{-1}$ ولاسٹی تک پہنچ جاتی ہے۔ کون سا گراف کار کی حرکت سب سے بہتر طور پر ظاہر کرتا ہے؟



stepacademyofficial.com

جوابات:

2.1	(د)	2.2	(الف)	2.3	(الف)	2.4	(ب)	2.5	(ب)
2.6	(الف)	2.7	(د)	2.8	(ج)	2.9	(الف)	2.10	(ج)

مختصر جوابات کے سوالات

1۔ سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی تعریف کریں۔

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

مثالیں: ماس، فاصلہ، لمبائی، وقت، سپیڈ، انرجی، اور ٹمپریچر وغیرہ۔

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۔

مثالیں: ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی، ایکسلریشن، وزن اور فورس وغیرہ۔

2۔ سکیلر اور ویکٹر مقداروں کی پانچ پانچ مثالیں دیں۔

جواب: ماس، فاصلہ، لمبائی، وقت، سپیڈ، اور ٹمپریچر سکیلر مقداروں کی مثالیں ہیں جبکہ ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی، ایکسلریشن، وزن اور فورس ویکٹر مقداروں کی مثالیں ہیں۔

3۔ ویکٹرز کی جمع کا ہیڈ۔ٹو۔ٹیل رول بیان کریں۔

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

4۔ فاصلہ-وقت گراف اور سپیڈ-وقت گراف کیا ہیں؟

جواب: ایسا گراف جو کسی حرکت کرتے جسم کے طے کردہ فاصلہ S اور صرف شدہ وقت t میں تعلق ظاہر کرتا ہے فاصلہ-وقت گراف کہلاتا ہے۔ جبکہ ایسا گراف جو کسی حرکت کرتے جسم کی سپیڈ v اور صرف شدہ وقت t میں تعلق ظاہر کرتا ہے سپیڈ-وقت گراف کہلاتا ہے۔ فاصلہ- وقت گراف کا گریڈینٹ جسم کی اوسط سپیڈ کے برابر ہوتا ہے جبکہ سپیڈ- وقت گراف کا گریڈینٹ یا سلوپ جسم کے اوسط ایکسلریشن کے برابر ہوتا ہے۔

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؟

جواب: نہیں، یکساں ایکسلریشن کا مطلب یہ نہیں کہ بھاری جسم ہلکے جسم کی نسبت زیادہ تیزی سے گرتا ہے۔ خلا میں تمام اجسام ایک ہی رفتار سے گرتے ہیں۔ اگر ہوا کی مزاحمت نہ ہو تو بھاری اور ہلکے جسم یکساں ایکسلریشن ($9.8\,m/s^2$) کے ساتھ یکساں رفتار سے گرتے ہیں۔ زمین پر ہوا کی مزاحمت فرق پیدا کرتی ہے۔

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؟

stepacademyofficial.com

جواب: جب ویکٹر مقداریں سکیلر انداز میں (جلی حروف کے بغیر) لکھی جائیں تو ان کی سمت تیر کے نشان (→) یا یونٹ ویکٹر کی مدد سے ظاہر کی جاتی ہے۔ تیر کی سمت، ویکٹر کی سمت بتاتی ہے۔

7- ایک جسم یکساں سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے۔ کیا اس کی ولاسٹی بھی یکساں ہو گی؟ وجہ بیان کریں۔

جواب: نہیں، اگر جسم کی سمت بدل رہی ہو تو ولاسٹی یکساں نہیں ہو گی، کیونکہ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے جو سمت کے بدلنے سے بدل جاتی ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے جس میں سمت شامل ہوتی ہے۔

مثال: اگر جسم دائرے میں حرکت کر رہا ہو تو اس کی سپیڈ تو یکساں ہو سکتی ہے لیکن سمت مسلسل بدلتی رہتی ہے۔

8- کیا کسی جسم کا ایکسلریشن ہو گا؟ جب کہ وہ حرکت کر رہا ہو:

(الف) یکساں ولاسٹی کے ساتھ (ب) یکساں سپیڈ کے ساتھ

جواب: **(الف) نہیں**، یکساں ولاسٹی کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے جسم کا ایکسلریشن نہیں ہوتا کیونکہ نہ سپیڈ میں تبدیلی ہو رہی ہوتی ہے اور نہ ہی سمت میں۔ کسی جسم میں ایکسلریشن تب ہوتا ہے جب ولاسٹی تبدیل ہو رہی ہو۔

(ب) **ہاں**، اگر کسی جسم کی سمت تبدیل رہی ہو (مثلاً دائرے میں حرکت)، تو یکساں سپیڈ کے باوجود ایکسلریشن ہو گا، کیونکہ ولاسٹی تبدیل ہو رہی ہوتی ہے۔

تعمیری فکر کے سوالات

1. فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کی عددی قیمتیں برابر بھی ہو سکتی ہیں اور نہیں بھی۔ اس بیان کی وضاحت کریں۔

جواب: فاصلہ طے کردہ راستے کی کل لمبائی ہے، جبکہ ڈسپلیسمنٹ ابتدائی اور آخری پوزیشن کے درمیان کم از کم فاصلہ ہے۔
اگر جسم ایک سیدھی لائن میں حرکت کرے تو دونوں کی عددی قیمتیں برابر ہوں گی۔ اگر جسم گھوم پھر کر یا خمیدہ راستے پر حرکت کرے تو فاصلہ ڈسپلیسمنٹ سے زیادہ ہو گا۔

2. جب بندوق سے ایک گولی داغی جاتی ہے تو جس ولاسٹی سے گولی نالی سے نکلتی ہے اُسے بندوق کی منزل ولاسٹی (Muzzle Velocity) کہا جاتا ہے۔ لمبی نالی والی ایک بندوق کی منزل ولاسٹی ایک چھوٹی نالی والی بندوق کی مزل ولاسٹی سے کم ہوتی ہے۔ کس بندوق میں گولی کا ایکسلریشن زیادہ ہو گا؟ اپنے جواب کو ثابت کریں۔

جواب: چھوٹی پرانی بندوق میں گولی کا ایکسلریشن زیادہ ہو گا۔

ثبوت: گولی کے ایکسلریشن کا تعین درج ذیل فارمولا سے ہوتا ہے:

$$a = \frac{v^2}{2\,S}$$

جہاں v مزل ولاسٹی اور S نالی کی لمبائی ہے۔ اگرچہ لمبی نالی والی بندوق کی منزل ولاسٹی زیادہ ہوتی ہے، لیکن چونکہ اس کی نالی بھی لمبی ہوتی ہے، اس لیے S بڑا ہو جاتا ہے۔ نتیجتاً، چھوٹی نالی والی بندوق میں چونکہ s کم ہے اور ولاسٹی نسبتاً کم ہونے کے باوجود $\frac{v^2}{2\,S}$ کی قدر زیادہ ہو سکتی ہے۔ اس لیے، گولی کا ایکسلریشن چھوٹی نالی والی بندوق میں عموماً زیادہ ہوتا ہے۔

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 لحاتی ولاسٹی منفی رہی ہو؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔

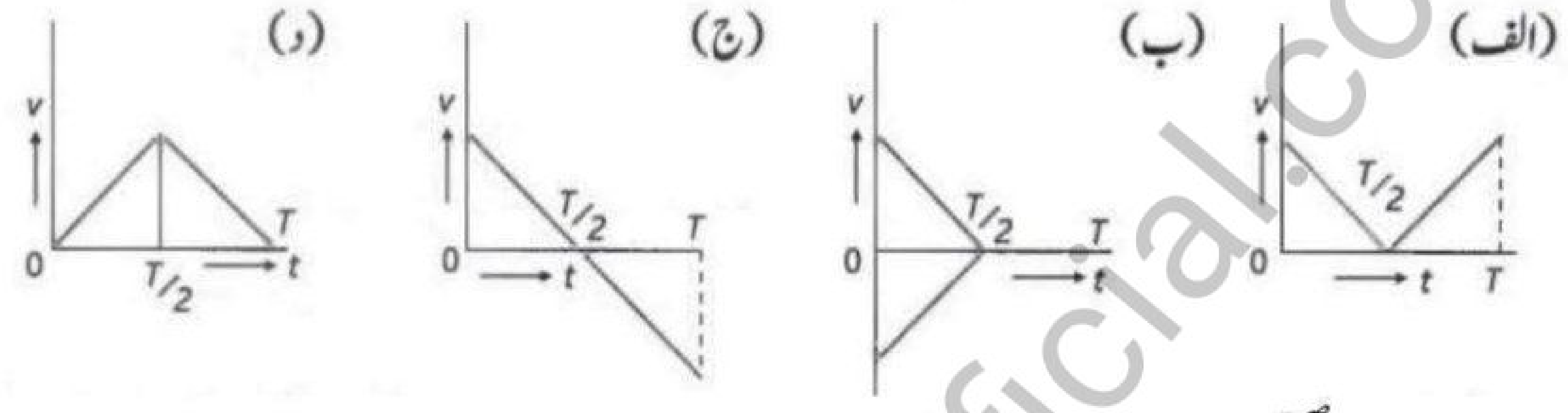
stepacademyofficial.com

جواب: جی ہاں، یہ ممکن ہے کہ مکمل ٹرپ کی اوسط ولاسٹی مثبت ہو، لیکن دورانِ سفر کسی لمحے لمحاتی ولاسٹی منفی رہی ہو۔

وضاحت: اوسط ولاسٹی کل ڈس پلیسمنٹ کو کل وقت سے تقسیم کر کے حاصل کی جاتی ہے، جبکہ لمحاتی ولاسٹی کسی خاص لمحے پر جسم کی رفتار اور سمت کو ظاہر کرتی ہے۔ اگر کوئی شخص آگے کی سمت سفر کر رہا ہو، لیکن دورانِ سفر تھوڑی دیر کے لیے پیچھے مڑ جائے (یعنی واپسی کی سمت میں حرکت کرے)، تو اُس وقت اس کی لمحاتی ولاسٹی منفی ہو گی، حالانکہ مجموعی طور پر وہ آگے ہی جا رہا ہے۔

لہٰذا، اوسط ولاسٹی مثبت ہونے کے باوجود لمحاتی ولاسٹی کسی لمحے منفی ہو سکتی ہے۔

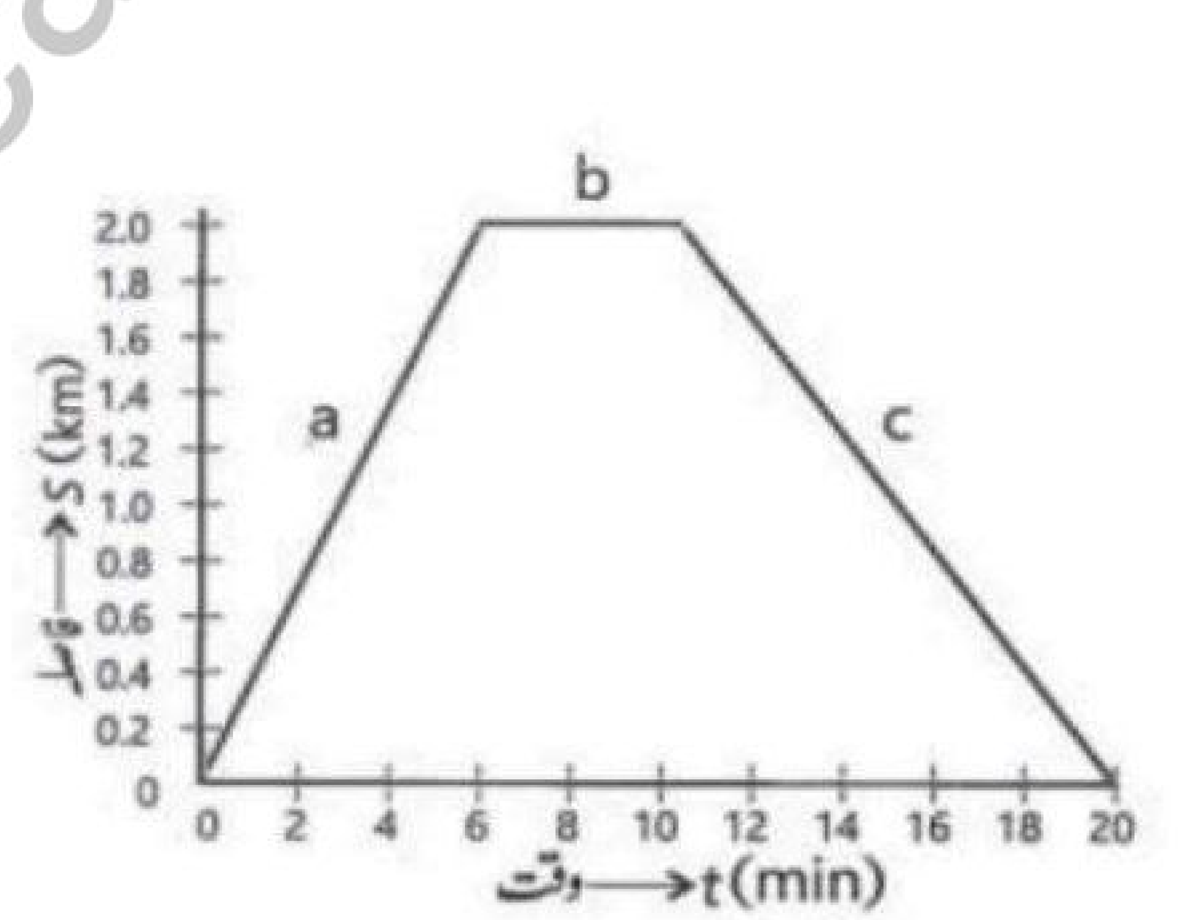
4. ایک ذرہ ولاسٹی v کے ساتھ عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا۔ یہ وقت کے دورانیہ t میں زمین پر واپس آگیا۔ نیچے دیے گئے گرافس میں سے کون سا گراف اس حرکت کا صحیح اظہار کرتا ہے؟ اپنے جواب کی وضاحت کریں۔



جواب: صحیح گراف (ب) ہے۔

وضاحت: جب کسی ذرے کو عمودی طور پر اوپر کی جانب پھینکا جاتا ہے، تو اس کی ابتدائی ولاسٹی مثبت سمت میں ہوتی ہے۔ زمین کے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کی وجہ سے اس کی ولاسٹی میں مسلسل کمی واقع ہوتی جاتی ہے، جو کہ ایک مستقل منفی ایکسلریشن ہے۔ بلند ترین نقطہ پر پہنچ کر، ذرہ ایک لمحے کے لیے رک جاتا ہے، جس کا مطلب ہے اس کی ولاسٹی صفر ہو جاتی ہے۔ اس کے بعد، ذرہ نیچے کی طرف گرنا شروع ہوتا ہے، اور اس کی ویلاسٹی منفی سمت میں بڑھتی جاتی ہے۔

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۔



جواب:

سیگمنٹ a کے لیے ولاسٹی $= \frac{2-0}{6-0} = \frac{2}{6} = 0.333\ kmmin^{-1} = 333\ mmin^{-1}$

سیگمنٹ b کے لیے ولاسٹی $= \frac{2-2}{12-6} = \frac{0}{6} = 0\ kmmin^{-1}$

stepacademyofficial.com

سیگمنٹ c ولاسٹی کے لیے ولاسٹی $= \frac{0-2}{20-12} = \frac{-2}{8} = -0.25\ kmmin^{-1} = 250\ mmin^{-1}$

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۔

جواب: جی ہاں، یہ ممکن ہے۔

وجہ: جب کوئی جسم سیدھی اوپر کی طرف پھینکا جاتا ہے تو بلند ترین مقام پر اس کی ولاسٹی صفر ہوتی ہے لیکن ایکسلریشن (گریوی ٹیشنل ایکسلریشن) موجود ہوتا ہے۔

مثال: وہی جسم جو اوپر پھینکا گیا ہو، جب بلند ترین مقام پر پہنچتا ہے تو ولاسٹی صفر لیکن ایکسلریشن ($g = 9.8\ m/s^2$) نیچے کی طرف ہوتا ہے۔

stepacademyofficial.com

تفصیلی سوالات

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

جواب: صفحہ 1 اور 2 ملاحظہ فرمائیں۔

2. درج ذیل کے مابین فرق واضح کریں:

(i) **ریسٹ اور موشن**

(ii) **سپیڈ اور ولاسٹی**

جواب: صفحہ 4 اور 6 ملاحظہ فرمائیں۔

3. موشن کی مختلف اقسام بیان کریں۔ مثالیں بھی دیں۔

جواب: صفحہ 4 اور 5 ملاحظہ فرمائیں۔

4. فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کے درمیان فرق واضح کریں۔

جواب: صفحہ 5 اور 6 ملاحظہ فرمائیں۔

5. فاصلہ-وقت گراف کا گریڈیمنٹ اور سپیڈ-وقت گراف کا گریڈیمنٹ کیا ظاہر کرتے ہیں؟ ڈایا گرام بنا کر وضاحت کریں۔

جواب: صفحہ 10, 11, 12 اور 13 ملاحظہ فرمائیں۔

6. ثابت کریں کہ سپیڈ-وقت گراف کے نیچے رقبہ کسی جسم کے طے کردہ فاصلہ کے برابر ہوتا ہے۔

جواب: صفحہ 13 اور 14 ملاحظہ فرمائیں۔

7. گریویٹی کے زیر اثر حرکت کرنے والی اشیا کے لیے حرکت کی مساوات کیسے استعمال کی جاسکتی ہیں؟

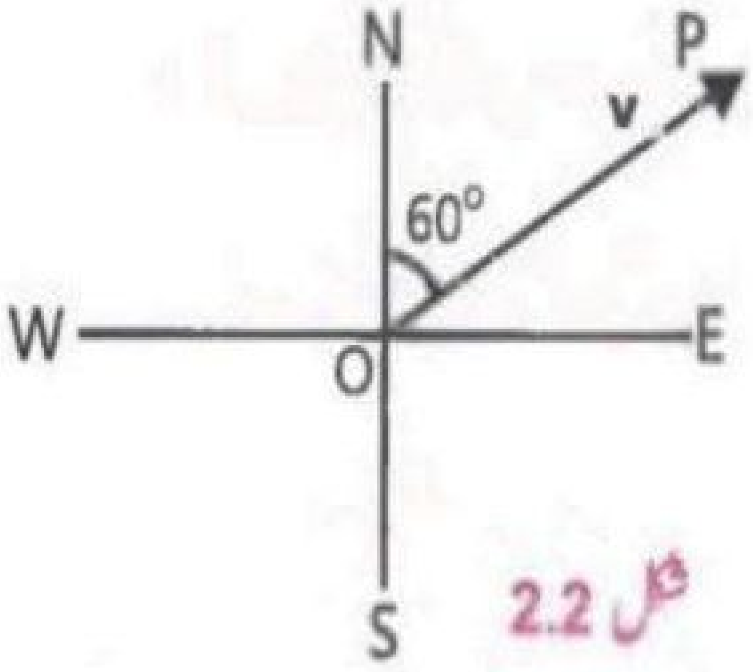
جواب: صفحہ 14 اور 15 ملاحظہ فرمائیں۔

حسابی سوالات

1۔ مندرجہ ذیل ویکٹرز کی نمائندہ لائنیں کھینچیں۔

(الف) ایک $400\ ms^{-1}$ ولاسٹی x-ایکسز کے ساتھ 60^o کا زاویہ بناتی ہے۔

حل:



شکل 2.2

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

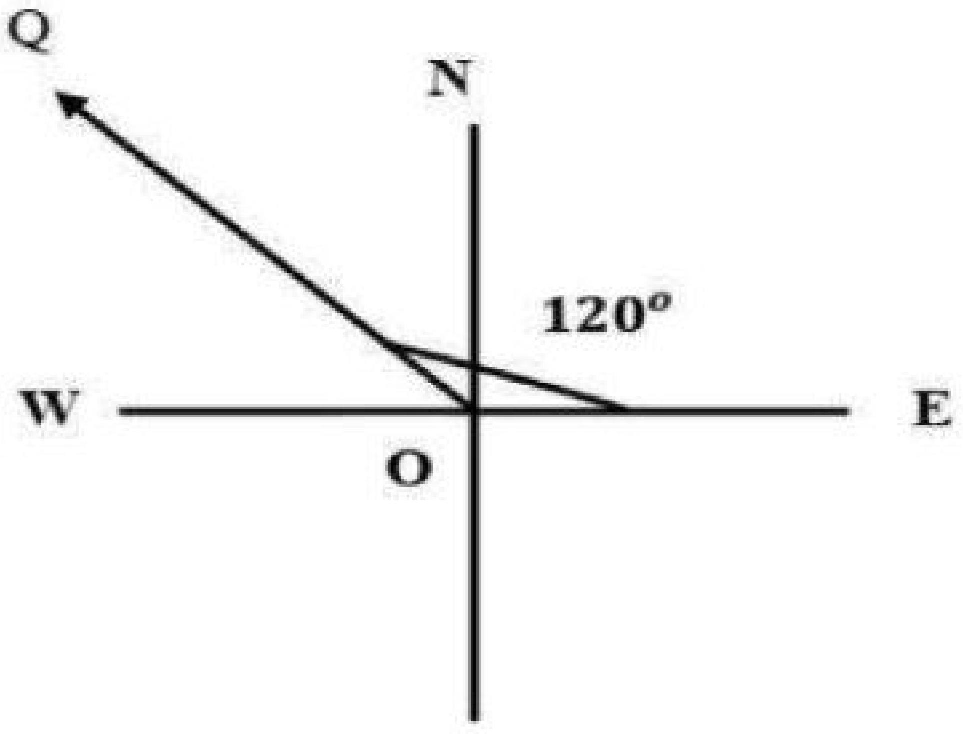
(ii) سکیل: اگر $100\ ms^{-1} = 1\ cm$ تو $400\ ms^{-1} = 4\ cm$

(iii) 4cm 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۔

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

حل:



(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 10 N = 1 cm تو 50 N = 5 cm

(iii) 5 cm لمبی لائن OQ، x- ایکسز کے ساتھ 120° کا زاویہ بناتی ہوئی کھینچیں۔

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

2۔ ایک کار کی $72\ km\ h^{-1}$ کی اوسط سپیڈ سے چل رہی ہے۔ یہ $360\ km$ کا فاصلہ کتنے وقت میں طے کرلے گی؟

حل:

اوسط سپیڈ $= v = 72\ km\ h^{-1}$

کل طے کردہ فاصلہ $S = 360\ km$

وقت $t = ?$

مساوات استعمال کرنے سے $t = \frac{S}{v}$

قیمتیں درج کرنے سے $t = \frac{360\ km}{72\ kmh^{-1}}$

$t = 5\ h$

3۔ ایک ٹرک ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتا ہے۔ یہ 50 سیکنڈ میں $90\ km\ h^{-1}$ کی ولاسٹی حاصل کرلیتا ہے۔ اس کا اوسط ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 0$

آخری ولاسٹی $= v_f = 96\ kmh^{-1} = \frac{96\times1000\ ms^{-1}}{3600} = 25\ ms^{-1}$

$t = 50\ s$

$a = ?$

stepacademyofficial.com

$a = \frac{v_f - v_i}{t}$ فارمولا استعمال کرنے سے

$a = \frac{25-0}{50}$ قیمتیں درج کرنے سے

$a = \frac{25}{50}$

$a = 0.5\ ms^{-2}$

4۔ ایک کار کی ولاسٹی $5\ ms^{-1}$ سے چلتی ہوئی ٹریفک کے گرین سگنل سے گزرتی ہے۔ تب یہ $1.5\ ms^{-2}$ ایکسلریشن سے چلنا شروع کر دیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی کتنی ہو گی؟

حل:

ابتدائی ولاسٹی = $v_i = 5ms^{-1}$

ایکسلریشن = $a = 1.5\ ms^{-2}$

وقت $t = 5\ s$

آخری ولاسٹی = $v_f = ?$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$v_f = v_i + at$

$v_f = 5 + 1.5(5)$

$v_f = 5 + 7.5$

$v_f = 12.5\ ms^{-1}$

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 شروع کر دیتا ہے۔ موٹر سائیکل 10 سیکنڈ میں کتنا فاصلہ طے کرے گا؟

حل:

ابتدائی ولاسٹی = $v_i = 18\ kmh^{-1} = \frac{18\times1000}{3600} ms^{-1} = 5\ ms^{-1}$

ایکسلریشن = $a = 2\ ms^{-2}$

وقت $t = 10\ s$

فاصلہ $S = ?$

حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق:

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

قیمتیں درج کرنے سے

$S = 5(10) + \frac{1}{2}(2)(10)^2$

$S = 50 + 100$

$S = 150\ m$

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۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی = $v_i = 54\ kmh^{-1} = \frac{54\times1000}{3600} ms^{-1} = 15\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی = $v_f = 0\ ms^{-1}$

فاصلہ $S = 25\ m$

ایکسلریشن = $a = ?$

حرکت کی تیسری مساوات کے مطابق:

$v_f{}^2 - v_i{}^2 = 2aS$

stepacademyofficial.com

$(0)^2-(15)^2=2a(25)$ قیمتیں درج کرنے سے

$0-225=50\,a$

$50\,a=-225$

$a=-\frac{225}{50}$

$a=-4.5\,ms^{-2}$

-7 ایک پتھر 45 m کی بلندی سے گرایا گیا ہے۔ یہ زمین تک پہنچنے میں کتنا وقت لگے گا؟ زمین پر ٹکرانے سے ذرا پہلے اس کی ولاسٹی کتنی ہو گی؟

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 0$

فاصلہ $S = 45\text{ m}$

ایکسلریشن $= a = g = 10\,ms^{-2}$

وقت $= t = ?$

آخری ولاسٹی $= v_f = ?$

حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق: $S = v_i t + \frac{1}{2}gt^2$

قیمتیں درج کرنے سے $45 = 0(t) + \frac{1}{2}(10)t^2$

$45 = 0 + 5t^2$

$5t^2 = 45$

$t^2 = \frac{45}{5}$

$t^2 = 9$

$t = \sqrt{9} \quad \Rightarrow t = 3\text{ s}$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق: $v_f = v_i + at$

قیمتیں درج کرنے سے $v_f = 0 + 10(3)$

$v_f = 0 + 30$

$v_f = 30\text{ ms}^{-1}$

-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 اسی 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۔

حل:

$S_1 = 10\text{ km} = 10{,}000\text{ m}$

$S_2 = 0.8\text{ km} = 800\text{ m}$

$v_1 = 20\text{ ms}^{-1}$

$v_2 = 4\text{ ms}^{-1}$

کل سفر کے لیے اوسط ولاسٹی $v_{av} = ?$

فارمولا استعمال کرنے سے $v_{av} = \frac{\text{کل فاصلہ}}{\text{وقت کا دورانیہ}} = \frac{S_1+S_2}{\frac{S_1}{v_1}+\frac{S_2}{v_2}}$

قیمتیں درج کرنے سے $v_{av} = \frac{10{,}000+800}{\frac{10{,}000}{20}+\frac{800}{4}}$

$v_{av} = \frac{10800}{500+200}$

stepacademyofficial.com

$$v_{av} = \frac{10800}{700}$$
$$v_{av} = 15.4\ ms^{-1}$$

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۔

حل:

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = 0$

ایکسلریشن $= a = g = 10\ ms^{-2}$

وقت $= t = 5\ s$

فاصلہ $S = ?$

آخری ولاسٹی $= v_f = ?$

حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق:

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

قیمتیں درج کرنے سے

$$S = 0(5) + \frac{1}{2}(10)(5)^2$$
$$S = 0 + 5(25)$$
$$S = 0 + 125 = 125 \quad \Rightarrow S = 125\ m$$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + at$$

قیمتیں درج کرنے سے

$$v_f = 0 + 10(5)$$
$$v_f = 0 + 50$$
$$v_f = 50\ ms^{-1}$$

10. ایک کرکٹ بال کو ایسے زاویے پر 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 تھے۔ 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؟

حل:

آخری ولاسٹی $= v_f = 0$

ایکسلریشن $= a = g = -10\ ms^{-2}$

وقت $= t = 3\ s$

ابتدائی ولاسٹی $= v_i = ?$

بلندی $S = ?$

قیمتیں درج کرنے سے

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق:

$$v_f = v_i + gt$$
$$0 = v_i + (-10)(3)$$
$$0 = v_i - 10(3)$$
$$v_i - 30 = 0$$
$$v_i = 0 + 30$$
$$v_i = 30\ ms^{-1}$$

حرکت کی تیسری مساوات کے مطابق:

$$v_f^2 - v_i^2 = 2aS$$

stepacademyofficial.com

قیمتیں درج کرنے سے

$$(0)^2 - (30)^2 = 2(-10)S$$
$$0 - 900 = -20\,S$$
$$-20\,S = -900$$
$$20\,S = 900$$
$$S = \frac{900}{20}$$
$$S = 45\text{ m}$$

زمین سے بلندی = 45 +1

زمین سے بلندی = 46 m

stepacademyofficial.com