یونٹ 2

کائنی میٹکس

(Kinematics)

طلبہ کے علمی ماحصل / نتائج

اس یونٹ کے مطالعہ کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ

- مثالوں کے ذریعہ وضاحت کرسکیں کہ اجسام بیک وقت ریسٹ اور موشن (rest and motion) میں کس طرح ہو سکتے ہیں۔
- مختلف اقسام کی موشن یعنی ٹرانسلیٹری (لی نیئر linear، رینڈم random اور سرکلر circular)، روٹیٹری (rotatory) اور وائبریٹری (vibratory) کی شناخت کرسکیں اور ان میں فرق بیان کرسکیں۔
- مثالوں کے ذریعے فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (displacement)، سپیڈ اور ولاسٹی میں تفریق کرسکیں۔
- ویکٹر مقداروں کا خطوط کے ذریعے اظہار کرسکیں۔
- سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن (acceleration) کی تعریف کرسکیں۔
- فاصلہ - ٹائم اور ولاسٹی - ٹائم گراف بناسکیں اور ان کی تشریح کرسکیں۔
- فاصلہ - ٹائم اور ولاسٹی - ٹائم گراف کے سلوپ (slope) معلوم کرسکیں اور ان کی تشریح کرسکیں۔
- گراف سے کسی جسم کی حالت معلوم کرسکیں کہ وہ:
  - (i) ریسٹ میں ہے
  - (ii) کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
  - (iii) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
- کسی جسم کا طے کردہ فاصلہ معلوم کرنے کے لیے سپیڈ - ٹائم گراف کے نیچے دیا گیا ایریا معلوم کرسکیں۔

تصوراتی تعلق

اس یونٹ کی بنیاد ہے:

فورس اور موشن	سائنس - IV

یہ یونٹ رہنمائی کرتا ہے:

موشن اور فورس	فزکس - XI

- گراف کی مدد سے خطِ مستقیم (straight line) پر یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرنے والے جسم کی موشن کی مساوات اخذ کر سکیں۔
- موزوں مساوات کی مدد سے یونیفارم ایکسلریشن سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔
- گریویٹی کے ایکسلریشن کی قیمت $10\ ms^{-2}$ استعمال کرتے ہوئے آزادانہ گرنے والے اجسام سے متعلق مشقی سوالات حل کر سکیں۔

طلبہ کی تحقیقی مہارت

- مختلف اقسام کی موشن کا مظاہرہ کر کے ٹرانسلیٹر ی، روٹیٹری اور وائبریٹری موشنز میں تفریق کر سکیں۔
- 100 میٹر کی ریس میں حصہ لینے والے کھلاڑی کی اوسط سپیڈ کی پیمائش کر سکیں۔

سائنس، ٹیکنالوجی اور سوسائٹی سے تعلق

- مختلف ذرائع آمد و رفت کے اثرات اور ان سے متعلق حفاظتی معاملات کی فہرست بنا سکیں۔
- حقیقی زندگی میں گراف کے سلوپ کے استعمال کا اطلاق کر سکیں۔
- اخبارات اور رسالوں میں کرکٹ اور موسم وغیرہ کے گراف کا مفہوم جان سکیں۔

اہم تصورات

- 2.1 ریسٹ اور موشن
- 2.2 موشن کی اقسام (ٹرانسلیٹری، روٹیٹری اور وائبریٹری)
- 2.3 موشن سے متعلق اصطلاحات
  - پوزیشن
  - فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ
  - سپیڈ اور ولاسٹی
  - ایکسلریشن
- 2.4 سکیلرز اور ویکٹرز
- 2.5 موشن کا گراف کی مدد سے تجزیہ
  - فاصلہ۔ ٹائم گراف
  - سپیڈ۔ ٹائم گراف
- 2.6 موشن کی مساواتیں
  - $S = vt$
  - $v_f = v_i + at$
  - $S = v_it + \frac{1}{2}at^2$
  - $v_f^2 - v_i^2 = 2aS$
- 2.7 گریویٹی کی وجہ سے موشن

کسی جسم کی موشن سے متعلق پہلی چیز اس کی کائنی میٹکس (kinematics) ہے۔ موشن کی وجہ کو زیرِ بحث لائے بغیر کسی جسم کی موشن کے مطالعہ کو کائنی میٹکس کہتے ہیں۔ اس یونٹ میں ہم موشن کی اقسام، سکیلر اور ویکٹر مقداریں، ڈس پلیسمنٹ، سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کے درمیان تعلق، لی نیئر موشن اور موشن کی مساواتوں کا مطالعہ کریں گے۔

2.1 ریسٹ اور موشن (Rest and Motion)

ہم اپنے اردگرد بہت سی چیزیں دیکھتے ہیں۔ ان میں سے کچھ چیزیں ریسٹ کی حالت میں جبکہ دوسری موشن میں ہوتی ہیں۔ اگر کوئی جسم اپنے گردوپیش کے لحاظ سے اپنی پوزیشن تبدیل نہ کر رہا ہو تو وہ ریسٹ میں کہلاتا ہے۔ اسی طرح اگر کسی جسم کی

پوزیشن اس کے گردوپیش کے لحاظ سے تبدیل ہورہی ہوتو وہ موشن میں کہلاتا ہے۔

کسی جسم کی ریسٹ یا موشن کی حالت ریلیٹو (relative) ہوتی ہے۔ مثلاً کسی چلتی ہوئی بس میں بیٹھا ہوا مسافر بس میں موجود دوسرے مسافروں اور چیزوں کے لحاظ سے ریسٹ میں ہے۔ لیکن بس سے باہر موجود کسی شخص کے لحاظ سے بس میں تمام مسافر اور چیزیں موشن میں ہیں۔

شکل 2.1: بس میں موجود مسافر بھی بس کے ساتھ موشن میں ہیں۔

2.2 موشن کی اقسام (Types of Motion)

اگر ہم بغور مشاہدہ کریں تو معلوم ہوگا کہ کائنات میں ہر چیز موشن میں ہے۔ تاہم مختلف اجسام مختلف انداز میں حرکت کرتے ہیں۔ کچھ اجسام ایک لائن میں حرکت کرتے ہیں، کچھ دائرہ نما راستوں (curved paths) پر حرکت کرتے ہیں اور کچھ کسی اور طرح کے راستوں پر حرکت کرتے ہیں۔

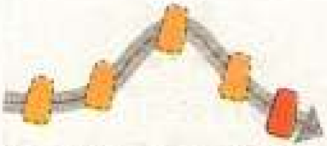
شکل 2.2: کار اور ہوائی جہاز خط مستقیم میں حرکت کرتے ہوئے لی نیئر موشن میں ہیں۔

موشن کی تین اقسام ہیں۔

(i) ٹرانسلیٹری موشن (لی نیئر، سرکلر اور رینڈم)

(ii) روٹیٹری موشن

(iii) وائبریٹری موشن



شکل 2.3: کسی جسم کی خم دار راستے پر ٹرانسلیٹری موشن۔

ٹرانسلیٹری موشن (Translatory Motion)

حرکت کرنے والے مختلف اجسام کا مشاہدہ کریں۔ کیا یہ سب خط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں؟ کیا یہ دائرے میں حرکت کرتے ہیں؟ خط مستقیم میں چلنے والی کار ٹرانسلیشنل موشن میں ہے۔ اسی طرح خط مستقیم میں اڑتا ہوا ہوائی جہاز بھی ٹرانسلیشنل موشن میں ہے۔

ٹرانسلیٹری موشن میں کوئی بھی جسم گھومے بغیر ایک ایسی لائن میں حرکت کرتا ہے جو سیدھی بھی ہوسکتی ہے اور دائرہ نما بھی۔

شکل 2.4: فیرس وہیل میں جھولا جھولنے والوں کی ٹرانسلیٹری موشن۔

شکل (2.3) میں دکھایا گیا جسم گھومے بغیر کسی خم دار راستہ پر حرکت کر رہا ہے۔ یہ اس جسم کی ٹرانسلیٹری موشن ہے۔ فیرس وہیل (Ferris Wheel) میں جھولا جھولنے والے لوگ بھی ٹرانسلیٹری موشن میں ہوتے ہیں۔ ٹرانسلیٹری موشن کو لی نیئر

موشن، سرکلر موشن اور رینڈم موشن میں تقسیم کیا جاسکتا ہے۔

لی نیئر موشن (Linear motion)

ہمارا واسطہ خطِ مستقیم میں موشن کرتی ہوئی بے شمار اشیا سے پڑتا ہے۔ ان اشیا کی حرکت لی نیئر موشن کہلاتی ہے۔ مثلاً ایک ہموار اور سیدھی سڑک پر چلتی ہوئی کار لی نیئر موشن میں ہوتی ہے۔

شکل 2.5: نیچے گرتے ہوئے بال کی لی نیئر موشن

کسی جسم کی خطِ مستقیم میں حرکت لی نیئر موشن کہلاتی ہے۔

خطِ مستقیم میں اُڑتا ہوا ہوائی جہاز اور عموداً نیچے گرتے ہوئے اجسام لی نیئر موشن کی مثالیں ہیں۔

سرکلر موشن (Circular motion)

شکل 2.6: ڈوری کے سرے سے باندھا گیا پتھر دائرے میں حرکت کرتا ہوا۔

ڈوری کے سرے سے باندھے ہوئے ایک پتھر کے ٹکڑے کو گھمایا جاسکتا ہے۔ پتھر کا ٹکڑا کس قسم کے راستے پر چلے گا؟ شکل (2.6) میں دکھایا گیا ہے کہ پتھر کا ٹکڑا دائرے میں حرکت کرتا ہے۔ پس وہ سرکلر موشن میں ہے۔

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

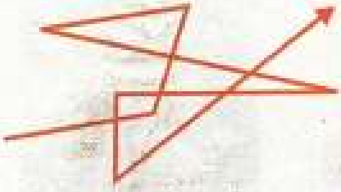
شکل 2.7: سرکلر ٹریک پر چلتی ہوئی کھلونا گاڑی۔

شکل (2.7) میں کسی سرکلر راستے پر حرکت کرتی ہوئی ایک کھلونا گاڑی دکھائی گئی ہے۔ سرکلر راستے پر چلنے والی بائیسکل یا کار سرکلر موشن میں ہوتی ہے۔ سورج کے گرد زمین کی گردش اور زمین کے گرد چاند کی گردش بھی سرکلر موشن کی مثالیں ہیں۔

رینڈم موشن (Random motion)

کیا آپ نے کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی حرکت پر غور کیا ہے؟ وہ بے ترتیب انداز سے حرکت کرتے ہیں۔

کسی جسم کی بے ترتیب انداز سے حرکت کو رینڈم موشن کہتے ہیں۔



شکل 2.8: گیس مالیکیولز کی رینڈم موشن، براؤنین (Brownian) موشن کہلاتی ہے۔

پس کیڑے مکوڑوں اور پرندوں کی موشن رینڈم موشن ہوتی ہے۔ ہوا میں گرد و غبار اور دھوئیں کے پارٹیکلز کی موشن بھی رینڈم ہوتی ہے۔ شکل (2.8) میں دکھائے گئے خم دار راستوں پر گیس یا مائع کے مالیکیولز کی حرکت بھی رینڈم موشن کی مثال ہے۔

روٹیٹری موشن (Rotatory Motion)

کسی لٹو کی موشن کا جائزہ لیجیے۔ یہ ایک ایکسز کے گرد گھومتا ہے۔ گھومتے ہوئے لٹو کے پارٹیکلز دائروں میں حرکت کرتے ہیں۔ لہٰذا پارٹیکلز انفرادی طور پر سرکلر موشن میں ہیں۔ کیا لٹو بھی سرکلر موشن میں ہے؟ شکل (2.9) میں دکھایا گیا لٹو اپنے ایکسز کے گرد گھوم رہا ہے۔

لٹو کی یہ موشن روٹیٹری موشن ہے۔ کسی جسم کا ایکسز وہ لائن ہوتی ہے جس کے گرد جسم گھومتا ہے۔ سرکلر موشن میں وہ پوائنٹ جس کے گرد جسم گھومتا ہے، جسم سے باہر ہوتا ہے۔ جبکہ روٹیٹری موشن میں وہ لائن جس کے گرد جسم گھومتا ہے جسم کے اندر سے گزرتی ہے۔

کیا آپ اپنی انگلی پر گیند کو گھما سکتے ہیں؟

شکل 2.9: روٹیٹری موشن

> کسی جسم کا اپنے ایکسز کے گرد گھومنا روٹیٹری موشن کہلاتا ہے۔

کیا آپ سرکلر موشن اور روٹیٹری موشن میں مزید فرق کی نشاندہی کر سکتے ہیں؟

پہیے کی اپنے ایکسز کے گرد موشن اور گاڑی کے سٹیئرنگ وہیل کی موشن، روٹیٹری موشن کی مثالیں ہیں۔ زمین کی سورج کے گرد موشن سرکلر موشن ہے نہ کہ سپننگ (spinning) یا روٹیٹری موشن۔ تاہم زمین کی اپنے جیوگرافک (geographic) ایکسز کے گرد موشن جو دن اور رات کا باعث بنتی ہے روٹیٹری موشن ہے۔ روٹیٹری موشن کی کچھ مزید مثالیں سوچیے!

وائبریٹری موشن (Vibratory Motion)

فرض کریں ایک بچہ جھولے میں بیٹھا ہے۔ جیسا کہ شکل (2.10) میں دکھایا گیا ہے۔ جیسے ہی جھولے کو دھکیلا جاتا ہے یہ اپنی درمیانی یا وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے حرکت (to and fro motion) کرنے لگتا ہے۔ بچے کی موشن اپنے آپ کو بار بار جھولے کے ساتھ ایک انتہا سے دوسری انتہا تک دہراتی ہے۔

شکل 2.10: بچے اور جھولے کی وائبریٹری موشن

شکل 2.11: کلاک کے پینڈولم کی وائبریٹری موشن

کسی جسم کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے

دہرائی جانے والی موشن وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔

شکل (2.11) میں ایک کلاک کا پینڈولم دکھایا گیا ہے۔ اس کی اپنی وسطی پوزیشن سے آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔ ہم اپنے گردونواح میں وائبریٹری موشن کی بے شمار مثالیں تلاش کر سکتے ہیں۔ آیئے بچوں کو سی سا (see-saw) پر بیٹھا ہوا دیکھیں۔ جیسا کہ شکل (2.12) میں دکھایا گیا ہے۔ سی سا پر کھیلتے ہوئے بچوں کی

شکل 2.12: سی سا میں بچوں کی وائبریٹری موشن

موشن کو کیا نام دیں گے؟ کیا یہ وائبریٹری موشن ہے؟ جھولے میں لیٹے ہوئے بچے کی جھولے کے ساتھ آگے پیچھے دہرائی جانے والی موشن، بجتی ہوئی الیکٹرک بیل کے ہتھوڑے کی موشن اور کسی ستار (sitar) کے تار کی موشن وائبریٹری موشن کی چند مزید مثالیں ہیں۔

مختصر مشق

1. کوئی جسم کب ریسٹ میں کہلاتا ہے؟
2. کسی ایسے جسم کی مثال دیجیے جو بیک وقت ریسٹ اور موشن میں ہو۔
3. نیچے دیے گئے اجسام میں ہر ایک جسم کی حرکت کی قسم بتایئے۔
   (i) عموداً اوپر جاتی ہوئی گیند
   (ii) سلائڈ سے پھسلتا ہوا بچہ
   (iii) فٹ بال کھیلتے ہوئے کھلاڑی کی حرکت
   (iv) اڑتی ہوئی تتلی
   (v) سرکلر ٹریک میں دوڑتا ہوا ایتھلیٹ
   (vi) وہیل کی موشن
   (vii) جھولے کی موشن

2.3 سکیلرز اور ویکٹرز (Scalars and Vectors)

فزکس میں ہمارا واسطہ مختلف مقداروں مثلاً ماس، لمبائی، والیوم، ڈینسٹی، سپیڈ، فورس، وغیرہ سے پڑتا ہے۔ ہم انہیں سکیلرز اور ویکٹرز میں تقسیم کرتے ہیں۔

سکیلرز (Scalars)

ایسی طبعی مقداریں جن کا مکمل اظہار ان کی مقدار (magnitude) سے

ہوسکتا ہو، سکیلرز کہلاتی ہیں۔ مقدار سے مراد کسی عدد کے ساتھ طبیعی مقدار کا موزوں یونٹ ہے۔ مثلاً 2.5 kg ، 40 s ، 1.8 m، وغیرہ۔ ماس ، لمبائی، وقت ، سپیڈ، والیوم ، ورک اور انرجی سکیلرز کی مثالیں ہیں۔

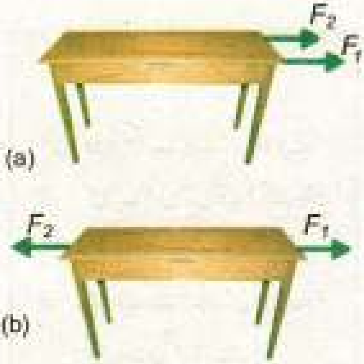
کسی سکیلر کو اس کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

ویکٹرز (Vectors)

کسی ویکٹر کو مکمل طور پر جاننے کے لیے اس کی مقدار کے ساتھ اس کی سمت جاننا بھی ضروری ہوتا ہے۔ ولاسٹی، ڈس پلیسمنٹ ، فورس، مومینٹم ،ٹارک، وغیرہ ویکٹرز کی مثالیں ہیں۔ سمت کے بغیر کسی ویکٹر کو بیان کرنا بے معنی ہوگا۔ مثال کے طور پر کسی ریفرنس پوائنٹ یا حوالہ کی جگہ سے کسی مقام کا فاصلہ اس مقام کی نشاندہی کے لیے ناکافی ہوتا ہے۔ اس مقام کا ریفرنس پوائنٹ سے سمت کا علم بھی انتہائی ضروری ہوتا ہے۔

کسی ویکٹر کو اس کی مقدار اور سمت کی مدد سے مکمل طور پر بیان کیا جاتا ہے۔

فرض کیجیے ایک میز پر دو فورسز F_1 اور F_2 عمل کر رہی ہیں۔ جیسا کہ شکل (2.13a) میں دکھایا گیا ہے۔ کیا اس سے کوئی فرق پڑتا ہے۔ اگر یہ دونوں فورسز مخالف سمت میں عمل کر رہی ہوں۔ جیسا کہ شکل (2.13b) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.13: دو فورسز F_1 اور F_2

(a) دونوں ایک ہی سمت میں عمل پیرا ہیں۔

(b) دونوں مخالف سمتوں میں عمل پیرا ہیں۔

یقیناً دونوں صورتیں ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ یہ فرق میز پر لگنے والی فورسز کی سمتوں کے باعث ہے۔ پس کسی فورس کا بیان سمت کے بغیر نامکمل ہوگا۔ اسی طرح جب ہم یہ کہتے ہیں کہ ہم $3\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے شمال کی طرف جا رہے ہیں تو ہم دراصل کسی ویکٹر کی بات کر رہے ہوتے ہیں۔

ویکٹرز کا اظہار (Representation of Vectors)

ویکٹرز کو سکیلرز سے نمایاں کرنے کے لیے، عموماً جلی حروف تہجی سے لکھا جاتا ہے۔ جیسے کہ **F**، **a** اور **d** یا ان حروف پر بار یا تیر کی علامت ڈال دی جاتی ہے۔ جیسے کہ $\bar{F}$، $\bar{a}$ اور $\bar{d}$ یا $\vec{F}$، $\vec{a}$ اور $\vec{d}$۔

کسی ویکٹر کو گرافیکلی ظاہر کرنے کے لیے ایک سیدھی لائن کھینچی جاتی ہے۔ اس کے ایک سرے پر تیر کا نشان اس ویکٹر کی سمت کو ظاہر کرتا ہے۔ شکل (2.14) میں خط AB جس کے B سرے پر تیر کا نشان ہے ایک ویکٹر V کو ظاہر کرتا ہے۔ خط AB کی

لمبائی کسی منتخب سکیل پر ویکٹر V کی مقدار کو ظاہر کرتی ہے جبکہ A سے B کی جانب خط کی سمت ویکٹر V کی سمت کو ظاہر کرتی ہے۔

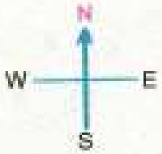
شکل 2.14: کسی ویکٹر کا گرافیکل اظہار

مثال 2.1

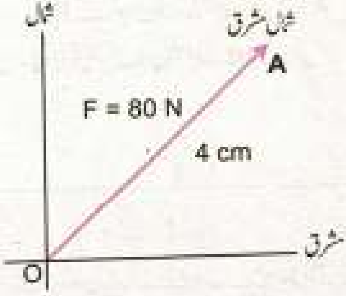
شمال مشرق کی جانب عمل کرنے والی 80 N کی فورس کو نمائندہ لائن سے ظاہر کیجیے۔

حل

پہلا مرحلہ: ایک دوسرے پر عمودی خطوط کھینچیں جن میں سے ایک اُفقی اور دوسرا عمودی ہو۔ اُفقی خط مشرق مغرب اور عمودی خط شمال جنوب کی سمت ظاہر کرتا ہے۔ جیسا کہ شکل (2.15) میں دکھایا گیا ہے۔



سکیل: 1cm=20N



شکل 2.15: شمال مشرق کی جانب عمل پیرا 80N فورس کی نمائندہ لائن۔

دوسرا مرحلہ: دیے گئے ویکٹر کی نمائندہ لائن کھینچنے کے لیے مناسب سکیل منتخب کیجیے۔ اس مثال میں جو سکیل منتخب کی گئی ہے اس کے مطابق 1cm لمبائی کا خط 20 N کی فورس کی نمائندگی کرے گا۔

تیسرا مرحلہ: ویکٹر کی سمت میں سکیل کے مطابق ایک خط کھینچیں۔ اس مثال میں شمال مشرق کی سمت میں OA خط کھینچیں۔ جس کی لمبائی 4 cm ہو۔

چوتھا مرحلہ: خط OA کے سرے A پر تیر کا نشان لگائیے۔ اس طرح خط OA دیے گئے ویکٹر کی نمائندہ لائن کو ظاہر کرے گا۔ یعنی شمال مشرق کی سمت میں عمل پیرا 80 N کی فورس کو ظاہر کرے گا۔

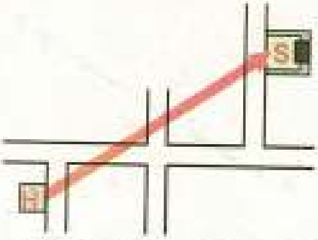
2.4 موشن سے متعلق اصطلاحات
(Terms Associated with Motion)

موشن کے معاملات طے کرتے ہوئے ہم مختلف اصطلاحات سے متعارف ہوتے ہیں۔ مثلاً کسی جسم کی پوزیشن، طے کردہ فاصلہ، اس کی سپیڈ، وغیرہ۔ آیئے ان میں سے چند اصطلاحات کی تشریح کرتے ہیں۔

پوزیشن (Position)

کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا ریفرنس پوائنٹ (reference point) سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر آپ

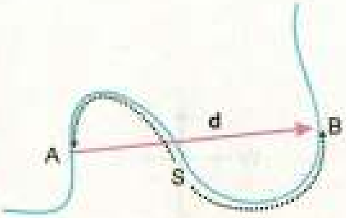
اپنے گھر سے اپنے سکول کی پوزیشن بیان کرنا چاہتے ہیں۔ آیئے سکول کو S اور گھر کو H سے ظاہر کرتے ہیں۔ آپ کے گھر سے آپ کے سکول کی پوزیشن کی نمائندگی ایک سیدھی لائن HS کرے گی اور اس کی سمت H سے S کی طرف ہوگی جیسا کہ شکل (2.16) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.16: گھر H سے سکول S کی پوزیشن

فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ (Distance and Displacement)

شکل (2.17) کسی خم دار راستہ کو ظاہر کرتی ہے۔ جس میں دو پوائنٹس A اور B کے درمیان راستہ کی لمبائی S ہے۔ اس لیے S کو A اور B کے مابین فاصلہ کہا جاتا ہے۔



شکل 2.17: کسی راستے پر دو مقامات A اور B کے درمیان فاصلہ (ڈاٹڈ لائن) اور A سے B کی طرف ڈس پلیسمنٹ d (ریڈ لائن)۔

دو پوائنٹس کے درمیان راستہ کی لمبائی ان کے درمیان فاصلہ کہلاتی ہے۔

فرض کیجیے کوئی جسم خم دار راستہ پر پوائنٹ A سے پوائنٹ B تک حرکت کرتا ہے۔ پوائنٹس A اور B کو خطِ مستقیم سے ملایئے۔ خطِ مستقیم AB پوائنٹس A اور B کے درمیان کم ترین فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کم سے کم فاصلہ کی مقدار ہے اور اس کی سمت A سے B کی جانب ہے۔ کسی خاص سمت میں یہ کم سے کم فاصلہ ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔ یہ ایک ویکٹر مقدار ہے۔ اسے d سے ظاہر کیا گیا ہے۔

دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ، ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔

سپیڈ اور ولاسٹی (Speed and Velocity)

کسی متحرک جسم کی سپیڈ سے ہمیں کیا معلومات حاصل ہوتی ہیں؟

کسی جسم کی سپیڈ وہ شرح ہے جس سے وہ حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ دوسرے الفاظ میں کسی متحرک جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ، سپیڈ کہلاتا ہے۔ اکائی وقت ایک سیکنڈ، ایک گھنٹا، ایک دن یا ایک سال بھی ہو سکتا ہے۔

کسی جسم کے اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ کو اس کی سپیڈ کہتے ہیں۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

زمین پر وہ کون سا جانور ہے جو سب سے تیز دوڑ سکتا ہے؟

عقاب 200 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے اڑ سکتا ہے۔

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

$$\text{طے کردہ فاصلہ} = \text{سپیڈ} \times \text{وقت}$$

یا

$$S = vt \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (2.1)$$

یہاں S جسم کا طے کردہ فاصلہ، v اس کی سپیڈ اور t وقت ہے۔ چونکہ فاصلہ ایک

سکیلر مقدار ہے اس لیے سپیڈ بھی سکیلر ہے۔ سسٹم انٹرنیشنل (SI) میں سپیڈ کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ (ms^{-1}) ہے۔

یونیفارم سپیڈ (Uniform Speed)

مساوات (2.1) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط سپیڈ v ہے۔ کیونکہ وقت t کے دوران جسم کی سپیڈ تبدیل بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو اور اس کی مقدار یونیفارم رہے تو جسم کی سپیڈ کو یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔

> ایک جسم یونیفارم سپیڈ سے حرکت کرتا ہے اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کا طے کردہ فاصلہ برابر ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

ولاسٹی (Velocity)

ولاسٹی نہ صرف ہمیں سپیڈ بتاتی ہے بلکہ وہ سمت بھی بتاتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ ولاسٹی ایک ویکٹر مقدار ہے۔

$$\text{ولاسٹی} = \frac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{وقت}}$$

یا

$$v = \frac{d}{t}$$

$$d = vt \quad \ldots\ \ldots\ \ldots\ \ldots\ (2.2)$$

یہاں d ڈس پلیسمنٹ، t وقت اور v ولاسٹی کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ولاسٹی کا یونٹ وہی ہے جو سپیڈ کا ہوتا ہے، یعنی میٹر فی سیکنڈ (ms^{-1})۔

یونیفارم ولاسٹی (Uniform Velocity)

مساوات (2.2) میں وقت t کے دوران جسم کی اوسط ولاسٹی v ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ وقت کے وقفہ t کے دوران جسم کی ولاسٹی میں تبدیلی بھی ہو سکتی ہے۔ تاہم اکثر جسم کی سپیڈ اور موشن کی سمت تبدیل نہیں ہوتی۔ ایسی صورت میں جسم یونیفارم ولاسٹی سے حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ یعنی وقت کے کسی بھی وقفہ کے دوران ولاسٹی کی مقدار اور سمت ایک ہی رہتی ہے۔

> کسی جسم کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کا ڈس پلیسمنٹ یونیفارم ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔

چیتا 70 کلومیٹر فی گھنٹا کی سپیڈ سے دوڑ سکتا ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

موٹروے سپیڈ کیمرہ

ایک LIDAR گن روشنی کا پتہ چلانے اور سپیڈ کا تعین کرنے والی گن ہے۔ یہ لیزر پلسز (Laser pulses) کی مدد سے کسی گاڑی کے فاصلے کی سلسلہ وار پیمائش کرتی ہے۔ اسی ڈیٹا سے گاڑی کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

ایک چھاتہ بردار زمین پر اترتے ہوئے یونیفارم ولاسٹی حاصل کر لیتا ہے۔ اسے ٹرمینل ولاسٹی (Terminal velocity) کہتے ہیں۔

مثال 2.2

ایک کھلاڑی 12 سیکنڈ میں 100 میٹر کی دوڑ مکمل کرتا ہے۔ اس کی اوسط سپیڈ معلوم کیجیے۔

حل

کل فاصلہ $= 100\ \text{m}$

کل وقت $= 12\ \text{s}$

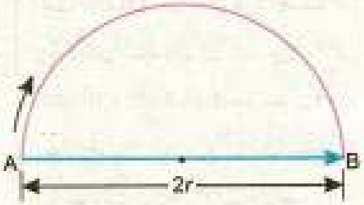
اوسط سپیڈ $= \dfrac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کل وقت}}$

$= \dfrac{100\ \text{m}}{12\ \text{s}} = 8.33\ \text{ms}^{-1}$

پس کھلاڑی کی اوسط سپیڈ $8.33\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔

مثال 2.3

ایک بائیسکل سوار 318 میٹر ریڈیس کے سرکلر ٹریک کا آدھا چکر 1.5 منٹ میں مکمل کرتا ہے۔ اس کی سپیڈ اور ولاسٹی معلوم کیجیے۔



حل

ٹریک کا ریڈیس $r = 318\ \text{m}$

کل وقت $t = 1\ \text{min. } 30\ \text{s} = 90\ \text{s}$

طے کردہ فاصلہ $= \pi \times$ ریڈیس

$= 3.14 \times 318\ \text{m} = 999\ \text{m}$

ڈس پلیسمنٹ $= 2r$

$= 2 \times 318\ \text{m} = 636\ \text{m}$

سپیڈ $= \dfrac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$

سپیڈ $= \dfrac{999\ \text{m}}{90\ \text{s}} = 11.1\ \text{ms}^{-1}$

ولاسٹی $= \dfrac{\text{ڈس پلیسمنٹ}}{\text{کل وقت}}$

$= \dfrac{636\ \text{m}}{90\ \text{s}} = 7.07\ \text{ms}^{-1}$

پس سرکلر ٹریک پر بائیسکل سوار کی سپیڈ $11.1\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔ جبکہ اس کی ولاسٹی ٹریک کے ڈایا میٹر AB کی سمت میں $7.1\ \text{ms}^{-1}$ ہے۔

ایکسلریشن (Acceleration)

کسی جسم میں ایکسلریشن کب ہوتا ہے؟ اکثر کسی جسم کی ولاسٹی تبدیلی ہو جاتی ہے۔ ولاسٹی میں یہ تبدیلی اس کی مقدار یا سمت یا دونوں کے باعث ہوتی ہے۔ ولاسٹی میں تبدیلی ایکسلریشن کا باعث بنتی ہے۔ پس ایکسلریشن کی تعریف یوں کی جاسکتی ہے۔

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

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

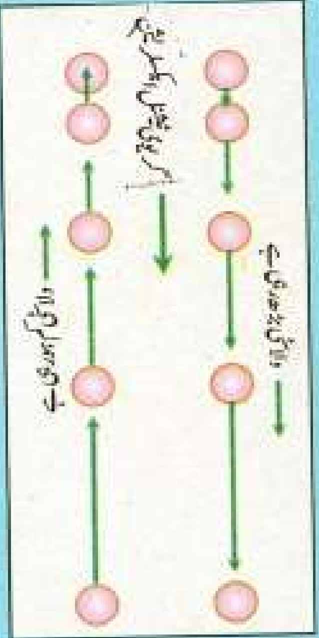
$$\text{ایکسلریشن} = \frac{\text{ابتدائی ولاسٹی} - \text{آخری ولاسٹی}}{\text{وقت}}$$

$$a = \frac{v_f - v_i}{t} \quad \ldots \ldots \ldots (2.3)$$

یہاں a ایکسلریشن، v_i ابتدائی ولاسٹی، v_f آخری ولاسٹی اور t وقت کو ظاہر کرتے ہیں۔ SI یونٹس میں ایکسلریشن کا یونٹ میٹر فی سیکنڈ فی سیکنڈ (ms^{-2}) ہے۔

مفید معلومات

کسی متحرک جسم کا ایکسلریشن ولاسٹی کی سمت میں ہوتا ہے بشرطیکہ اس کی ولاسٹی بڑھ رہی ہو۔ ایکسلریشن ولاسٹی کے مخالف سمت میں ہوتا ہے بشرطیکہ اس کی ولاسٹی کم ہو رہی ہو۔



یونیفارم ایکسلریشن (Uniform Acceleration)

مساوات (2.3) میں دیا گیا ایکسلریشن a وقت t کے دوران کسی جسم کا اوسط ایکسلریشن ہے۔ آیئے وقت t کو مختصر وقفوں میں تقسیم کریں۔ اگر ان وقفوں کے دوران ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح ایک جیسی رہے تو ایکسلریشن بھی یونیفارم رہے گا۔ ایسا جسم یونیفارم ایکسلریشن میں ہوتا ہے۔

اگر کسی جسم کی ولاسٹی وقت کے مساوی وقفوں میں ایک ہی جتنی تبدیل ہو، خواہ یہ وقفے کتنے ہی چھوٹے کیوں نہ ہوں تو اس صورت میں ایکسلریشن کو یونیفارم ایکسلریشن کہتے ہیں۔

کسی جسم کا ایکسلریشن پوزیٹیو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی بڑھ رہی ہو۔ پوزیٹیو ایکسلریشن کی سمت وہی ہوتی ہے جس میں جسم بغیر سمت تبدیل کیے حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ کسی جسم کا ایکسلریشن نیگیٹیو ہوتا ہے اگر وقت کے ساتھ اس کی ولاسٹی کم ہو رہی ہو۔ نیگیٹیو ایکسلریشن کی سمت اس سمت کے مخالف ہوتی ہے جس میں جسم حرکت کر رہا ہوتا ہے۔ نیگیٹیو ایکسلریشن کو ریٹارڈیشن (retardation) یا ڈی سلریشن (deceleration) بھی کہتے ہیں۔

مثال 2.4

ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 8 سیکنڈ میں اس کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس کا ایکسلریشن معلوم کیجیے۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 20\ ms^{-1}$

وقت $t = 8\ s$

ہم جانتے ہیں کہ $a = \dfrac{v_f - v_i}{t}$

$$a = \frac{20\ ms^{-1} - 0 ms^{-1}}{8\ s}$$

$$= 2.5\ ms^{-2}$$

پس کار کا ایکسلریشن $2.5\ ms^{-2}$ ہے۔

مثال 2.5

ایک کار $30\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے حرکت کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی $5\ s$ میں کم ہو کر $15\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ کار کا ریٹارڈیشن معلوم کریں۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 30\ ms^{-1}$

آخری ولاسٹی $v_f = 15\ ms^{-1}$

ولاسٹی میں تبدیلی $= v_f - v_i$

$$= 15\ ms^{-1} - 30\ ms^{-1}$$

$$= -15\ ms^{-1}$$

وقت $t = 5\ s$

$a = ?$

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

$$a = \frac{-15\ ms^{-1}}{5\ s} = -3\ ms^{-2}$$

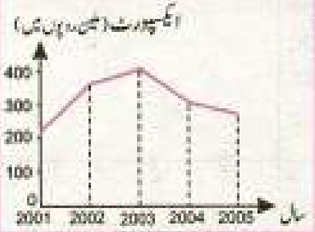
پس کار کا ریٹارڈیشن $3\ ms^{-2}$ ہے۔

2.5 موشن کا گرافیکل تجزیہ (Graphical Analysis of Motion)

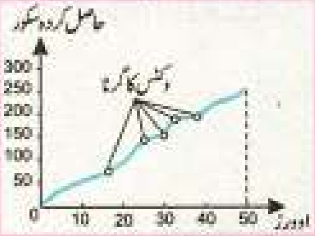
گراف مختلف مقداروں کے درمیان تعلق کے تصویری (pictorial) اظہار کا طریقہ ہے۔ وہ مقداریں جن کے درمیان گراف بنایا جاتا ہے متغیر (variable) مقداریں کہلاتی ہیں۔ ان میں سے ایک مقدار جسے ہم اپنی مرضی سے بدل سکتے ہیں، آزاد متغیر مقدار (independent variable) کہلاتی ہے۔ جبکہ دوسری مقدار جس کا انحصار پہلی مقدار پر ہوتا ہے تابع متغیر مقدار (dependent variable) کہلاتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

گراف روزمرہ زندگی میں بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جیسے کہ ایکسپورٹ کی سالانہ کمی وبیشی، ماہانہ بارش، مریض کے ٹمپریچر کا ریکارڈ یا کسی کرکٹ ٹیم کے حاصل کردہ سکور کی شرح وغیرہ۔



2001-2005 چاول کی ایکسپورٹ



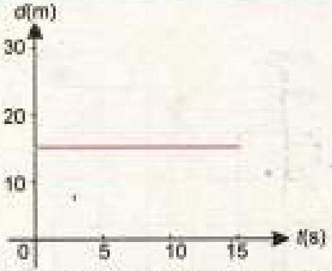
کسی کرکٹ ٹیم کے حاصل کردہ سکورز

فاصلہ - ٹائم گراف (Distance-Time Graph)

گراف کی مدد سے اجسام کی موشن کا اظہار کارآمد ہوتا ہے۔ خطِ مستقیم میں موشن کی صورت میں فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ کو ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ فاصلہ - ٹائم گراف میں وقت کو اُفقی اور جسم کے طے کردہ فاصلہ کو عمودی ایکسز (axis) پر ظاہر کیا جاتا ہے۔ اسی طرح خطِ مستقیم میں موشن کی صورت میں سپیڈ اور ولاسٹی بھی ایک دوسرے کی جگہ استعمال کیے جاتے ہیں۔

ریسٹ کی حالت میں پڑا ہوا جسم (Object at Rest)

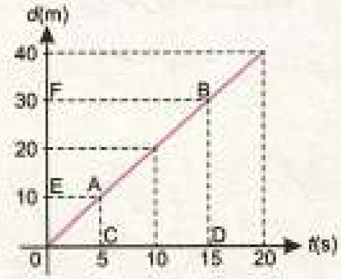
شکل (2.18) میں دکھائے گئے گراف میں وقت کے ساتھ جسم کا طے کردہ فاصلہ صفر ہے۔ یعنی جسم ریسٹ کی حالت میں ہے۔ پس ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف پر اُفقی خط ظاہر کرتا ہے کہ جسم کی سپیڈ صفر ہے۔



شکل 2.18: فاصلہ - ٹائم گراف جب جسم ساکن ہو۔

کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم (Object Moving with Constant Speed)

کسی جسم کی سپیڈ کونسٹنٹ ہوتی ہے اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلہ طے کرتا ہے۔ ایسی صورت میں شکل (2.19) میں دکھایا گیا فاصلہ - ٹائم گراف ایک خطِ مستقیم ہوتا ہے۔ اس کے سلوپ سے جسم کی سپیڈ معلوم کی جاتی ہے۔ اس گراف پر دو پوائنٹس A اور B لیجیے۔



شکل 2.19: فاصلہ - ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

جسم کی سپیڈ = خط AB کا سلوپ

$$= \frac{\text{EF فاصلہ}}{\text{CD وقت}}$$

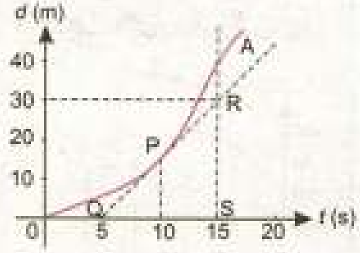
$$= \frac{20\,\text{m}}{10\,\text{s}} = 2\ \text{ms}^{-1}$$

پس گراف سے معلوم کی گئی سپیڈ $2\ ms^{-1}$ ہے۔

ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

(Object Moving with Variable Speed)

کسی جسم کی سپیڈ کونسٹنٹ نہیں ہوتی اگر وہ وقت کے مساوی وقفوں میں مساوی فاصلہ طے نہیں کرتا۔ ایسی صورت میں فاصلہ - ٹائم گراف ایک خط مستقیم نہیں ہوتا۔ جیسا کہ شکل (2.20) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 2.20: فاصلہ - ٹائم گراف ویری ایبل سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

کسی پوائنٹ پر دائرہ نما حصے کا سلوپ اس پوائنٹ پر سلوپ کے ٹینجنٹ سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔ مثال کے طور پر

$$\text{پوائنٹ P پر ٹینجنٹ کا سلوپ} = \frac{RS}{QS}$$

$$= \frac{30\ m}{10\ s} = 3\ ms^{-1}$$

پس پوائنٹ P پر جسم کی سپیڈ $3\ ms^{-1}$ ہے۔ جہاں سلوپ زیادہ ہوگا وہاں سپیڈ بھی زیادہ ہوگی اور جہاں سلوپ صفر ہوگا (یعنی لائن افقی ہوگی) وہاں سپیڈ بھی صفر ہوگی۔

مثال 2.6

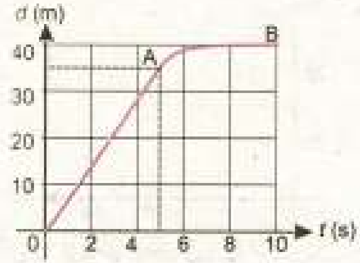
شکل (2.21) میں حرکت کرتی ہوئی کار کا فاصلہ - ٹائم گراف دکھایا گیا ہے۔ گراف سے معلوم کیجیے

(a) کار کا طے کردہ فاصلہ

(b) پہلے پانچ سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ

(c) کار کی اوسط سپیڈ

(d) آخری 5 سیکنڈ کے دوران کار کی سپیڈ



شکل 2.21: مثال 2.6 کے لیے کار کا فاصلہ - ٹائم گراف

حل

(a) کل طے کردہ فاصلہ = 40 m

(b) پہلے 5 سیکنڈ کے دوران طے کردہ فاصلہ = 35 m

$$\therefore \text{سپیڈ} = \frac{35\ m}{5\ s} = 7\ ms^{-1}$$

(c) $$\text{اوسط سپیڈ} = \frac{40\ m}{10\ s} = 4\ ms^{-1}$$

(d) آخری 5 سیکنڈ میں طے کردہ فاصلہ = 5 m

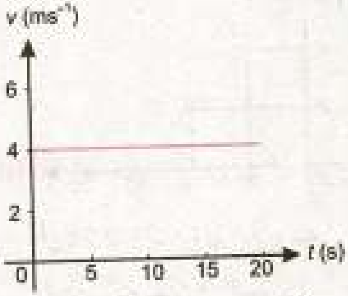
$$\text{سپیڈ} = \frac{5\ m}{5\ s} = 1\ ms^{-1}$$

سپیڈ-ٹائم گراف (Speed-Time Graph)

سپیڈ-ٹائم گراف پر وقت کو x-ایکسز پر جبکہ فاصلہ کو y-ایکسز پر لیا جاتا ہے۔

کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرتا ہوا جسم

(Object Moving with Constant Speed)



شکل 2.22: سپیڈ-ٹائم گراف کونسٹنٹ سپیڈ ظاہر کرتے ہوئے۔

جب کسی جسم کی سپیڈ وقت کے ساتھ کونسٹنٹ رہتی ہے تو سپیڈ-ٹائم گراف ٹائم ایکسز کے پیرالل ایک اُفقی خط ہوتا ہے، جیسا کہ شکل (2.22) میں دکھایا گیا ہے ($4 ms^{-1}$ پر ٹائم ایکسز کے پیرالل خط)۔ دوسرے الفاظ میں ٹائم ایکسز کے پیرالل ایک خطِ مستقیم جسم کی کونسٹنٹ سپیڈ کو ظاہر کرتا ہے۔

سپیڈ میں یونیفارم تبدیلی کے ساتھ حرکت کرتا ہوا جسم

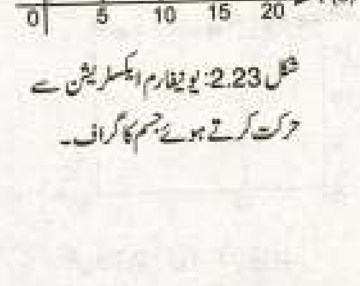
(Object Moving with uniformly changing Speed)

یونیفارم ایکسلریشن (Uniform Acceleration)

فرض کریں کسی جسم کی سپیڈ میں یونیفارم تبدیلی آرہی ہے۔ ایسی صورت میں سپیڈ میں تبدیلی کی شرح یونیفارم ہوتی ہے۔ پس سپیڈ-ٹائم گراف ایک خطِ مستقیم ہوگا۔ جیسا کہ شکل (2.23) میں دکھایا گیا ہے۔ خطِ مستقیم کا مطلب ہے کہ جسم یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کر رہا ہے۔ اس خط کا سلوپ ایکسلریشن کی مقدار بتاتا ہے۔

مثال 2.7

شکل (2.23) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کیجیے۔



شکل 2.23: یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کا گراف۔

حل

شکل (2.23) کے گراف میں 5 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ A پر جسم کی سپیڈ $2 ms^{-1}$ اور 10 سیکنڈ کے بعد پوائنٹ B پر جسم کی سپیڈ $4 ms^{-1}$ ہے۔

ایکسلریشن = خط AB کا سلوپ

جبکہ سلوپ = وقت / ولاسٹی میں تبدیلی

$$\text{ایکسلریشن} = \frac{4 ms^{-1} - 2 ms^{-1}}{10 s - 5 s}$$

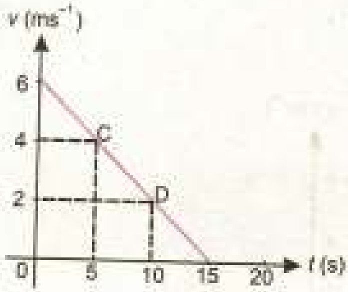
$$= \frac{2 ms^{-1}}{5 s} = 0.4 ms^{-2}$$

پس گراف پر جسم کا ایکسلریشن $0.4 ms^{-2}$ ہے۔

مثال 2.8

شکل (2.24) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف سے ایکسلریشن معلوم کریں۔

حل



شکل 2.24: یونیفارم ڈی سلریشن سے حرکت کرتے ہوئے جسم کا گراف۔

گراف سے ظاہر ہے کہ وقت کے ساتھ جسم کی سپیڈ کم ہو رہی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد جسم کی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے۔ اور یہ کم ہو کر 10 سیکنڈ کے بعد $2\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔

ایکسلریشن = خط CD کا سلوپ

$$= \frac{2\ ms^{-1} - 4\ ms^{-1}}{10\,s - 5\,s}$$

$$= -\frac{2\ ms^{-1}}{5\,s} = -0.4\ ms^{-2}$$

شکل (2.24) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف کا سلوپ نیگیٹیو ہے۔ پس جسم کا ڈی سلریشن $0.4\ ms^{-2}$ ہے۔

متحرک جسم کا طے کردہ فاصلہ
(Distance Travelled by a Moving Object)

کسی سپیڈ-ٹائم گراف کے نیچے کا ایریا جسم کے طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔ یونیفارم موشن کی صورت میں گراف پر بننے والی اشکال کا ایریا مناسب فارمولا سے معلوم کیا جا سکتا ہے۔

مثال 2.9

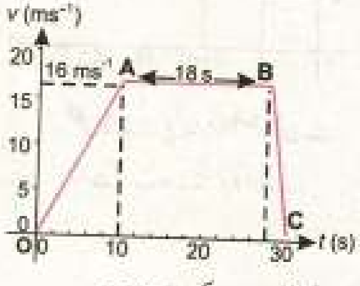
ایک کار خطِ مستقیم میں حرکت کر رہی ہے۔ اس کی موشن کا سپیڈ-ٹائم گراف شکل (2.25) میں دکھایا گیا ہے۔ گراف سے معلوم کیجیے:

(a) پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن

(b) آخری 2 سیکنڈ کے دوران ڈی سلریشن

(c) کل طے کردہ فاصلہ

(d) سفر کے دوران کار کی اوسط سپیڈ



شکل 2.25: کسی کار کا 30 منٹ کے دوران سپیڈ-ٹائم گراف۔

حل

(a) پہلے 10 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن = $\frac{\text{ولاسٹی میں تبدیلی}}{\text{وقت}}$

$$= \frac{16\ ms^{-1} - 0\ ms^{-1}}{10\ s}$$

$$= 1.6\ ms^{-2}$$

(b) آخری 2 سیکنڈ کے دوران ایکسلریشن = $\frac{0\ ms^{-1} - 16\ ms^{-1}}{2\ s}$

$$= -8\ ms^{-2}$$

(c) کل طے کردہ فاصلہ = گراف کے نیچے کا ایریا (ٹریپیزیم OABC)

$$= \frac{1}{2}\ (\text{متوازی اضلاع کا مجموعہ}) \times (\text{بلندی})$$

$$= \frac{1}{2}\ (18\ s + 30\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= \frac{1}{2}\ (48\ s) \times (16\ ms^{-1})$$

$$= 384\ m$$

(d) اوسط سپیڈ = $\frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{وقت}}$

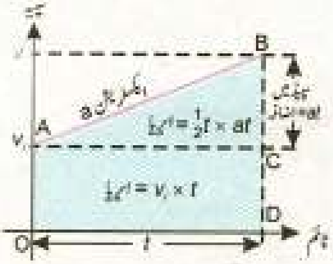
$$= \frac{384\ m}{30\ s} = 12.8\ ms^{-1}$$

2.6 حرکت کی مساواتیں (Equations of Motion)

یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتے ہوئے اجسام کے لیے تین بنیادی حرکت کی مساواتیں ہیں۔ یہ مساواتیں کسی متحرک جسم کی ابتدائی ولاسٹی، آخری ولاسٹی، ایکسلریشن، وقت اور طے کردہ فاصلہ سے متعلق ہیں۔ حرکت کی ان مساواتوں کو آسانی سے اخذ کرنے کے لیے ہم فرض کر لیتے ہیں کہ جسم خط مستقیم میں حرکت کر رہا ہے۔ اس لیے ہم صرف ڈس پلیسمنٹ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی مقدار کو ہی شامل کرتے ہیں۔

فرض کریں کہ یونیفارم ایکسلریشن a سے خط مستقیم میں حرکت کرتے ہوئے

کسی جسم کی ابتدائی ولاسٹی v_i ہے، t وقت کے بعد اس کی ولاسٹی v_f ہو جاتی ہے۔ اسے شکل (2.26) میں گراف پر خط AB سے دکھایا گیا ہے۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a کے مساوی ہے۔ جسم کے کل طے کردہ فاصلہ کو خط AB کے نیچے شیڈڈ ایریا (shadded area) سے دکھایا گیا ہے۔ اس گراف سے حرکت کی مساواتیں آسانی سے حاصل کی جا سکتی ہیں۔



شکل 2.26: سپیڈ-ٹائم گراف پر AB کے نیچے کا ایریا جسم کے طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔

حرکت کی پہلی مساوات

جسم کی حرکت سے متعلق معلومات سپیڈ-ٹائم گراف، شکل (2.26) میں دی گئی ہیں۔ خط AB کا سلوپ ایکسلریشن a کو ظاہر کرتا ہے۔

$$\text{خط AB کا سلوپ} = a = \frac{BC}{AC} = \frac{BD - CD}{OD}$$

چونکہ $BD = v_f, \quad CD = v_i \quad \text{and } OD = t$

اس لیے $$a = \frac{v_f - v_i}{t}$$

یا $$v_f - v_i = at \quad \dots \dots \dots \dots (2.4)$$

یا $$v_f = v_i + at \quad \dots \dots \dots (2.5)$$

حرکت کی دوسری مساوات

شکل (2.26) میں دکھائے گئے سپیڈ-ٹائم گراف میں جسم کا کل طے کردہ فاصلہ خط AB کے نیچے کے ایریا OABD کے برابر ہے۔ یعنی

کل فاصلہ S = مستطیل OACD کا ایریا + مثلث ABC کا ایریا

مستطیل OACD کا ایریا $= OA \times OD$

$$= v_i \times t$$

مثلث ABC کا ایریا $= \frac{1}{2}(AC \times BC)$

$$= \frac{1}{2} t \times at$$

چونکہ

کل ایریا OABD = مستطیل OACD کا ایریا + مثلث ABC کا ایریا

قیمتیں درج کرنے پر

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

$$S = v_i t + \frac{1}{2} at^2 \dots \dots \dots \dots (2.6)$$

حرکت کی تیسری مساوات

شکل (2.26) میں دکھائے گئے سپیڈ - ٹائم گراف میں جسم کا کل طے کردہ فاصلہ خط AB کے نیچے کے کل ایریا کے مساوی ہے۔

$$S = \text{OABD کل ایریا} = \frac{OA + BD}{2} \times OD$$

یا $$2S = (OA + BD) \times OD$$

دونوں اطراف کو $\frac{BC}{OD}$ سے ضرب دینے پر $\left(\because \frac{BC}{OD} = a\right)$

$$2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times OD \times \frac{BC}{OD}$$

یا $$2S \times \frac{BC}{OD} = (OA + BD) \times BC \quad \dots\dots (2.7)$$

مساوات (2.7) میں قیمتیں درج کرنے پر

$$2S \times a = (v_i + v_f) \times (v_f - v_i)$$

یا $$2aS = v_f^2 - v_i^2 \quad \dots \quad \dots \quad \dots (2.8)$$

مثال 2.10

ایک کار $2\ ms^{-2}$ کے یونیفارم ایکسلریشن سے حرکت کرتی ہوئی $10\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی حاصل کر لیتی ہے۔ 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی کیا ہوگی؟

حل

$$v_i = 10\ ms^{-1}$$
$$a = 2\ ms^{-2}$$
$$t = 5\ s$$
$$v_f = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$
$$v_f = 10\ ms^{-1} + 2ms^{-2} \times 5\ s$$
$$v_f = 20\ ms^{-1}$$

پس 5 سیکنڈ کے بعد کار کی ولاسٹی $20\ ms^{-1}$ ہوگی۔

مثال 2.11

80 کلو میٹر فی گھنٹا سے چلنے والی ٹرین کی سپیڈ $2\ ms^{-2}$ کے یونیفارم ریٹارڈیشن سے کم ہو رہی ہے۔ ٹرین 20 میٹر فی گھنٹا کی سپیڈ حاصل کرنے میں کتنا وقت لے گی؟

حل

$$v_i = 80\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{80 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 22.2\ ms^{-1}$$
$$v_f = 20\ kmh^{-1}$$
$$= \frac{20 \times 1000\ m}{60 \times 60\ s}$$
$$= 5.6\ ms^{-1}$$
$$a = -2\ ms^{-2}$$
$$t = ?$$

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق

$$t = \frac{v_f - v_i}{a}$$
$$= \frac{5.6\ ms^{-1} - 22.2\ ms^{-1}}{-2\ ms^{-2}}$$
$$t = 8.3\ s$$

پس 20 کلو میٹر فی گھنٹا کی سپیڈ حاصل کرنے کے لیے ٹرین 8.3 سیکنڈ کا وقت لے گی۔

مفید معلومات

- ms^{-1} کو kmh^{-1} میں تبدیل کرنا

$$1\ ms^{-1} = 0.001\ km \times 3600\ h^{-1} = 3.6\ kmh^{-1}$$

پس ms^{-1} میں دی گئی سپیڈ کو 3.6 سے ضرب دے کر کلو میٹر فی گھنٹا میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً

$$20\ ms^{-1} = 20 \times 3.6\ kmh^{-1} = 72\ kmh^{-1}$$

- kmh^{-1} کو ms^{-1} میں تبدیل کرنا

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

پس kmh^{-1} میں دی گئی سپیڈ کو $\frac{10}{36}$ سے ضرب دے کر ms^{-1} میں تبدیل کیا جا سکتا ہے۔ مثلاً

$$50\ kmh^{-1} = 50 \times \frac{10}{36}\ ms^{-1} = 13.88\ ms^{-1}$$

- ms^{-2} کو kmh^{-2} میں تبدیل کرنا

ms^{-2} میں دیے گئے ایکسلریشن کو $\{(3600 \times 3600)/1000\} = 12960$ سے ضرب دے کر kmh^{-2} میں قیمت حاصل کی جا سکتی ہے۔

- kmh^{-2} کو ms^{-2} میں تبدیل کرنا

kmh^{-2} میں دیے گئے ایکسلریشن کو 12960 سے تقسیم کر کے ms^{-2} میں قیمت حاصل کی جا سکتی ہے۔

مثال 2.12

ایک بائیسکل کی ابتدائی سپیڈ $4\ ms^{-1}$ ہے۔ اس کی سپیڈ میں 10 سیکنڈ تک $1\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے اضافہ ہوتا ہے۔ اس دوران میں اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

حل

$$v_i = 4\ ms^{-1}$$
$$a = 1\ ms^{-2}$$
$$t = 10\ s$$
$$S = ?$$

حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

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

$$S = 4\ ms^{-1} \times 10\ s + \frac{1}{2} \times 1\ ms^{-2} \times (10\ s)^2$$

$$S = 40\ m + 50\ m = 90\ m$$

پس بائیسکل 10 سیکنڈ میں 90 میٹر کا فاصلہ طے کرے گی۔

مثال 2.13

ایک کار $5\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے سفر کر رہی ہے۔ اس کی ولاسٹی 50 میٹر تک یونیفارم ایکسلریشن سے سفر کرتے ہوئے $15\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس سفر کے دوران کار کا ایکسلریشن اور فاصلہ طے کرنے کا وقت معلوم کیجیے۔

حل

$v_i = 5\ ms^{-1}$

$S = 50\ m$

$v_f = 15\ ms^{-1}$

$a = ?$

$t = ?$

حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

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

$$2a \times 50\ m = (15\ ms^{-1})^2 - (5\ ms^{-1})^2$$

$$(100\ m)\ a = (225 - 25)\ m^2s^{-2}$$

$$a = \frac{200\ m^2s^{-2}}{100\ m}$$

یا $$a = 2\ ms^{-2}$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + at$$

$$\therefore \quad 15\ ms^{-1} = 5\ ms^{-1} + 2\ ms^{-2} \times t$$

$$15\ ms^{-1} - 5\ ms^{-1} = 2\ ms^{-2} \times t$$

یا $$2\ ms^{-2} \times t = 10\ ms^{-1}$$

یا $$t = \frac{10\ ms^{-1}}{2\ ms^{-2}} = 5\ s$$

پس کار کا ایکسلریشن $2\ ms^{-2}$ اور اس کے $50\ m$ کا سفر طے کرنے کا وقت 5 سیکنڈ ہے۔

2.7 آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کی حرکت
(Motion of Freely Falling Bodies)

کسی بلندی سے ایک جسم کو گرایئے اور اس کی حرکت کا مشاہدہ کیجیے۔ جیسے جیسے یہ جسم زمین کے قریب آتا ہے کیا اس کی ولاسٹی بڑھتی ہے یا کم ہوتی ہے۔ یا اس میں کوئی تبدیلی واقع نہیں ہوتی؟

گلیلیو (Galileo) پہلا سائنسدان تھا جس نے اس امر کی نشاندہی کی کہ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کی قیمت ایک ہی ہوتی ہے اور اجسام کے ماس پر منحصر نہیں ہوتی۔ اس نے پیسا (Pisa) کے جھکے ہوئے مینار (leaning tower) سے مختلف ماس کے اجسام کو ایک ساتھ گرا کر مشاہدہ کیا کہ تمام اجسام زمین پر ایک ساتھ ہی پہنچتے ہیں۔ آزادانہ گرتے ہوئے اجسام کے ایکسلریشن کو گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح پر اس کی قیمت تقریباً $10\ ms^{-2}$ ہے۔ آزادانہ نیچے گرتے ہوئے اجسام کے لیے g کی قیمت پوزیٹیو ہوتی ہے جبکہ اوپر کی جانب عموداً حرکت کرتے اجسام کے لیے g کی قیمت نیگیٹیو ہوتی ہے۔

شکل 2.27: پیسا کا جھکا ہوا مینار

مثال 2.14

ایک مینار کی چوٹی سے ایک پتھر کا ٹکڑا گرایا گیا ہے۔ اسے زمین تک پہنچنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجیے:

(a) مینار کی بلندی

(b) وہ ولاسٹی جس سے پتھر کا ٹکڑا زمین سے ٹکرائے گا۔

گریوٹی کے زیر اثر حرکت کرتے ہوئے اجسام کی موشن کی مساواتیں

$$v_f = v_i + gt$$
$$h = v_i t + \frac{1}{2} gt^2$$
$$2gh = v_f^2 - v_i^2$$

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = 0$

گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $g = 10\ ms^{-2}$

$t = 5\ s$

$S = h = ?$

$v_f = ?$

(a) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

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

$$h = 0 \times 5\ s + \frac{1}{2} \times 10\ ms^{-2} \times (5\ s)^2$$

یا $h = 0 + 125\ m$

$\therefore\ h = 125\ m$

(b) حرکت کی تیسری مساوات کی مدد سے

$$v_f^2 - v_i^2 = 2gh$$
$$v_f^2 - (0)^2 = 2 \times 10\ ms^{-2} \times 125\ m$$
$$v_f^2 = 2500\ m^2s^{-2}$$
$$v_f = 50\ ms^{-1}$$

پس مینار کی بلندی 125m ہے۔ اور زمین سے ٹکراتے وقت پتھر کے ٹکڑے کی ولاسٹی $50\ ms^{-1}$ ہو گی۔

مثال 2.15

ایک لڑکا ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکتا ہے۔ گیند کو زمین پر واپس آنے میں 5 سیکنڈ لگتے ہیں۔ معلوم کیجیے:

(a) زیادہ سے زیادہ بلندی جہاں تک گیند جائے گی۔

(b) گیند کی ولاسٹی جس سے اسے اوپر کی جانب پھینکا گیا۔

حل

ابتدائی ولاسٹی $v_i = ?$

گریوی ٹیشنل ایکسلریشن $g = -10\ ms^{-2}$

کل وقت $t_o = 5\ s$

بلند ترین مقام پر گیند کی ولاسٹی $v_f = 0$

$S = h = ?$

کیونکہ کسی جگہ پر گریوی ٹیشنل ایکسلریشن یونیفارم ہوتا ہے۔ اس لیے گیند کے اوپر جانے اور نیچے آنے کا وقت برابر ہو گا۔ یعنی

$$t = \frac{1}{2} t_o$$

(a)

$$\therefore \quad t = \frac{1}{2} \times 5\ s = 2.5\ s$$

حرکت کی پہلی مساوات کی مدد سے

$$v_f = v_i + g\,t$$
$$0 = v_i - 10\ ms^{-2} \times 2.5\ s$$
$$= v_i - 25\ ms^{-1}$$
$$\therefore \quad v_i = 25\ ms^{-1}$$

(b) حرکت کی دوسری مساوات کی مدد سے

$$h = v_i t + \frac{1}{2}\ g t^2$$
$$h = 25\ ms^{-1} \times 2.5\ s + \frac{1}{2}(-10\ ms^{-2}) \times (2.5\ s)^2$$

یا $h = 62.5\ m - 31.25\ m = 31.25\ m$

پس گیند $25\ ms^{-1}$ کی ولاسٹی سے اوپر پھینکی گئی ہے۔ اور یہ 31.25 m کی بلندی تک جاتی ہے۔

خلاصہ

- ایک جسم ریسٹ کی حالت میں کہلاتا ہے اگر گردوپیش کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں کوئی تبدیلی واقع نہ ہو۔
- ایک جسم موشن کی حالت میں کہلاتا ہے اگر گردوپیش کے لحاظ سے اس کی پوزیشن میں تبدیلی واقع ہو رہی ہو۔
- کسی جسم کی ریسٹ یا موشن کی حالت ایک ریلیٹو (relative) کیفیت ہوتی ہے۔ ریسٹ یا موشن کبھی بھی حقیقی نہیں ہوتے۔
- حرکت کی تین اقسام ہیں۔ ٹرانسلیٹری موشن، روٹیٹری موشن اور وائبریٹری موشن۔
  - وہ موشن جس میں جسم کسی گردش کے بغیر حرکت کرتا ہے، ٹرانسلیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - موشن کی وہ قسم جس میں جسم اپنے ایکسز کے گرد گھومتا ہے، روٹیٹری موشن کہلاتی ہے۔
  - وہ موشن جس میں ایک جسم اپنی وسطی پوزیشن کے آگے پیچھے حرکت کرتا ہے، وائبریٹری موشن کہلاتی ہے۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو ان کی مقدار سے مکمل طور پر بیان کیا جاسکے، سکیلر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- وہ طبیعی مقداریں جن کو مکمل طور پر بیان کرنے کے لیے ان کی مقدار کے ساتھ سمت بھی درکار ہو، ویکٹر مقداریں کہلاتی ہیں۔
- کسی جگہ یا پوائنٹ کا کسی مخصوص مقام یا ریفرنس پوائنٹ سے فاصلہ اور سمت اس جگہ کی پوزیشن کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان راستہ کی لمبائی ان کے درمیان فاصلہ کہلاتی ہے۔
- دو پوائنٹس کے درمیان کم سے کم فاصلہ ڈس پلیسمنٹ کہلاتا ہے۔
- کسی جسم کا اکائی وقت میں طے کردہ فاصلہ سپیڈ کہلاتا ہے۔
- اگر سپیڈ تبدیل نہ ہو رہی ہو تو اسے یونیفارم سپیڈ کہتے ہیں۔
- کل طے کردہ فاصلہ اور کل وقت کی شرح کو اوسط سپیڈ کہتے ہیں۔
- کسی جسم کی وقت کے لحاظ سے ڈس پلیسمنٹ میں تبدیلی کی شرح کو ولاسٹی کہتے ہیں۔
- کل ڈس پلیسمنٹ اور کل وقت کی شرح کو اوسط ولاسٹی کہتے ہیں۔
- اگر کسی جسم کا طے کردہ ڈس پلیسمنٹ وقت کے مساوی وقفوں میں برابر ہو تو اس کی ولاسٹی یونیفارم ہوتی ہے۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- ولاسٹی میں تبدیلی کی شرح کو ایکسلریشن کہتے ہیں۔
- کسی جسم کا ایکسلریشن یونیفارم ہوگا اگر وقت کے مساوی وقفوں میں اس کی ولاسٹی میں یونیفارم تبدیلی ہو رہی ہو۔ خواہ وقت کے یہ وقفے کتنے ہی مختصر کیوں نہ ہوں۔
- مختلف مقداروں کے باہمی تعلق کو تصویری طریقہ سے ظاہر کرنے کے لیے گراف استعمال ہوتا ہے۔
- فاصلہ - ٹائم گراف کے سلوپ سے کارآمد معلومات حاصل ہوتی ہیں۔ مثلاً

(a) اس سے حاصل شدہ خط کا سلوپ ولاسٹی کی مقدار کو ظاہر کرتا ہے۔

(b) اس خط کے نیچے کا ایریا کل طے کردہ فاصلہ کو ظاہر کرتا ہے۔

- یونیفارم ایکسلریشن کی صورت میں حرکت کی مساوات
  - $v_f = v_i + at$
  - $S = v_i t + \frac{1}{2} at^2$
  - $2aS = v_f^2 - v_i^2$

- اگر کسی جسم کو کسی بلندی سے گرایا جائے تو وہ جس ایکسلریشن سے نیچے آتا ہے، اسے گریوی ٹیشنل ایکسلریشن کہتے ہیں۔ اسے g سے ظاہر کرتے ہیں۔ زمین کی سطح کے قریب g کی قیمت تقریباً $10\ ms^{-2}$ ہے۔

سوالات

2.1 دیے گئے ممکنہ جوابات میں سے درست جواب کے گرد دائرہ لگائیے۔

(i) کسی جسم کی موشن ٹرانسلیٹری ہوگی اگر وہ حرکت کرتا ہے۔
(a) خطِ مستقیم میں (b) دائرہ میں
(c) گھومے بغیر (d) خم دار راستہ پر

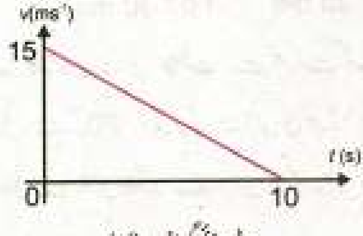
(ii) اپنے ایکسز کے گرد جسم کی موشن کہلاتی ہے۔
(a) سرکلر موشن (b) روٹیشنل موشن
(c) وائبریٹری موشن (d) رینڈم موشن

(iii) مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقدار ویکٹر ہے؟
(a) سپیڈ (b) فاصلہ
(c) ڈس پلیسمنٹ (d) پاور

(iv) اگر ایک جسم کونسٹنٹ سپیڈ کے ساتھ حرکت کر رہا ہو تو اس کی موشن کا سپیڈ-ٹائم گراف ایک ایسا خطِ مستقیم ہوگا جو
(a) ٹائم ایکسز کی سمت میں ہے
(b) فاصلہ کے ایکسز کی سمت میں ہے
(c) ٹائم ایکسز کے پیرالل ہے
(d) ٹائم ایکسز پر ترچھا ہے

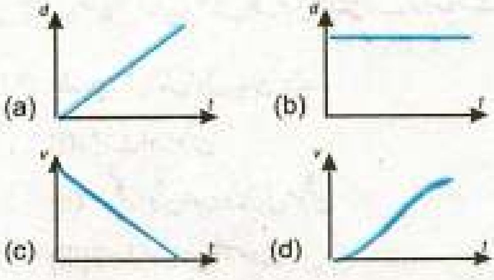
(v) فاصلہ-ٹائم گراف پر ٹائم ایکسز کے پیرالل خطِ مستقیم ظاہر کرتا ہے کہ جسم
(a) کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(b) ریسٹ میں ہے
(c) ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کر رہا ہے
(d) موشن میں ہے

(vi) ایک کار کا سپیڈ-ٹائم گراف شکل میں دکھایا گیا ہے۔ مندرجہ ذیل میں سے کون سا بیان درست ہے؟
(a) کار کا ایکسلریشن $1.5\ ms^{-2}$ ہے
(b) کار کی کونسٹنٹ سپیڈ $7.5\ ms^{-1}$ ہے
(c) کار کا طے کردہ فاصلہ 75 m ہے
(d) کار کی اوسط سپیڈ $15\ ms^{-1}$ ہے



سپیڈ-ٹائم گراف (vi)

(vii) مندرجہ ذیل میں سے کون سا گراف یونیفارم ایکسلریشن کو ظاہر کرتا ہے۔



(viii) کسی متحرک جسم کے ڈس پلیسمنٹ کو وقت پر تقسیم کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔
(a) سپیڈ (b) ایکسلریشن
(c) ولاسٹی (d) ڈی سلریشن

(ix) ایک گیند کو عموداً اوپر کی طرف پھینکا گیا ہے۔ بلند ترین مقام پر اس کی سپیڈ ہوگی۔
(a) $-10\ ms^{-1}$ (b) صفر
(c) $10\ ms^{-2}$ (d) ان میں سے کوئی نہیں

(x) پوزیشن میں تبدیلی کہلاتی ہے۔
(a) سپیڈ (b) ولاسٹی
(c) ڈس پلیسمنٹ (d) فاصلہ

(xi) ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ سے حرکت کر رہی ہے۔ ms^{-1} میں اس کی سپیڈ ہوگی۔
(a) $10\ ms^{-1}$ (b) $20\ ms^{-1}$
(c) $25\ ms^{-1}$ (d) $30\ ms^{-1}$

(xii) ایک کار ریسٹ کی حالت سے حرکت کرنا شروع کرتی ہے۔ 20 سیکنڈ کے بعد اس کی سپیڈ $25\ ms^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ اس وقت کے دوران کار کا طے کردہ فاصلہ ہوگا۔
(a) 31.25 m (b) 250 m
(c) 500 m (d) 5000 m

2.2 ٹرانسلیٹری موشن کی مختلف اقسام کی مثالیں دے کر وضاحت کیجیے۔

2.3 مندرجہ ذیل میں فرق بیان کیجیے۔
(i) ریسٹ اور موشن
(ii) سرکلر موشن اور روٹیٹری موشن
(iii) فاصلہ اور ڈس پلیسمنٹ
(iv) سپیڈ اور ولاسٹی
(v) لی نیئر موشن اور رینڈم موشن
(vi) سکیلر اور ویکٹر مقداریں

2.4 سپیڈ، ولاسٹی اور ایکسلریشن کی تعریف کیجیے۔

2.5 کیا کونسٹنٹ سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم میں ایکسلریشن ہو سکتا ہے؟

2.6 فیرس وہیل میں جھولا جھولنے والوں کی موشن ٹرانسلیٹری کیوں ہوتی ہے؟ روٹیٹری کیوں نہیں ہوتی؟

2.7 ریسٹ کی حالت سے حرکت میں آنے والے جسم کا فاصلہ - ٹائم گراف بنائیے۔ اس گراف سے آپ جسم کی سپیڈ کیسے معلوم کریں گے؟

2.8 ویری ایبل سپیڈ سے حرکت کرنے والے جسم کے سپیڈ - ٹائم گراف کی کیا شکل ہوگی؟

2.9 مندرجہ ذیل میں سے کون سی مقداریں سپیڈ - ٹائم گراف سے حاصل کی جا سکتی ہیں؟
(i) ابتدائی سپیڈ (ii) آخری سپیڈ
(iii) t وقت میں طے کردہ فاصلہ (iv) موشن کا ایکسلریشن

2.10 ویکٹر مقداروں کو گرافیکلی کیسے ظاہر کیا جا سکتا ہے؟

2.11 ویکٹر مقداروں کی جمع اور تفریق سکیلر مقداروں کی طرح کیوں نہیں ہوتی؟

2.12 روزمرہ زندگی میں ویکٹر مقداروں کی اہمیت بیان کیجیے۔

2.13 موشن کی مساواتیں اخذ کیجیے۔

2.14 کسی جسم کی موشن کا ولاسٹی - ٹائم گراف بنائیں۔ مختلف مراحل کی وضاحت کرتے ہوئے اس گراف سے جسم کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔

مشقی سوالات

2.1 ایک ٹرین $36\ kmh^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے 10 سیکنڈ تک چلتی رہتی ہے۔ اس کا طے کردہ فاصلہ معلوم کیجیے۔
(100 m)

2.2 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے چلنا شروع کرتی ہے۔ یہ یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ 100 سیکنڈ میں ایک کلومیٹر کا فاصلہ طے کرتی ہے۔ 100 سیکنڈ مکمل ہونے پر ٹرین کی سپیڈ کیا ہوگی؟
($20\ ms^{-1}$)

2.3 ایک کار کی ولاسٹی $10\ ms^{-1}$ ہے۔ یہ آدھے منٹ تک $0.2\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن سے چلتے ہوئے کتنا فاصلہ طے کرے گی؟ نیز اس کی آخری ولاسٹی بھی معلوم کیجیے۔
(390 m, $16\ ms^{-1}$)

2.4 ایک ٹینس کی بال کو $30\ ms^{-1}$ کی سپیڈ سے عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی۔ بلند ترین مقام تک پہنچنے میں اس کو 3 s لگے۔ گیند زیادہ سے زیادہ کتنی بلندی تک جائے گی؟ گیند کو زمین پر واپس آنے میں کتنا وقت لگے گا؟
(45 m, 6 s)

2.5 ایک کار 5 سیکنڈ تک $40\ ms^{-1}$ کی یونیفارم ولاسٹی سے چلتی رہتی ہے۔ یہ اگلے 10 سیکنڈ میں یونیفارم ڈی سلریشن کے ساتھ چلتے ہوئے رک جاتی ہے۔
معلوم کیجیے:
(i) ڈی سلریشن
(ii) کار کا کل طے کردہ فاصلہ
($-4\ ms^{-2}$, 400 m)

2.6 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے $0.5\ ms^{-2}$ کے ایکسلریشن کے ساتھ چلنا شروع کرتی ہے۔ 100 میٹر کا فاصلہ طے کرنے کے بعد ٹرین کی سپیڈ kmh^{-1} میں کیا ہوگی؟
($36\ kmh^{-1}$)

2.7 ایک ٹرین ریسٹ کی حالت سے یونیفارم ایکسلریشن کے ساتھ حرکت کرتے ہوئے 2 منٹ میں $48\ kmh^{-1}$ کی سپیڈ حاصل کر لیتی ہے۔ وہ اسی سپیڈ کے ساتھ 5 منٹ تک چلتی رہتی ہے۔ آخر کار وہ یونیفارم ریٹارڈیشن کے ساتھ چلتے ہوئے 3 منٹ بعد رک جاتی ہے۔ ٹرین کا کل طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔
(6000 m)

2.8 ایک کرکٹ بال کو عموداً اوپر کی طرف ہٹ لگائی گئی ہے۔ بال 6 سیکنڈ کے بعد زمین پر واپس آتی ہے۔ معلوم کیجیے:
(i) بال کی زیادہ سے زیادہ بلندی (ii) بال کی ابتدائی ولاسٹی
(45 m, $30\ ms^{-1}$)

2.9 جب بریک لگائے جاتے ہیں تو ٹرین کی سپیڈ 800 m کا فاصلہ طے کرنے کے دوران $96\ kmh^{-1}$ سے کم ہو کر $48\ kmh^{-1}$ ہو جاتی ہے۔ ریسٹ کی حالت تک پہنچنے سے پہلے ٹرین مزید کتنا فاصلہ طے کرے گی؟
(266.66 m)

2.10 مندرجہ بالا مشقی سوال (2.9) میں بریک لگانے کے بعد ٹرین کے رکنے کا وقت معلوم کریں۔
(80 s)