1. حرکت کے قوانین

- حرکت
- ہٹاؤ اور فاصلہ
- اسراع
- نیوٹن کے قوانینِ حرکت اور مساواتیں

شے کی حرکت (Motion of an Object)

بتائیے تو بھلا!

نیچے دی ہوئی مثالوں میں کیا آپ کو حرکت کا احساس ہوتا ہے؟ حرکت ہونے اور حرکت نہ ہونے کی وضاحت آپ کیسے کریں گے؟

1. پرندوں کا اُڑنا
2. کھڑی ہوئی ریل گاڑی
3. ہوا میں اڑتی ہوئی گھاس پھوس
4. پہاڑ پر موجود ساکن پتھر

روزمرّہ زندگی میں ہم مختلف اشیا کی حرکت دیکھتے ہیں۔ کئی مرتبہ ہم اشیا کی حرکت کو حقیقتاً دیکھ نہیں پاتے جیسے بہتی ہوئی ہوا۔ دی ہوئی مثال کے مطابق ہم اپنے اطراف میں کئی مثالیں بتا سکتے ہیں۔ وہ کون سی ہیں؟

ذرا سوچیے!

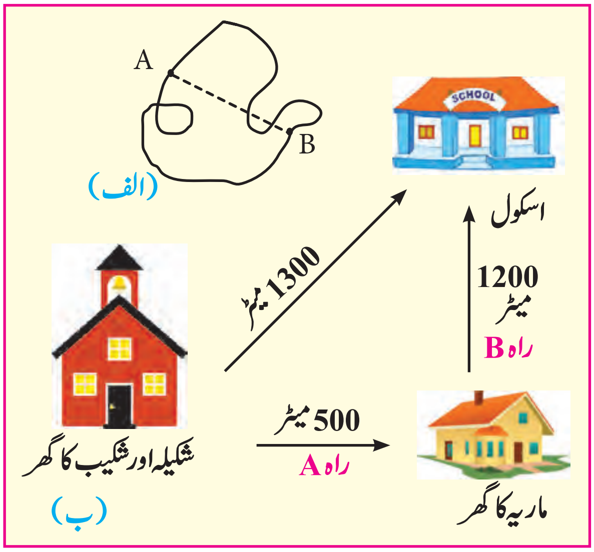
1. آپ بس میں سفر کر رہے ہیں۔ کیا آپ کے بازو میں بیٹھا ہوا شخص متحرک ہے؟
2. کوئی شے حرکت میں ہے یا نہیں، یہ طے کرنے کے لیے آپ کو کن کن نکات پر غور کرنا ہوگا؟

آپ نے پچھلی جماعت میں پڑھا ہے کہ حرکت اضافی نظریہ ہے۔ اگر کوئی شے جو اپنے اطراف واکناف کے مطابق مسلسل جگہ تبدیل کرے تب اسے متحرک کہتے ہیں اور جگہ تبدیل نہ کرے تو اسے ساکن کہتے ہیں۔

ہٹاؤ اور فاصلہ (Displacement and Distance)

آئیے، عمل کر کے دیکھیں۔

1. دھاگے کی مدد سے A سے B تک کے فاصلے کی پیمائش شکل 1.1 (الف) میں دکھائے ہوئے الگ الگ طریقوں سے کیجیے۔
2. دوبارہ دِکھائے ہوئے راستے سے مختصر خطِ مستقیم میں فاصلہ ناپیے۔ آپ کے خیال میں کس طریقے سے کی گئی پیمائش صحیح ہے؟ کیوں؟



1.1 : اسکول اور گھر کا محلِ وقوع

ذرا سوچیے!

ا۔ شکیلہ اسکول جاتے وقت اپنی سہیلی ماریہ کے گھر ہوتے ہوئے اسکول پہنچی۔ شکل 1.1 (ب) دیکھیے۔

ب۔ لیکن شکیب سیدھا اسکول پہنچتا ہے۔ دونوں یکساں چال سے جانے کے باوجود اسکول تک کون کم وقت میں پہنچے گا؟ کیوں؟

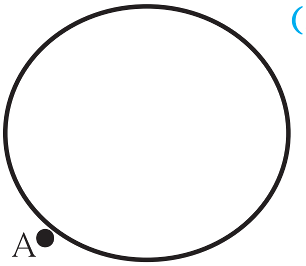
درج بالا مثال میں کیا عملاً چلتے ہوئے طے کردہ فاصلہ اور راست/ خطِ مستقیم فاصلے میں فرق ہے؟ کون سا؟

کسی متحرک جسم کے ذریعے عملاً دو نقاط کے درمیان طے کردہ راستے کو 'فاصلہ' (distance) کہتے ہیں جبکہ متحرک جسم کے آغاز سے اختتامی نقطے کے درمیان سب سے کم فاصلہ کو 'ہٹاؤ' (displacement) کہتے ہیں۔

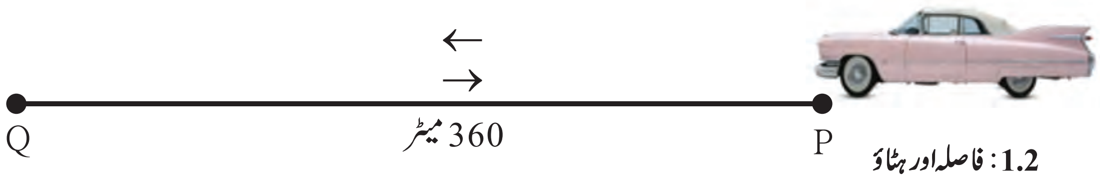
آیئے، دماغ پر زور دیں۔

1. عائشہ روزانہ صبح صادق کو 100 میٹر نصف قطر والے دائروی میدان کے بیرونی کنارے سے چکر لگاتی ہے جیسا کہ شکل 1.2 (الف) میں دِکھایا گیا ہے۔ اس نے نقطہ A سے چلنا شروع کیا۔ ایک چکر مکمل کرنے پر اس کا طے کردہ فاصلہ اور اس کا ہٹاؤ کتنا ہوگا؟
2. شکل 1.2 (ب) میں دِکھائے ہوئے طریقے کے مطابق ایک گاڑی P نقطے سے چل کر Q مقام تک گئی اور پھر واپس P مقام پر آ گئی تب اس کے ذریعے طے کردہ فاصلہ اور ہٹاؤ کتنا ہوگا؟

(الف)



(ب)



1.2 : فاصلہ اور ہٹاؤ

کسی شے کا ہٹاؤ صفر ہو تب بھی اس کے ذریعے طے کردہ فاصلہ صفر نہیں ہو سکتا۔

چال اور رفتار (Speed and Velocity)

ذرا یاد کیجیے۔

1. سمتی مقداریں (Vectors) اور غیر سمتی (Scalars) سے کیا مراد ہے؟
2. فاصلہ (Distance)، چال (Speed)، رفتار (Velocity)، وقت (Time)، ہٹاؤ (Displacement) ان میں سمتی اور غیر سمتی مقداریں کون سی ہیں؟

$$\text{چال} = \frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کل درکار وقت}}$$

کسی جسم کے اکائی وقت میں ایک ہی سمت میں طے کردہ فاصلے کو رفتار (Velocity) کہتے ہیں۔ یہاں اکائی وقت سے مراد ایک سیکنڈ، ایک منٹ، ایک گھنٹہ وغیرہ ہو سکتا ہے۔ بڑی اکائی میں وقت کی پیمائش کریں تو ایک سال بھی اکائی وقت ہو سکتا ہے۔

اکائی وقت میں ہونے والے ہٹاؤ کو رفتار کہتے ہیں۔

$$\text{رفتار} = \frac{\text{ہٹاؤ}}{\text{وقت}}$$

اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

1. چال اور رفتار کی اکائیاں یکساں ہوتی ہیں۔ MKS نظام میں m/s اور CGS نظام میں cm/s ہوتی ہیں۔
2. چال کا تعلق فاصلے سے ہے جبکہ رفتار کا تعلق ہٹاؤ سے ہے۔
3. حرکت خطِ مستقیم میں ہو تو چال اور رفتار کی قدریں یکساں ہوتی ہیں ورنہ الگ الگ ہو سکتی ہیں۔

اکائی وقت میں ہونے والے ہٹاؤ کو رفتار کہتے ہیں۔

پچھلی مثال (صفحہ 1) میں شکیلہ اور ماریہ کے گھر کا خطِ مستقیم میں فاصلہ 500 میٹر ہے۔ ماریہ کے گھر اور اسکول کا خط مستقیم میں فاصلہ 1200 میٹر ہے یعنی شکیلہ کے گھر اور اسکول کے درمیان خطِ مستقیم میں فاصلہ 1300 میٹر ہے۔فرض کیجیے شکیلہ کو ماریہ کے پاس جانے میں 5 منٹ لگے پھر ماریہ کے گھر سے اسکول جانے میں 24 منٹ لگے۔اس معلومات سے -

شکیلہ کی راہ A پر جاتے وقت چال = فاصلہ / وقت = 500 میٹر / 5 منٹ = 100 میٹر فی منٹ

شکیلہ کی راہ B پر جاتے وقت چال = فاصلہ / وقت = 1200 میٹر / 24 منٹ = 50 میٹر فی منٹ

شکیلہ کی اوسط چال = کل فاصلہ / کل وقت = 1700 میٹر / 29 منٹ = 58.6 میٹر فی منٹ

شکیلہ کی اوسط رفتار = ہٹاؤ / وقت = 1300 میٹر / 29 منٹ

شکیلہ کی رفتار = 44.83 میٹر فی منٹ

چال اور سمت کا رفتار پر ہونے والا اثر

1.3: رفتار پر اثر

مصدق موٹر سائیکل سے سفر کر رہا ہے۔ سفر کے دوران ذیل کے موقعوں پر کیا ہوگا بتائیے۔(شکل 1.3 دیکھیے)

1. مصدق نے موٹر سائیکل سے سفر کے دوران موٹر سائیکل کی سمت تبدیل نہ کر کے موٹر سائیکل کی چال بڑھانے یا کم کرنے سے رفتار پر اس کا کون سا اثر ہوگا؟
2. مصدق کے سفر کے دوران راستے میں ایک موڑ آنے پر کیا چال اور رفتار یکساں رہیں گے؟
مصدق نے موٹر سائیکل کی چال مستقل رکھ کر سمت بدلنے پر رفتار پر اس کا کیا اثر ہوگا؟
3. خمدار راستے پر موٹر سائیکل چلاتے ہوئے مصدق کے چال اور سمت دونوں تبدیل کرنے پر رفتار پر کون سا اثر ہوگا؟

اوپر کے واقعات سے یہ بات ذہن میں آتی ہے کہ رفتار کا تعلق چال اور سمت ان دونوں سے ہے اور رفتار میں تبدیلی حسب ذیل کے مطابق ہوتی ہے۔

1. سمت قائم رکھتے ہوئے چال میں تبدیلی۔
2. چال مستقل رکھتے ہوئے سمت میں تبدیلی۔
3. چال اور رفتار کی سمت، دونوں میں تبدیلی۔

اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

چال کی پیائش فاصلہ/ وقت سب سے پہلے گیلیلیو نے کی تھی۔ ہوا میں آواز کی چال 343.2 m/s اسی طرح نور کی چال 3×10^8 m/s ہے۔ زمین کی سورج کے اطراف گردش کرنے کی چال 29770 m/s ہے۔

خطِ مستقیم میں یکساں اور غیر یکساں حرکت (Uniform and Nonuniform Motion along a straight line)

امر، اکبر اور انتھونی اپنی خود کی گاڑیوں پر مختلف رفتار سے سفر کر رہے ہیں۔ ذیل کی جدول میں ان کے مختلف وقفوں میں طے کیے گئے فاصلے دِکھائے ہوئے ہیں۔

گھڑی میں وقت	امر کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ کلومیٹر میں	اکبر کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ کلومیٹر میں	انتھونی کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ کلومیٹر میں
5.00	0	0	0
5.30	20	18	14
6.00	40	36	28
6.30	60	42	42
7.00	80	70	56
7.30	100	95	70
8.00	120	120	84

آ یئے، دماغ پر زور دیں۔

1. امر، اکبر اور انتھونی کے سفر کے دوران درج کیا گیا وقت کا وقفہ کتنا ہے؟
2. مقررہ وقفۂ وقت میں یکساں فاصلہ کس نے طے کیا ہے؟
3. کیا اکبر کے مقررہ وقت کے دوران طے کردہ فاصلہ یکساں ہے؟
4. امر، اکبر اور انتھونی کے مقررہ وقت میں طے کردہ فاصلوں کے مطابق ان کی چال کیسی ہے؟

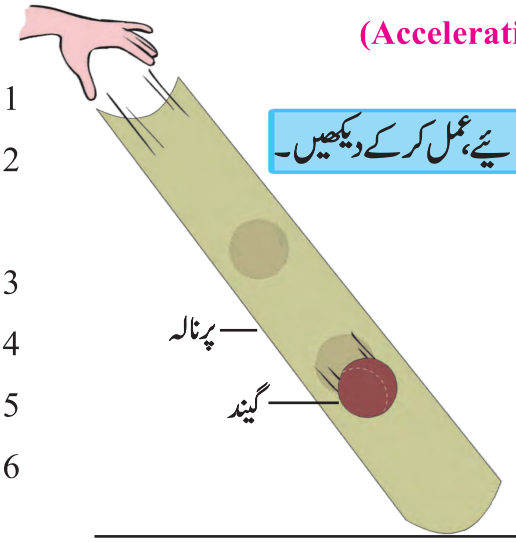
کسی جسم کا یکساں وقفے میں یکساں فاصلہ طے ہوتا ہے تو اس کی رفتار کو یکساں رفتار کہتے ہیں۔

اگر شے یکساں مدت میں غیر مساوی فاصلہ طے کرتی ہے تو اس کی رفتار کو غیر یکساں رفتار کہا جاتا ہے۔ مثلاً بھیڑ والے راستے پر گاڑیوں کی رفتار اور سائیکل چلانے والے کی رفتار۔

اسراع (Acceleration)

آ یئے، عمل کر کے دیکھیں۔

1. 1 میٹر لمبائی کا ایک پرنالہ اور ایک چھوٹی گیند لیجیے۔
2. شکل 1.4 کے مطابق پرنالے کے ایک سرے کو زمین پر رکھ کر دوسرے سرے کو زمین سے بلندی پر ہاتھ سے تھامے رکھیں۔
3. گیند پرنالے کے اوپری سرے سے چھوڑ دیجیے۔
4. نیچے آتی ہوئی گیند کی رفتار کا مشاہدہ کیجیے۔
5. گیند کے اوپر سے نیچے آتے وقت کیا ہر جگہ رفتار یکساں تھی؟
6. ابتدا میں، درمیان اور زمین کے قریب آتے وقت رفتار کس طرح بدلتی ہے، اس کا مشاہدہ کیجیے۔



1.4 : رفتار میں تبدیلی

بچپن میں آپ نے ڈھلوان سطح پر پھسل کر کھیلا ہوگا۔ آپ کو معلوم ہے کہ ڈھلوان پر پھسلتے وقت شروع میں رفتار کم ہوتی ہے درمیان میں بڑھتی ہے اور آخر میں کم ہو کر صفر ہو جاتی ہے۔ رفتار میں تبدیلی کی اس شرح کو 'اسراع' کہتے ہیں۔

$$\text{اسراع} = \frac{\text{رفتار کی تبدیلی}}{\text{وقت}}$$

اگر ابتدائی رفتار (u)، وقت (t) کے بعد بدل کر آخری رفتار (v) ہو جاتی ہو تو...

$$\text{اسراع} = a = \frac{\text{ابتدائی رفتار - آخری رفتار}}{\text{وقت}} \quad \therefore \quad a = \frac{(v-u)}{t}$$

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

1. اگر ابتدا میں متحرک جسم ساکن ہو تو اس وقت اس کی ابتدائی رفتار کیا ہوگی؟
2. متحرک جسم اگر آخر میں ساکن ہو تو اس کی آخری رفتار کیا ہوگی؟

اگر کسی متحرک جسم کی مقررہ یکساں مدت میں رفتار تبدیل ہوتی رہے تو اس جسم کی رفتار اسراعی رفتار کہلاتی ہے۔ متحرک جسم میں دو قسم کے اسراع ہو سکتے ہیں۔

1. مساوی مدت میں اگر رفتار میں یکساں تبدیلی واقع ہوتی رہے تو وہ یکساں اسراع ہوتا ہے۔
2. اگر مساوی مدت میں رفتار میں غیر یکساں تبدیلی واقع ہوتی ہو تو وہ غیر یکساں اسراع ہوتا ہے۔

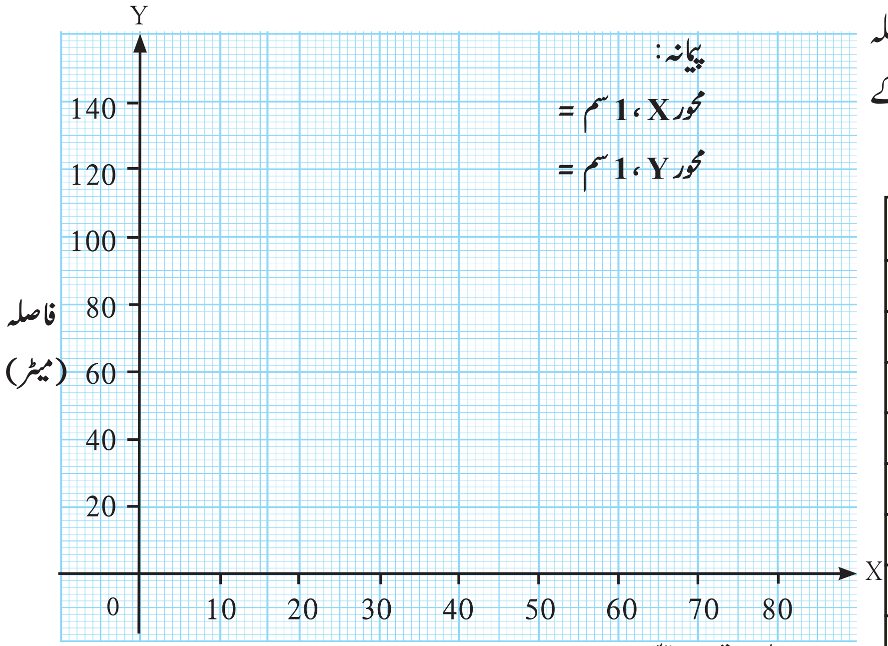
مثبت، منفی اور صفر اسراع

کسی جسم کا اسراع مثبت یا منفی ہو سکتا ہے۔ جب کسی جسم کی رفتار میں اضافہ ہوتا ہے تب مثبت اسراع ہوتا ہے۔ یہاں اسراع رفتار کی سمت میں ہوتا ہے۔ جب کسی جسم کی رفتار میں کمی واقع ہوتی ہے تب منفی اسراع ہوتا ہے۔ 'منفی اسراع' کو ہی 'اِبطا' (Deceleration) کہتے ہیں۔ یہ رفتار کی مخالف سمت ہوتی ہے۔ رفتار مستقل ہو تو اسراع صفر ہوتا ہے۔

یکساں حرکت کے لیے فاصلہ-وقت کی ترسیم

ذیل کی جدول میں ایک گاڑی کا مقررہ وقت میں طے کردہ فاصلہ دیا گیا ہے جس کے لحاظ سے وقت X محور پر اور فاصلہ Y محور پر لے کر شکل 1.5 میں ترسیم بنائیے۔ کیا فاصلہ اور وقت کے درمیان تعلق ترسیم کے ذریعے واضح ہو سکتا ہے؟

فاصلہ (میٹر)	وقت (سیکنڈ)
0	0
15	10
30	20
45	30
60	40
75	50
90	60
105	70



1.5 : فاصلہ-وقت ترسیم

یکساں رفتار والا جسم یکساں مدت میں یکساں فاصلہ طے کرتا ہے۔ یہ فاصلہ - وقت ترسیم کے درمیان خطِ مستقیم ظاہر کرتا ہے۔

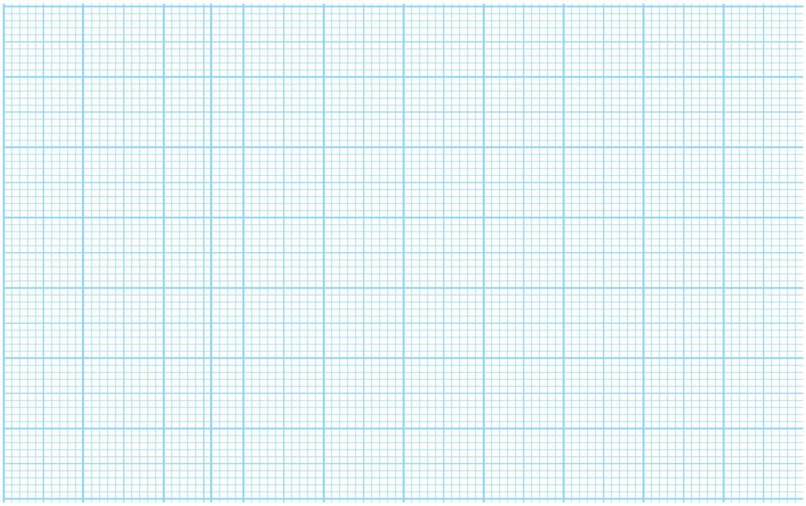
آ ئیے، دماغ پر زور دیں۔

اوپر فاصلہ - وقت ترسیم (1.5) کے درمیان خط کا اُتار/ چڑھاؤ (slope) نکالنے پر وہ کیا ظاہر کرتا ہے؟

غیر یکساں رفتار کے لیے فاصلہ - وقت کی ترسیم

نیچے جدول میں کسی بس کا مقررہ وقت میں طے کردہ فاصلہ دیا گیا ہے۔ وقت کو X محور اور فاصلہ Y محور پر لے کر شکل 1.6 میں ترسیم بنائیے۔ کیا فاصلے اور وقت میں تعلق کو ترسیم کی مدد سے واضح کر سکتے ہیں؟

فاصلہ (میٹر)	وقت (سیکنڈ)
0	0
7	5
12	10
20	15
30	20
41	25
50	30
58	35



1.6 : فاصلہ-وقت ترسیم

یہاں وقت کے ساتھ فاصلے میں تبدیلی غیر یکساں ہے یعنی یہاں رفتار غیر یکساں ہے۔

آ ئیے، دماغ پر زور دیں۔

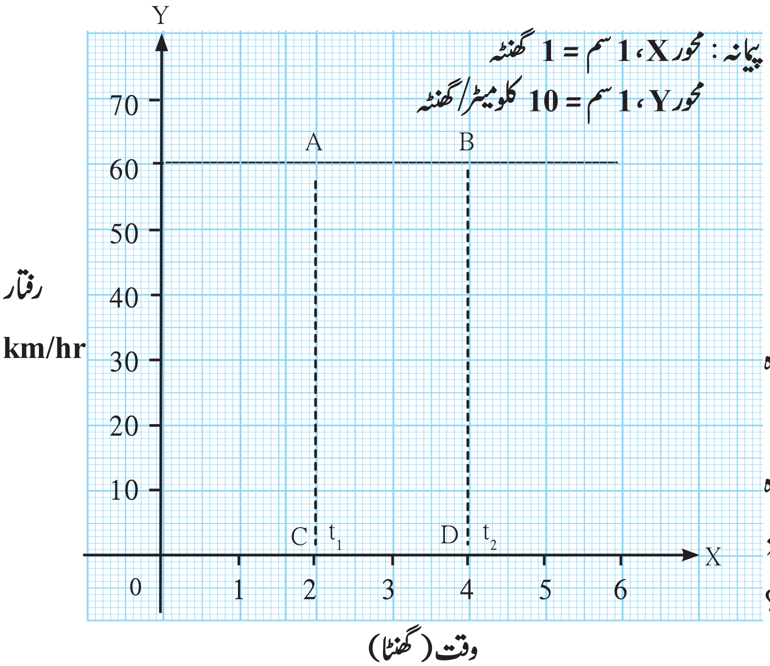
یکساں رفتار اور غیر یکساں رفتار کے لیے فاصلہ - وقت ترسیم میں آپ کو کون سا فرق دِکھائی دیتا ہے؟

یکساں رفتار کے لیے رفتار-وقت ترسیم

ایک ریل گاڑی یکساں رفتار سے 60 کلومیٹر فی گھنٹہ 5 گھنٹے مسلسل متحرک ہے۔ اس یکساں حرکت کے لیے رفتار اور وقت میں تبدیلی کے لیے رفتار-وقت کی ترسیم شکل 1.7 میں دِکھائی گئی ہے۔

1. ریل کا 2 سے 4 گھنٹے کے درمیان طے کردہ فاصلہ کس طرح معلوم کیا جاسکتا ہے؟
2. ریل کا 2 سے 4 گھنٹے کے درمیان طے کردہ فاصلہ اور شکل کے ایک چار ضلعی (ذو اربعۃ الاضلاع) کے رقبے میں کیا کوئی تعلق ہے؟

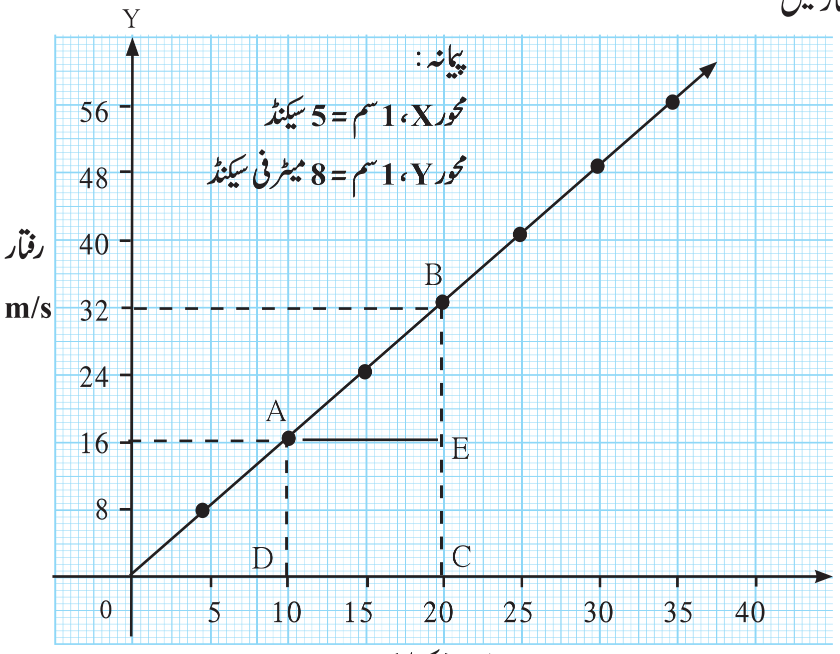
یہاں گاڑی کا اسراع کتنا ہے؟



1.7 : رفتار-وقت کی ترسیم

یکساں اسراعی حرکت کے لیے رفتار-وقت کی ترسیم

مقررہ وقت کے مطابق ایک کار کی رفتار میں ہونے والی تبدیلی جدول میں دی ہوئی ہے۔



1.8 : رفتار - وقت ترسیم

وقت (سیکنڈ)	رفتار (میٹرفی سیکنڈ)
0	0
5	8
10	16
15	24
20	32
25	40
30	48
35	56

شکل 1.8 کی ترسیم یہ ظاہر کرتی ہے کہ ...

1. مقررہ وقت میں رفتار میں یکساں تبدیلی ہوتی ہے۔ یہ رفتار اسراعی ہوتے ہوئے اسراع یکساں ہے۔ ہر 5 منٹ میں رفتار میں کتنی تبدیلی ہوتی ہے؟
2. تمام یکساں اسراعی رفتار کے لیے رفتار-وقت ترسیم ایک خطِ مستقیم ہوتا ہے۔
3. غیر یکساں اسراعی رفتار کے لیے رفتار-وقت ترسیم وقت کے مطابق اسراع میں ہونے والی تبدیلی کی بنا پر کسی بھی شکل کی ہوسکتی ہے۔

شکل 1.8 کی ترسیم کی مدد سے کار نے 10 سیکنڈ سے 20 سیکنڈ کے وقفے کے درمیان طے کردہ فاصلہ ہم پچھلی ریل گاڑی کی مثال کے مطابق معلوم کرسکتے ہیں۔ لیکن یہاں کار کی رفتار مستقل نہ ہونے سے یکساں اسراع تبدیل ہوتا ہے۔ ایسے وقت ہم دیے گئے وقت کے درمیان کار کی اوسط رفتار استعمال کرکے کار کے ذریعے طے کردہ فاصلہ معلوم کرسکتے ہیں۔

ترسیم سے ظاہر ہوتا ہے کہ کار کی اوسط رفتار $\frac{32+16}{2} = 24$ میٹر فی سیکنڈ (یا 24 m/s) ہے۔

اس کو دیے ہوئے وقت یعنی 10 سیکنڈ سے ضرب کرنے پر کار کے ذریعے طے کردہ فاصلہ حاصل ہوگا۔

فاصلہ = 24 m/s× 10 sec = 240 m

پچھلی مثال کے مطابق کار کے ذریعے طے کردہ فاصلہ ذواربعۃ الاضلاع ABCD کے رقبے کے مساوی ہوگا، اس کی جانچ کرکے دیکھیے۔

$$A(\square ABCD) = A(\square AECD) + A(\triangle ABE)$$

ترسیمی طریقے سے حرکت کی مساواتیں (Equations of Motion using Graphical Method)

نیوٹن نے شے کی حرکت کا مطالعہ کرنے کے بعد حرکت کی تین مساواتیں اخذ کیں۔ خطِ مستقیم میں متحرک ایک جسم کا ہٹاؤ، رفتار، اسراع اور وقت کے درمیان تعلق سے یہ مساواتیں اخذ کی ہیں۔

ایک جسم اپنی ابتدائی رفتار u سے خطِ مستقیم میں متحرک ہے۔ t وقت میں اس میں اسراع 'a' پیدا ہونے سے وہ آخری رفتار V حاصل کرتا ہے اور 's' ہٹاؤ ہوتا ہے۔تب تین مساواتیں اس طرح حاصل ہوتی ہیں۔

$v = u + at$ – یہ رفتار–وقت میں تعلق ظاہر کرتا ہے۔

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ – یہ ہٹاؤ–وقت میں تعلق ظاہر کرتا ہے۔

$v^2 = u^2 + 2as$ – یہ ہٹاؤ اور رفتار میں تعلق ظاہر کرتا ہے۔

آ یئے دیکھیں کہ ہم ان مساواتوں کو ترسیمی طریقے سے کس طرح حاصل کر سکتے ہیں۔

رفتار–وقت میں تعلق کی مساوات

یکساں اسراعی رفتار سے متحرک جسم میں وقت کے مطابق تبدیل ہونے والی رفتار شکل 1.9 میں ترسیم کے ذریعے دِکھائی گئی ہے۔ترسیم میں جسم نقطہ D سے متحرک ہوتا ہے۔وقت کے مطابق جسم کی رفتار بڑھتی جاتی ہے اور جسم t وقت کے بعد نقطہ B تک پہنچتا ہے۔

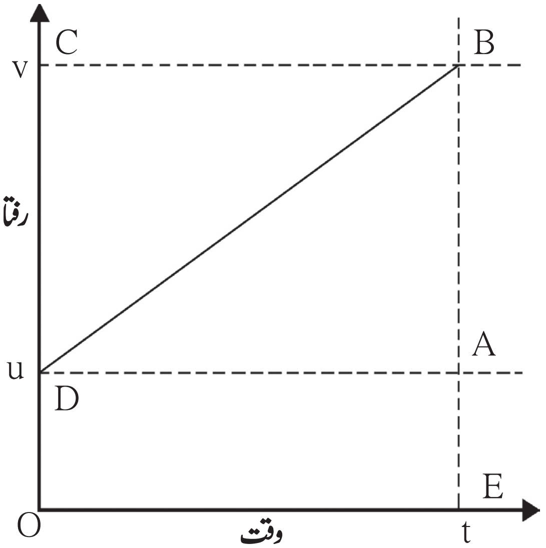
جسم کی ابتدائی رفتار = u = OD

جسم کی انتہائی رفتار = v = OC

وقت = t = OE

$$\text{اسراع}\ (a) = \frac{\text{رفتار کی تبدیلی}}{\text{وقت}} = \frac{\text{ابتدائی رفتار - انتہائی رفتار}}{\text{وقت}} = \frac{(OC - OD)}{t}$$

$\therefore\ CD = at$ ...... (i) $\quad (OC - OD = CD)$



1.9 : رفتار–وقت ترسیم

نقطہ B سے Y محور کے متوازی خط کھینچیے۔وہ X محور کو نقطہ E پر قطع کرتا ہے۔نقطہ D سے X محور کے متوازی خط کھینچیے۔وہ خط BE کو نقطہ A پر قطع کرتا ہے۔

ترسیم سے ... $BE = AB + AE$

$\therefore\ v = CD + OD$ ... $(AB = CD$ اور $AE = OD)$

$\therefore\ v = at + u$ ... (i) سے

$\therefore\ v = u + at$

یہ حرکت کی پہلی مساوات ہے۔

ہٹاؤ–وقت کے تعلق کی مساوات

فرض کیجیے یکساں اسراع 'a' سے ایک جسم 't' وقت میں 's' فاصلہ طے کرتا ہے۔شکل 1.9 میں ترسیم کی بنا پر جسم کا طے کردہ فاصلہ ذو اربعۃ الاضلاع DOEB کے رقبے سے معلوم کر سکتے ہیں۔

$\therefore\ s$ = ذو اربعۃ الاضلاع DOEB کا رقبہ

= مستطیل DOEA کا رقبہ + مثلث DAB کا رقبہ

$$\therefore\ s = (AE \times OE) + \left(\frac{1}{2} \times [AB \times DA]\right)$$

لیکن $(OE = DA = t)$ اور $AE = u\ ,\ \ OE = t$

سے ... (i) $\quad AB = at \quad ....(AB = CD)$

$$s = u \times t + \frac{1}{2} \times at \times t$$

∴ حرکت کی دوسری مساوات $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ہے۔

ہٹاؤ - رفتار کے تعلق کو ظاہر کرنے والی مساوات

آپ یہ جانتے ہیں کہ شکل 1.9 میں ترسیم کے مطابق جسم کا طے کردہ فاصلہ ذواربعۃ الاضلاع DOEB کے رقبے کے ذریعے معلوم کر سکتے ہیں۔لیکن ذواربعۃ الاضلاع DOEB ایک ذوزنقہ ہے۔اس لیے ذوزنقہ کے رقبے کے ضابطے کا استعمال کر کے جسم کا طے کردہ فاصلہ معلوم کریں۔

∴ s = ذوزنقہ DOEB کا رقبہ

∴ $s = \frac{1}{2} \times$ (متوازی اضلاع کی لمبائی کا مجموعہ) × متوازی اضلاع کے درمیان عمودی فاصلہ

∴ $s = \frac{1}{2} \times (OD + BE) \times OE$ لیکن $OD = u,\ BE = v$ اور $OE = t$

$$\therefore\ s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times t \quad .... (ii)$$

لیکن $a = \frac{(v-u)}{t}$

$$\therefore\ t = \frac{(v-u)}{a} \quad .... (iii)$$

$$\therefore\ s = \frac{1}{2} \times (u + v) \times \frac{(v-u)}{a}$$

$$\therefore\ s = \frac{(v+u)(v-u)}{2a}$$

$$\therefore\ 2as = (v + u)(v - u) = v^2 - u^2$$

∴ $v^2 = u^2 + 2as$ یہ حرکت کی تیسری مساوات ہے۔

اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

جس وقت جسم اسراعی حالت میں ہوتا ہے اس وقت اس کی رفتار میں تبدیلی ہوتی ہے۔ رفتار میں ہونے والی تبدیلی رفتار کا نتیجہ یا سمت یا دونوں میں ہونے والی تبدیلی کی وجہ سے ہوتی ہے۔

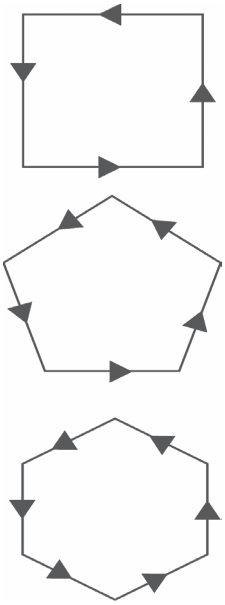
یکساں دائروی حرکت (Uniform Circular Motion)

آ یئے،عمل کر کے دیکھیں۔

گھڑی کے سیکنڈ کی سوئی کے سرے کا مشاہدہ کیجیے۔اس کی چال اور رفتار کے متعلق آپ کیا کہہ سکتے ہیں؟

گھڑی کی سوئی کے سرے کی چال مسلسل مستقل رہتی ہے لیکن اس کے ہٹاؤ کی سمت مسلسل تبدیل ہوتے رہنے کی وجہ سے اس کی رفتار بھی مسلسل تبدیل ہوتی ہے۔سیکنڈ کی سوئی کا سرا دائروی راستے پر گھومتا ہے اس لیے اس کی حرکت کو یکساں دائروی حرکت کہتے ہیں۔اس قسم کی اور کتنی مثالیں آپ دے سکتے ہیں؟

عمل کیجیے اور غور کیجیے۔


1.10 : سمت کی تبدیلی

1. شکل 1.10 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے ایک مربعی راستہ بنائیے۔
2. اُس مربعی راستے کے ایک ضلع کے درمیانی حصے کے ایک نقطے پر پنسل رکھ کر ایک چکر مکمل کیجیے۔
3. ایک چکر مکمل کرتے وقت کتنی مرتبہ سمت تبدیل کرنا پڑی اس کا اندراج کیجیے۔
4. ایسا ہی عمل مخمّسی، مسدّسی، مثمّنی شکل کے راستے بنا کر کیجیے اور آپ کو کتنی مرتبہ سمت تبدیل کرنا پڑی اس کا اندراج کیجیے۔
5. اگر اضلاع کی تعداد بڑھاتے ہوئے انھیں لاتعداد کیا جائے تو کتنی بار سمت بدلنا پڑے گی اور راستے کی شکل کیسی ہوگی؟

یعنی اضلاع کی تعداد بڑھاتے جانے سے بار بار سمت تبدیل کرنا پڑتی ہے۔اور اضلاع کی تعداد بڑھاتے بڑھاتے لاتعداد کردی جائے تو راستہ دائروی ہوجائے گا۔

جب جسم مستقل چال سے دائروی راستے پر متحرک ہوتا ہے تب رفتار میں ہونے والی تبدیلی صرف حرکت کی سمت بدلنے سے ہوتی ہے اس لیے وہ اسراعی رفتار ہوتی ہے۔ جب کوئی جسم یکساں چال سے دائروی راستے پر حرکت کرتا ہے تب اسے یکساں دائروی حرکت کہتے ہیں۔ مثلاً یکساں چال سے گھومنے والے گوپھن میں پتھر کی حرکت، سائیکل کے پہیے پر کسی بھی نقطہ کی حرکت۔

دائروی حرکت میں متحرک جسم t وقت میں اپنے ابتدائی مقام پر واپس آتا ہو تو جسم کی چال ذیل کے ضابطے کی مدد سے معلوم کی جاسکتی ہے۔

$$\text{چال} = \frac{\text{محیط}}{\text{وقت}}$$

دائرے کا نصف قطر = r $\quad v = \frac{2\pi r}{t}$

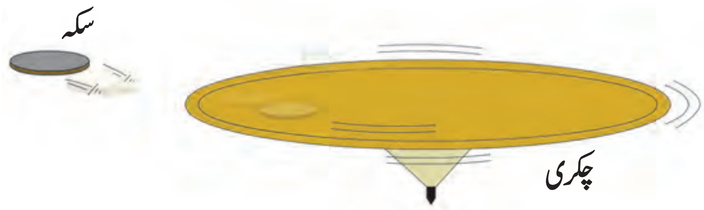
تلاش کیجیے۔

روزمرہ زندگی میں دائروی حرکت والے متحرک اجسام کی مثالیں تلاش کیجیے۔

یکساں دائروی حرکت کی سمت معلوم کرنا

آیئے، عمل کرکے دیکھیں۔

ایک گول گھومنے والی چکری لیجیے۔اس کے کنارے پر ایک پانچ روپے کا سکہ رکھیے اور شکل 1.11 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے گول پھرائیے۔ چکری زیادہ رفتار سے گھمانے پر سکہ کس سمت میں پھینکا جاتا ہے، اس کا مشاہدہ کیجیے۔ سکے کو چکری پر مختلف جگہوں پر رکھ کر یہ عمل بار بار کریں اور ہر مرتبہ سکہ کس سمت میں پھینکا جاتا ہے اس کا مشاہدہ کریں۔



1.11 : چکری پر سکہ

سکہ دائروی چکر کے نصف قطر پر عموداً موجود مماسی سمت میں جاتا ہے۔ جس لمحہ سکہ پھینکا جاتا ہے اس وقت جس حالت یا جگہ پر ہوگا اس کے مطابق مخصوص سمت میں پھینکا جائے گا۔ یعنی سکہ دائروی سمت میں گھومنے کے باوجود رفتار کی سمت ہر ایک نقطے پر تبدیل ہوتی ہے۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1 : ایک کھلاڑی دائروی راستے پر دوڑتے ہوئے 25 سیکنڈ میں 400 میٹر فاصلہ طے کر کے ابتدائی مقام پر پہنچتا ہے۔ اس کی اوسط چال اور اوسط رفتار کتنی ہوگی؟

دیا ہوا ہے : طے کردہ کل فاصلہ = 400 میٹر

کل ہٹاؤ = 0 میٹر (وہ واپس ابتدائی مقام پر آیا ہے)

کل درکار وقت = 25 سیکنڈ

اوسط چال = ? , اوسط رفتار = ?

$$\therefore \text{اوسط چال} = \frac{\text{کل طے کردہ فاصلہ}}{\text{کل درکار وقت}} = \frac{400}{25} = 16 \text{ m/s}$$

$$\therefore \text{اوسط رفتار} = \frac{\text{کل ہٹاؤ}}{\text{کل درکار وقت}} = \frac{0}{25} = 0 \text{ m/s}$$

مثال 2 : ایک ہوائی جہاز 3.2 m/s^2 کے اسراع سے فرودگاہ (رَن وے) پر 30 سیکنڈ دوڑنے کے بعد ہوا میں اُڑان بھرتا ہے تو ہوائی جہاز نے اُڑان سے قبل کتنا فاصلہ طے کیا؟

دیا ہوا ہے: $a = 3.2 \text{ m/s}^2, \quad t = 30 \text{ sec}, \quad u = 0, \quad s = ?$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 \times 30 + \frac{1}{2} \times 3.2 \times 30^2 = 1440 \text{ m.}$$

مثال 3 : ایک کنگارو عموداً اُفقی سمت میں کودنے کے لیے 2.5 میٹر بلندی تک اُچھلنے کی صلاحیت رکھتا ہو تو اُس کنگارو کی ہوا میں اُچھلنے کی رفتار کتنی ہوگی؟

دیا ہوا ہے : $a = 9.8 \text{ m/s}^2$

$s = 2.5 \text{ m}$

$v = 0$

$u = ?$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$(0)^2 = u^2 + 2 \times (-9.8)(2.5)$$

اسراع رفتار کی مخالف سمت میں ہونے کی وجہ سے اسراع کو منفی علامت دی گئی ہے۔

$$0 = u^2 - 49$$

$$u^2 = 49$$

$$u = 7 \text{ m/s}$$

مثال 4 : ایک موٹر بوٹ ساکن حالت سے نکل کر یکساں اسراع سے جاتی ہے۔ 5 منٹ میں اگر وہ 15 m/s رفتار حاصل کرے تو پیدا ہونے والا اسراع اور دیے ہوئے وقت میں طے کردہ فاصلہ کتنا ہوگا؟

دیا ہوا ہے : ابتدائی رفتار (u) = 0 m/s

آخری رفتار (v) = 15 m/s

درکار وقت (t) = 5 sec

اسراع = ?

حرکت کی پہلی مساوات کے مطابق

$$\text{اسراع} = a = \frac{v-u}{t} = \frac{15-0}{5} = 3 \text{m/s}^2$$

حرکت کی دوسری مساوات کے مطابق طے کیا گیا فاصلہ

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

$$s = 0 \times 5 + \frac{1}{2} 3 \times 5^2$$

$$= 0 + \frac{75}{2} = 37.5 \text{ میٹر}$$

نیوٹن کا قانونِ حرکت (Newton's Laws of Motion)

ایسا کیوں ہوتا ہوگا؟

1. ساکن جسم پر قوت لگائے بغیر وہ اپنی جگہ سے نہیں ہٹتی۔
2. ٹیبل پر موجود کتابیں اُٹھانے کے لیے درکار قوت سے ٹیبل اُٹھایا نہیں جاسکتا۔
3. ٹہنی کے ہلانے سے درخت کے پھل نیچے گرتے ہیں۔
4. گھومتا برقی پنکھا بند کرنے کے باوجود مکمل بند ہونے سے قبل کچھ دیر تک گھومتا رہتا ہے۔

اوپر کے تمام واقعات کی وجوہات معلوم کرنے سے ہمیں یہ پتا چلا کہ اجسام میں جمود پایا جاتا ہے۔ آپ نے یہ پڑھا ہے کہ اجسام میں جمود کا تعلق اس کی کمیت سے منسلک ہوتا ہے۔ نیوٹن کے حرکت کے متعلق قوانین میں اجسام کی اسی خاصیت کو بیان کیا گیا ہے۔ اس لیے اس کو جمود کا قانون بھی کہتے ہیں۔

نیوٹن کا پہلا قانونِ حرکت (Newton's First Law of Motion)

آئیے، عمل کرکے دیکھیں۔

ایک گلاس میں ریت لیجیے۔ اس گلاس پر ایک دفتی رکھیے۔ دفتی پر ایک پانچ روپے کا سکہ رکھیے۔ اب دفتی کو اُنگلی کے ناخن سے ضرب لگائیے۔

کیا ہوتا ہے اس کا مشاہدہ کیجیے۔

متوازن اور غیر متوازن قوتیں (Balanced and Unbalanced Force)

رسّہ کھینچ کے مقابلے میں آپ نے حصہ لیا ہوگا۔ جب تک دونوں جانب سے عمل کرنے والی قوتیں مساوی ہوتی ہیں تب تک رسّی کا درمیانی حصہ ساکن رہتا ہے۔ یہاں دونوں جانب عمل کرنے والی قوتیں مساوی یعنی قوتیں 'متوازن' ہونے سے قوت لگانے کے باوجود بھی درمیانی حصہ ساکن رہتا ہے لیکن جب ایک بازو سے عمل کرنے والی قوت بڑھ جاتی ہے تب عمل کرنے والی قوتیں غیر متوازن ہوجاتی ہیں۔ نتیجے میں قوت جس جانب زیادہ اثر انداز ہوتی ہے رسّی کا درمیانی حصہ اس جانب چلا جاتا ہے۔

"اگر کسی جسم پر کوئی بیرونی غیر متوازن قوت عمل نہ کرے تو وہ جسم جو ساکن حالت یا خطِ مستقیم میں یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہے اُسی حالت میں رہے گا۔"

کوئی جسم ساکن حالت یا خطِ مستقیم میں یکساں رفتار سے حرکت کر رہا ہو تو اُس پر کوئی قوت عمل نہیں کرتی، ایسا نہیں ہے۔ عملاً اُس پر مختلف بیرونی قوتیں عمل کرتی ہیں لیکن وہ ایک دوسرے کے مخالف ہونے سے ماحصل اثر صفر ہوجاتا ہے۔ نیوٹن کے پہلے قانون کو جمود کا قانون یعنی اجسام کی رفتار کی حالت خود نہ بدلنے کی وضاحت کی جاتی ہے۔ اسی طرح سے اجسام کی ساکن حالت یا جسم کی خطِ مستقیم میں یکساں رفتار سے حرکت میں تبدیلی لانے یا تبدیلی پیدا کرنے والی غیر متوازن قوت کی وضاحت دی جاسکتی ہے۔

جمود کی تمام مثالیں نیوٹن کے حرکت کے پہلے قانون کی مثالیں ہیں۔

نیوٹن کا دوسرا قانونِ حرکت (Newton's Second Law of Motion)

آئیے، عمل کر کے دیکھیں۔

الف۔ 1. اپنے دوست کو یکساں جسامت کی پلاسٹک اور ربر کی گیندیں اونچائی سے نیچے پھینکنے کے لیے کہیے۔

2. آپ گیند کو ہوا میں پکڑ لیں۔ آپ کس گیند کو آسانی سے پکڑ سکتے ہیں؟ کیوں؟

ب۔ 1. آپ دوست کو ایک گیند آہستہ سے پھینکنے کے لیے کہیں اور اسے آپ پکڑنے کی کوشش کریں۔

2. اب اسی گیند کو دوست کو زور سے پھینکنے کے لیے کہیں اور اسے پکڑنے کی کوشش کریں۔

کس گیند کو آپ آسانی سے پکڑ سکے؟ کیوں؟

ایک جسم کے دوسرے جسم پر ٹکرانے کے اثرات اس جسم کی کمیت اور اس کی رفتار پر منحصر ہوتے ہیں۔ یعنی قوت کے اثر میں شدت پیدا کرنے کے لیے جسم کی کمیت اور رفتار کو جوڑنے سے اچھے نتیجے کی وجہ بنتا ہے۔ اسی خاصیت کو نیوٹن نے معیارِ حرکت v کہا ہے۔

> معیارِ حرکت کے لیے قدر اور سمت دونوں ہی ہوتے ہیں۔ معیاری حرکت کی سمت رفتار کی سمت ہوتی ہے۔ MKS نظام میں معیارِ حرکت کی اکائی kg m/s اور CGS نظام میں gm cm/s ہے۔
> کسی جسم پر عمل کرنے والی غیر متوازی قوت رفتار میں تبدیلی پیدا کرتی ہے تو اسی قوت سے معیارِ حرکت میں بھی تبدیلی آتی ہے۔ جسم کی معیارِ حرکت میں تبدیلی لانے کے لیے درکار قوت کا انحصار معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح پر ہوتا ہے۔

معیارِ حرکت (P) (Momentum) : معیارِ حرکت، رفتار اور کمیت کا حاصلِ ضرب ہے اور یہ سمتی مقدار ہے۔

معیارِ حرکت $= P = mv$

"معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح عمل کرنے والی قوت کے راست تناسب میں ہوتی ہے اور معیارِ حرکت کی تبدیلی قوت کی سمت میں ہوتی ہے۔"

فرض کیجیے m کمیت والا ایک جسم ابتدا میں u رفتار سے جاتے وقت، اس کی رفتار کی سمت F قوت عمل کرنے سے t وقت کے بعد اس کی رفتار v ہوجاتی ہے۔

$\therefore$ جسم کا ابتدائی معیارِ حرکت $= mu$

t وقت کے بعد اس جسم کا آخری معیارِ حرکت $= mv$

$\therefore$ معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح = معیارِ حرکت کی تبدیلی / وقت

$\therefore$ معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح $= \frac{m(v-u)}{t} = \frac{mv - mu}{t} = ma$

نیوٹن کے دوسرے قانونِ حرکت کے مطابق معیارِ حرکت کی تبدیلی کی شرح عمل کرنے والی قوت کے راست تناسب میں ہوتی ہے۔

$\therefore \quad ma \;\alpha\; F$

$\therefore \quad F = k\,ma$ (k مستقل جس کی قیمت 1 ہے)

$F = m \times a$

فرض کیجیے ساکن حالت میں موجود دو الگ الگ اجسام ہیں۔ دونوں کا ابتدائی معیارِ حرکت صفر ہوگا۔ فرض کیجیے، مخصوص وقت (t) میں دونوں اجسام پر مقررہ قوت (F) عمل کی۔ ہلکا جسم وزنی جسم سے زیادہ رفتار سے حرکت کرے گا لیکن اوپر کے ضابطے کے مطابق ذہن میں آتا ہے کہ دونوں اجسام کے معیارِ حرکت میں تبدیلی کی شرح مساوی یعنی F ہوگی اور ان میں ہونے والی تبدیلی بھی (Ft) کے مساوی ہوگی۔ اس لیے مختلف اجسام پر یکساں وقفے کے لیے یکساں قوت عمل کرے تو معیارِ حرکت کی تبدیلی یکساں ہوگی۔

SI نظام میں قوت کی اکائی نیوٹن ہے۔
نیوٹن : 1 kg کمیت والے جسم میں $1\ m/s^2$ اسراع پیدا کرنے والی قوت کو 1 نیوٹن کہتے ہیں۔

$$1\ N = 1\ kg \times 1\ m/s^2$$

CGS نظام میں قوت کی اکائی ڈائن ہے۔
ڈائن : 1 گرام کمیت والے جسم میں $1\ cm/s^2$ اسراع پیدا کرنے والی قوت کو 1 ڈائن قوت کہتے ہیں۔

$$1\ dyne = 1\ g \times 1\ cm/s^2$$

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

میدانی کھیلوں میں اونچی چھلانگ لگانے والے کھلاڑیوں کے لیے زمین پر ریت کی موٹی تہہ کا انتظام کیوں کیا جاتا ہے؟

نیوٹن کا تیسرا قانونِ حرکت (Newton's Third Law of Motion)

آئیے، عمل کر کے دیکھیں۔

1. پچھلی جانب سوراخ والی پلاسٹک کی کشتی لیجیے۔
2. ایک غبارے میں ہوا بھر کر کشتی کے سوراخ پر لگائیے اور کشتی کو پانی میں چھوڑیے۔

جیسے جیسے غبارے کی ہوا باہر نکلے گی اس کا کشتی پر کیا اثر ہوگا؟ کیوں؟

نیوٹن کے پہلے دو قانونِ حرکت میں قوت اور قوت کے اثرات کی معلومات ملتی ہے۔

'لیکن قدرت میں قوت تنہا نہیں رہ سکتی'۔ قوت یہ دو اجسام کے درمیان کا باہمی عمل ہے۔ قوت ہمیشہ جوڑی میں عمل کرتی ہے۔ جس وقت ایک جسم دوسرے جسم پر قوت لگاتا ہے اسی وقت دوسرا جسم بھی پہلے جسم پر قوت لگاتا ہے۔ دو اجسام کے درمیان قوتیں ہمیشہ مساوی اور مخالف سمت میں ہوتی ہیں۔ یہ تصور نیوٹن کے تیسرے قانونِ حرکت میں درج ہے۔ پہلے جسم کی دوسرے جسم پر عمل کرنے والی قوت کو قوتِ عمل کہتے ہیں تو دوسرے جسم کی پہلے جسم پر عمل کرنے والی قوت کو قوتِ ردِّعمل کہتے ہیں۔

"ہر ایک قوتِ عمل کے لیے مساوی اثر کا اُسی وقت ہونے والا قوتِ ردِّعمل موجود ہوتا ہے۔ اور ان کی سمت ایک دوسرے کے مخالف ہوتی ہے۔"

1. عمل اور ردِّعمل یہ قوت کو واضح کرنے والی چیزیں ہیں۔
2. یہ قوتیں جوڑی میں عمل کرتی ہیں۔ قوت کا وجود آزادانہ طور پر نہیں ہوتا۔
3. قوتِ عمل اور قوتِ ردِّعمل بیک وقت عمل کرتی ہیں۔
4. قوتِ عمل اور قوتِ ردِّعمل مختلف اجسام پر عمل کرتی ہیں۔ وہ ایک ہی جسم پر عمل نہیں کرتیں۔ اسی لیے یہ قوتیں ایک دوسرے کا اثر زائل نہیں کر سکتیں۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

1. گیند کو بلّے سے مارتے وقت بلے کی رفتار کم ہوتی ہے۔
2. بندوق سے گولی داغنے کے بعد بندوق پیچھے کی جانب حرکت کرتی ہے۔
3. راکٹ داغنا

اِن مثالوں کی وضاحت نیوٹن کے تیسرے قانون کے مطابق کس طرح کریں گے؟

قانون بقائے معیارِحرکت (Law of Conservation of Momentum)

فرض کیجیے، A جسم کی کمیت m_1 اور اس کی ابتدائی رفتار u_1 ہے۔اسی طرح جسم B کی کمیت m_2 اورابتدائی رفتار u_2 ہے۔
معیارِحرکت کے ضابطے کے مطابق جسم A کا ابتدائی معیارِحرکت = m_1u_1 اور B جسم کا معیارِحرکت m_2u_2 ہے۔جس وقت ان دونوں میں تصادم ہوگا اس وقت جسم A پر جسم B سے F_1 قوت عمل کرے گی اور جسم A میں اسراع پیدا ہوگا اور اس کی رفتار v_1 ہوگی۔

لہٰذا تصادم کے بعد A جسم کا معیارِحرکت = m_1v_1

نیوٹن کے تیسرے قانونِ حرکت کے مطابق جسم A بھی جسم B پر مساوی قوت سے مخالف سمت میں عمل کرتا ہے۔اس وقت اس کا معیارِحرکت تبدیل ہوتا ہے۔فرض کیجیے اس کی رفتار v_2 ہے۔

تصادم کے بعد B جسم کا معیارِحرکت = m_2v_2 اگر B جسم پر F_2 قوت عمل کرتی ہے تو

$$F_2 = -F_1$$

$$\therefore \quad m_2 a_2 = -m_1 a_1 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad \because F = ma$$

$$\therefore \quad m_2 \frac{(v_2 - u_2)}{t} = -m_1 \times \frac{(v_1 - u_1)}{t} \quad \cdots\cdots\cdots \quad \because a = \frac{(v-u)}{t}$$

$$\therefore m_2 (v_2 - u_2) = -m_1 (v_1 - u_1)$$

$$\therefore m_2 v_2 - m_2 u_2 = -m_1 v_1 + m_1 u_1$$

$$\therefore (m_2 v_2 + m_1 v_1) = (m_1 u_1 + m_2 u_2)$$

کل ابتدائی معیارِحرکت = کل آخری معیارِحرکت

اسی لیے دو اجسام پر بیرونی قوت عمل نہ کرے تو کل ابتدائی معیارِحرکت اور کل آخری معیارِحرکت کے مساوی ہوتی ہیں۔اجسام کی تعداد کتنی بھی ہو تب بھی یہی اُصول لاگو ہوتا ہے۔

”دو اجسام کے تصادم میں اگر کوئی بیرونی قوت عمل نہ کرے تو ان کا کل معیارِحرکت مستقل رہتا ہے۔وہ بدلتا نہیں۔“

یہ نیوٹن کے تیسرے قانونِ حرکت کا ضمنی قانون ہے۔تصادم کے بعد بھی معیارِحرکت مستقل رہتا ہے۔تصادم کے بعد اجسام کا معیارِ حرکت تقسیم ہوجاتا ہے۔ایک جسم کا معیارِحرکت کم تو دوسرے جسم کا معیارِحرکت بڑھ جاتا ہے۔اس لیے قانون کو اس طرح بھی بیان کیا جاسکتا ہے۔

”دو اجسام کے تصادم میں تصادم سے پہلے کا کل معیارِحرکت تصادم کے بعد کے کل معیارِحرکت کے مساوی ہوتا ہے۔“

اس اصول کو سمجھنے کے لیے بندوق سے داغی گئی گولی کی مثال لیتے ہیں۔جب m_1 کمیت کی گولی m_2 کمیت والی بندوق سے داغی جاتی ہے تب رفتار سے جانے والی گولی کا معیارِحرکت m_1v_1 ہوگا۔گولی داغنے سے پہلے گولی اور بندوق دونوں ساکن حالت میں ہونے سے ابتدائی کل معیارِحرکت صفر ہوگا۔گولی کے داغنے کے بعد بھی درج بالا قانون کے مطابق کل معیارِحرکت صفر ہوگا۔یعنی گولی آگے جانے سے بندوق مخالف سمت حرکت کرتی ہے۔یہ **ردِّعمل کی حرکت** (Recoil) ہے۔بندوق ردِّعمل کی رفتار (v_2) سے مخالف سمت حرکت کرتی ہے۔

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0 \quad \text{یا} \quad v_2 = -\frac{m_1}{m_2} \times v_1$$

بندوق کی کمیت گولی کی کمیت کے مقابلے میں بہت زیادہ ہونے کی وجہ سے بندوق کی رفتار گولی کی رفتار کے مقابلے بہت کم ہوتی ہے۔ بندوق کا معیارِ حرکت اور گولی کا معیارِ حرکت مساوی اور مخالف سمت میں ہوتے ہیں۔ اس لیے یہاں معیارِ حرکت ساکن ہوتا ہے۔ راکٹ داغنے میں بھی معیارِ حرکت ساکن ہوتا ہے۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1 : 500 kg کی ایک توپ سے توپ کا گولہ داغنے پر اس میں 0.25 m/s ردّ عمل کی رفتار ہوتی ہے۔ تب توپ کا معیارِ حرکت معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : توپ کی کمیت = 500 kg ، ردّ عمل کی رفتار = 0.25 m/s ، معیارِ حرکت = ؟

معیارِ حرکت $= m \times v = 500 \times 0.25 = 125$ kg m/s

مثال 2 : بالترتیب 50 گرام اور 100 گرام کی دو گیندیں ایک ہی خط اور ایک ہی سمت میں 3 m/s اور 1.5 m/s رفتار سے حرکت کرتی ہیں۔ ان میں تصادم ہوتا ہے اور تصادم کے بعد پہلی گیند 2.5 m/s کی رفتار سے حرکت کرتی ہے۔ تب دوسری گیند کی رفتار معلوم کیجیے۔

دیا ہوا ہے : پہلی گیند کی کمیت = m_1 = 50 gm = 0.05 kg ، دوسری گیند کی کمیت = m_2 = 100 gm = 0.1 kg ،
پہلی گیند کی ابتدائی رفتار = u_1 = 3 m/s ، دوسری گیند کی ابتدائی رفتار = u_2 = 1.5 m/s ،
پہلی گیند کی آخری رفتار = v_1 = 2.5 m/s ، دوسری گیند کی آخری رفتار = v_2 = ؟
قانون بقائے معیارِ حرکت کے مطابق ، کل ابتدائی معیارِ حرکت = کل آخری معیارِ حرکت

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$(0.05 \times 3) + (0.1 \times 1.5) = (0.05 \times 2.5) + (0.1 \times v_2)$$

$$\therefore (0.15)+(0.15) = 0.125 + 0.1v_2$$

$$\therefore 0.3 = 0.125 + 0.1\, v_2$$

$$\therefore 0.1v_2 = 0.3 - 0.125$$

$$\therefore v_2 = \frac{0.175}{0.1} = 1.75 \text{ m/s}$$

J2TVZK

مشق

.1 درج ذیل جدول میں پہلے ستون سے دوسرے اور تیسرے ستون کو ترتیب میں جوڑتے ہوئے نئی جدول تیار کیجیے۔

نمبر شمار	ستون - 1	ستون - 2	ستون - 3
.1	منفی اسراع	جسم کی رفتار مستقل رہتی ہے۔	ابتدائی ساکن حالت سے ایک کار 10 سیکنڈ میں 50 کلومیٹر فی گھنٹا رفتار طے کرتی ہے۔
.2	مثبت اسراع	جسم کی رفتار کم ہوتی ہے۔	ایک گاڑی 25 میٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے متحرک ہے۔
.3	صفر اسراع	جسم کی رفتار بڑھتی ہے۔	ایک گاڑی 10 میٹر فی سیکنڈ کی رفتار سے جاتے ہوئے 5 سیکنڈ بعد رُک جاتی ہے۔

.2 فرق واضح کیجیے۔

(الف) فاصلہ اور ہٹاؤ (ب) یکساں رفتار اور غیر یکساں رفتار

.3 درج ذیل جدول مکمل کیجیے۔

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	v = u + at (m/s)
2	4	3	–
–	5	2	20

u (m/s)	a (m/s^2)	t (sec)	$s = ut + \frac{1}{2} at^2$ (m)
5	12	3	–
7	–	4	92

u (m/s)	a (m/s^2)	s (m)	$v^2 = u^2 + 2as$ $(m/s)^2$
4	3	–	8
–	5	8.4	10

.4 مناسب لفظ لکھ کر جملے مکمل کیجیے اور ان کی وضاحت کیجیے۔

(الف) کسی متحرک جسم کے ابتدائی اور اختتامی نقاط کے درمیان کم سے کم فاصلے کو اس جسم کا .... کہتے ہیں۔

(ب) اِبطا یعنی .... اسراع ہوتا ہے۔

(ج) جب کوئی جسم یکساں دائروی حرکت میں ہوتا ہے تب اس کی .... ہر ایک نقطے پر تبدیل ہوتی ہے۔

(د) تصادم ہوتے وقت .... ہمیشہ دائمی رہتا ہے۔

(ہ) راکٹ کا عمل نیوٹن کے .... قانون پر منحصر ہے۔

.5 سائنسی وجوہ بیان کیجیے۔

(الف) زمین پر آزادانہ گرنے والے کسی جسم میں یکساں اسراع ہوتا ہے۔

(ب) قوتِ عمل اور قوتِ ردِّ عمل کے اثرات کا تناسب یکساں اور ایک دوسرے کی مخالف سمت ہونے کے باوجود ایک دوسرے کو زائل نہیں کرتے۔

(ج) یکساں رفتار کی گیندوں میں کرکٹ کی گیند کو روکنے سے زیادہ ٹینس کی گیند کو روکنا آسان ہوتا ہے۔

(د) ساکن حالت کے جسم کی رفتار یکساں سمجھی جاتی ہے۔

.6 آپ کے گرد و پیش کی پانچ مثالیں لے کر نیوٹن کے قوانینِ حرکت کی وضاحتیں لکھیے۔

.7 حل کیجیے۔

(الف) ایک جسم پہلے 3 سیکنڈ میں 18 میٹر کا فاصلہ طے کرتا ہے اور اگلے 3 سیکنڈ میں 22 میٹر کا فاصلہ طے کرتا ہے اور آخری 3 سیکنڈ میں 14 میٹر کا فاصلہ طے کرتا ہے۔ اس کی اوسط چال معلوم کیجیے۔ **(جواب: 6 m/s)**

(ب) 16 kg کا ایک جسم $3\ m/s^2$ اسراع سے متحرک ہے۔ اس پر عمل کرنے والی قوت معلوم کیجیے۔ اتنی ہی قوت 24 kg کمیت کے جسم پر عمل کرے تو پیدا ہونے والا اسراع کتنا ہوگا؟ **(جواب: 48 N, 2 m/s^2)**

(ج) بندوق کی ایک گولی کی کمیت 10 گرام ہے جو 1.5 m/s کی رفتار سے 900 g کمیت کی موٹی لکڑی کے تختے میں دھنستی ہے۔ ابتدا میں تختہ ساکن ہے۔ جیسے ہی گولی دھنستی ہے وہ دونوں مخصوص رفتار میں متحرک ہوتے ہیں۔ بندوق کی گولی کے ساتھ لکڑی کا تختہ جس رفتار سے متحرک ہوتا ہے وہ رفتار معلوم کیجیے۔

(جواب: 0.15 m/s)

(د) ایک شخص ابتدا میں 40 سیکنڈ میں 100 میٹر تیرتا ہے۔ بعد کے 40 سیکنڈ میں وہ 80 میٹر فاصلہ طے کرتا ہے اور آخر میں 20 سیکنڈ میں 45 میٹر فاصلہ طے کرتا ہے تب اس کی اوسط چال معلوم کیجیے۔ **(جواب: 2.25 m/s)**

سرگرمی:

نیوٹن کے قانونِ حرکت کی بنیاد پر بنائے گئے روزمرہ استعمال کے مختلف آلات کی معلومات حاصل کرکے وضاحت کیجیے۔

⊙⊙⊙