

الحركة

في هذا الدرس

الأهداف

- **توضح** المقصود بكل من المسافة، والسرعة، والسرعة المتجهة.
- **تقارن** بين المسافة والإزاحة.
- **تمثل** الحركة بيانيًا.

الأهمية

- **حركات** الأجسام التي تشاهدها يوميًا يمكن وصفها بالطريقة نفسها.

تغيّر الموضع

جميع الأجسام في الكون في حالة حركة دائمة، ومن ذلك حركة الأرض حول الشمس، وحركة الإلكترونات حول النواة في الذرة، وكذلك حركة أوراق الشجر نتيجة حركة الهواء، واندفاع الالابة من فوهات البراكين، وتنقل النحلة بين زهرة وأخرى لتجمع الرحيق، وتدفق الدم في شرايين الجسم وأوردته. وحتى مدرستك تتحرك مع حركة الأرض في الفضاء. هذه كلها أمثلة على أجسام تتحرك، فكيف يُمكن وصف حركة الأجسام المختلفة؟

لوصف حركة جسم متحرك يجب عليك أولاً أن تتحقق أن هذا الجسم في حالة حركة. ويكون الجسم متحركاً إذا تغيّر موضعه باستمرار حركته. والحركة يمكن أن تكون سريعة كحركة الطائرة، أو ورقة شجر تقذفها الرياح، أو تدفق الماء من فوهة خرطوم. أو بطيئة مثل حركة السلحفاة. وعندما يتحرك الجسم من موقع إلى آخر نقول إن موضعه تغيّر. إن المتسابقين في الشكل ١ يعدون بأقصى سرعة لهما من خط بداية السباق إلى خط نهايته، فتتغير مواضعهما؛ لذا فهما في حالة حركة.

مراجعة المفردات

المتر: وحدة قياس المسافة في النظام الدولي للوحدات، ويرمز إليه بالرمز م.

المفردات الجديدة

- الإزاحة
- السرعة
- السرعة المتوسطة
- السرعة اللحظية
- السرعة المتجهة



الشكل ١ هذان المتسابقان في حالة حركة؛ لأن مواضعهما تتغير.



الحركة النسبية لتحديد ما إذا كان موضع شيء ما قد تغير أم لا، يتطلب الأمر تحديد نقطة مرجعية (نقطة إسناد). فالجسم يتغير موضعه إذا تحرك بالنسبة إلى نقطة مرجعية محددة. ولتصور ذلك، افترض أنك في سباق عدو ١٠٠ م، وقد بدأت السباق من خط البداية، فعندما تصل إلى خط النهاية تكون على بعد ١٠٠ م من خط البداية. في هذه الحالة يكون خط البداية هو النقطة المرجعية، وعندما نقول إن موضعك قد تغير مسافة مقدارها ١٠٠ م بالنسبة لخط البداية، وإن حركة قد حدثت. انظر الشكل ٢، ويبين كيف يمكنك أن تقرر ما إذا كان الطالب في حالة حركة أم لا؟

كيف تعلم أن جسماً ما قد غير موضعه؟

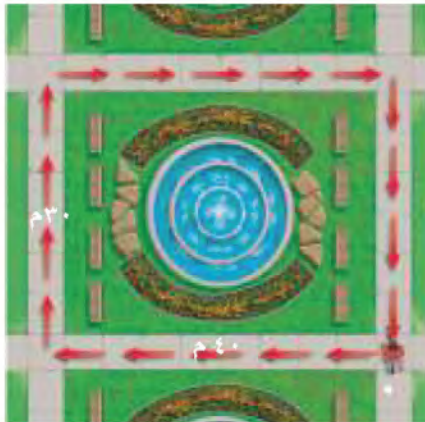
يتغير موضع الجسم إذا تحرك بالنسبة إلى نقطة مرجعية محددة

الشكل ٢ تحدث الحركة عندما يتغير موضع جسم ما بالنسبة إلى نقطة إسناد.
فسر كيف تغير موضع الطالب؟

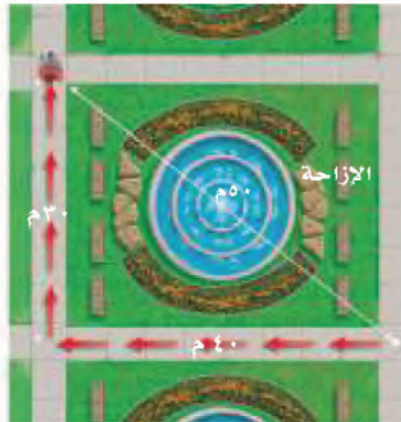
بالنسبة لنقطة الإسناد وهي الحقيبة فإن الطفل قد تحرك من إحدى جهتي الحقيبة إلى الجهة الأخرى

من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

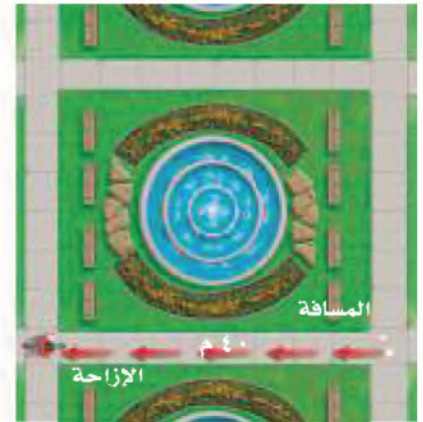
قدميك، أم أنك تحتاج إلى استخدام دراجتك؟ لكي تتخذ القرار المناسب تحتاج إلى معرفة المسافة التي عليك قطعها حتى تصل إلى الحديقة. هذه المسافة هي طول المسار الذي ستسلكه من بيتك إلى الحديقة. ليكن البعد بين بيتك والحديقة ٢٠٠ م، فكيف يمكنك وصف موقعك عندما تصل إلى الحديقة؟ ربما تقول: أنا على بعد ٢٠٠ م من بيتي. ولكن في أي اتجاه سرت حتى وصلت إلى الحديقة، في اتجاه الشرق أم الغرب؟ في الواقع، لكي تستطيع تحديد موقعك بدقة تحتاج إلى تحديد البعد بين موقعك والنقطة المرجعية التي بدأت منها، وهي في هذه الحالة البيت، كذلك عليك تحديد اتجاه موقعك الحالي بالنسبة إلى النقطة المرجعية. إذا فعلت ذلك تكون قد حددت ما يُعرف بالإزاحة Displacement؛ فالإزاحة تتضمن البعد بين نقطة البداية ونقطة النهاية واتجاه الحركة. ويبين الشكل ٣ الفرق بين المسافة والإزاحة.



المسافة: ١٤٠ م
الإزاحة: صفر م



المسافة: ٧٠ م
الإزاحة: ٥٠ م شمال غرب



المسافة: ٤٠ م
الإزاحة: ٤٠ م غرباً

السرعة

لوصف حركة جسم ما، عليك معرفة السرعة التي يتحرك بها! فالجسم الأسرع هو الجسم الذي يقطع أكبر مسافة في وحدة الزمن (ثانية أو ساعة). **السرعة** Speed هي المسافة التي يقطعها جسم ما في وحدة الزمن. فعلى سبيل المثال، الجسم الذي يتحرك بسرعة ٥ م / ث، يقطع مسافة ٥ أمتار كل ثانية خلال حركته. ويمكن حساب السرعة من المعادلة:

$$\text{السرعة (م/ث)} = \frac{\text{المسافة (م)}}{\text{الزمن (ث)}}$$

$$ع = \frac{ف}{ز}$$

تقاس السرعة بوحدة المسافة مقسومة على وحدة الزمن. ووحدة قياس السرعة في النظام الدولي للوحدات هي م / ث، ونقرأ متر لكل ثانية. ويمكن قياس السرعة بوححدات قياس أخرى، منها كم / س، ونقرأ كيلومتر لكل ساعة.

حل معادلة بسيطة

تطبيق الرياضيات

سرعة سباح احسب سرعة سباح يقطع مسافة ١٠٠ م في ٥٦ ثانية.

الحل:

١ المعطيات

٢ المطلوب

٣ طريقة الحل

٤ التحقق من الحل

• المسافة (ف) = ١٠٠ م
• الزمن (ز) = ٥٦ ثانية
• حساب مقدار السرعة (ع) = ؟
عوّض بالكميات المعروفة في معادلة السرعة، واحسب السرعة:

$$ع = \frac{ف}{ز} = \frac{١٠٠}{٥٦} = ١,٨ \text{ م/ث}$$

جد حاصل ضرب الجواب الذي حصلت عليه في الزمن، يجب أن تحصل على المسافة المعطاة في السؤال.

مسائل تدريبية

- ١- قطع عداء مسافة ٤٠٠ م في سباق خلال ٩، ٤٣ ثانية. وفي سباق آخر قطع مسافة ١٠٠ م خلال ٤، ١٠ ثانية. في أي السباقين كان العداء أسرع؟
- ٢- تقطع حافلة المسافة بين المنامة ومكة المكرمة في فريضة الحج والبالغة حوالي ١٤٠٠ كم في زمن مقداره ١٢ ساعة. ما متوسط سرعة الحافلة خلال تلك المسافة؟



سرعات الحيوانات

تختلف الحيوانات بعضها عن بعض في مقدار السرعة القصوى التي تتحرك بها. ما أسرع الحيوانات التي تعرفها؟
ابحث في الخصائص التي تساعد الحيوانات على الجري أو السباحة أو الطيران بسرعات عالية.

مسائل تدريبية:

ج1: في السباق الأول:

المسافة = 400 م - الزمن = 4309 ثانية

ع1 = ف / ز = 400 / 4309 = 9011 م / ث

في السباق الثاني:

المسافة = 100 م - الزمن = 10.4 ث

ع2 = ف / ز = 100 / 10.4 = 9.62 م / ث

ج2: المسافة (ف) = 1400 كم

الزمن = 12 ساعة

متوسط سرعة الحافلة ع = ف / ز = 1400 / 12 = 116.66 كم / ساعة

تجربة

قياس السرعة المتوسطة

الخطوات

- اختر نقطتين بين بايين مثلاً، وعلمهما بشرائط لاصق.
- قس المسافة بين النقطتين.
- استعمل ساعة إيقاف أو مؤقتاً يقيس بالثواني لقياس الزمن الذي تحتاج إليه لقطع المسافة بين النقطة الأولى والنقطة الثانية.
- قس الزمن الذي تحتاج إليه لقطع المسافة مرة وأنت تسير ببطء، ومرة وأنت تسير أسرع، ومرة وأنت تسير جزءاً من المسافة ببطء ثم تسرع ثم تبطئ بعد ذلك.

التحليل

- احسب مقدار السرعة المتوسطة لحركتك في كل حالة من الحالات السابقة.
- قدر الزمن الذي تحتاج إليه لقطع مسافة ١٠٠ م عندما تسير بسرعة العادية، وعندما تسرع في سيرك.



السرعة المتوسطة عندما تحرك سيارة في مدينة فإن سرعتها تزداد، ثم تتناقص عند الإشارات الضوئية، فكيف تصف سرعة متغيرة لجسم ما؟ من الطرائق المعبية تحديد السرعة المتوسطة للجسم بين نقطة بداية الحركة، ونقطة توقفه. يمكن استعمال معادلة السرعة السابقة لحساب السرعة المتوسطة. **السرعة المتوسطة** Average Speed تحسب بقسمة المسافة الكلية التي يقطعها الجسم على الزمن اللازم لقطع المسافة.

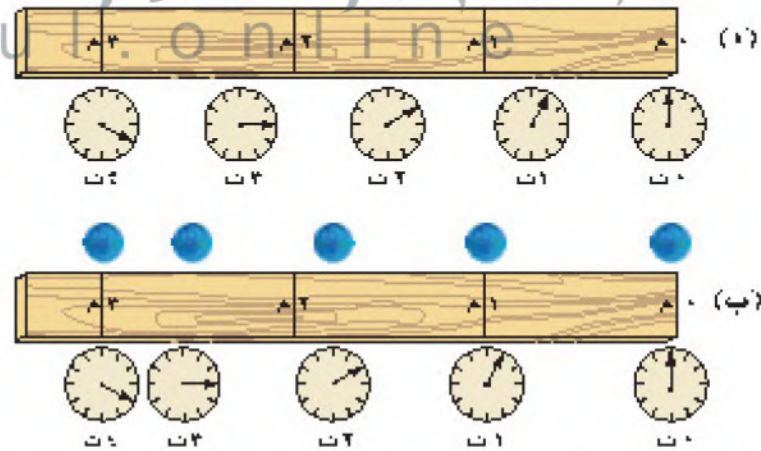
✓ **ماذا قرأت؟** كيف تحسب السرعة المتوسطة؟

بقسمة المسافة الكلية على الزمن اللازم لقطع هذه المسافة

لنأخذ مثالاً لنحسب السرعة المتوسطة لجسم يتحرك بسرعة متغيرة. **Instantaneous Speed** ولنفهم الفرق بين السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية، تصور أنك تحركت في اتجاه المكتبة العامة، وأن حركتك استغرقت زمناً قدره ٥,٥ ساعة لقطع مسافة ٢ كم للوصول إلى المكتبة، فإن مقدار السرعة المتوسطة لحركتك تحسب كما يلي:

$$ع = \frac{ف}{ز} = \frac{٢ \text{ كم}}{٥,٥ \text{ ساعة}} = ٤ \text{ كم / س}$$

بالطبع أنت لم تكن تتحرك بالسرعة نفسها طوال وقت حركتك نحو المكتبة؛ فقد تفتت عند تقاطع طرق، وعندما يكون مقدار سرعتك صفر كم / س. وقد تركض في جزء من الطريق، وقد تكون سرعتك اللحظية حينئذ ٧ كم / س. وإذا كان بإمكانك أن تحافظ على سرعة مقدارها ٤ كم / س طوال المسافة فعندئذ نقول أنك تحركت بسرعة ثابتة. والشكل ٤ يبين كلا من السرعة المتوسطة والسرعة اللحظية والسرعة الثابتة.



الشكل ٤ السرعة المتوسطة لكل كرة هي نفسها، من الزمن صفر ثانية إلى الثانية الرابعة. أ- الكرة العليا تتحرك بسرعة ثابتة المقدار؛ فهي تقطع المسافة نفسها في كل ثانية. ب- الكرة السفلى لها سرعة متغيرة؛ فمقدار السرعة اللحظية تزداد في الفترة من ٠ ث إلى ١ ث، وتقل في الفترة من ١ ث إلى ٢ ث، وتصبح أقل في الفترة من ٢ ث إلى ٣ ث، وإلى ٤ ث.

السرعة المتجهة تعتمد السرعة المتجهة لحركة جسم حركة الجسم بالاضافة إلى مقدار سرعته. فاتجاه حركة الجسم يجب وصفها مع سرعته. **والسرعة المتجهة** Velocity لجسم تمثل مقدار سرعته واتجاه حركته معًا. فعلى سبيل المثال إذا تحركت سيارة بسرعة ٨٠ كم/س في اتجاه الغرب فإن السرعة المتجهة لها تساوي ٨٠ كم/س غربًا. ويمكن التعبير عن السرعة المتجهة لجسم بسهم، حيث يشير رأس السهم إلى اتجاه حركة الجسم.



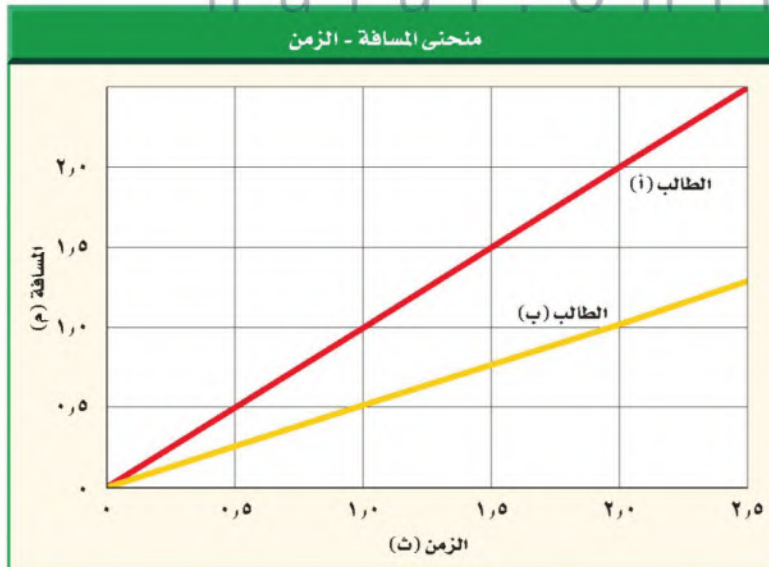
في الشكل ٥ استعملت الأسهم للتعبير عن السرعة المتجهة لحركة شخصين. وتتغير السرعة المتجهة لجسم إذا تغير مقدار سرعته، أو تغير اتجاه حركته، أو تغير كلاهما. فعلى سبيل المثال إذا تحركت سيارة بسرعة مقدارها ٤٠ كم/س شمالًا، ثم انعطفت يسارًا بالسرعة نفسها فإن مقدار سرعتها ثابت وهو ٤٠ كم/س، في حين أن سرعتها المتجهة تغيرت من ٤٠ كم/س شمالًا، إلى ٤٠ كم/س غربًا. لماذا يمكنك القول إن السرعة المتجهة للسيارة تغيرت إذا توقفت عند تقاطع؟

الشكل ٥ تبين الأسهم اتجاه السرعة المتجهة لشخصين من متسلكي الجبال. فعلى الرغم من أن مقدار سرعتيهما هو نفسه؛ إلا أن لكل منهما سرعة متجهة مختلفة عن الآخر؛ لأنهما يتحركان في اتجاهين مختلفين.

التمثيل البياني للحركة

بإمكانك تمثيل حركة جسم ما بيانيًا بمنحنى المسافة-الزمن، حيث إن المحور الأفقي يمثل الزمن بينما يكون المحور الرأسي ممثلًا للمسافة. يبين الشكل ٦ حركة طالبين داخل غرفة.

منحنيات المسافة-الزمن ومقدار السرعة يُمكن استخدام منحنيات المسافة-الزمن للمقارنة بين مقادير سرعات الأجسام. انظر إلى الشكل ٦ من خلال المنحنى تلاحظ أنه بعد مضي ١ ث كان الطالب أ قطع مسافة ١ م؛ لذا فإن سرعته أكبر.



حركة كرة البولنج

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين

تجربة عملية



الشكل ٦ حركة طالبين داخل غرفة الصف ممثلة في منحنى المسافة-الزمن. استعمل المنحنى لتحديد أي الطالبين كان متوسط سرعته أكبر.



الطالب أ سرعته المتوسطة أكبر من السرعة المتوسطة للطالب ب

سجل الأرقام القياسية في السرعة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

لتحصل على معلومات عن الكيفية التي تغيرت بها السرعات القياسية للأرض خلال القرن الماضي.

نشاط ارسم منحني يبين تزايد الأرقام القياسية في مقدار سرعة الأرض على مر الزمن.

مقدار سرعته المتوسطة خلال الثانية الأولى :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{1 \text{ م}}{1 \text{ ث}}$$

أما الطالب (ب) قطع مسافة ٥,٠ م فقط خلال الثانية الأولى، وبذلك يكون مقدار السرعة المتوسطة خلال الثانية الأولى :

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \frac{5,0 \text{ م}}{1 \text{ ث}}$$

من ذلك نستنتج أن الطالب (أ) كان أسرع من الطالب (ب). والآن قارن بين ميل الخطين في الشكل ٦. إن ميل الخط الذي يمثل حركة الطالب (أ) أكبر من ميل الخط الذي يمثل حركة الطالب (ب). فكلما كان ميل الخط في منحني المسافة-الزمن أكبر كان مقدار السرعة أكبر. أما الخط الأفقي في منحني المسافة-الزمن فيعني أن الجسم لم يغير موضعه، وفي هذه الحالة يكون مقدار سرعته المتوسطة صفراً.

مراجعة ١ الدرس

اختبر نفسك

١. حدد العاملين اللذين تحتاج إليهما لمعرفة السرعة المتجهة لحركة جسم.
٢. رسم منحني واستخدامه إذا تحركت إلى الأمام بسرعة ١,٥ م/ث لمدة ٨ ثوانٍ، وصمم صديقك أن يتحرك أسرع منك، فبدأ حركته بسرعة ٢,٠ م/ث لمدة ٤ ثوانٍ، ثم تباطأ فأصبحت سرعته ١,٠ م/ث لمدة ٤ ثوانٍ أخرى. ارسم منحني المسافة-الزمن لحركتك وحركة صديقك. وبين أيكما قطع مسافة أكبر؟
٣. التفكير الناقد تطير نحلة مسافة ٢٥ م في اتجاه الشمال من الخلية، ثم تطير مسافة ١٠ م في اتجاه الشرق، ثم مسافة ٥ م في اتجاه الغرب، ثم ١٠ م في اتجاه الجنوب. ما موضعها الآن بالنسبة للخلية؟ فسر إجابتك.

تطبيق المهارات

٤. احسب السرعة المتوسطة لطفل يجري مسافة ٥ م نحو الشرق خلال ١٥ ث.
٥. احسب زمن رحلة طائرة قطعت مسافة ٦٥٠ كم، بسرعة متوسطة ٣٠٠ كم/س.

الخلاصة

تغير الموضع

- يكون جسم ما في حالة حركة إذا تغير موضعه بالنسبة إلى نقطة مرجعية.
- من الممكن وصف حركة جسم باستخدام المفردات: المسافة والسرعة والإزاحة والسرعة المتجهة. لكن الإزاحة والسرعة المتجهة يجب أن يتضمنا اتجاهها لوصفها.

السرعة والسرعة المتجهة

- يُحسب مقدار سرعة جسم بقسمة المسافة التي يقطعها على الزمن المستغرق في الحركة.
- الجسم الذي يتحرك بسرعة ثابتة المقدار تكون سرعته المتوسطة مساوية لمقدار سرعته اللحظية.
- السرعة المتجهة لجسم ما هي مقدار سرعته واتجاه حركته.

التمثيل البياني للحركة

- يزداد انحدار منحني المسافة-الزمن الممثل لحركة جسم بزيادة سرعته.

ج1: السرعة والاتجاه

ج2:



الطالب الأول تحرك لمسافة 12 م بعد 8 ثواني

الطالب الثاني تحرك لمسافة 8 م بعد 4 ثواني وعند الثانية الثامنة تحرك 12 م

كلا الطالبين تحرك نفس المسافة

ج3: مقدار حركة النحلة شمالاً = $25 - 10 = 15$ م شمالاًمقدار حركة النحلة شرقاً = $10 - 5 = 5$ م شرقاً

إذا موضع النحلة من الخلية هو 15 متر شمالاً ثم 5 متر شرقاً

ج4: ع = $5 \text{ م} / 15 \text{ ث} = 0.33 \text{ م} / \text{ث}$ شرقاًج5: الزمن = المسافة / السرعة = $650 \text{ كم} / 300 \text{ كم} / \text{س} = 2.17 \text{ ساعة}$