



# الحركة

## السرعة

### ففي هذا الدرس

### الأهداف

- تعرف كل من السرعة والتسارع.
- تربط التسارع بالتغير في السرعة.
- تحسب كلاً من المسافة والسرعة والتسارع.

### الأهمية

يمكن وصف الحركة بدلالة المسافة والزمن والسرعة والتسارع.

### مراجعة المفردات

المتر وحدة قياس المسافة في النظام الدولي، ويستخدم الرمز (م) اختصاراً لها.

### المفردات الجديدة

- السرعة المتوسطة
- السرعة اللحظية
- السرعة المتجهة
- التسارع

تخيل أنك متزح على لوح ذي عجلات، وتوجه متسارعاً إلى أسفل في مسارٍ نصف دائري. سوف يخفق قلبك كلما زادت سرعتك. وعند وصولك إلى أخفض جزء ستكون متسارعاً إلى درجة الشعور بالإثارة، وربما بالخوف. وعندما تغير اتجاهك صاعداً الجانب الآخر سوف تقل سرعتك. وعند وصولك إلى قمة المنحدر فإنك تكاد تتوقف عن الحركة، ويمكنك التوقف بسهولة إن أردت، أو أن تعود متسارعاً ثانية نحو أسفل المسار.

ولفهم كيف تصف حركة معقدة كهذه، فكر في حركة أبسط، مثل حركة الدراجة المبيّنة في الشكل ١. ولوصف سرعة الدراجة عليك أن تعرف شيئين عن حركتها، الأول المسافة التي قطعتها، والثاني الزمن الذي احتاجت إليه لتحرك هذه المسافة.

**السرعة المتوسطة** يستطيع راكب الدراجة أن يتسارع أو يتباطأ عدة مرات خلال فترة زمنية معينة. ومن طرائق وصف حركة راكب الدراجة استخدام السرعة المتوسطة. ولحساب **السرعة المتوسطة** اقسم المسافة التي قطعها على الزمن الذي استغرقه في قطع تلك المسافة.

$$\text{السرعة المتوسطة (م/ث)} = \frac{\text{المسافة المقطوعة (م)}}{\text{زمن الحركة (ث)}}$$

$$ع = \frac{ف}{ز}$$

ولأن السرعة المتوسطة تحسب بقسمة المسافة على الزمن فإن وحداتها تكون وحدة مسافة مقسومة على وحدة زمن. ومن ذلك أن وحدة سرعة الدراجة هي متر في الثانية، بينما وحدة سرعة السيارة هي عادة كيلومتر في الساعة.

**الشكل ١** لحساب سرعة الدراجة اقسم المسافة المقطوعة على الزمن الذي استغرقته في قطعها.

**استنتج** ماذا يحدث للسرعة المتوسطة لو كانت الدراجة تسير على تل منحدر إلى أسفل؟

**سوف تزداد السرعة**



## حل معادلة بسيطة

### تطبيق الرياضيات

**سرعة الدراجة** إذا احتجت وأنت تركب دراجتك إلى ٣٠ دقيقة للوصول إلى بيت صديقك الذي يبعد ٩ كيلومترات، فما مقدار سرعتك المتوسطة؟

### الحل

١ المعطيات

• المسافة: ف = ٩ كم

• الزمن: ز = ٣٠ دقيقة = ٠,٥ ساعة

• السرعة: ع = ؟

٢ المطلوب

• عوض بقيمتي المسافة والزمن اللتين تعرفهما في معادلة السرعة

٣ طريقة الحل

$$ع = \frac{ف}{ز} = \frac{٩ \text{ كم}}{٠,٥ \text{ ساعة}}$$

$$= ١٨ \text{ كم / ساعة}$$

٤ التحقق من الحل اضرب الإجابة في الزمن. يجب أن تحصل على المسافة المعطاة أعلاه.

### مسائل تدريبية

١. تقطع طائرة ١٣٥٠ كم في ٣ ساعات. احسب سرعتها المتوسطة.
٢. حدد السرعة المتوسطة بوحدة كم/ساعة لمتسابق يقطع مسافة ٥ كم في ١٨ دقيقة.



**الشكل ٢** يقيس عداد المسافة في السيارة المسافة التي قُطعتُها، بينما يعطي مقياس السرعة السرعة اللحظية.

**صف** كيف تستعمل عداد المسافة لحساب السرعة المتوسطة؟

**السرعة اللحظية** تعد السرعة المتوسطة مفهوماً مفيداً إذا لم تكن مهمتاً بتفاصيل الحركة. افترض مثلاً أنك قطعت في رحلة طويلة مسافة ٦٤٠ كم في ٨ ساعات. إن سرعتك المتوسطة ٨٠ كم/ساعة حتى لو كنت تعطلت لبعض الوقت بسبب الزحام مثلاً.

وإذا كنت تتسارع أو تباطأ أحياناً فقد يكون من المفيد معرفة سرعتك عند لحظة معينة. ولتجنب تجاوز حدود السرعة القصوى المسموح بها في الطريق فإن السائق يحتاج إلى معرفة **سرعته اللحظية**؛ أي سرعته عند لحظة معينة. ويبين عداد سرعة السيارة، السرعة اللحظية للسائق، كما هو مبين في الشكل ٢. كيف تتغير سرعتك اللحظية عندما تهبط بدراجتك تلاً، أو تصعد آخر؟

**ماذا قرأت؟** ما الفرق بين السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة؟

**أقيس المسافة المقطوعة باستخدام عداد المسافات ثم أقسمها على الزمن اللازم لقطعها**

**السرعة الخيطية: هي السرعة عند لحظة معينة**  
**السرعة المتوسطة: هي السرعة خلال فترة زمنية**

## حل مسائل تدريبية صفحة ٤٥:

ج ١- المعطيات:

المسافة ف = ١٣٥٠ كم

الزمن ز = ٣ ساعات

المطلوب: السرعة ع = ؟ كم / ساعة

طريقة الحل:

بالتعويض في معادلة السرعة عن قيمتي المسافة والزمن

$$ع = ف / ز$$

السرعة المتوسطة = ١٣٥٠ كم / ٣ ساعات = ٤٥٠ كم / ساعة

ج ٢- المعطيات:

المسافة ف = ٥ كم

الزمن ز = ١٨ دقيقة

المطلوب: السرعة ع = ؟ كم / ساعة

طريقة الحل:

يتم تحويل الدقائق أولاً إلى ساعات إذن ١٨ دقيقة = ١٨ / ٦٠ = ٠,٣ ساعة

وبالتعويض في قانون السرعة المتوسطة عن قيمتي المسافة والزمن

السرعة المتوسطة = ٥ كم / ٠,٣ ساعة = ١٦,٦٦ كم / ساعة





### حركة القشرة الأرضية

القشرة الأرضية هي القسم الخارجي من الأرض. تنقسم القشرة الأرضية إلى قطع هائلة الحجم تتحرك ببطء تسمى الصفائح. ابحث في سرعة هذه الصفائح، واعمل جدولاً في دفتر العلوم تبين فيه سرعة بعض هذه الصفائح.

**السرعة الثابتة** أحياناً يتحرك جسم ما لفترة زمنية قد تطول أو تقصر، بحيث لا تتغير سرعته اللحظية. إذا لم تتغير السرعة اللحظية فإن الجسم يتحرك بسرعة ثابتة. وفي هذه الحالة فإن السرعة اللحظية والسرعة المتوسطة تكونان متساويتين.

**حساب المسافة** إذا تحرك الجسم بسرعة ثابتة فإن المسافة التي يقطعها في فترة زمنية محددة يمكن حسابها من معادلة السرعة المتوسطة. فإذا ضربت طرفي هذه المعادلة في الزمن فسوف تحصل على المعادلة التالية:

### معادلة المسافة

$$\text{المسافة المقطوعة (م)} = \text{السرعة المتوسطة (م/ث)} \times \text{الزمن (ث)}$$

$$f = e \times z$$

لاحظ أن وحدة الزمن المستعملة في السرعة وفي الفترة الزمنية لا بد أن تكون هي نفسها لكي يتم اختصارها عند حساب المسافة.

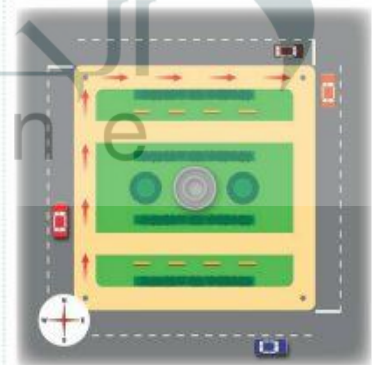
### السرعة المتجهة

افترض أنك تمشي بسرعة ثابتة في شارع ما متجهاً شمالاً. وعند تقاطع طرق توجهت نحو الشرق وبدأت السير بالسرعة نفسها، كما في الشكل ٣. لقد تغيرت حركتك رغم أن سرعتك بقيت قيمتها ثابتة. لكي تصف حركتك بصورة كاملة، عليك أن تحدد السرعة التي كنت تسير بها، وكذلك اتجاه حركتك. فالسرعة المتجهة لجسم ما هي مقدار سرعة ذلك الجسم واتجاه حركته. وبذلك تتغير السرعة المتجهة لجسم ما إذا تغير مقدار سرعته، أو تغير اتجاه حركته أو كلاهما.

**الشكل ٣** إذا كنت تسير نحو الشمال بسرعة ثابتة، ثم اتجهت شرقاً بالسرعة نفسها فإنك قد غيرت سرعتك المتجهة. حدد طريقة أخرى لتغيير سرعتك المتجهة.

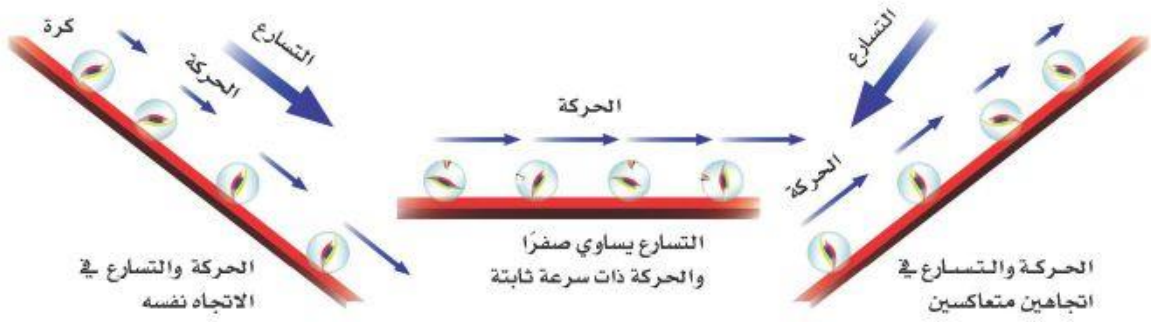
### التسارع

عند قمة منحدر يكون المتزلج في حالة سكون، أي أن سرعته صفر. وعند النزول تزداد سرعته أكثر فأكثر. ولو كان المنحدر أكثر ميلًا فإن سرعته سوف تزايد بمعدل أكبر. كيف تصف تغير السرعة في هذه الحالة؟ وكما أن السرعة تصف تغير المسافة مع الزمن فإن التسارع يصف كيف تتغير السرعة مع الزمن. التسارع هو التغير في السرعة المتجهة مقسوماً على الزمن اللازم لهذا التغير. يبين الشكل ٤ أمثلة على التسارع عندما يتغير مقدار السرعة، بينما يبقى اتجاه الحركة ثابتاً. ولتحديد اتجاه التسارع نأخذ بالاعتبار ما يحدث للسرعة؛ فإذا كانت السرعة تزايد فالتسارع في اتجاه السرعة، وإذا كانت تتناقص فالتسارع في عكس اتجاه السرعة.



✓ **ماذا قرأت؟** صف طريقتين تتغير فيهما حركة جسم عندما يتسارع.

يمكن أن أغير من اتجاه حركة الجسم أو أغير من سرعته



**الشكل ٤** إذا تغيرت سرعة جسم مع بقاء اتجاه حركته ثابتاً فإنه يتسارع. يعتمد اتجاه التسارع على تزايد أو تناقص قيمة السرعة.

**حساب التسارع** إذا تغيرت سرعة الجسم ولم يتغير اتجاه حركته فإنه يمكن حساب تسارعه من المعادلة التالية:

**تجربة عملية** سرعة الأجسام الساقطة  
ارجع إلى دراسة التجارب العملية على منصة عين

$$\text{التسارع (م/ث}^2\text{)} = \frac{\text{السرعة النهائية (م/ث)} - \text{السرعة الابتدائية (م/ث)}}{\text{الزمن (ث)}}$$



$$ت = \frac{١٤ - ٢٤}{٥} \text{ إن الوحدات الدولية للتسارع هي م/ث}^2.$$

## حساب التسارع

### تطبيق الرياضيات

**التسارع على منحدر** واجه متزلج يتحرك بسرعة ٨ م/ث انحداراً أدى إلى زيادة سرعته إلى ١٨ م/ث خلال ٥ ثوان. احسب تسارع المتزلج.

**الحل**

١ المعطيات

• السرعة الابتدائية: ع = ٨ م/ث

• السرعة النهائية: ع = ١٨ م/ث

• الزمن: ز = ٥ ث

التسارع: ت = ؟ م/ث

٢ المطلوب

٣ طريقة الحل

عوض في معادلة التسارع بقيم الكميات المعلومة

$$ت = \frac{١٤ - ٢٤}{٥} = \frac{٨ - ١٨}{٥} = \frac{١٠}{٥} = ٢ \text{ م/ث}^2$$

اضرب إجابتك التي حصلت عليها في الزمن، ثم أضف السرعة الابتدائية، سوف تحصل على السرعة النهائية التي وردت في السؤال أعلاه.

٤ التحقق من الحل

### مسائل تدريبية

١. تسير عربة في مدينة الألعاب بسرعة ١٠ م/ث، وبعد ٥ ثوانٍ من المسير على سكتها المنحدرة أصبحت سرعتها ٢٥ م/ث. احسب تسارع هذه العربة.
٢. تتباطأ السيارة التي تستقلها نظراً لاقترابها من إشارة ضوئية. فإذا كانت السيارة تسير بسرعة ١٦ م/ث وتوقفت خلال ٩ ثوانٍ، فما تسارع هذه السيارة؟

#### المعطيات:

السرعة البدائية:  $١٠ \text{ م / ث}$

السرعة النهائية:  $٢٥ \text{ م / ث}$

الزمن:  $٥ \text{ ثواني}$

المطلوب: التسارع  $ت = ? \text{ م / ث}^٢$

طريقة الحل: بالتعويض في معادلة الحل

تسارع العربة = (السرعة النهائية - السرعة

البدائية) / الزمن

$$ت = (٢٥ - ١٠) / ٥ = ٣ \text{ م / ث}^٢$$

$$ت = (٢٥ - ١٠) / ٥ = ٣ \text{ م / ث}^٢$$

#### المعطيات:

$١٦ \text{ م / ث}$

$٠ \text{ م / ث}$

الزمن  $ز = ٩ \text{ ثواني}$

المطلوب: التسارع  $ت = ? \text{ م / ث}^٢$

طريقة الحل: بالتعويض في معادلة التسارع

$$ت = (٠ - ١٦) / ٩$$

$$ت = -١٦ / ٩ \text{ م / ث}^٢$$

$$ت = -١,٧٧ \text{ م / ث}^٢$$

والإشارة السالبة تشير إلى تباطؤ السرعة

الجزء «ب» من الرسم. يبين الخط الأفقي أن التسارع يساوي صفراً؛ لأن السرعة لا تتغير بمرور الزمن. أما في الجانب المقابل عندما تصعد التلّ فإن سرعتك سوف تتناقص، كما هو مبين في الجزء «ج» من الرسم.

الشكل ٥ أ حركة العربات في طريق متعرج في مدينة الألعاب.



الشكل ٥ ب يمكن بيان تسارع جسم ما من خلال منحنى السرعة - الزمن.



نعم، لأن الاتجاه قد تغير

يمكن أن تكون السرعة اللحظية أكبر من السرعة المتوسطة خلال جزء من الرحلة وتكون أصغر خلال الجزء الآخر

نعم، إذا قامت بتغيير اتجاهها

١. **فسر** إذا طارت طائرة بسرعة ثابتة مقدارها ٥٠٠ كم / ساعة فهل يمكن اعتبارها تتسارع؟
٢. **استنتج** هل يمكن للسرعة اللحظية لجسم ما أن تكون أكبر من سرعته المتوسطة؟
٣. **حدد** هل يمكن لجسم متحرك بسرعة ثابتة في المقدار أن تتغير سرعته المتجهة؟
٤. **التفكير الناقد** صف حركة متزلج عندما يتسارع نازلاً إلى أسفل منحدر ثم عندما يصعد الجانب الآخر من المنحدر. ماذا يمكن أن يحدث لو كان الجانب الذي يصعد فيه أقل انحداراً من الجانب الآخر؟

#### تطبيق الرياضيات

٥. **حساب السرعة المتوسطة** خلال فترة ازدحام السير قد يحتاج سائق سيارة إلى ١,٥ ساعة لقطع مسافة ٤٥ كم. احسب السرعة المتوسطة للسيارة خلال هذه الرحلة.
٦. **قارن** المسافة المقطوعة والسرعة المتوسطة لكل من الشخصين التاليين: سار أحمد بسرعة ١,٥ م / ث لمدة ٣٠ ثانية، بينما سار سالم بسرعة ٢ م / ث لمدة ١٥ ثانية ثم بسرعة ١ م / ث لمدة ١٥ ثانية أخرى.

عند هبوط المنحدر يتسارع المتزلج على لوح التزلج وعند صعوده المنحدر فإنه يتباطأ، فإذا كان الجانب الذي يصعد فيه أقل انحداراً من الجانب الآخر فإنه سيقطع مسافة أكبر من تلك التي قطعها عند نزوله

#### المعطيات:

الزمن  $z = 1,5$  ساعة

المسافة  $f = 4,5$  كم / ساعة

المطلوب: السرعة  $e = ?$  كم / ساعة

طريقة الحل: بالتعويض في معادلة السرعة بقيم الزمن والمسافة

$$e = f / z$$

$$e = 4,5 \text{ كم} / 1,5 \text{ ساعة} = 3,0 \text{ كم} / \text{ساعة}$$

#### المعطيات:

سرعة أحمد  $= 1,5 \text{ م} / \text{ث}$

الزمن الذي استغرقه أحمد  $= 30$  ثانية

السرعة الأولى لسالم  $= 2 \text{ م} / \text{ث}$

السرعة الثانية لسالم  $= 1 \text{ م} / \text{ث}$

زمن السرعة الثانية لسالم  $= 15$  ثانية

#### المطلوب:

المسافة المقطوعة لأحمد  $= ? \text{ م}$

المسافة المقطوعة لسالم  $= ? \text{ م}$

مقارنة السرعة المتوسطة لكلاً من أحمد وسالم

#### طريقة الحل:

من معادلة السرعة:  $e = f / z$

يمكن إيجاد المسافة التي قطعها كل من أحمد وسالم من المعادلة التالية

$$f = e * z$$

$$\text{مسافة أحمد} = 1,5 * 30 = 45 \text{ متراً}$$

السرعة المتوسطة  $= 1,5 \text{ م} / \text{ث}$  (ثابتة)

المسافة التي قطعها سالم عند السرعة الأولى  $= 2 * 15 = 30 \text{ م}$

المسافة التي قطعها سالم عند السرعة الثانية  $= 1 * 15 = 15 \text{ م}$

المسافة الكلية التي قطعها سالم  $= 15 + 30 = 45 \text{ م}$

الزمن الكلي الذي استغرقه سالم لقطع المسافة كلها  $= 15 + 15 = 30 \text{ ث}$

السرعة المتوسطة  $= 45 / 30 = 1,5 \text{ م} / \text{ث}$

تحرك أحمد وسالم نفس المسافة بنفس السرعة المتوسطة رغم اختلاف

السرعة اللحظية لكل منهما