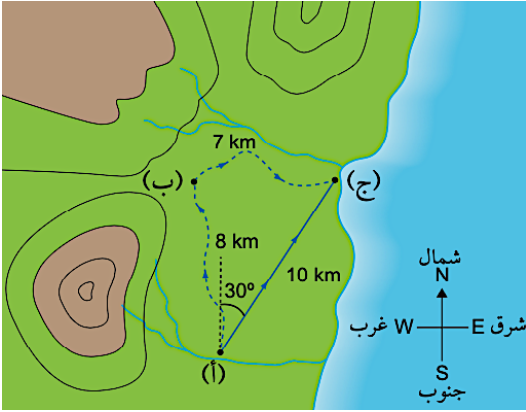


السرعة والسرعة المتجهة

١-٢ المسافة والإزاحة

الإزاحة: هي أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في اتجاه معين وهي كمية متجهة.

الشكل المقابل يوضح لك الفرق بين المسافة والإزاحة:



عند التحرك من النقطة (أ) إلى النقطة (ج) مروراً بالنقطة (ب) تكون هناك كميّتان فيزيائيتان وهما:

1. المسافة المقطوعة (s): وهي في الشكل المقابل تساوي (15 km) تقريباً.
2. الإزاحة (\vec{s}): وهي في الشكل المقابل تساوي (10 km) تقريباً (حيث إن الإزاحة تساوي طول الخط المستقيم من نقطة البداية إلى نقطة النهاية).

الكمية العددية والكمية المتجهة:

الكمية العددية: هي كمية تحدد بالمقدار فقط.

الكمية المتجهة: هي كمية تحدد بالمقدار والاتجاه.

في الشكل السابق الإزاحة مقدارها (10 km) واتجاهها (30°) بالنسبة للخط الرأسي.

أما المسافة فهي كمية عددية فيكفي لتحديد مقدارها فقط.

٢-٢ السرعة والسرعة المتجهة

- درست السرعة العددية (v) من قبل وهي معدل تغير المسافة المقطوعة (أي تساوي المسافة المقطوعة في وحدة الزمن).
- ولأن السرعة قد تتغير خلال الرحلة عرّفنا السرعة المتوسطة على أنها المسافة الكلية قسمة الزمن الكلي.

٢. تدور الأرض حول الشمس على بُعد (150 000 000 km).
 ما المدة الزمنية التي يستغرقها ضوء الشمس
 للوصول إلى الأرض؟ (تبلغ سرعة الضوء في الفراغ
 $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$).

$$s = 1.5 \times 10^8 \times 10^3 = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1.5 \times 10^{11}}{3 \times 10^8} = 500 \text{ s}$$

- والآن السرعة المتجهة (\vec{v}): هي معدل تغير إزاحة الجسم ($\Delta \vec{s}$) (أي هي سرعة الجسم في اتجاه معين).

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} \quad (\text{m s}^{-1})$$

عند ذكر السرعة المتجهة لابد من تحديد كل من مقدارها واتجاهها. أمثلة:

- سرعة الطائرة (300 m s^{-1}) باتجاه الشمال.
- تتحرك سيارة بسرعة (85 km h^{-1}) يمينا.
- انطلقت رصاصة بسرعة (20 m s^{-1}) وزاوية (42°) مع الخط الأفقي.
- اصطدمت كرة سرعتها (5 m s^{-1}) بأخرى سرعتها (-3 m s^{-1}).

سؤال

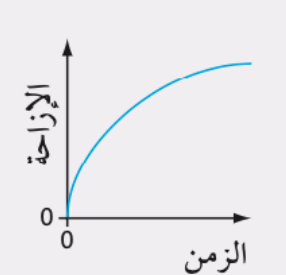
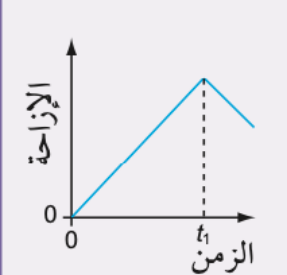


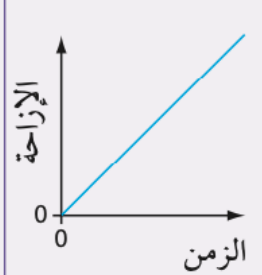
- ١ حدّد العبارات أدناه التي تعبّر عن كل من: السرعة، السرعة المتجهة، المسافة، الإزاحة. (انظر إلى تعريفات هذه الكميات).
- أ. أبحرت سفينة مسافة (200 km) إلى الجنوب الغربي.
- ب. كان مقدار سرعتي المتوسطة (7 km h^{-1}) خلال سباق الماراثون.

- ج. زحف حلزون بسرعة مقدارها (2 mm s^{-1}) على طول الحافة المستقيمة للمقعد.
- د. بلغت مسافة رحلة الذهاب والإياب لمندوب مبيعات (420 km).

أسئلة

- ٢ تُستخدم غواصة السونار لقياس عمق المياه تحتها. وقد التقطت الموجات الصوتية المنعكسة بعد (0.40 s) من إرسالها. ما عمق المياه؟ (تبلغ سرعة الصوت في الماء 1500 m s^{-1}).
- ٣ تستغرق الأرض سنة واحدة لتدور حول الشمس على مسافة ($1.5 \times 10^{11} \text{ m}$). احسب سرعتها. اشرح السبب في أن هذه السرعة هي السرعة المتوسطة للأرض وليست سرعتها المتجهة.

٣-٢ التمثيل البياني (الإزاحة - الزمن)

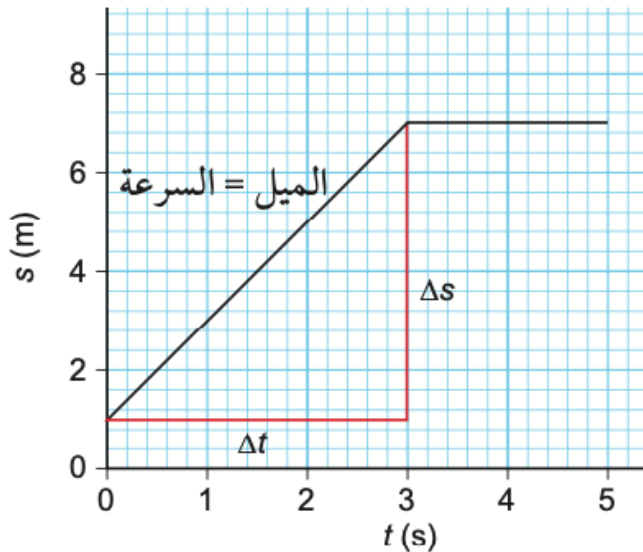
| | | | | |
|--|--|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| هذا التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) مقوس وميله متغير، ويعني ذلك أن سرعة الجسم تتغير. سوف يتم شرحه في الوحدة الثالثة. | يصبح ميل منحنى هذا التمثيل البياني فجأة سالباً. أي أن الجسم يتحرك إلى الخلف بالسرعة نفسها التي أتى بها، فسرعته المتجهة سالبة بعد زمن (t_1) . | ميل منحنى هذا التمثيل البياني يساوي (0). الإزاحة \vec{s} لا تتغير. وبالتالي فإن السرعة المتجهة تساوي (0)، أي أن الجسم ساكن. | يوضح الميل أي الجسمين يتحرك بشكل أسرع. فكلما كان الميل أكثر انحداراً، ازدادت سرعة الجسم. | يوضح الخط المستقيم أن السرعة للجسم ثابتة. |

تعليقات على هذا التمثيل البياني:

1. ميل المنحنى يساوي السرعة المتجهة للجسم، فقد يكون موجبا وقد يكون سالبا.
2. كلما كان الميل أكثر انحداراً كانت السرعة المتجهة أكبر مقدارا.

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| 7.0 | 7.0 | 7.0 | 5.0 | 3.0 | 1.0 | الإزاحة \vec{s} (m) |
| 5.0 | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 0.0 | الزمن t (s) |

تلاحظ من جدول البيانات المقابل أن مقدار الإزاحة يزداد من (1.0 m) إلى (7.0 m) بشكل منتظم خلال الثواني الثلاثة الأولى، ثم يتوقف لمدة ثانيتين.



التمثيل البياني المقابل يمثل البيانات الموضحة في الجدول.

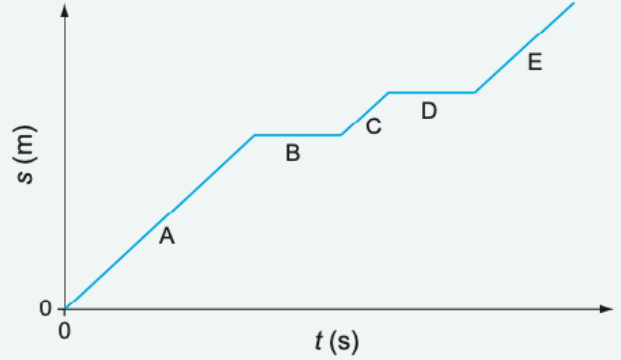
سرعة الجسم خلال الفترة الزمنية (0 - 3 s)

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t} = \frac{7.0 - 1.0}{3.0 - 0} = 2.0 \text{ m s}^{-1}$$

إذًا: السرعة المتجهة هي (2.0 m s^{-1}) في الاتجاه الموجب.

أسئلة

٤ يمثل الشكل ٢-٤ منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لرحلة حافلة. ماذا يخبرك التمثيل البياني عن الرحلة؟



الشكل ٢-٤ تمثيل بياني (الإزاحة-الزمن) لرحلة حافلة.

٥ ارسم تمثيلاً بيانياً (الإزاحة-الزمن) لوصف حركتك في الحدث الآتي: أنت تمشي بسرعة ثابتة عبر حقل بعد تخطي البوابة. فجأة ترى حصاناً فتتوقف. يقول زميلك إن الحصان لا يشكل خطراً، فتستمر في المشي بسرعة ثابتة ولكن أبطأ من ذي قبل. يصل الحصان، فتجري عائداً إلى البوابة بسرعة ثابتة. اشرح كيف يرتبط كل جزء من المسار بجزء من منحنى التمثيل البياني الذي ترسمه.

٦ يوضح الجدول ٢-٣ إزاحة سيارة سباق في مراحل زمنية مختلفة أثناء انتقالها على طول مسار مستقيم خلال اختبار

السرعة (مرحلة تمهيدية في سباقات السيارات لتجربة المضمار).

أ. حدّد سرعة السيارة من الجدول ٢-٣.

ب. ارسم منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) واستخدمه لإيجاد سرعة السيارة.

| الإزاحة \vec{s} (m) | 340 | 255 | 170 | 85 | 0 |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|---|
| الزمن t (s) | 4.0 | 3.0 | 2.0 | 1.0 | 0 |

الجدول ٢-٣ بيانات الإزاحة (\vec{s}) والزمن (t).

٧ تتحرّك سيارة قديمة باتجاه الجنوب. يبيّن الجدول ٢-٤ المسافة التي تقطعها السيارة خلال فترات زمنية معينة.

أ. ارسم منحنى التمثيل البياني (المسافة-الزمن) لرحلة السيارة.

ب. استنتج من التمثيل البياني سرعة السيارة بوحدة km h^{-1} خلال الساعات الثلاث الأولى من الرحلة.

ج. ما السرعة المتوسطة للسيارة بوحدة km h^{-1} خلال الرحلة بأكملها؟

| الزمن t (h) | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|------------------|----|----|----|----|---|
| المسافة d (km) | 84 | 69 | 46 | 23 | 0 |

الجدول ٢-٤ بيانات الزمن (t) والمسافة (d).

٧-٢ أمثلة أخرى للكميات العددية والكميات المتجهة

من الكميات العددية: المسافة والزمن والكتلة، والكثافة، والشغل، والضغط.

من الكميات المتجهة أيضاً: الإزاحة والسرعة المتجهة والقوة، والتسارع.

٤-٢ جمع الإزاحات ٥-٢ جمع السرعات المتجهة ٦-٢ طرح المتجهات

حساب محصلة المتجهات

- عندما يطلب منك حساب المحصلة لكميات متجهة فعليك حساب مقدار تلك المحصلة وتحديد اتجاهها.
- يمكنك جمع وطرح الكميات المتجهة بطريقتين: حسابيا، وبيانيا.
- جمع وطرح المتجهات حسابيا يكون باستخدام القوانين.
- جمع وطرح المتجهات بيانيا، ويكون كما يلي:
- تمثل الكمية المتجهة (كالإزاحة مثلا) بسهم حيث يكون:
 - طول السهم ممثلا لمقدار الكمية المتجهة.
 - ورأس السهم هو اتجاهها.
- لا بد من استخدام مسطرة لتحديد المقدار و منقلة لتحديد الاتجاه.
- كذلك يجب أن تلتزم بمقياس رسم واحد. فمثلا لتمثيل قوة 50 N ترسم سهما طوله 5 cm ولتمثيل قوة 30 N على نفس التمثيل البياني ترسم سهما طوله 3 cm.

جمع المتجهات (حسابيا وبيانيا)

هناك طريقتان للجمع البياني:

1. طريقة الشكل المغلق:

- أ. نرتب المتجهين رأسا لذييل (أي يبدأ المتجه الثاني عند رأس الأول).
 - ب. وستكون المحصلة هي المتجه الذي يغلق الشكل (أي يبدأ عند أول ذيل وينتهي عند آخر رأس).
- ملحوظة: هذه الطريقة أيضا تتبع عند جمع أكثر من متجهين، والمحصلة هي المتجه الذي يغلق الشكل.

2. طريقة متوازي الأضلاع:

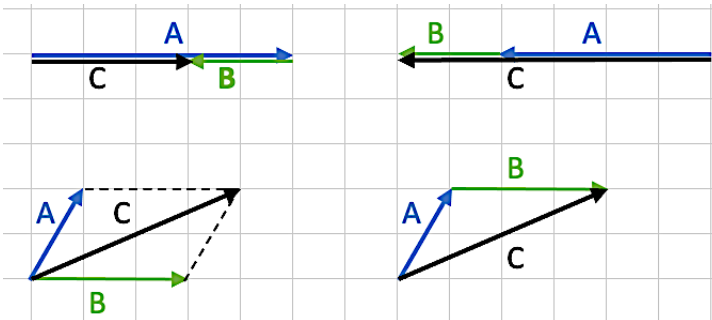
- أ. نرتب المتجهين بحيث يبدأان من نفس النقطة، ثم نكمل متوازي الأضلاع.

- ب. وستكون المحصلة هي المتجه الذي يبدأ من نفس

النقطة ليكون قطر متوازي الأضلاع)

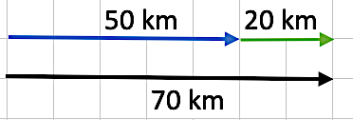
- ادرس الأمثلة الموجودة في الشكل المقابل حيث:

$$\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$$




أمثلة على جمع المتجهات:

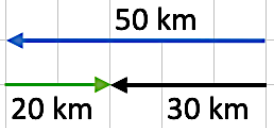
- 1 - مثال على جمع متجهين يشيران إلى نفس الاتجاه: انطلق سائق بشاحنة في خط مستقيم لمسافة 50 km شرقا ثم توقف ليكمل سائق آخر الرحلة في نفس الاتجاه فقطع مسافة 20 km؟ احسب المسافة المقطوعة ومحصلة الإزاحة للسيارة؟
- المسافة المقطوعة: $50 + 20 = 70 \text{ km}$

| إيجاد محصلة الإزاحة بيانيا | إيجاد محصلة الإزاحة حسابيا |
|--|---|
|  <p>مقياس الرسم: 1 cm = 10 km المحصلة: 70 km شرقا</p> | <p>شرقاً $50 + 20 = 70 \text{ km}$</p> <p>لاحظ: في هذه الحالة مقدار الإزاحة يساوي المسافة الكلية التي قطعها السيارة.</p> |

- 2 - مثال على جمع ثلاثة متجهات تشير إلى نفس الاتجاه: أراد محمود وسعيد وعمر نقل خزانة الملابس إلى الجهة اليمنى من الغرفة، فقام محمود بسحبها بقوة 70 N وقام سعيد بدفعها في نفس الاتجاه بقوة 50 N وقام عمر بدفعها أيضا في نفس الاتجاه بقوة 30 N. احسب محصلة القوى المؤثرة على تلك الخزانة بيانيا.

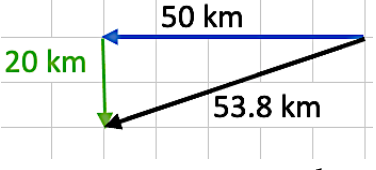
| إيجاد محصلة القوى حسابيا | إيجاد محصلة القوى بيانيا |
|--|---|
| <p>شرقاً $70 + 50 + 30 = 150 \text{ N}$</p> |  <p>مقياس الرسم: 1 cm = 10 N المحصلة: 150 N يميناً</p> |

- 3 - مثال على جمع متجهين يشيران كل منهما إلى عكس اتجاه الآخر: انطلق سائق بشاحنة في خط مستقيم لمسافة 50 km غرباً ثم توقف ليعود إلى حيث كان فقطع بالشاحنة مسافة 20 km ثم تعطلت الشاحنة؟ احسب المسافة المقطوعة ومحصلة الإزاحة للسيارة؟
- المسافة المقطوعة: $50 + 20 = 70 \text{ km}$

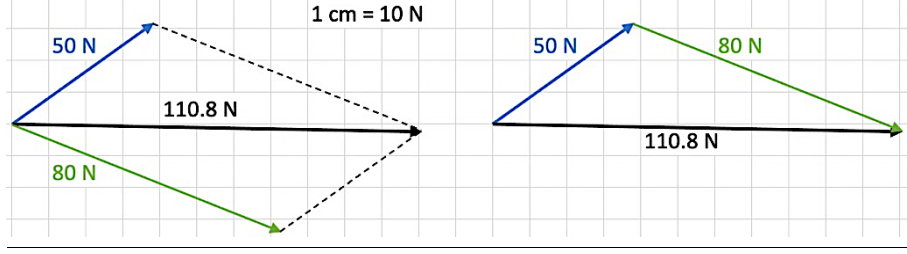
| إيجاد محصلة الإزاحة بيانيا | إيجاد محصلة الإزاحة حسابيا |
|---|---|
|  <p>مقياس الرسم: 1 cm = 10 km المحصلة: 30 km غرباً</p> | <p>بفرض أن الغرب هو الاتجاه الموجب:</p> <p>غرباً $50 + (-20) = 30 \text{ km}$</p> <p>تنبيه: لأن الغرب هو الاتجاه الموجب أخذت الـ 20 إشارة سالبة عند الجمع، ولأن الناتج موجب تأكدنا أن محصلة الإزاحة باتجاه الغرب.</p> |

4- مثال على جمع متجهين متعامدين: انطلق سائق بشاحنة في خط مستقيم لمسافة 50 km غربا ثم انعطف جنوبا ليقطع مسافة 20 m في خط مستقيم أيضا؟ احسب المسافة المقطوعة ومحصلة الإزاحة للسيارة؟

المسافة المقطوعة: $50 + 20 = 70 \text{ km}$

| إيجاد محصلة الإزاحة بيانيا | إيجاد محصلة الإزاحة حسابيا |
|---|---|
|  <p>مقياس الرسم: 1 cm = 10 km</p> <p>المقدار: باستخدام المسطرة، طول متجه المحصلة = 5.4 cm</p> <p>وفقا لمقياس الرسم يكون المقدار = 54 km</p> <p>الاتجاه: باستخدام المنقلة، جنوب الغرب 21.8°</p> | <p>المقدار: $\sqrt{50^2 + 20^2} = 53.8 \text{ N}$</p> <p>الاتجاه: جنوب الغرب $\tan^{-1}\left(\frac{20}{50}\right) = 21.8^\circ$</p> <p>تنبيه: الزاوية تحسب عند ذيل المحصلة.</p> |

5- مثال على جمع متجهين بينهما زاوية: يتم سحب صندوق بقوة 50 N وزاوية 40° شمال الشرق وفي نفس الوقت يتم سحبها بقوة 80 N وزاوية 25° جنوب الشرق. احسب محصلة القوى المؤثرة عليه بيانيا.

| إيجاد محصلة القوى حسابيا | باستخدام قانون جيب التمام: |
|--------------------------|--|
| | $\sqrt{50^2 + 80^2 - 2 \times 50 \times 80 \times \cos(115)} = 110.8 \text{ N}$ <p>حيث (115) هو قياس الزاوية المقابلة للضلع المراد حساب طوله.</p> |
| إيجاد محصلة القوى بيانيا |  <p>1 cm = 10 N</p> <p>(استخدمت الطريقتان البيانيتان هنا فقط للتأكد أن كلاهما يؤدي إلى نفس الناتج. ولكن مطلوب منك استخدام طريقة واحدة فقط).</p> <p>مقياس الرسم: 1 cm = 10 N</p> <p>المقدار: باستخدام المسطرة، طول متجه المحصلة = 11.1 cm</p> <p>وفقا لمقياس الرسم يكون المقدار = 111 N</p> <p>الاتجاه: باستخدام المنقلة، جنوب الشرق 1°</p> |

طرح المتجهات (حسابيا وبيانيا)

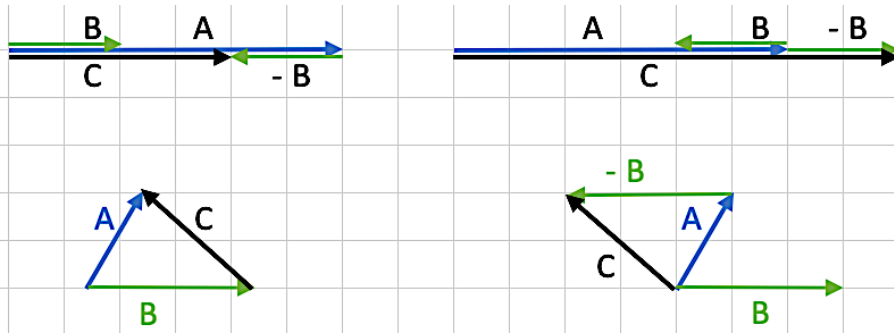
طريقة المثلث المغلق:

- نرتب المتجهين رأسا لذييل (أي يبدأ المتجه الثاني عند رأس الأول).
- ننشئ متجها ثالثا يمثل سالب المتجه المطروح، (بنفس المقدار، ولكن في عكس الاتجاه).
- وستكون المحصلة هي المتجه الذي يبدأ عند أول ذييل وينتهي عند رأس المتجه السالب.

طريقة أسهل:

- بدلا من إنشاء متجه ثالث يمكننا أن نرتب المتجهين بحيث يبدآن من نفس النقطة،
- وستكون المحصلة هي المتجه الذي يبدأ عند رأس المتجه الأول وينتهي عند رأس المتجه الثاني.
- في الأمثلة الموجودة في الشكل المقابل:

$$\vec{A} - \vec{B} = \vec{C}$$

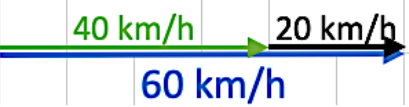


أمثلة على الطرح البياني للمتجهات:


- 6 - مثال على طرح متجهين يشيران إلى نفس الاتجاه: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بمحاذاة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} في نفس الاتجاه. احسب السرعة المتجهة للقطار بالنسبة لراكبي السيارة.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسابيا |
|---|--|
| <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: شرقا 20 km h^{-1}</p> | <p>بفرض أن الشرق هو الاتجاه الموجب:</p> <p>شرقا $60 - 40 = 20 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>تنبيه: لأن الناتج موجب تأكدنا أن الناتج باتجاه الشرق.</p> |

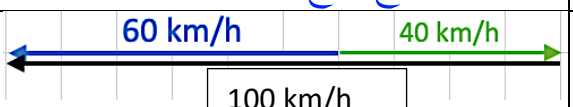
- 7 - مثال آخر على طرح متجهين يشيران إلى نفس الاتجاه: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بمحاذاة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} في نفس الاتجاه. احسب السرعة المتجهة للسيارة بالنسبة لراكبي القطار.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيًا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيًا |
|---|---|
| <p>بفرض أن الشرق هو الاتجاه الموجب:</p> $40 - 60 = -20 \text{ km h}^{-1}$ <p>إذًا: الناتج هو 20 km h^{-1} وباتجاه الغرب.</p> <p>تنبيه: لأن الناتج سالب عرفنا أنه باتجاه الغرب</p> |  <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: شرقا 20 km h^{-1}</p> |

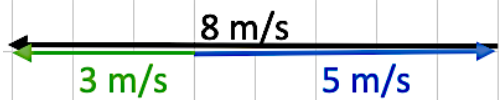
- 8 - مثال على طرح متجهين يشير كل منهما إلى عكس اتجاه الآخر: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بمحاذاة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} باتجاه الغرب. احسب السرعة المتجهة للسيارة بالنسبة لراكبي القطار.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيًا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيًا |
|---|--|
| <p>بفرض أن الشرق هو الاتجاه الموجب:</p> $40 - (-60) = 100 \text{ km h}^{-1}$ شرقا <p>تنبيه: لأن الشرق هو الاتجاه الموجب أخذت الـ 60 إشارة سالبة عند الطرح، ولأن الناتج موجب تأكدنا أن الناتج باتجاه الشرق.</p> |  <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: شرقا 100 km h^{-1}</p> |

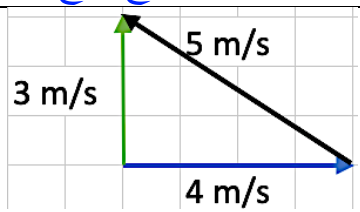
- 9 - مثال آخر على طرح متجهين يشير كل منهما إلى عكس اتجاه الآخر: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بمحاذاة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} باتجاه الغرب. احسب السرعة المتجهة للقطار بالنسبة لراكبي السيارة.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيًا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيًا |
|---|--|
| <p>بفرض أن الغرب هو الاتجاه الموجب:</p> $60 - (-40) = 100 \text{ km h}^{-1}$ غربا <p>تنبيه: لأن الغرب هو الاتجاه الموجب أخذت الـ 40 إشارة سالبة عند الطرح، ولأن الناتج موجب تأكدنا أن الناتج باتجاه الغرب.</p> |  <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: غربا 100 km h^{-1}</p> |

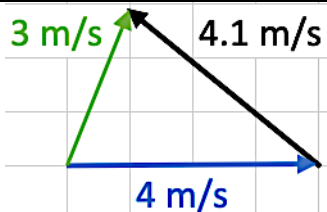
1 0 - مثال ثالث على طرح متجهين يشير كل منهما إلى عكس اتجاه الآخر: اصطدمت كرة كانت متجهة يمينا بسرعة 5 m s⁻¹ بالجدار فارتدت بسرعة 3 m s⁻¹. احسب التغير في سرعتها المتجهة.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيابيا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا |
|--|--|
| <p>بفرض أن اليسار هو الاتجاه الموجب:</p> <p>يسارا $3 - (-5) = 8 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>تنبيه: لأن اليسار هو الاتجاه الموجب أخذت ال 5 إشارة سالبة عند الطرح، ولأن الناتج موجب تأكدنا أن الناتج باتجاه اليسار.</p> |  <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 1 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>الإجابة: يسارا 8 m s^{-1}</p> |

1 1 - مثال على طرح متجهين متعامدين: اصطدمت كرة كانت متجهة يمينا بسرعة 4 m s⁻¹ بكرة أخرى فانحرفت باتجاه الشمال بسرعة 3 m s⁻¹. احسب التغير في سرعتها المتجهة.

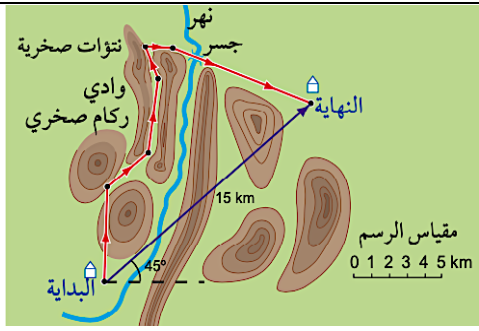
| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيابيا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا |
|--|--|
| <p>المقدار: $\sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>الاتجاه: شمال الغرب $\tan^{-1}\left(\frac{3}{4}\right) = 31^\circ$</p> <p>تنبيه: الزاوية تحسب عند ذيل الناتج.</p> |  <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 1 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>المقدار: باستخدام المسطرة، طول متجه المحصلة = 5 cm</p> <p>وفقا لمقياس الرسم يكون المقدار = 5 m s^{-1}</p> <p>الاتجاه: باستخدام المنقلة، جنوب الغرب 31°</p> |

1 2 - مثال على طرح متجهين بينهما زاوية: اصطدمت كرة كانت متجهة يمينا بسرعة 4 m s⁻¹ بكرة أخرى فانحرفت بزاوية 70° شمال الغرب وبسرعة 3 m s⁻¹. احسب التغير في سرعتها المتجهة.

| إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسيابيا | إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا |
|--|---|
| <p>بإستخدام قانون جيب التمام:</p> <p>$\sqrt{3^2 + 4^2 - 2 \times 3 \times 4 \times \cos(70)} = 4.1 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>حيث (70) هو قياس الزاوية المقابلة للضلع المراد حساب طوله.</p> | <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 1 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>المقدار: باستخدام المسطرة، طول متجه المحصلة = 4.1 cm</p> <p>وفقا لمقياس الرسم يكون المقدار = 4.1 m s^{-1}</p> <p>الاتجاه: باستخدام المنقلة، شمال الغرب 43.5°</p> |
|  | |

أمثلة من كتاب الطالب على جمع المتجهات:

في الشكل المقابل: مجموع الإزاحات الحمراء يساوي الإزاحة الزرقاء.



حساب المقدار:

$$s = \sqrt{0.8^2 + 1.2^2} \approx 1.4 \text{ m}$$

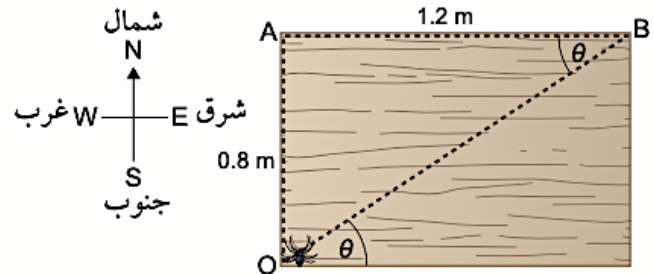
حساب الاتجاه:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{0.8}{1.2} \right) \approx 34^\circ$$

إذ: محصلة الإزاحة هي (1.4 m) بزاوية (34° m) شمال شرق.

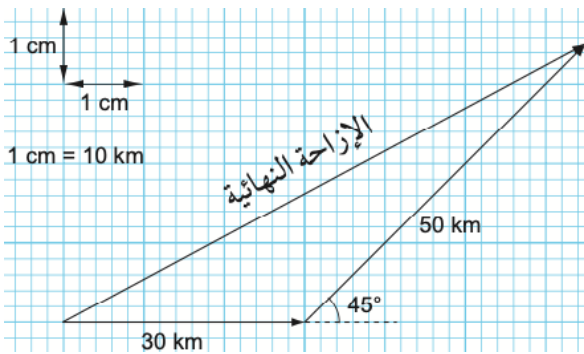
أمثلة

٣. يتحرك عنكبوت على طول جانبي طاولة (الشكل ٦-٢). احسب الإزاحة النهائية له.

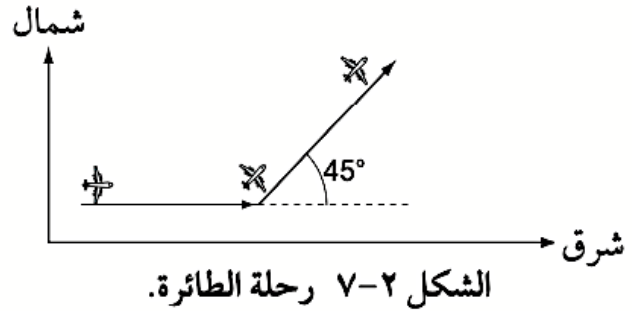


الشكل ٦-٢ يقطع العنكبوت مسافة (2.0 m).

الحل عن طريق الجمع البياني: ستحتاج منقلة لتحديد اتجاه كل كمية ومسطرة لتحديد مقدارها (وفق مقياس الرسم).



٤. تطير طائرة (30 km) شرقاً ثم (50 km) بزاوية 45° شمال الشرق (الشكل ٧-٢). احسب الإزاحة النهائية للطائرة.



الشكل ٧-٢ رحلة الطائرة.

في السؤال السابق يمكننا حساب مقدار الإزاحة عن طريق قاعدة جيب التمام أيضاً، وذلك كما يلي:

$$\sqrt{30^2 + 50^2 - 2 \times 30 \times 50 \times \cos(135)} = 74 \text{ km}$$

حيث (135) هي الزاوية المقابلة للضلع المراد حسابه.

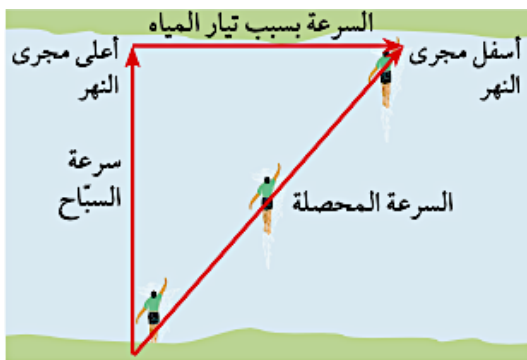
أسئلة

٨ أنت تسير (3.0 km) باتجاه الشمال، ثم (4.0 km) باتجاه الشرق.

- احسب المسافة الكلية التي قطعتها بالكيلومترات.
- اعمل مخططاً بمقياس رسم لمسار سيرك، واستخدمه لإيجاد إزاحتك النهائية. تذكر أن تضمّن إجابتك كلاً من مقدار الإزاحة واتجاهها.
- تحقق من إجابتك في الجزء (ب) بحساب الإزاحة.

٩ يسير طالب مسافة (8.0 km) باتجاه 45° جنوب الشرق ثم (12 km) غرباً.

- ارسم مخططاً متجهاً يوضح مساره. استخدم مخططاً بيانياً خاصاً بك لإيجاد الإزاحة الكلية. تذكر أن تعطي مقياس رسم لمخططك، وأن تضمّن إجابتك اتجاه الإزاحة الكلية ومقدارها.
- احسب الإزاحة المحصلة باستخدام قاعدة جيب التمام. بيّن عملك بوضوح.



تخيل أن الشخص في الشكل المقابل يسبح بسرعة 2 m s^{-1} باتجاه الشمال في نهر تتحرك مياهه بسرعة 1.5 m s^{-1} باتجاه الشرق.

لحساب السرعة المحصلة لهذا الشخص:

المقدار: $s = \sqrt{2^2 + 1.5^2} = 2.5 \text{ m s}^{-1}$

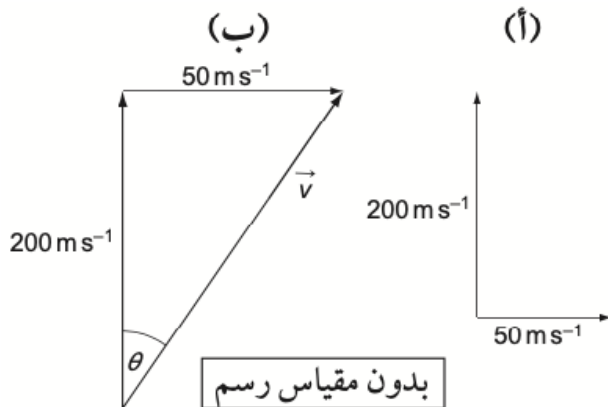
الاتجاه: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{1.5}{2}\right) \approx 37^\circ$ شرق الشمال

مثال

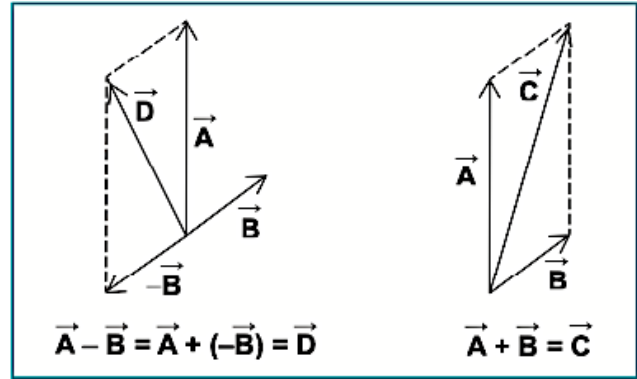
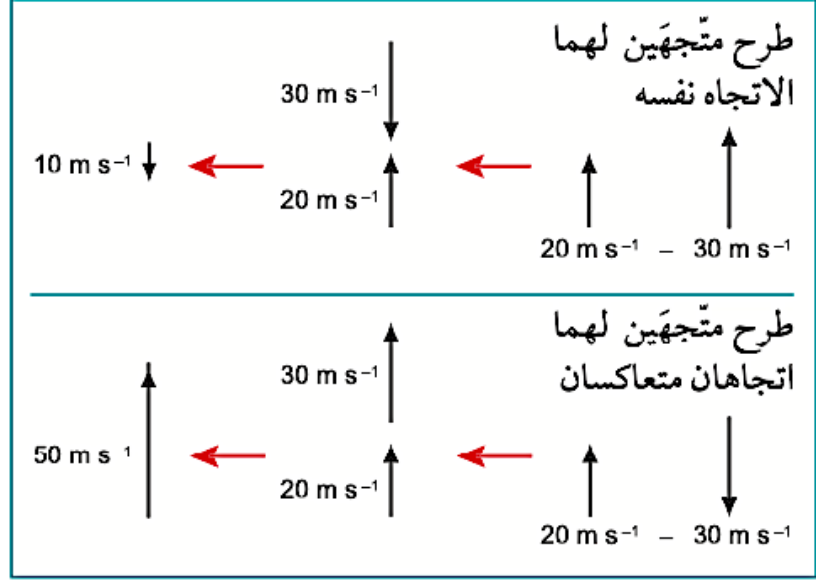
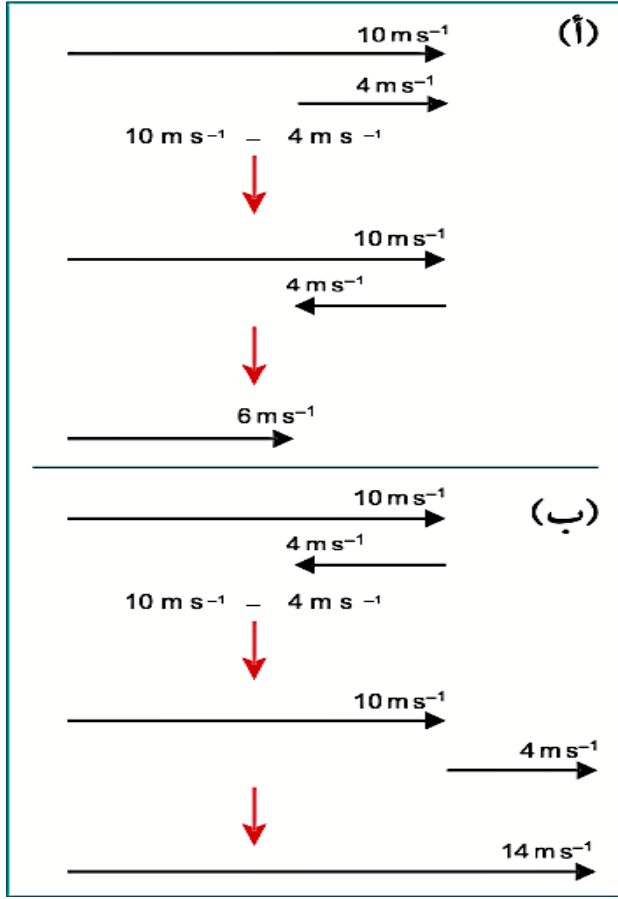
٥. تطير طائرة باتجاه الشمال بسرعة متجهة (200 m s^{-1}). وتهب في الوقت نفسه رياح جانبية سرعتها (50 m s^{-1}) باتجاه الشرق. ما محصلة السرعة المتجهة للطائرة (أعط المقدار والاتجاه)؟
- السرعتان المتجهتان متعامدتان. يكفي رسم مخطط واستخدام نظرية فيثاغورث لحل السؤال.

المقدار: $s = \sqrt{200^2 + 50^2} \approx 206 \text{ m s}^{-1}$

الاتجاه: $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{50}{200}\right) \approx 14^\circ$ شرق الشمال



أمثلة من كتاب الطالب على طرح المتجهات بياناً



سؤال

١٢) سرعة متجهة مقدارها (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشمال. ا طرح

من هذه السرعة المتجهة سرعة متجهة أخرى مقدارها:

أ. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الجنوب.

ب. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشمال.

ج. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الغرب.

د. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشرق.

(يمكنك رسم مقياس أو إجراء عملية حسابية، ولكن تذكر أن تضمن إجابتك الاتجاه والمقدار).

الإزاحة هي أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في اتجاه معين؛ وهي كمية متجهة.

تُعرف السرعة المتوسطة من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية المقطوعة}}{\text{الزمن الكلي المُستغرق}}$$

تُعرف السرعة المتجهة من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{التغير في الإزاحة}}{\text{الزمن المُستغرق}}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

ميل منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) يساوي السرعة.

المسافة والسرعة والكتلة والزمن كميات عددية. الكمية العددية لها مقدار فقط.

الإزاحة والسرعة المتجهة كميات متجهة. الكمية المتجهة لها مقدار واتجاه.

يمكن الجمع بين متجهين من خلال جمع أحدهما إلى المتجه الآخر لإيجاد محصلتهما. ويمكن طرح المتجه الثاني من المتجه الأول بجمع المتجه الأول إلى سالب المتجه الثاني، والمتجه السالب هو الذي يكون بالمقدار نفسه، لكن بالاتجاه المعاكس.

السرعة والسرعة المتجهة^٣

Speed and Velocity

أهداف الوحدة

- ١-٢ يعرف السرعة المتوسطة ويستخدمها.
- ٢-٢ يصف الفرق بين الكميات العددية والمتجهة.
- ٣-٢ يعرف المسافة، والإزاحة ويستخدمهما.
- ٤-٢ يعرف السرعة والسرعة المتجهة ويستخدمهما.
- ٥-٢ يرسم منحنيات التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) ويحلّها.
- ٦-٢ يجد مقدار السرعة المتجهة باستخدام ميل خط التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن).
- ٧-٢ يجمع متجهين في مستوى واحد ويطرحهما.

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية المقطوعة}}{\text{الزمن الكلي المستغرق}}$$

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

$$\text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{التغير في الإزاحة}}{\text{الزمن المُستغرق}}$$

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

الأنشطة <

نشاط ١-٢ حسابات السرعة

ستساعدك هذه الأسئلة على مراجعة الحسابات التي تتضمن السرعة والمسافة والزمن. سوف تتدرّب أيضاً على تحويل الوحدات القياسية. الوحدة المستخدمة في النظام الدولي للوحدات (SI) لقياس الزمن هي الثانية s. لذا من الأفضل لك استخدام الثواني خلال القيام بالحسابات والقيام بالتحويل إلى دقائق أو ساعات كخطوة أخيرة في العمليات الحسابية. الكتابة العلمية الصحيحة للمتر في الثانية هو m s^{-1} .

مهم

عند ضرب أو قسمة كميتين أو أكثر، يمكن إيجاد النسبة المئوية لعدم اليقين في النتيجة النهائية من خلال جمع النسبة المئوية لعدم اليقين في كل من الكميات معًا. هذا يعني أن إجابتك على الجزئية (د) يجب أن تكون هي نفسها الإجابة على الجزئية (ب) مع رقم معنوي واحد.

١. يقطع قطار مسافة (4000 m) خلال زمن قدره (125 s) إلا أن قياس الزمن لم يكن دقيقًا وقيمة عدم اليقين في الزمن هو (±1 s)، وعدم اليقين في قياس المسافة مهم.

أ. احسب السرعة المتوسطة للقطار.

.....

.....

ب. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس الزمن.

.....

.....

ج. باستخدام الزمن (125 - 1 = 124 s)، احسب القيمة القصوى للسرعة المتوسطة الناتجة من هذه القيمة. أعط إجابتك مع عدد معقول من الأرقام المعنوية.

.....

.....

د. بحساب الحد الأدنى لقيمة السرعة المتوسطة وباستخدام إجابتك على الجزئيتين (ج) و (أ)، احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في السرعة المتوسطة للقطار.

.....

.....

٢. من المفيد أن تكون قادرًا على مقارنة سرعات أجسام مختلفة. وللقيام بذلك يجب حساب السرعات بوحدات القياس نفسها.

أ. احسب السرعة بوحدة $m s^{-1}$ للأجسام في الحالات الآتية من (١) إلى (٦). عبّر عن إجابتك بالشكل المعياري (المعروف أيضًا بالتدوين العلمي)، مع رقم واحد قبل الفاصلة العشرية، على سبيل المثال (0.000035) في الشكل المعياري أو القياسي يُكتب (3.5×10^{-5}) .

١. ينتقل الضوء بسرعة ($300\,000\,000\,m\,s^{-1}$) في الفراغ.

.....

.....

٢. تتحرك مركبة فضائية متجهة إلى القمر بسرعة (11 km s^{-1}) .

.....
.....

٣. يركض رياضي مسافة (100 m) خلال زمن قدره (10.41 s) .

.....
.....

٤. يقطع جسيم ألفا مسافة (5.0 cm) خلال $(0.043 \times 10^{-6} \text{ s})$.

.....
.....

٥. سرعة الأرض في مدارها حول الشمس تبلغ $(107\,000 \text{ km h}^{-1})$.

.....
.....

٦. تقطع شاحنة مسافة (150 km) على طريق سريع خلال (1.75 h) .

.....
.....

ب. رتب الأجسام من الأبطأ إلى الأسرع.

.....
.....

نشاط ٢-٢ قياس السرعة في المختبر

يمكنك قياس سرعة عربة متحركة في المختبر باستخدام مسطرة وساعة إيقاف. ومع ذلك فمن المحتمل أن تحصل على نتائج أفضل باستخدام بوابات ضوئية وجهاز المؤقت الإلكتروني. في هذا النشاط ستقارن البيانات الناتجة من هاتين الطريقتين المختلفتين، وتدرّب على تحليل البيانات.

١. يستخدم أحد الطلبة ساعة إيقاف لقياس الزمن الذي تستغرقه عربة لتقطع مسافة مقاسة قدرها (1.0 m) .

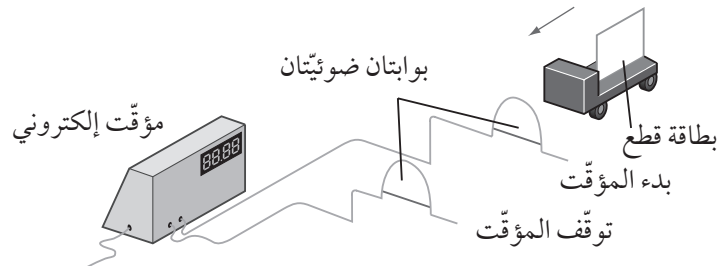
أ. اشرح سبب صعوبة الحصول على قياس مضبوط للزمن بهذه الطريقة.

.....
.....

ب. اشرح سبب احتمال صعوبة الحصول على قياس مضبوط أكبر إذا كانت العربة تتحرك بسرعة أكبر.

.....
.....

٢. يوضح هذا المخطط كيف يمكن قياس سرعة عربة باستخدام بوابتين ضوئيتين متصلتين بمؤقت إلكتروني، وبطاقة قطع مثبتة على العربة:



الشكل ٢-١: للسؤال ٢. تحديد السرعة باستخدام بوابتين ضوئيتين.

أ. اشرح ما يحدث عندما تمر العربة عبر البوابتين الضوئيتين.

.....
.....
.....

ب. قُم بتسمية الكمية المعروضة على شاشة المؤقت.

.....

ج. ما القياس الآخر الذي يجب إجراؤه لتحديد سرعة العربة؟ صف كيف ستجري هذا القياس.

.....
.....

د. اشرح كيف ستحسب سرعة العربة من هذين القياسين.

.....
.....

هـ. اشرح سبب إعطاء هذه الطريقة السرعة المتوسطة للعربة.

.....
.....

٣. يمكن استخدام النابض الزمني لتسجيل حركة عربة. يقوم النابض بتسجيل علامات (نقاط) على شريط ورقي خلال فترات زمنية متساوية.

أ. ارسم نمط النقاط التي تتوقع أن تراها على الشريط لعربة تسير بسرعة ثابتة.

ب. يقوم النابض الزمني بتسجيل 50 نقطة كل ثانية على شريط ورقي. اذكر الفاصل الزمني بين النقاط المتتالية.

.....

ج. يقيس أحد الطلبة المسافة على قطعة من الشريط. المسافة من النقطة الأولى إلى النقطة السادسة هي (12 cm). احسب السرعة المتوسطة للعربة في هذه الفترة الزمنية. اكتب إجابتك بوحدة $m s^{-1}$.

.....

.....

نشاط ٣-٢ التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن)

يُستخدم التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لتمثيل حركة جسم ما. ميل منحنى التمثيل البياني هو السرعة المتجهة للجسم. تساعدك هذه الأسئلة في رسم البيانات وتفسيرها واستخدامها عبر التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن).

١. يتم تعريف السرعة المتجهة من خلال المعادلة الآتية:

$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{s}}{\Delta t}$$

أ. اذكر ما يمثله الرمز (\vec{s}) و (t) .

.....

ب. اذكر ما يمثله الرمز $(\Delta \vec{s})$ و (Δt) .

.....

مهم

عند استخدام النابض الزمني، فكّر في ما إذا كنت تريد عدّ النقاط أو المسافات بين النقاط.

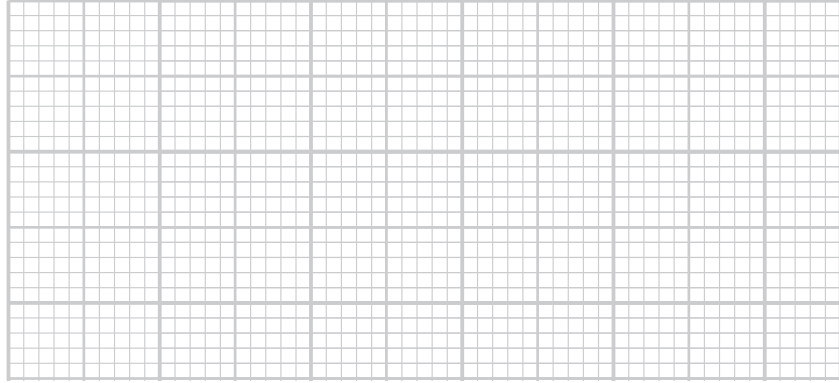
مصطلحات علمية

الإزاحة Displacement:
أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية في اتجاه معين؛ وهي كمية متجهة.

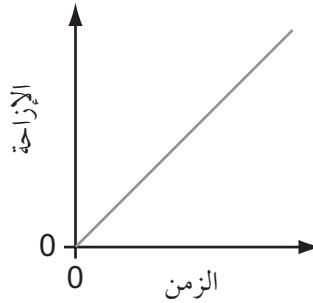
مهم

تذكر تسمية محاور التمثيل البياني بالكميات الصحيحة.

ج. ارسم خطاً مستقيماً في التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) ووضح كيف يمكنك إيجاد (Δs) و (Δt) من هذا التمثيل البياني.



٢. التمثيل البياني الآتي يعبر عن حركة سيارة:



الشكل ٢-٢: للسؤال ٢. التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لسيارة متحركة.

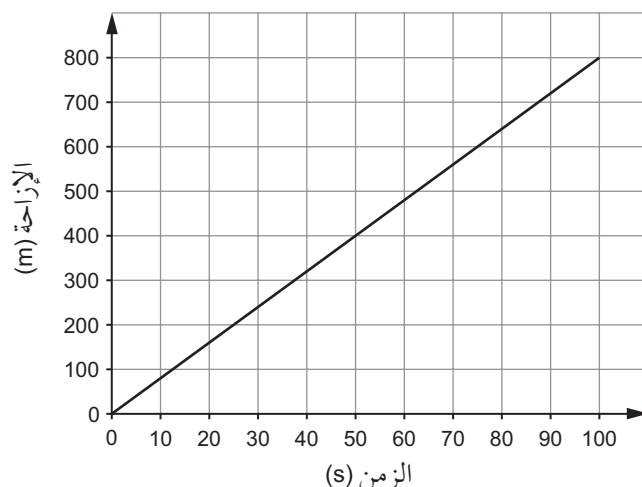
أ. اشرح كيف يمكنك معرفة أن السيارة كانت تتحرك بسرعة ثابتة.

.....

ب. انسخ مخطط التمثيل البياني، ثم أضف إليه خطاً ثانياً يمثل حركة سيارة تتحرك بسرعة ثابتة أكبر. عنون الخط الثاني بـ «أسرع».

ج. أضف إلى التمثيل البياني الذي رسمته خطأً ثالثاً يمثل حركة سيارة لا تتحرك. عنون الخط الثالث بـ «لا تتحرك».

٣. يمثل التمثيل البياني في الشكل ٢-٣ حركة عداء في سباق على طريق طويل ومستقيم.



الشكل ٢-٣: للسؤال ٣. التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لحركة عداء.

استخدم التمثيل البياني لاستنتاج:

أ. مقدار إزاحة العداء عند الزمن (75 s).

.....

.....

ب. الزمن الذي يستغرقه العداء لإكمال أول (200 m) من السباق.

.....

.....

ج. مقدار السرعة المتجهة للعداء.

.....

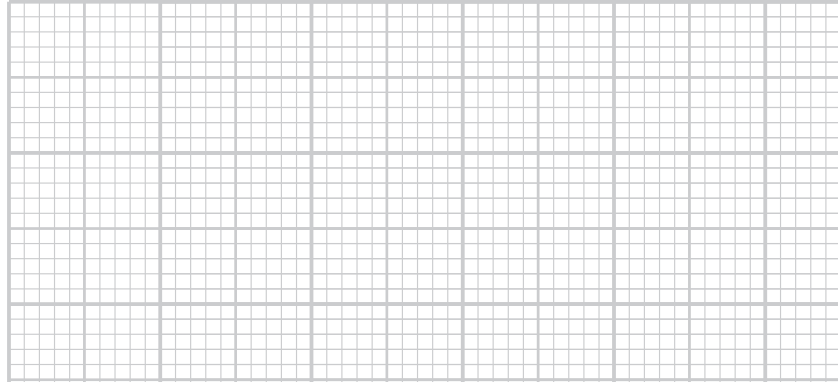
.....

٤. يوضح الجدول ١-٢ قيم الإزاحة والزمن خلال رحلة قصيرة لراكب دراجة:

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|----|---|-------------|
| 680 | 560 | 400 | 240 | 80 | 0 | الإزاحة (m) |
| 50 | 40 | 30 | 20 | 10 | 0 | الزمن (s) |

الجدول ١-٢: بيانات لرحلة راكب دراجة.

أ. ارسم تمثيلاً بيانياً (الإزاحة-الزمن) للرحلة.



ب. استنتج من التمثيل البياني، أكبر سرعة لراكب الدراجة أثناء الرحلة.

.....
.....

نشاط ٢-٤ جمع وطرح المتجهات

تتضمن هذه الأسئلة التفكير في الإزاحة والسرعة. إنها كميات متجهة تتحدد باتجاه ومقدار أيضاً. يمكن تصنيف كل كمية في الفيزياء على أنها كمية عددية أو كمية متجهة. يمكن تمثيل الكمية المتجهة بسهم.

١. للكمية العددية مقدار فقط.

أ. اذكر الكمية العددية التي تتوافق مع الإزاحة.

.....
.....
.....

ب. اذكر الكمية العددية التي تتوافق مع السرعة المتجهة.

.....
.....
.....

ج. حدّد ما إذا كانت كلّ من الكميات الآتية كميةً عددية أم كميةً متجهة: (الكتلة، القوة، التسارع، الكثافة، الطاقة، الوزن).

.....
.....

مصطلحات علمية

الكمية العددية

Scalar quantity: كمية

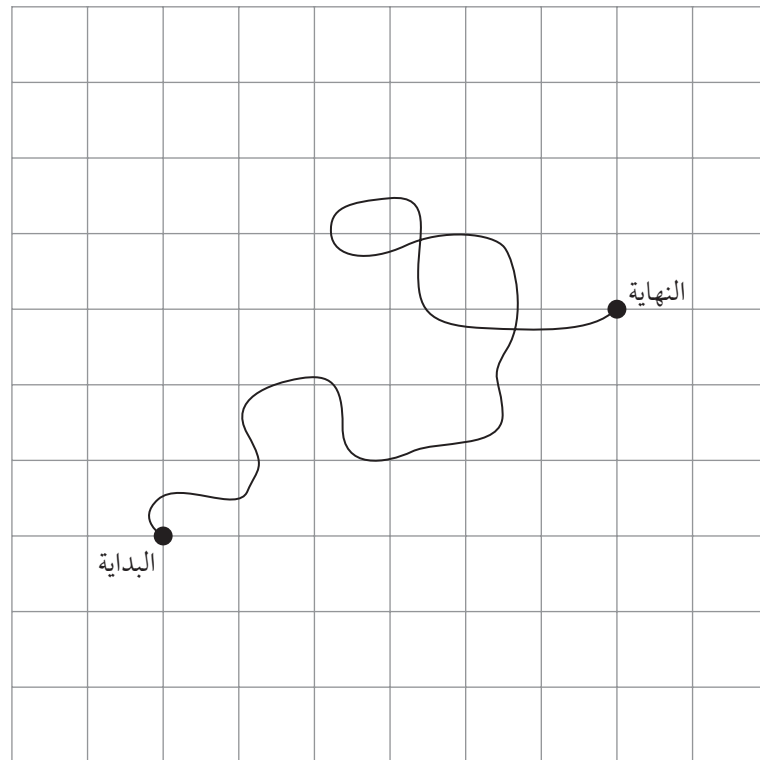
تحدّد بالمقدار فقط.

الكمية المتجهة

Vector quantity: كمية

تحدّد بالمقدار والاتجاه.

٢. يُظهر الرسم في الشكل ٢-٤ قطعة من الورق المربّع. يبلغ قياس كل مربّع (1 cm × 1 cm). يُظهر الشكل مسار حركة عنكبوت تحرّك على الورقة لبرهة قصيرة:



الشكل ٢-٤: للسؤال ٢. حركة العنكبوت.

أ. كم يبلغ عدد المربعات التي تحرك فيها العنكبوت باتجاه اليمين، من البداية إلى النهاية؟

.....

ب. كم يبلغ عدد المربّعات التي تحرك فيها العنكبوت باتجاه أعلى الورقة؟

.....

ج. احسب إزاحة العنكبوت من البداية إلى النهاية. تأكد من كتابة المسافة بوحدة cm وزاوية إزاحته بالنسبة إلى الاتجاه الأفقى.

.....

.....

د. قم بتقدير المسافة التي قطعها العنكبوت. صف طريقته.

.....

.....

.....

٣. يُبحر يَخت مسافة (20 km) شمالاً، ثم ينعطف بزاوية 45° نحو الغرب ويقطع مسافة (12 km) إضافية.

أ. احسب المسافة التي قطعها اليخت بوحدة km.

.....

.....

.....

ب. ارسم مخططاً، ذا مقياس رسم معيّن، لرحلة اليخت. مع توضيح مقياس الرسم الذي استخدمته.

.....

ج. حدّد، بمقياس الرسم التخطيطي، محصلة إزاحة اليخت.

.....

.....

.....

٤. تطير طائرة ركّاب نفّاثة بسرعة (950 km h^{-1}) بالنسبة إلى سطح الأرض باعتبار أن الهواء ساكن.

أ. تهبّ رياح سرعتها (100 km h^{-1}) عكس اتجاه حركة الطائرة، ما يؤدي إلى إبطائها. ما مقدار سرعتها بالنسبة إلى سطح الأرض؟

.....

.....

.....

ب. إذا كانت الطائرة تحلق في الاتجاه نفسه لحركة الرياح، فما مقدار سرعتها بالنسبة إلى سطح الأرض؟

.....

.....

.....

ج. إذا كانت الطائرة تطير باتجاه عمودي مع اتجاه الرياح:

١. ارسم رسمًا تخطيطيًا لإظهار كيفية جمع هاتين السرعتين المتجهتين معًا لإعطاء السرعة المتجهة المحصلة للطائرة.

٢. احسب سرعة الطائرة بالنسبة إلى سطح الأرض.

.....

.....

.....

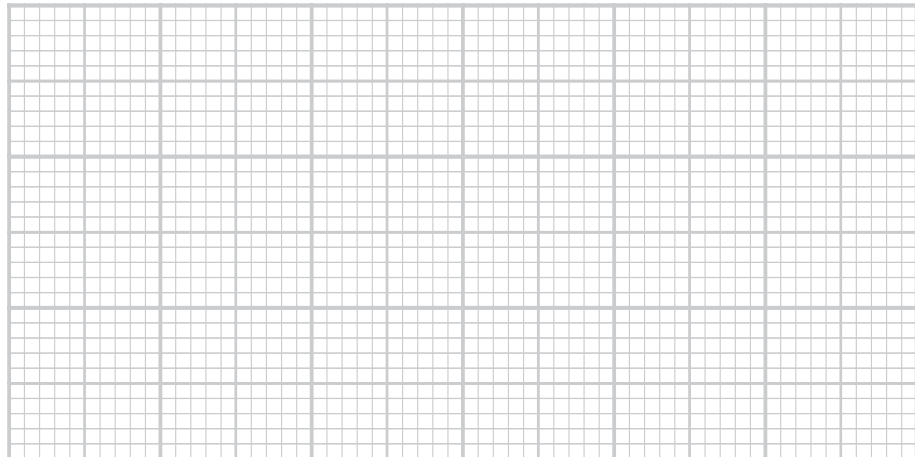
مهم

لطرح متجه، أضف متجهًا مساويًا له في المقدار ولكن في الاتجاه المعاكس، أي أضف متجه (5.0 m) عند 210° .

٥. اطرح إزاحة مقدارها (5.0 m) وبزاوية 30° في اتجاه شمال الشرق من إزاحة مقدارها (10 m) في اتجاه الشمال.

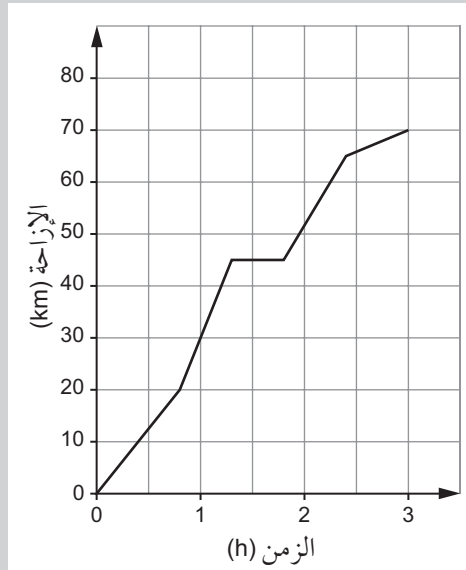
.....

.....



أسئلة نهاية الوحدة

١. يسير قطار بضائع بطيء بسرعة (50 km h^{-1}) على مسار ما. وبعد ساعتين يلتحق بالقطار البطيء، قطار ركّاب سريع ينتقل بسرعة (120 km h^{-1}) على المسار نفسه.
 - أ. ارسم تمثيلاً بيانياً (الإزاحة-الزمن) لتمثيل حركة القطارين.
 - ب. استخدم التمثيل البياني لتحديد الزمن الذي سيلحق فيه القطار السريع بقطار البضائع.
٢. يوضح الشكل ١١-٢ تمثيلاً بيانياً لحركة سيارة على طريق مستقيم.



الشكل ١١-٢

تابع

أفعال إجرائية

استنتاج Deduce: استنتاج من المعلومات المتاحة.

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر بكلمات واضحة.

عرّف Define: أعط معنى دقيقاً.

احسب Calculate:

استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

استنتاج من التمثيل البياني ما يأتي:

- الزمن الذي تستغرقه الرحلة بالسيارة.
- المسافة التي قطعها السيارة أثناء رحلتها.
- السرعة المتوسطة للسيارة أثناء رحلتها.
- أكبر سرعة للسيارة أثناء رحلتها.
- مقدار الزمن الذي تستغرقه السيارة في الانتقال بالسرعة التي حسبها في الجزئية (د).

و. المسافة التي قطعها السيارة بهذه السرعة.

٣. يمكن وصف أيّة كمية فيزيائية بأنها «عددية» أو «متجهة».

أ. اذكر الفرق بين الكمية العددية والكمية المتجهة.

ب. عرّف الإزاحة.

تحلق طائرة خفيفة باتجاه الشرق بسرعة (80 km h^{-1}) لمدة (1.5 h) . من ثم تتوجّه شمالاً بسرعة (90 km h^{-1}) لمدة (0.8 h) .

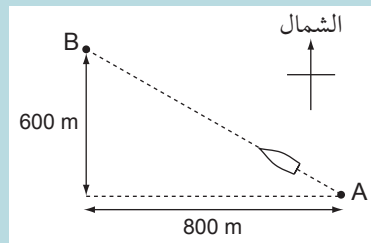
ج. احسب المسافة التي قطعها الطائرة في كل مرحلة من مراحل رحلتها.

د. ارسم مخططاً، بمقياس رسم معيّن، لتمثيل رحلة الطائرة.

هـ. استخدم رسمك التخطيطي لتحديد الإزاحة النهائية للطائرة بالنسبة إلى نقطة البداية.

أسئلة نهاية الوحدة

- ١ أي من الأزواج الآتية يتضمّن كمّية متجهة واحدة وكمّية عددية واحدة؟
 - أ. الإزاحة : الكتلة
 - ب. الإزاحة : السرعة المتجهة
 - ج. المسافة : السرعة
 - د. السرعة : الزمن
- ٢ المتجه \vec{P} مقداره (3.0 N) يؤثر باتجاه اليمين والمتجه \vec{Q} مقداره (4.0 N) يؤثر إلى الأعلى. ما مقدار واتّجاه المتجه $(\vec{P} - \vec{Q})$ ؟
 - أ. 1.0 N بزاوية 53° مع اتّجاه \vec{P} إلى الأسفل.
 - ب. 1.0 N بزاوية 53° مع اتّجاه \vec{P} إلى الأعلى.
 - ج. 5.0 N بزاوية 53° مع اتّجاه \vec{P} إلى الأسفل.
 - د. 5.0 N بزاوية 53° مع اتّجاه \vec{P} إلى الأعلى.
- ٣ تتحرّك سيّارة في مسار دائري دورة واحدة كاملة بسرعة ثابتة مقدارها (120 km h^{-1}) .
 - أ. إذا استغرقت الدورة الواحدة (2.0 min)، فبيّن أنّ طول المسار هو (4.0 km).
 - ب. اشرح سبب اختلاف قيم السرعة المتوسطة والسرعة المتجهة المتوسطة للسيارة.
 - ج. احسب مقدار إزاحة السيّارة في زمن مقداره (1.0 min).
 - د. يبلغ محيط الدائرة $(2\pi r)$ ، حيث (r) هو نصف قطر الدائرة.
- ٤ يوضح الشكل ١٤-٢ حركة قارب يغادر النقطة A متحرّكاً في خطّ مستقيم إلى النقطة B. وتستغرق رحلته (60 s).



الشكل ١٤-٢

- احسب:
- أ. المسافة التي يقطعها القارب.
 - ب. الإزاحة الكلية للقارب.
 - ج. السرعة المتجهة المتوسطة للقارب.
- تذكّر أنه يجب تضمين كل كمّية متجهة مقداراً واتّجهاً.

٥ يتحرك قارب بسرعة (2.0 m s^{-1}) شرقاً باتجاه ميناء على بُعد (2.2 km) . وعندما يصل القارب إلى الميناء، ينطلق الركّاب في سيارّة متّجهة شمالاً لمدة (15 min) وبسرعة (60 km h^{-1}) . احسب:

أ. المسافة الكلية التي يقطعها الركّاب.

ب. الإزاحة الكلية (لا تنسى تضمين المقدار والاتجاه).

ج. الزمن الكلي المُستغرق.

د. السرعة المتوسطة بوحدة ms^{-1} .

هـ. السرعة المتجهة المتوسطة.

٦ يتدفّق نهر من الغرب إلى الشرق بسرعة ثابتة (1.0 m s^{-1}) . يغادر قارب الضفة الجنوبية للنهر متّجهاً شمالاً بسرعة (2.4 m s^{-1}) . جدّ محصلة السرعة المتّجهة للقارب.

أ. عرّف الإزاحة.

ب. استخدم تعريف الإزاحة لشرح كيف يمكن لرياضي أن يركض حول مضمار سباق بحيث لا يكون له إزاحة.

٨ تقود فتاة درّاجة بسرعة متّجهة ثابتة مقدارها (3.0 m s^{-1}) على طول طريق مستقيم. عند الزمن $(t = 0 \text{ s})$ ، تجتاز أخاها الجالس على مقعد درّاجته غير المتحرّكة. وهكذا عند هذا الزمن $(t = 0 \text{ s})$ ، ينطلق الأخ للحاق بأخته. فتزداد سرعته المتّجهة من الزمن $(t = 0 \text{ s})$ حتى الزمن $(t = 5.0 \text{ s})$ ، حيث يجتاز مسافة (10 m) . بعد ذلك يتابع بسرعة متّجهة ثابتة مقدارها (4.0 m s^{-1}) .

أ. ارسم منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) للفتاة من $(t = 0 \text{ s})$ إلى $(t = 12 \text{ s})$.

ب. ارسم على محاور التمثيل البياني السابق نفسه منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) للأخ.

ج. باستخدام التمثيل البياني الذي رسمته، حدّد قيمة (t) عندما لحق الأخ بأخته.

٩ يُسقط طالب كرة سوداء صغيرة على طول مقياس رأسي مدرّج بالسنتيمتر. التقط عدد من الصور الستروبيوسكوبية للكرة بفواصل زمنية $(t = 0.10 \text{ s})$.

يظهر المخطّط (الشكل ١٥-٢) أول نقطة سوداء عند (0 cm) والنقطة التالية عند (4 cm) .

تم التقاط الصورة الأولى مع وجود الكرة في الأعلى في الزمن $(t = 0 \text{ s})$.

أ. اشرح كيف يبيّن الشكل ١٥-٢ أنّ الكرة في النهاية تصل إلى سرعة ثابتة.

ب. جدّ السرعة النهائية التي تصل إليها الكرة.

ج. حدّد المسافة التي سقطتها الكرة عند $(t = 0.80 \text{ s})$.

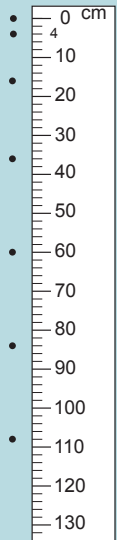
د. تُظهر كلّ صورة ملتقطة للكرة، في الصورة الفوتوغرافية الحقيقية، بعضاً من الضبابية،

لأنّ كلّ وميض ظاهر فيها لم يكن لحظياً، بل استغرق زمناً مقداره (0.0010 s) .

حدّد قيمة عدم اليقين المطلق الذي تعطيه هذه الضبابية في الموقع لكلّ مواقع الكرة

السوداء عندما تتحرّك بالسرعة النهائية الثابتة.

اقترح ما إذا كان يجب ملاحظة هذه الضبابية في المخطّط.



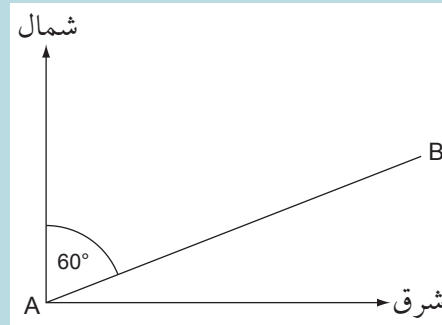
الشكل ١٥-٢

أفعال إجرائية

اذكر State: عبّر
بكلمات واضحة.

١٠. أ. اذكر اختلافًا واحدًا بين كمّية عددية وكمّية متجهة، معطياً مثالاً على كلّ منهما.
ب. تطير طائرة في الهواء بسرعة متجهة مقدارها (500 km h^{-1}) باتجاه الشمال. تهبّ رياح بسرعة مقدارها (100 km h^{-1}) من الشرق إلى الغرب. ارسم مخططاً لحساب محصلة السرعة المتجهة للطائرة. حدّد اتجاه حركة الطائرة بالنسبة إلى الشمال.
ج. تطير الطائرة لمدة (15 min) . احسب إزاحة الطائرة في هذا الزمن.

١١. استخدمت طائرة صغيرة لشخص واحد في رحلة أفقية قصيرة. ففي رحلتها من A إلى B الموضحة في الشكل ١٦-٢، يكون مقدار محصلة السرعة المتجهة للطائرة (15 m s^{-1}) في اتجاه 60° شرق الشمال وكانت السرعة المتجهة للرياح مقدارها (7.5 m s^{-1}) باتجاه الشمال.



الشكل ١٦-٢

أفعال إجرائية

بيّن أنّ Show (that):
قدّم دليلاً منظماً
يؤدي إلى نتيجة
معينة.

- أ. بيّن أنّه لكي تسافر الطائرة من A إلى B، يجب أن تتجه باتجاه الشرق.
ب. بعد الطيران لمسافة (5 km) من A إلى B، تعود الطائرة على طول المسار نفسه من B إلى A بمحسلة سرعة متجهة مقدارها (13.5 m s^{-1}) . بافتراض أنّ الزمن الذي تمضيه في B مُهمَل، احسب السرعة المتوسطة للرحلة الكاملة من A إلى B والعودة إلى A.

قائمة تقييم ذاتي

بعد دراسة الوحدة، أكمل الجدول الآتي:

| أستطيع أن | أراجع الموضوع | أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد | أتمكّن إلى حدّ ما | أستعدّ للمضي قدماً |
|---|---------------|-------------------------------|-------------------|--------------------|
| أعرف الإزاحة والسرعة والسرعة المتجهة واستخداماتها. | ٢-٢، ١-٢ | | | |
| أرسم منحني التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) وأفسره. | ٣-٢ | | | |
| أفهم الاختلافات بين الكمّيات العددية والمتجهة وأعطي أمثلة على كلّ منها. | ٧-٢ | | | |
| أجمع المتجهات في مستوى واحد وأطرحها. | ٦-٢، ٥-٢، ٤-٢ | | | |

إجابات كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. أ. الإزاحة

ب. السرعة

ج. السرعة المتجهة (لأن «على طول الحافة

المستقيمة للمقعد» هو اتجاه)

د. المسافة

٢. (تذكر: إجمالي الزمن البالغ 0.4 s هو الزمن الذي

تستغرقه الموجات الصوتية لتنتقل مبتعدة، ومن

ثم تنعكس عائداً إلى سطح الماء).

المسافة:

$$s = v \times t$$

$$= 1500 \times 0.2$$

$$= 300 \text{ m}$$

٣. الزمن الذي تستغرقه الأرض لتدور حول الشمس

هو سنة واحدة:

$$t = 1 \times 365.25 \times 24 \times 60 \times 60$$

$$= 31\,557\,600 \text{ s}$$

المسافة المقطوعة = محيط المدار:

$$s = 2 \times \pi \times 1.5 \times 10^{11}$$

$$= 9.425 \times 10^{11} \text{ m}$$

بالتالي السرعة المتوسطة للأرض:

$$v = 29.9 \text{ km s}^{-1} \approx 30 \text{ km s}^{-1}$$

هذا هو متوسط السرعة للأرض لأنه لا يوجد

اتجاه محدد للحركة، كما أن السرعة المتجهة

للأرض تتغير باستمرار (لأن اتجاهها يتغير

باستمرار). ومع ذلك، فإن مقدار السرعة المتجهة

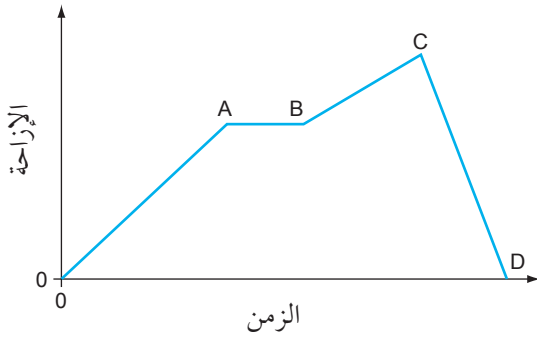
للأرض هو تقريباً سرعتها المتوسطة نفسها.

٤.

تتحرك الحافلة في الأقسام المنحدرة A و C و E بسرعة ثابتة، أما في القسمين B و D فإن الحافلة متوقفة لا تتحرك.

٥.

OA: سرعة ثابتة؛ AB: متوقف؛ BC: انخفاض في السرعة الثابتة؛ CD: العودة إلى البوابة مسرعاً بسرعة ثابتة.



يمثل القسم OA المشي بسرعة ثابتة لأن الخط له ميل ثابت وموجب. يمثل القسم AB التوقف لأن الميل يساوي صفر (الخط الموازي للمحور x). يمثل القسم BC المشي بسرعة أبطأ وثابتة لأن الخط له ميل ثابت وموجب لكنه أصغر من ميل الخط في القسم OA. يمثل القسم CD العودة بسرعة ثابتة إلى البوابة لأن ميل المنحنى سالب (يشير إلى السرعة في الاتجاه المعاكس والخط أكثر انحداراً، الأمر الذي يدل على سرعة أكبر).

٦. أ. السرعة = $\frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$

$$v = \frac{340}{4.0}$$

$$= 85 \text{ m s}^{-1}$$

ب. منحنى التمثيل البياني هو عبارة عن خط

مستقيم يمر في نقطة الأصل، مع ميل:

$$v = \frac{255 - 0}{3 - 0}$$

$$= 85 \text{ m s}^{-1}$$

٧. أ. منحنى التمثيل البياني عبارة عن خط مستقيم

يمر بنقطة الأصل خلال أول ثلاث ساعات،

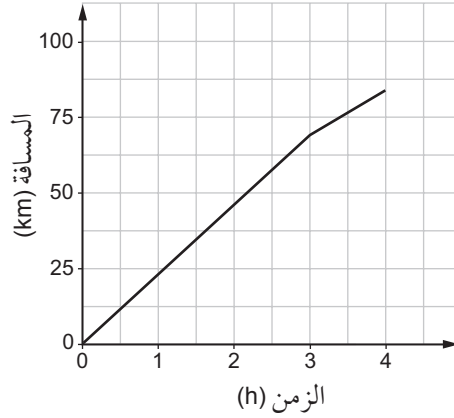
ثم يقل انحداره في الساعة الأخيرة.

ج. الزاوية بين جزأي الرحلة تساوي 90° ، لذا فإن الإزاحة الكاملة مُعطاة من خلال نظرية فيثاغورث.

$$s^2 = 3.0^2 + 4.0^2 = 25.0$$

$$s = 5.0 \text{ km، لذلك}$$

الزاوية: $\tan^{-1} \left(\frac{4.0}{3.0} \right) = 53^\circ$ شرق الشمال أو 37° شمال الشرق.



ب. السرعة = ميل منحنى التمثيل البياني خلال

أول ثلاث ساعات

الميل:

$$= \frac{(69 - 0)}{(3 - 0)}$$

سرعة السيارة:

$$v = 23 \text{ km h}^{-1}$$

ج. السرعة المتوسطة:

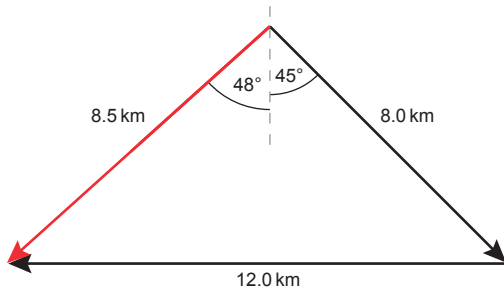
$$v = \frac{84}{4}$$

$$= 21 \text{ km h}^{-1}$$

أ. ٨. المسافة الكلية المقطوعة:

$$s = 3.0 + 4.0 = 7.0 \text{ km}$$

ب.



ب. 8.5 km: 48° غرب الجنوب.

١٠. يسبح السباح مباشرة (أي عمودياً باتجاه ضفة النهر)، وتتدفق مياه النهر بزاوية قائمة مع اتجاه سرعة السباح بالنسبة إلى سطح الماء. لذلك، يتم الحصول على مقدار محصلة السرعة المتجهة بالطريقة الهندسية:

$$v^2 = 2.0^2 + 0.80^2 = \sqrt{4.64}$$

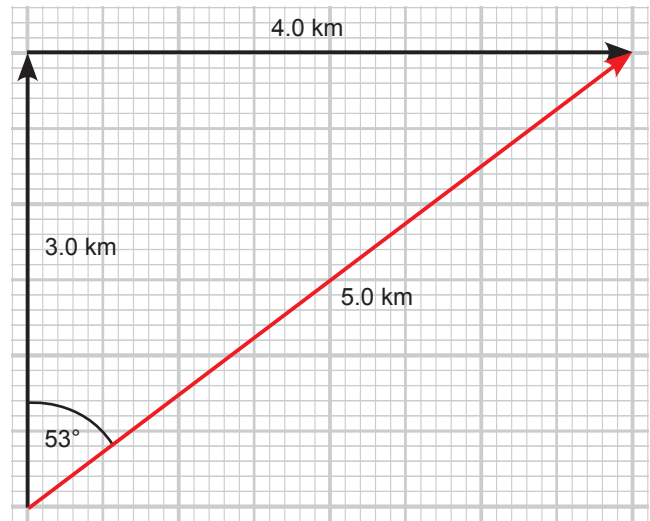
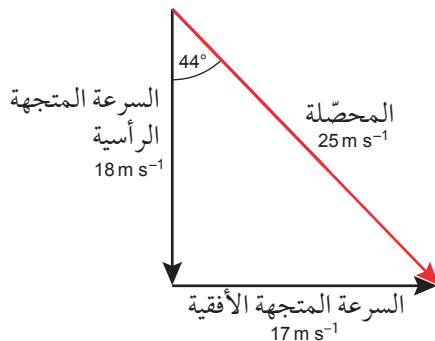
لذا مقدار السرعة المتجهة:

$$= \sqrt{4.64}$$

$$= 2.154 \approx 2.2 \text{ m s}^{-1}$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{0.80}{2.0} \right) \approx 22^\circ$$

أي بزاوية 68° مع ضفة النهر.



باستخدام قانون فيثاغورث:

$$v^2 = 5.0^2 + 5.0^2$$

$$v^2 = 50$$

$$v \approx 7.1 \text{ m s}^{-1}$$

باستخدام علم المثلثات:

$$\tan \theta = \frac{5.0}{5.0}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{5.0}{5.0} \right) = 45^\circ$$

45° غرب الشمال

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ

٢. ج

٣. أ. المسافة = السرعة × الزمن:

$$= \frac{120 \times 2.0}{60}$$

$$= 4.0 \text{ km}$$

ب. اتجاه حركة السيارة يتغير باستمرار، ومن

ثم، فإن سرعتها المتجهة تتغير باستمرار

أيضاً. وفي دورة واحدة، تكون إزاحتها صفراً،

لذا فإن سرعتها المتجهة المتوسطة تساوي

صفراً أيضاً. أما سرعتها المتوسطة فهي

$$\text{ثابتة } 120 \text{ km h}^{-1}$$

ج. المسافة المقطوعة في دقيقة واحدة = نصف

محيط المسار الدائري، أي 2.0 km. ولكن،

الإزاحة = قطر المسار. (الإزاحة هي قياس

خط مستقيم. دقيقة واحدة هي نصف دائرة،

لذا ستكون السيارة في منتصف المسار

الدائري. الخط المستقيم من البداية إلى هذه

النقطة هو قطر الدائرة).

قطر المسار الدائري:

$$= \frac{\text{المحيط}}{\pi} = \frac{4.0 \times 10^3}{\pi}$$

$$= 1273.9 \text{ m}$$

وبأخذ رقمين معنويين تكون الإجابة الصحيحة:

$$= 1300 \text{ m}$$

ب. بما أن للمثلث زاوية قائمة، فإنه يمكن

استخدام قانون فيثاغورث:

$$18^2 + v^2 = 25^2$$

$$v^2 = 625 - 324 = 301$$

$$v = 17 \text{ m s}^{-1}$$

ج. بما أن للمثلث زاوية قائمة، فإنه يمكن

استخدام علم المثلثات:

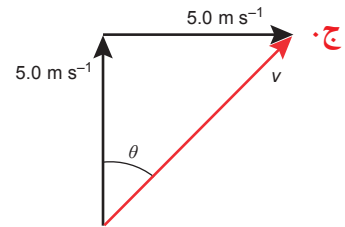
$$\cos \theta = \frac{18}{25}$$

$$\theta = \cos^{-1} \left(\frac{18}{25} \right) = 44^\circ$$

44° بالنسبة إلى الاتجاه الرأسي.

١٢. أ. 10 m s⁻¹ شمالاً

ب. 0 m s⁻¹



باستخدام قانون فيثاغورث:

$$v^2 = 5.0^2 + 5.0^2$$

$$v^2 = 50$$

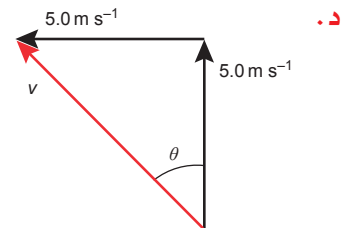
$$v \approx 7.1 \text{ m s}^{-1}$$

باستخدام علم المثلثات:

$$\tan \theta = \frac{5.0}{5.0}$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{5.0}{5.0} \right) = 45^\circ$$

45° شرق الشمال



٤. أ، ب. المسافة والإزاحة لهما المقدار نفسه.

بناءً على نظرية فيثاغورث،

$$s^2 = (600^2 + 800^2) \text{ m}^2 = 1000 \text{ 000 m}^2$$

$$s = \sqrt{1000 \text{ 000}} = 1000 \text{ m}$$

ولإيجاد اتجاه الإزاحة فإن الزاوية عند B:

$$\tan^{-1} \left(\frac{800}{600} \right) = 53^\circ$$

الإزاحة مقدارها 1000 m بزاوية 53° غرب الشمال.

ج. مقدار السرعة المتجهة المتوسطة للقارب:

$$\frac{\text{السرعة المتجهة المتوسطة}}{\text{الزمن الكلي}} = \frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$$

$$v = \frac{1000}{60}$$

$$= 17 \text{ (16.7) m s}^{-1}$$

بزاوية 53° غرب الشمال.

٥. أ. المسافة التي يقطعها الركّاب في السيارة:

$$= 0.25 \times 60 = 15 \text{ km}$$

المسافة الكلية التي يقطعها الركّاب:

$$= 2.2 + 15 = 17.2 \text{ km}$$

ب. بناءً على نظرية فيثاغورث، الإزاحة:

$$s = \sqrt{2.2^2 + 15^2} = 15.2 \text{ km} = 15 \text{ 200 m}$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{2.2}{15} \right)$$

الإزاحة مقدارها 15200 m بزاوية 8.3° شرق الشمال.

ج. مدة الانتقال بالمركب:

$$t_1 = \frac{2200}{2.0} = 1100 \text{ s}$$

المدة الكلية:

$$1100 + 900 = 2000 \text{ s}$$

د. السرعة المتوسطة = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$

$$s = \frac{17200}{2000}$$

$$= 8.6 \text{ m s}^{-1}$$

هـ. السرعة المتجهة المتوسطة = $\frac{\text{الإزاحة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$

$$s = \frac{15200}{2000}$$

$$= 7.6 \text{ m s}^{-1}$$

السرعة المتجهة المتوسطة مقدارها 7.6 m s⁻¹

بزاوية 8.3° شرق الشمال.

٦. محصلة السرعة المتجهة:

$$= \sqrt{1.0^2 + 2.4^2} = 2.6 \text{ m s}^{-1}$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{2.4}{1.0} \right) = 67^\circ \text{ مع اتجاه النهر.}$$

أي بزاوية 67° شمال الشرق.

٧. أ. أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية

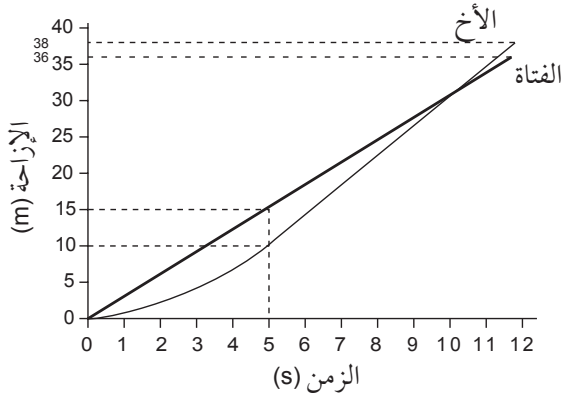
وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

ب. بعد أن يركض الرياضي دورة كاملة حول

المضمار، ومن ثم يعود إلى نقطة البداية

نفسها، تكون الإزاحة من الموضع الأصلي

صفرًا.



أ. خط مستقيم من (s = 0 m, t = 0 s) إلى

$$(s = 36 \text{ m}, t = 12 \text{ s})$$

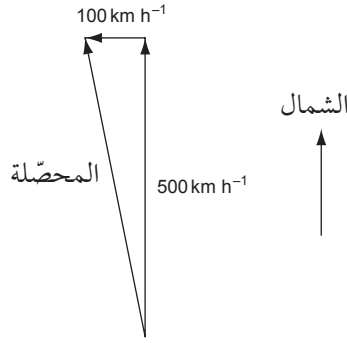
ب. منحنى قطع مكافئ من (s = 0 m, t = 0 s) إلى

$$(s = 10 \text{ m}, t = 5 \text{ s})$$

خط مستقيم من s = 10 m, t = 5 s إلى

$$s = 38 \text{ m}, t = 12 \text{ s}$$

ج. يلتقي المنحنيان البيانيان عند الزمن t = 10 s



مقدار محصلة السرعة المتجهة:

$$v = \sqrt{500^2 + 100^2}$$

$$v = 510 \text{ km h}^{-1}$$

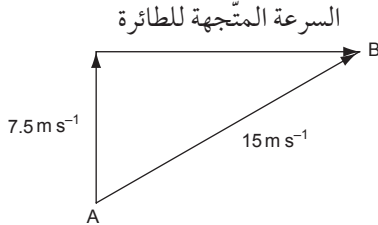
$$\tan^{-1}\left(\frac{100}{500}\right) = 11^\circ$$

الزاوية: 11° غرب الشمال

ج. $s = 0.25 \times 510 = 128 \approx 130 \text{ km}$ و 11° غرب الشمال.

١١. أ. عن طريق رسم مخطط صحيح للمتجهات.

السرعة المتجهة للطائرة في الهواء الساكن وفي الاتجاه الشرقي، أو القيام بعملية حسابية.



ب. الزمن من A إلى B:

$$t_1 = \frac{5000}{15} \approx 334 \text{ s}$$

الزمن من B إلى A:

$$t_2 = \frac{5000}{13.5} \approx 370 \text{ s}$$

الزمن الكلي: $t = 334 + 370$

$$t = 704 \text{ s}$$

السرعة المتوسطة:

$$v = \frac{2 \times 5000}{704} = 14 \text{ m s}^{-1}$$

٩. أ. بعد النقطة الرابعة وفي كل 0.10 s ، تقطع

الكرة الصغيرة مسافة ثابتة.

هنا ثلاثة أمثلة على ذلك:

$$60 - 36 = 24 \text{ cm}$$

$$84 - 60 = 24 \text{ cm}$$

$$108 - 84 = 24 \text{ cm}$$

$$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

$$v = \frac{24}{0.10}$$

$$= 240 \text{ cm s}^{-1}$$

ج. المسافة التي سقطتها الكرة عند 0.80 s :

$$= 108 + (2 \times 24)$$

$$= 156 \text{ cm}$$

د. قيمة عدم اليقين هي المسافة المقطوعة

خلال 0.0010 s :

$$= 240 \times 0.0010 = 0.24 \text{ cm}$$

تلاحظ أن أصغر تدرج لمقياس المسطرة

هو 2 cm ، وبالتالي فإن كل نقطة سوف تكون

ضبابية بنحو $\frac{1}{10}$ من تدرج المقياس. قد

تكون هذه الضبابية ملحوظة ولكن من الصعب رؤيتها.

١٠. أ. الكميات المتجهة لها اتجاه؛ أما الكميات

العددية فليس لها اتجاه.

مثال على الكمية المتجهة: السرعة المتجهة،

والتسارع، والإزاحة، والقوة.

مثال على الكمية العددية: السرعة، والزمن،

والكتلة، والضغط.

ب. يجب أن تكون المتجهات مرسومة بشكل

صحيح ومعنونة، كما يجب أن يكون المقياس

مذكوراً، وأبعاد المخطط كافية.

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ١-٢: حسابات السرعة

١. أ. $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \text{السرعة المتوسطة}$
 $v = \frac{4000}{125} = 32 \text{ m s}^{-1}$

ب. النسبة المئوية لعدم اليقين:
 $= \frac{1}{125} \times 100\% = \pm 0.8\%$

ج. $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \text{السرعة المتوسطة}$
 السرعة المتوسطة القصوى:
 $= \frac{4000}{124} = 32.258 \text{ m s}^{-1}$ أو 32.3 m s^{-1}

(ليس أكثر من 3 أرقام معنوية)

د. $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}} = \text{السرعة المتوسطة}$
 السرعة المتوسطة الدنيا:
 $= \frac{4000}{126} = 31.7 \text{ m s}^{-1}$
 مدى السرعة المتوسطة:

$= 32.3 - 31.7 = 0.6 \text{ m s}^{-1}$

قيمة عدم اليقين في السرعة المتوسطة:
 $= \frac{1}{2} \times 0.6 = \pm 0.3 \text{ m s}^{-1}$

النسبة المئوية لعدم اليقين في السرعة المتوسطة:

$= \frac{0.3}{32} \times 100\% = \pm 0.9\%$

(0.8% إذا لم يكن هناك من تقريب)

٢. أ. ١. السرعة:

$v = 300\,000\,000 \text{ m s}^{-1}$
 $= 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

٢. السرعة :

$v = 11 \text{ km s}^{-1} = 11\,000 \text{ m s}^{-1}$
 $= 1.1 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$

٣. السرعة :

$v = \frac{100}{10.41} = 9.6 \text{ m s}^{-1}$
 $= 9.6 \times 10^0 \text{ m s}^{-1}$ أو

٤. السرعة :

$v = \frac{5.0 \times 10^{-2}}{0.043 \times 10^{-6}} = 1.2 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$

٥. السرعة :

$v = \frac{1.07 \times 10^8}{3600} = 3.0 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$

٦. السرعة :

$v = \frac{150\,000}{(1.75 \times 3600)} = 2.4 \times 10^1 \text{ m s}^{-1}$

ب. [من الأبطأ] رياضي، شاحنة، مركبة فضائية، الأرض، جسيم ألفا، ضوء [إلى الأسرع].

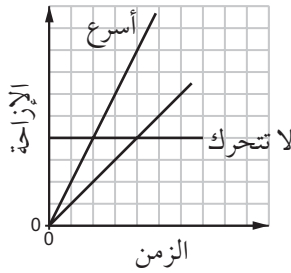
نشاط ٢-٢: قياس السرعة في المختبر

١. أ. من الصعب تحديد اللحظة التي تتجاوز فيها العربة نقطتي الانطلاق والتوقف؛ حيث ثمة تأخير في قياس الزمن (مدة رد الفعل) قبل الضغط على زر التحكم في إيقاف المؤقت وبدئه.

ب. الزمن المقاس أقصر، لذا سيمثل الخطأ قيمة أكبر بالنسبة إلى الزمن المقاس.

٢. أ. عندما تمر الحافة الأمامية لبطاقة القطع عبر البوابة الضوئية الأولى، فإنها تقطع الحزمة الضوئية ويبدأ المؤقت بالعد. عندما تمر الحافة نفسها عبر البوابة الضوئية الثانية، فإنها سوف تقطع الحزمة الضوئية الثانية ويتوقف المؤقت عن العد.

ب. الزمن الذي تستغرقه العربة للانتقال من البوابة الضوئية الأولى إلى الثانية.



ب، ج.

يمكن للخط الأفقي المستقيم أن يكون في أي مكان على التمثيل البياني.

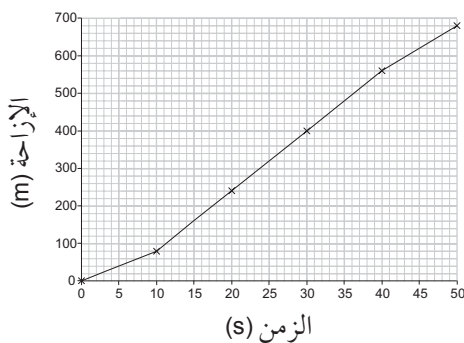
أ. 3. 600 m

ب. 25 s

ج. مقدار السرعة المتجهة = ميل منحنى التمثيل البياني

$$\frac{(800 - 0)}{(100 - 0)} = \text{الميل}$$

$$v = 8.0 \text{ m s}^{-1}$$



أ. 4.

ب. السرعة القصوى = ميل الجزء الأكثر انحداراً في منحنى التمثيل البياني.

السرعة = الميل:

$$= \frac{(80 - 560)}{(40 - 10)}$$

السرعة القصوى = 16 m s^{-1}

نشاط 2-4: جمع وطرح المتجهات

أ. 1. المسافة

ب. السرعة

ج. الكميات العددية: الكتلة، الكثافة، الطاقة

الكميات المتجهة: القوة، التسارع، الوزن.

ج. المسافة بين البوابتين الضوئيتين. استخدم

مسطرة / مسطرة مترية / شريط متري.

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

هـ. قد تتغير سرعة العربة أثناء تحركها بين

البوابتين الضوئيتين، وبالتالي فإن القيمة المحسوبة يمكن أن تكون سرعة متوسطة فقط.

أ. 3. النقاط متباعدة بمسافات متساوية شريط ورقي



ب. 0.02 s

ج. المسافة:

$$d = 12 \text{ cm} = 0.12 \text{ m}$$

الزمن:

(لاحظ أن هناك خمس فترات زمنية من

النقطة الأولى إلى السادسة).

$$t = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.1 \text{ s}$$

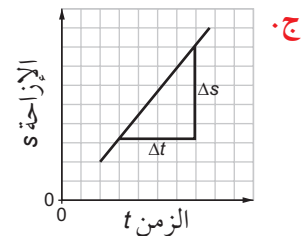
السرعة:

$$v = \frac{0.12}{0.1} = 1.2 \text{ m s}^{-1}$$

نشاط 2-3: التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن)

أ. 1. $\vec{s} = \text{الإزاحة}$; $t = \text{الزمن}$

ب. $\Delta \vec{s} = \text{التغير في الإزاحة}$; $\Delta t = \text{التغير في الزمن}$



ج.

أ. 2. منحنى التمثيل البياني خط مستقيم.

٢. أ. ستة مربّعات

ب. ثلاثة مربّعات

ج. باستخدام نظرية فيثاغورث:

$$s^2 = 6^2 + 3^2 = 45 \text{ cm}^2$$

$$\vec{s} = 6.7 \text{ cm}$$

باستخدام علم المثلثات:

$$\tan \theta = \frac{3.0}{6.0}$$

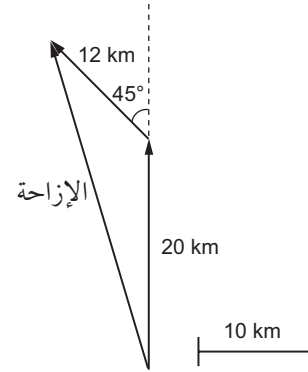
$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{3.0}{6.0} \right) = 27^\circ$$

27° بالنسبة إلى الأفقي.

د. 12 cm (تقريباً)؛ باستخدام قطعة خيط.

٣. أ. 20 + 12 = 32 km

ب.



مقياس الرسم: كل 1.5 cm يساوي 10 km

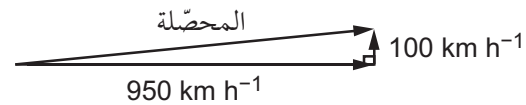
اتجاه المحصلة 16 باتجاه غرب الشمال.

ج. 29.7 km

٤. أ. 950 - 100 = 850 km h⁻¹

ب. 950 + 100 = 1050 km h⁻¹

ج. ١.



٢. باستخدام نظرية فيثاغورث نحسب

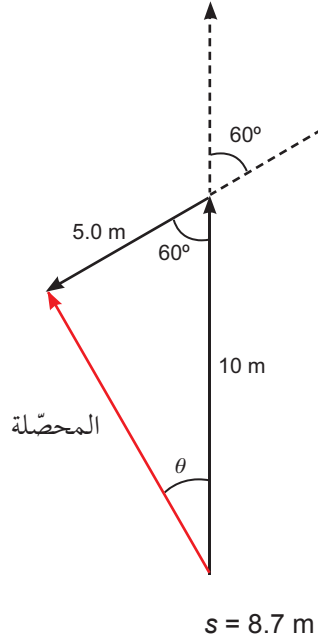
السرعة:

$$v^2 = 950^2 + 100^2 = 912\,500$$

السرعة:

$$v = 955 \text{ km h}^{-1}$$

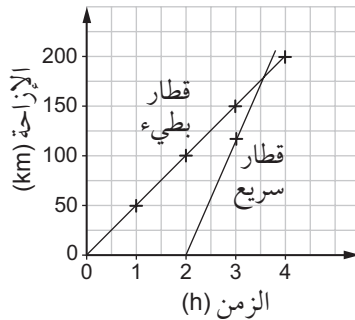
٥. مع مقياس رسم معيّن:



(مع زاوية 30° غرب الشمال)

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.



ب. الزمن الذي سيلحق فيه القطار السريع بقطار

البضائع هو عندما يلتقيان، أي في الزمن

3.43 h على المحور الزمني للتمثيل البياني،

وهي النقطة التي يتقاطع فيها الخطان على

التمثيل البياني، أي بعد 1.43 ساعة من انطلاقه.

٢. أ. 3.0 h

ب. 70 km

٣. أ. الكمية العددية لها مقدار فقط؛ الكمية

المتجهة لها مقدار واتجاه.

ب. الإزاحة: أقصر مسافة من نقطة البداية إلى

نقطة النهاية وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

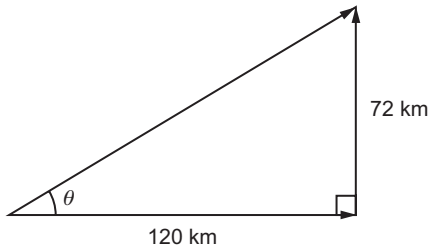
ج. المسافة = السرعة × الزمن

المسافة 1:

$$= 80 \times 1.5 = 120 \text{ km}$$

المسافة 2:

$$= 90 \times 0.8 = 72 \text{ km}$$



د.

هـ. باستخدام مخطط المقياس: 140 km

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{72}{120} \right) = 31^\circ$$

مع زاوية $\theta = 31^\circ$ شمال الشرق.

$$\text{السرعة المتوسطة} = \frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$$

$$v = \frac{70}{3.0} = 23 \text{ km h}^{-1}$$

$$= 6.5 \text{ m s}^{-1}$$

د. تكون أكبر سرعة (السرعة القصوى) عندما

يكون خط المنحنى على التمثيل البياني

هو الأكثر انحداراً (الجزء ذو الميل الأكثر انحداراً).

خط منحنى التمثيل البياني الأكثر انحداراً هو

بين 0.8 ساعة و 1.3 ساعة.

الميل:

$$= \frac{(45 - 20)}{(1.3 - 0.8)}$$

$$50 \text{ km h}^{-1} = \text{السرعة القصوى}$$

هـ. 0.5 h

و. 25 km