

الوحدة الثانية

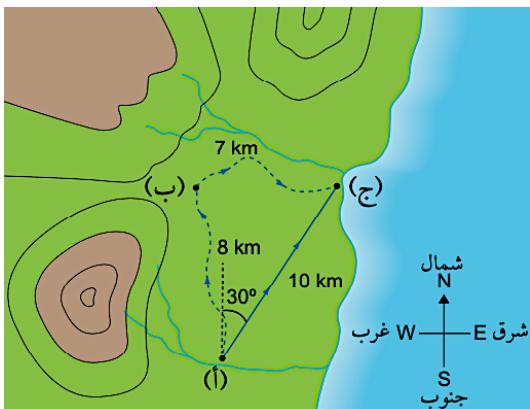
السرعة والسرعة المتجهة

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 كميتان فيزيائيان وهما:



1. **المسافة المقطوعة (d):** وهي في الشكل المقابل تساوي (15 km) تقريباً.
2. **الإزاحة (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 الرأسى.

أما المسافة فهي كمية عددية فيكفي لتحديد مقدارها فقط.

٢-٢ السرعة والسرعة المتجهة

- درست السرعة العددية (٧) 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 الكلـي.

$$s = 1.5 \times 10^8 \times 10^3 = 1.5 \times 10^{11} \text{ m} \quad .(150\,000\,000 \text{ km})$$

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

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

- ولأن السرعة المتجهة (٧) 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

ج. زحف حلزون بسرعة مقدارها (2 mm s^{-1}) على طول الحافة المستقيمة للمقعد.

د. بلغت مسافة رحلة الذهاب والإياب لمندوب مبيعات (420 km).

١) حدد العبارات أدناه التي تعبر عن كل من: السرعة، السرعة المتجهة، المسافة، الإزاحة. (انظر إلى تعريفات هذه الكميات).

أ. أبحرت سفينة مسافة (200 km) إلى الجنوب الغربي.

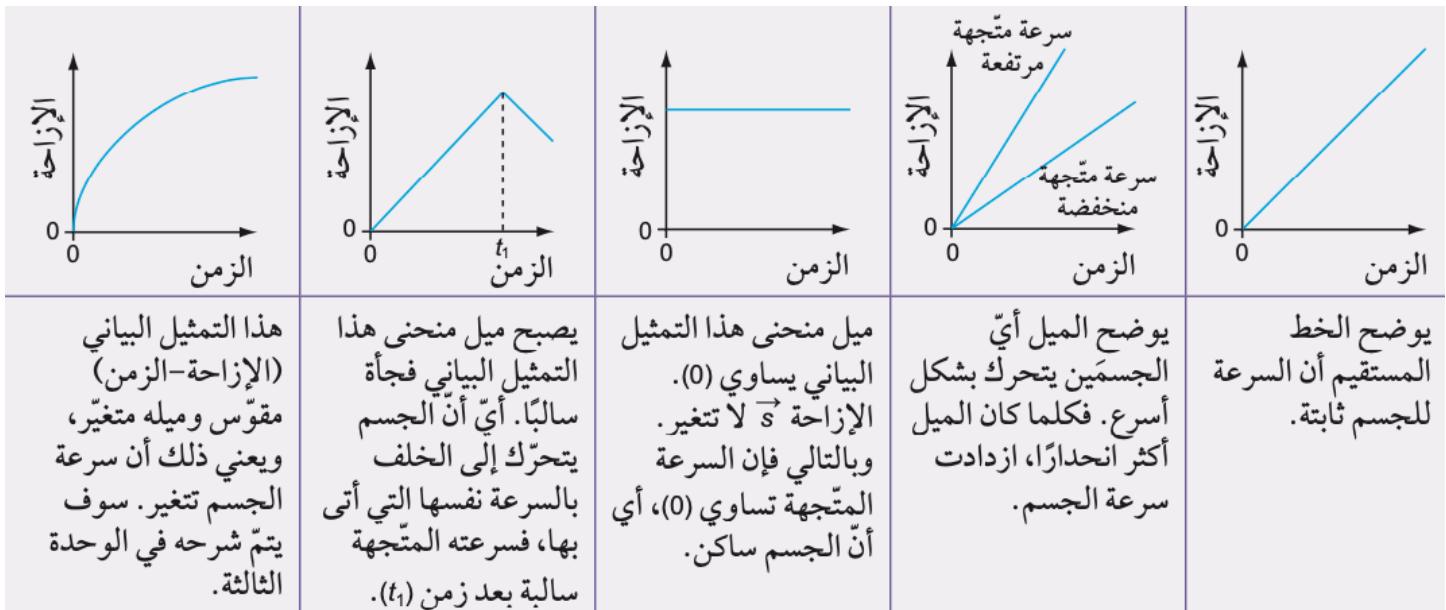
ب. كان مقدار سرعتي المتوسطة (7 km h^{-1}) خلال سباق الماراثون.

أسئلة

٣) تستغرق الأرض سنة واحدة لدور حول الشمس على مسافة ($1.5 \times 10^{11} \text{ m}$). احسب سرعتها. اشرح السبب في أن هذه السرعة هي السرعة المتوسطة للأرض وليس سرعتها المتجهة.

٤) 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}).

٣-٢ التمثيل البياني (الإزاحة - الزمن)

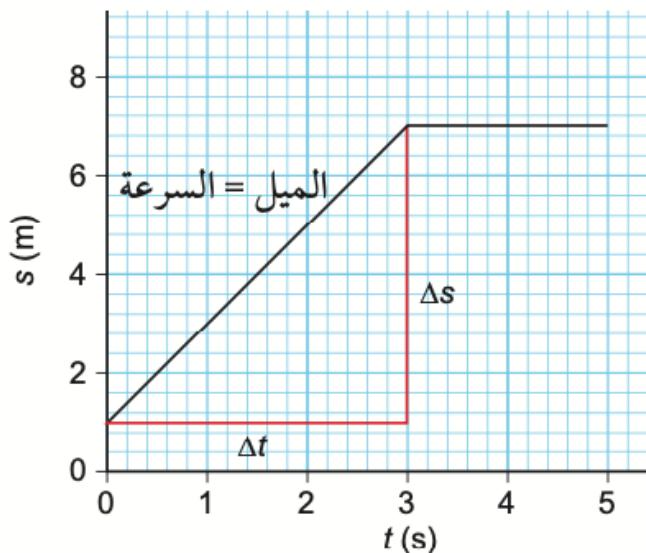


تعليقات على هذا التمثيل البياني:

1. ميل المنحنى يساوي السرعة المتجهة للجسم، فقد يكون موجها 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)

تلحظ من جدول البيانات المقابل أن مقدار الإزاحة يزداد من (7.0 m) إلى (1.0 m) (0 s) إلى (3.0 s) بشكل منتظم خلال الثواني الثلاثة الأولى، ثم يتوقف لمدة ثانية.



التمثيل البياني المقابل يمثل البيانات الموضحة في الجدول.

سرعة الجسم خلال الفترة الزمنية (0 - 3 s)

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

إذاً: السرعة المتجهة هي (2.0 m s⁻¹) في الاتجاه الموجب.

أسئلة

السرعة (مرحلة تمهيدية في سباقات السيارات لتجربة المضمار).

أ. حدد سرعة السيارة من الجدول ٣-٢.

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

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

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

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

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

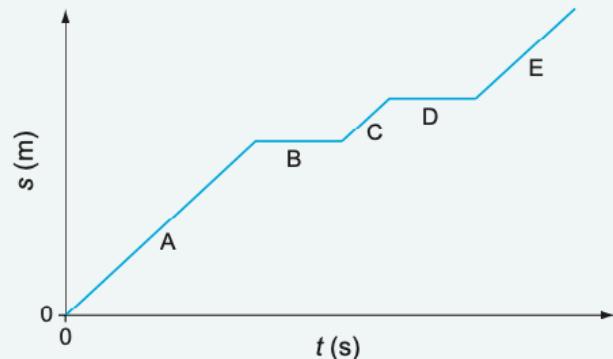
ب. استنتج من التمثيل البياني سرعة السيارة بوحدة km h^{-1} خلال الساعات الثلاث الأولى من الرحلة.

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

	4	3	2	1	0	t (h)
	84	69	46	23	0	d (km)

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

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



الشكل ٤-٢ 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. يصهل الحصان، فتجري عائداً إلى البوابة بسرعة ثابتة. اشرح كيف يرتبط كل جزء من المسار بجزء من منحنى التمثيل البياني الذي ترسمه.

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

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 ٦-٢ طرح المتجهات ٥-٢ جمع السرعات المتجهة

حساب محصلة المتجهات

- عندما يطلب منك حساب المحصلة لكميات متجهة فعليك حساب مقدار تلك المحصلة وتحديد اتجاهها.
- يمكنك جمع وطرح الكميات المتجهة بطريقتين: حسابياً، وبيانياً.
- جمع وطرح المتجهات حسابياً يكون باستخدام القوانين.
- جمع وطرح المتجهات بيانياً، ويكون كما يلي:
 - تمثل الكمية المتجهة (الإزاحة مثلاً) بـ سهم حيث يكون:
 - طول السهم مثلاً مقدار الكمية المتجهة.
 - ورأس السهم هو اتجاهها.
 - لا بد من استخدام مسطرة لتحديد المقدار ومنقلة لتحديد الاتجاه.
 - كذلك يجب أن تلتزم بمقاييس رسم واحد. فمثلاً لتمثيل قوة N 50 ترسم سهماً طوله 5 cm ولتمثيل قوة N 30 على نفس التمثيل البياني ترسم سهماً طوله 3 cm.

جمع المتجهات (حسابياً وبيانياً)

هناك طريقتان للجمع البياني:

1. طريقة الشكل المغلق:

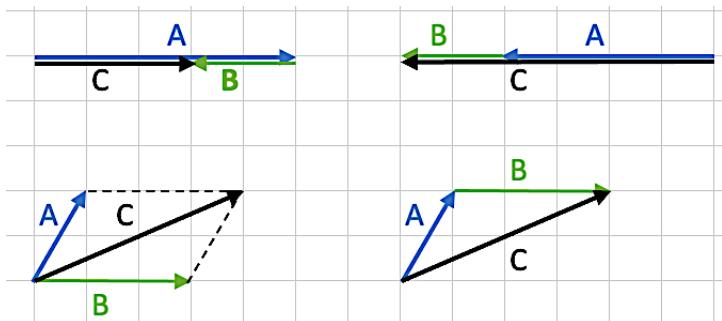
- أ. نرتب المتجهين رأساً لذيل (أي يبدأ المتجه الثاني عند رأس الأول).
- ب. وستكون المحصلة هي المتجه الذي يغلق الشكل (أي يبدأ عند أول ذيل وينتهي عند آخر رأس).
- ملحوظة: هذه الطريقة أيضاً تتبع عند جمع أكثر من متجهين، والمحصلة هي المتجه الذي يغلق الشكل، حيث يبدأ عند ذيل الأول وينتهي عند رأس الأخير.

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 شرقاً ثم توقف ليكمل سائق آخر الرحلة في نفس الاتجاهقطع مسافة 20 km؟ احسب المسافة المقطوعة ومحصلة الإزاحة للسيارة؟
- المسافة المقطوعة: $50 + 20 = 70 \text{ km}$

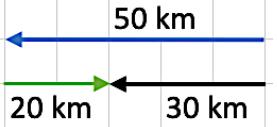
إيجاد محصلة الإزاحة بيانياً	إيجاد محصلة الإزاحة حسابياً
 <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km}$</p> <p>المحصلة: شرقاً 70 km</p>	<p>شرقاً $50 + 20 = 70 \text{ km}$</p> <p>لاحظ: في هذه الحالة مقدار الإزاحة يساوي المسافة الكلية التي قطعها السيارة.</p>

- 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 N 70 وقام سعيد بدفعها في نفس الاتجاه بقوة N 50 وقام عمر بدفعها أيضاً في نفس الاتجاه بقوة N 30. احسب محصلة القوى المؤثرة على تلك الخزانة بيانياً.

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

- 3 - مثال على جمع متجهين يشير كل منها إلى عكس اتجاه الآخر: انطلق سائق بشاحنة في خط مستقيم لمسافة 50 km غرباً ثم توقف ليعود إلى حيث كان قطع بالشاحنة مسافة 20 km ثم تعطلت الشاحنة؟ احسب المسافة المقطوعة ومحصلة الإزاحة للسيارة؟

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

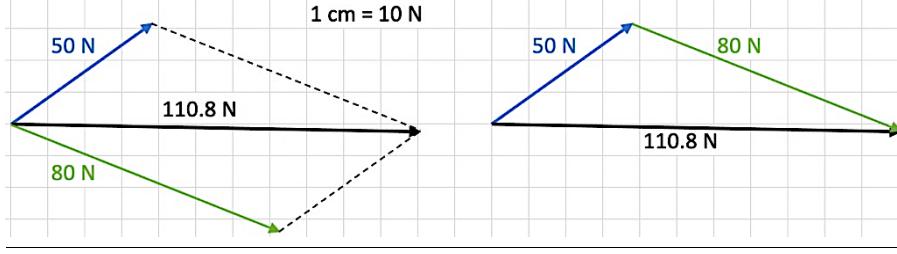
إيجاد محصلة الإزاحة بيانياً	إيجاد محصلة الإزاحة حسابياً
 <p>مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km}$</p> <p>المحصلة: غرباً 30 km</p>	<p>غرباً $50 + (-20) = 30 \text{ km}$</p> <p>بفرض أن الغرب هو الاتجاه الموجب:</p> <p>تبينه: لأن الغرب هو الاتجاه الموجب أخذت الـ 20 إشارة سالبة عند الجمع، ولأن الناتج 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؟

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

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

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

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

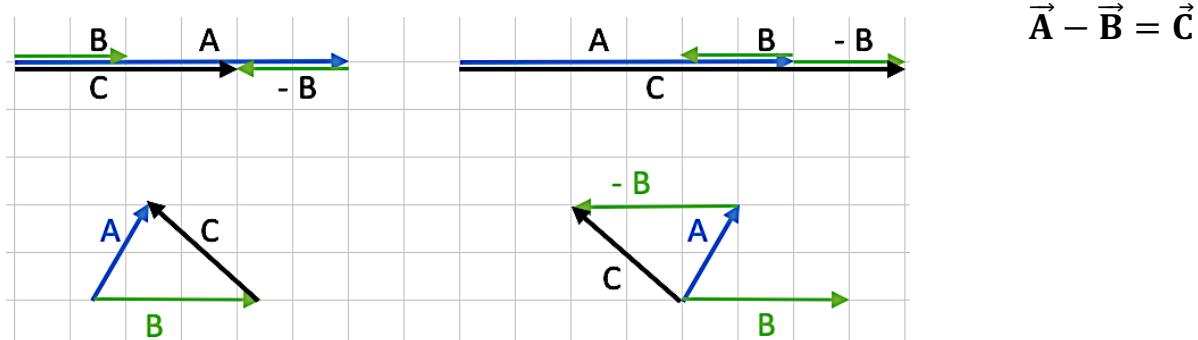
طرح المتجهات (حسابياً وبيانياً)

طريقة المثلث المغلق:

- نرتب المتجهين رأساً لذيل (أي يبدأ المتجه الثاني عند رأس الأول).
- ننسى متجهاً ثالثاً يمثل سالب المتجه المطرود، (بنفس المقدار، ولكن في عكس الاتجاه).
- وستكون المحصلة هي المتجه الذي يبدأ عند أول ذيل وينتهي عند رأس المتجه السالب.

طريقة أسهل:

- بدلًا 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 الموجدة في الشكل المقابل:

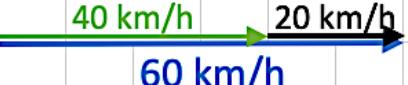


أمثلة على الطرح البياني للمتجهات:

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

إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانياً	إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسابياً
 مقياس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$ الإجابة: شرقاً	<p>بفرض أن الشرق هو الاتجاه الموجب: شرقاً $60 - 40 = 20 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>تبينه: لأن الناتج موجب تأكيناً أن الناتج باتجاه الشرق.</p>

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

إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا	إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسابيا
 <p>مقاييس 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> $40 - 60 = -20 \text{ km h}^{-1}$ <p>إذاً: الناتج هو 20 km h^{-1} وباتجاه الغرب.</p> <p>تبنيه: لأن الناتج سالب عرفنا أنه باتجاه الغرب</p>

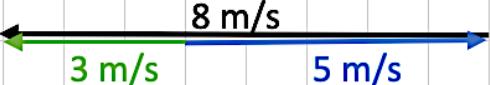
8 - مثال على طرح متوجهين يشير كل منها إلى عكس اتجاه الآخر: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بحذادة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} باتجاه الغرب. احسب السرعة المتجهة للسيارة بالنسبة لراكب القطار.

إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا	إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسابيا
 <p>مقاييس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: شرقا 100 km h^{-1}</p>	<p>بفرض أن الشرق هو الاتجاه الموجب:</p> $40 - (-60) = 100 \text{ km h}^{-1}$ <p>تبنيه: لأن الشرق هو الاتجاه الموجب أخذت ال 60 إشارة سالبة عند الطرح، ولأن الناتج موجب تأكيناً أن الناتج باتجاه الشرق.</p>

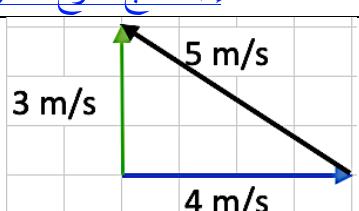
9 - مثال آخر على طرح متوجهين يشير كل منها إلى عكس اتجاه الآخر: سيارة تسير باتجاه الشرق في خط مستقيم بسرعة 40 km h^{-1} بحذادة قطار يتحرك بسرعة 60 km h^{-1} باتجاه الغرب. احسب السرعة المتجهة للقطار بالنسبة لراكب السيارة.

إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة بيانيا	إيجاد ناتج طرح السرعة المتجهة حسابيا
 <p>مقاييس الرسم: $1 \text{ cm} = 10 \text{ km h}^{-1}$</p> <p>الإجابة: غربا 100 km h^{-1}</p>	<p>بفرض أن الغرب هو الاتجاه الموجب:</p> $60 - (-40) = 100 \text{ km h}^{-1}$ <p>تبنيه: لأن الغرب هو الاتجاه الموجب أخذت ال 40 إشارة سالبة عند الطرح، ولأن الناتج موجب تأكيناً أن الناتج باتجاه الغرب.</p>

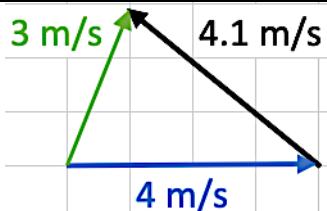
١ - مثال ثالث على طرح متجهين يشير كل منها إلى عكس اتجاه الآخر: اصطدمت كرة كانت متوجهة يمينا بسرعة 5 m s^{-1} بالجدار فارتدت بسرعة 3 m s^{-1} . احسب التغير في سرعتها المتوجهة.

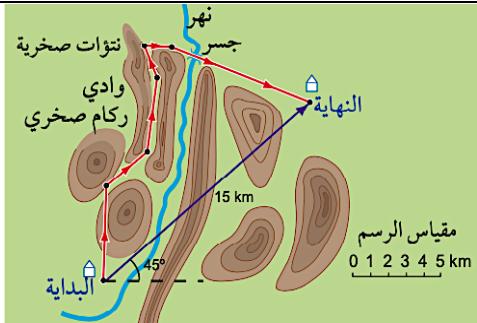
إيجاد ناتج طرح السرعة المتوجهة بيانيا	إيجاد ناتج طرح السرعة المتوجهة حسابيا
 <p>مقاييس الرسم: $1 \text{ cm} = 1 \text{ m s}^{-1}$</p> <p>الإجابة: يسارا 8 m s^{-1}</p>	<p>بفرض أن اليسار هو الاتجاه الموجب:</p> $8 - (-5) = 8 \text{ m s}^{-1}$ <p>تبنيه: لأن اليسار هو الاتجاه الموجب أخذت ال 5 إشارة سالبة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

١ - مثال على طرح متجهين متعامدين: اصطدمت كرة كانت متوجهة يمينا بسرعة 4 m s^{-1} بكرة أخرى فانحرفت باتجاه الشمال بسرعة 3 m s^{-1} . احسب التغير في سرعتها المتوجهة.

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

٢ - مثال على طرح متجهين بينهما زاوية: اصطدمت كرة كانت متوجهة يمينا بسرعة 4 m s^{-1} بكرة أخرى فانحرفت بزاوية 70° شمال الغرب وبسرعة 3 m s^{-1} . احسب التغير في سرعتها المتوجهة.

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

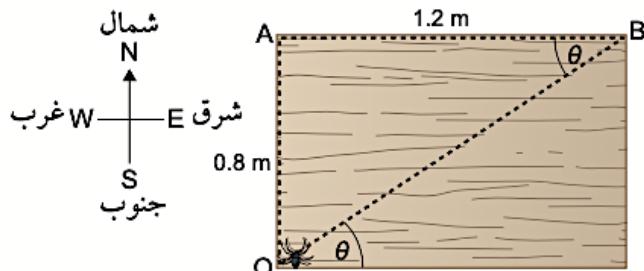
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{0.8}{1.2}\right) \approx 34^\circ$$

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

أمثلة

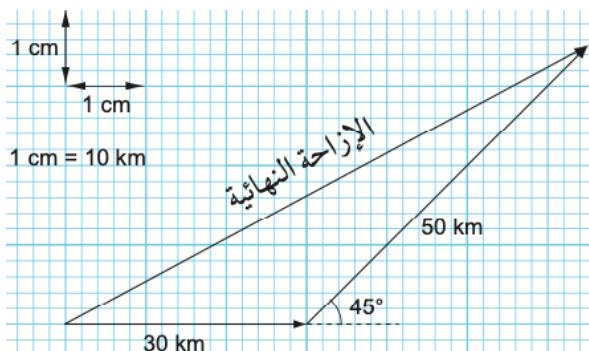
٣. يتحرك عنكبوت على طول جانب طاولة (الشكل ٦-٢).

احسب الإزاحة النهائية له.



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

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



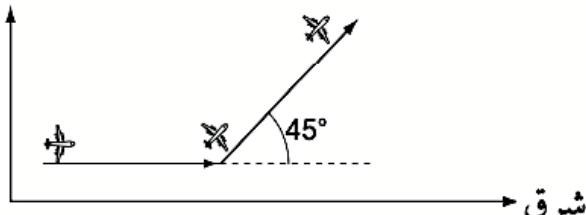
في السؤال السابق يمكننا حساب **مقدار الإزاحة** عن طريق قاعدة جيب التمام أيضاً، وذلك كما يلي:

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

حيث (135) هي الزاوية المقابلة للضلع المراد حسابه.

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

شمال



الشكل ٧-٢ رحلة الطائرة.

أسئلة

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

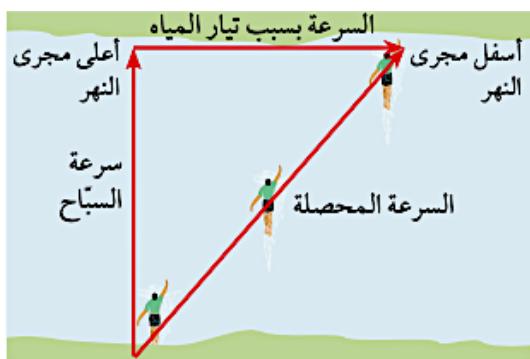
أ. ارسم مخططاً متوجهاً يوضح مساره. استخدم مخططاً بيانيًا خاصاً بك لإيجاد الإزاحة الكلية.
تذكّر أن تعطي مقاييس رسم لمخططك، وأن تضمن إجابتك اتجاه الإزاحة الكلية ومقدارها.

ب. احسب الإزاحة المحسّلة باستخدام قاعدة جيب التمام. بين عملك بوضوح.

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

أ. احسب المسافة الكلية التي قطعتها بالكميّات.
ب. اعمل مخططاً بمقاييس رسم لمسار سيرك، واستخدمه لإيجاد إزاحتك النهائية. تذكّر أن تضمن إجابتك كلاً من مقدار الإزاحة واتجاهها.

ج. تحقق من إجابتك في الجزء (ب) بحساب الإزاحة.

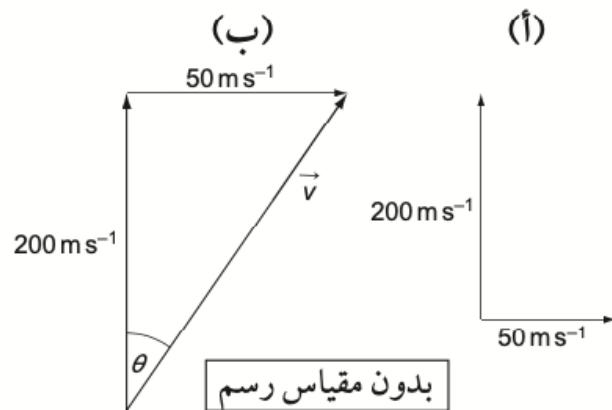


تخيل أن الشخص في الشكل المقابل يسبح بسرعة 2 m s^{-1} باتجاه الشمال في نهر تتحرك مياهه بسرعة 1.5 m s^{-1} باتجاه الشرق.

لحساب السرعة المحسّلة لهذا الشخص:

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

$$\text{الاتجاه: } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{1.5}{2} \right) \approx 53^\circ \text{ شرق الشمال}$$



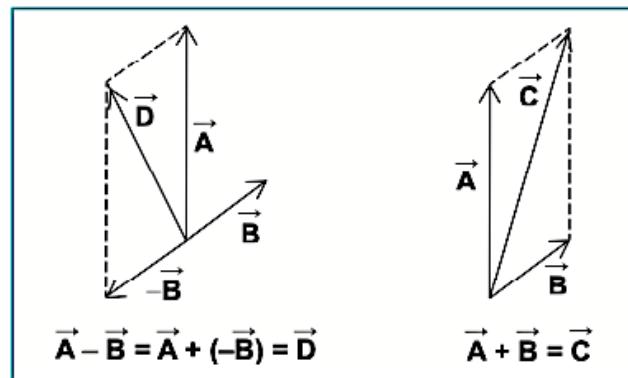
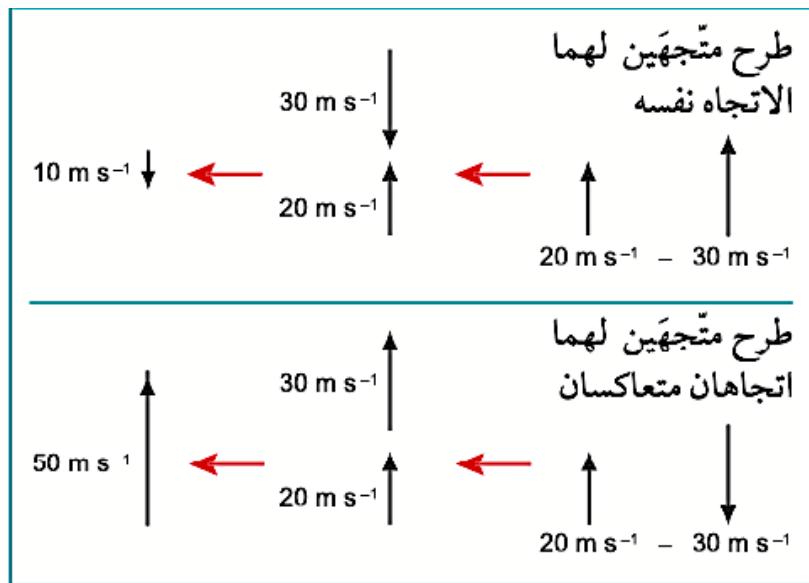
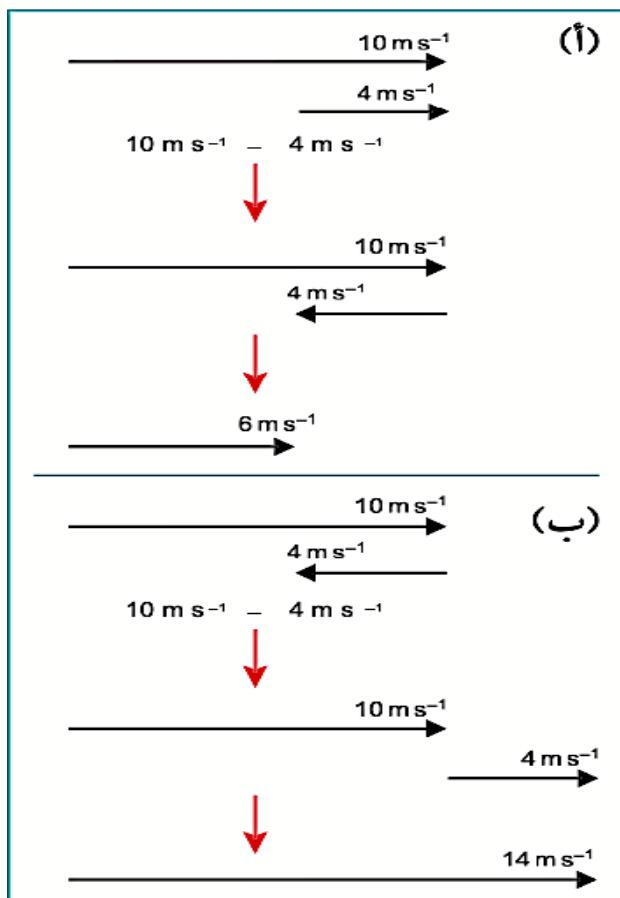
مثال

٥. تطير طائرة باتجاه الشمال بسرعة متوجّهة (200 m s^{-1}). وتهبّ في الوقت نفسه رياح جانبية سرعتها (50 m s^{-1}) باتجاه الشرق. ما محسّلة السرعة المتوجّهة للطائرة (أعطِ المقدار والاتجاه)؟
السرعتان المتوجّهتان متعامدّتان. يكفي رسم مخطّط واستخدام نظرية فيثاغورث لحلّ السؤال.

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

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

أمثلة من كتاب الطالب على طرح المتجهات بيانيا



سؤال

- ج. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الغرب.
 د. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشرق.
 (يمكنك رسم مقاييس أو إجراء عملية حسابية، ولكن تذكر أن تضمن إجابتكم الاتجاه والمقدار).

- ١٢ سرعة متجهة مقدارها (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشمال. اطرح من هذه السرعة المتجهة سرعة متجهة أخرى مقدارها:
 أ. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الجنوب.
 ب. (5.0 m s^{-1}) باتجاه الشمال.

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

تُعرف السرعة المتوسطة من خلال المعادلة الآتية:

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

تُعرف السرعة المتجهة من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{السرعة المتجهة} = \frac{\text{التغير في الإزاحة}}{\text{الזמן المستغرق}}$$

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

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

المسافة والسرعة والكتلة والزمن كميات عدديّة. الكمّيّة العدديّة لها مقدار فقط.

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

يمكن الجمع بين متجهين من خلال جمع أحد هما إلى المتجه الآخر لإيجاد مجموعهما. 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

Speed and Velocity

أهداف الوحدة

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

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

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

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

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

الأنشطة

نشاط ١-٢ حسابات السرعة

ستساعدك هذه الأسئلة على مراجعة الحسابات التي تتضمن السرعة والمسافة والزمن. سوف تتدرب أيضاً على تحويل الوحدات القياسية. الوحدة المستخدمة في النظام الدولي للوحدات (SI) لقياس الزمن هي الثانية s. لذا من الأفضل لك استخدام الثنائي 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 كميّتين أو أكثر، يمكن إيجاد النسبة المئوية لعدم اليقين في النتيجة النهائية من خلال جمع النسبة المئوية لعدم اليقين في كل من الكمّيات معاً.

هذا يعني أن إجابتوك 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) إلّا أن قياس الزمن لم يكن دقيقاً وقيمة عدم اليقين في الزمن هو ($s \pm 1$)، وعدم اليقين في قياس المسافة مهمٌ.

أ. احسب السرعة المتوسطة للقطار.

.....
.....

ب. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس الزمن.

.....
.....

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

.....
.....

د. بحساب الحد الأدنى لقيمة السرعة المتوسطة وباستخدام إجابتوك 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). عُبر عن إجابتوك 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. تتحرّك مركبة فضائية متوجهة 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. ربّ الأجيام 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، وتتدرّب على تحليل البيانات.

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

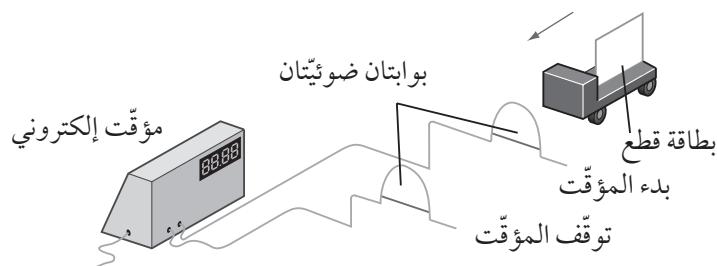
أ. اشرح سبب صعوبة الحصول على قياس مضبوط للزمن بهذه الطريقة.

.....
.....

ب. اشرح سبب احتمال صعوبة الحصول على قياس مضبوط أكبر إذا كانت العربية تتحرّك بسرعة أكبر.

.....
.....

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



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

أ. اشرح ما يحدث عندما تمرّ العربة عبر البوابتين الصوتيتين.

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

ب. قُم بتنمية الكمية المعروضة على شاشة المؤقت.

.....
.....

ج. ما القياس الآخر الذي يجب إجراؤه لتحديد سرعة العربة؟ صُفْ كيف ستُجري هذا القياس.

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

د. اشرح كيف ستحسب سرعة العربة من هذين القياسين.

.....
.....

هـ. اشرح سبب إعطاء هذه الطريقة السرعة المتوسطة للعربة.

.....
.....

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

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

مهم

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

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

جـ. 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 ٢-٣ 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).

١ـ. يتم تعريف السرعة المتجهة من خلال المعادلة الآتية:

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

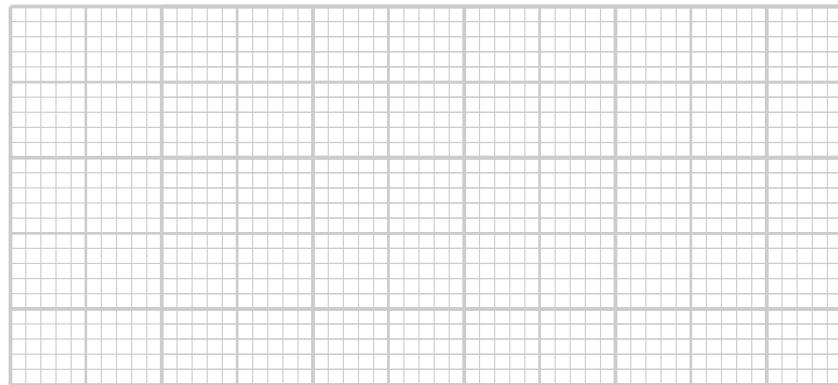
أـ. اذكر ما يمثله الرمزان (\vec{s}) و (t).

بـ. اذكر ما يمثله الرمزان ($\Delta \vec{s}$) و (Δt).

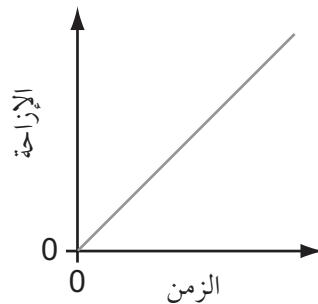
مهم

تذكّر تسمية محاور التمثيل البياني بالكميات الصحيحة.

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



٢. التمثيل البياني الآتي يعبر عن حركة سيارة:



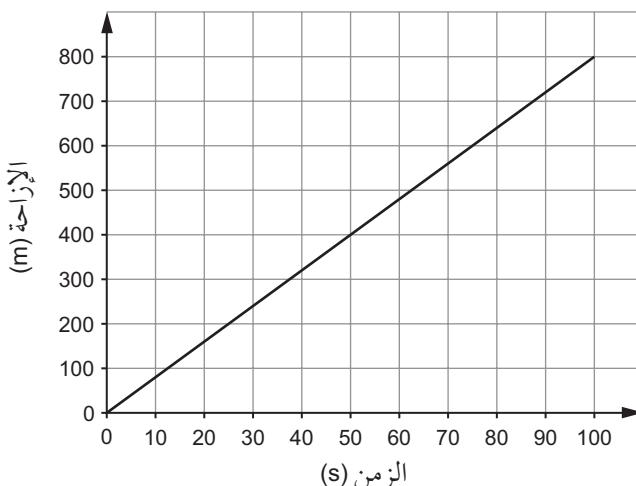
الشكل ٢-٢: للسؤال ٢. التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لسيارة متحركة.

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

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

ج. أضف إلى التمثيل البياني الذي رسمته خطًا ثالثًا يمثل حركة سيارة لا تحرّك. عنون الخط الثالث بـ «لا تحرّك».

٣. يمثل التمثيل البياني في الشكل ٣-٢ حركة عدّاء في سباق على طريق طویل ومستقيم.



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

استخدم التمثيل البياني لاستنتاج:

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

.....
.....

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

.....
.....

ج. مقدار السرعة المتجهة للعدّاء.

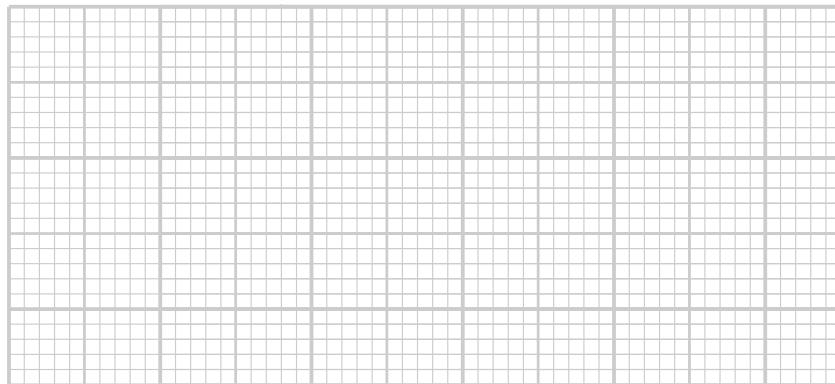
.....
.....

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

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

الجدول ٢-١: بيانات لرحلة راكب درّاجة.

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



ب. استخرج 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. حدد ما إذا كانت كل من الكميات الآتية كمية عددية أم كمية متجهة:
(الكتلة، القوة، التسارع، الكثافة، الطاقة، الوزن).

.....
.....

مصطلحات علمية

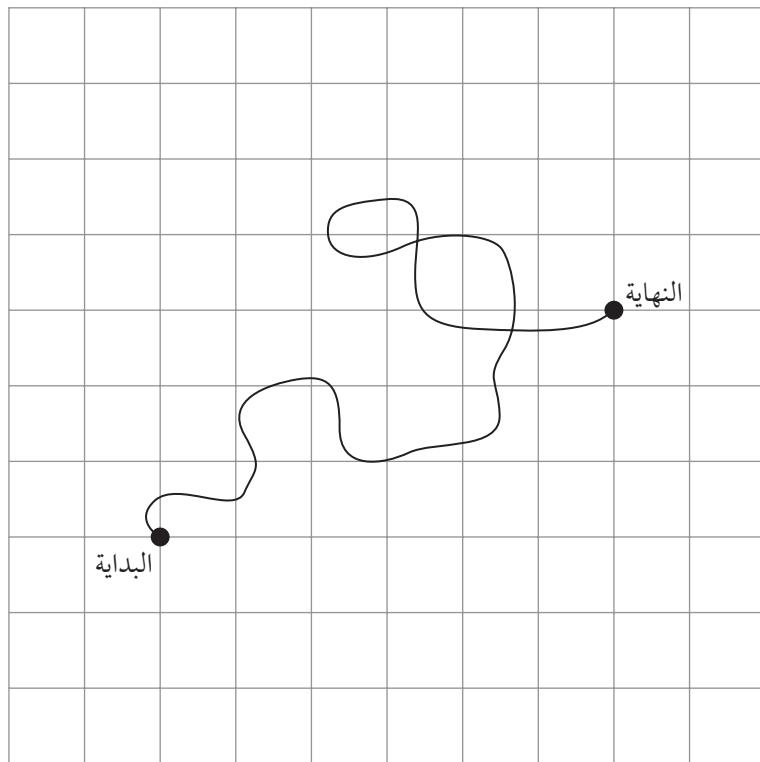
الكمية العددية

Scalar quantity: كمية تحدد بالمقدار فقط.

الكمية المتجهة

Vector quantity: كمية تحدد بالمقدار والاتجاه.

- .٢. يُظهر الرسم في الشكل ٢-٤ قطعة من الورق المرّبع. يبلغ قياس كل مربع $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$). يُظهر الشكل مسار حركة عنكبوت تحرّك على الورقة لبرهة قصيرة:



الشكل ٢-٤: للسؤال ٢. حركة العنكبوت.

- أ. كم يبلغ عدد المربعات التي تحرّك فيها العنكبوت باتّجاه اليمين، من البداية إلى النهاية؟
-

- ب. كم يبلغ عدد المربعات التي تحرّك فيها العنكبوت باتّجاه أعلى الورقة؟
-

- ج. احسب إزاحة العنكبوت من البداية إلى النهاية. تأكّد من كتابة المسافة بوحدة cm وزاوية إزاحته بالنسبة إلى الاتّجاه الأفقي.
-
-
-

د. قم بتقدير المسافة التي قطعها العنکبوت. صف طريقتك.

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

٣. يُبحِر يخت مسافة (20 km) شمَالاً، ثم ينعطِف بزاوية 45° نحو الغرب ويقطع مسافة (12 km) إضافية.

أ. احسب المسافة التي قطعها اليخت بوحدة km.

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

ب. ارسم مخططاً، ذا مقاييس رسم معين، لرحلة اليخت. مع توضيح مقاييس الرسم الذي استخدمته.

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

ج. حدد، بمقاييس الرسم التخطيطي، محصلة إزاحة اليخت.

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

٤. تطير طائرة ركاب نفاثة 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 يؤدّي 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:

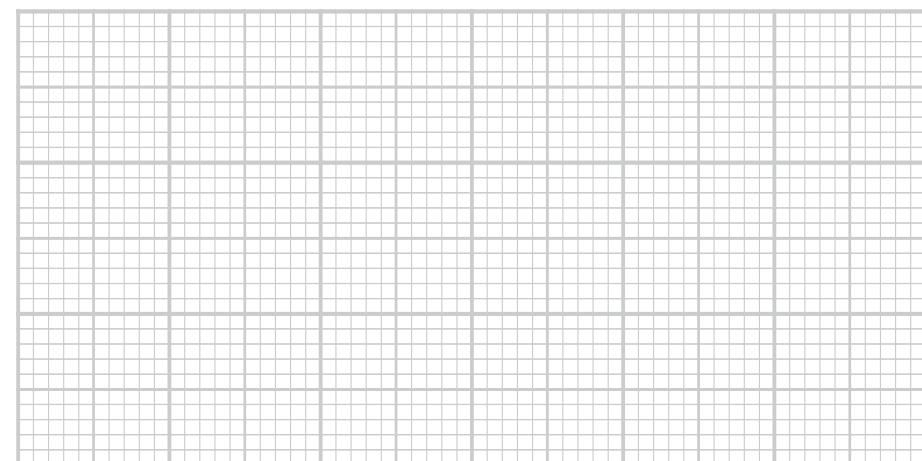
١. ارسم رسمًا تخطيطيًّا لإظهار كيفية جمع هاتين السرعتين المتجهتين معًا لإعطاء السرعة المتجهة المحسّلة للطائرة.

٢. احسب سرعة الطائرة بالنسبة إلى سطح الأرض.

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

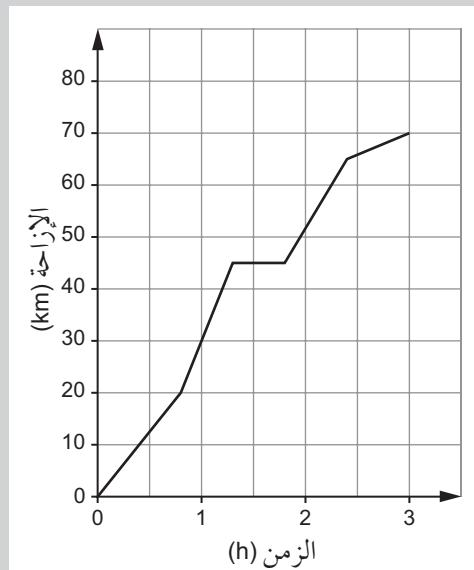
٥. اطرح إزاحة مقدارها (5.0 m) وبزاوية 30° في اتجاه شمال الشرق من إزاحة مقدارها (10 m) في اتجاه الشمال.

.....
.....



أسئلة نهاية الوحدة

١. يسیر قطار بضائع بطیء بسرعة (50 km h^{-1}) على مسار ما. وبعد ساعتين يلتحق بالقطار البطيء، قطار رکاب سریع ینتقل بسرعة (120 km h^{-1}) على المسار نفسه.
 - أ. ارسم تمثیلاً بيانيًّا (الإزاحة-الزمن) لتمثیل حركة القطارين.
 - ب. استخدم التمثیل البياني لتحديد الزمن الذي سيلحق فيه القطار السریع بقطار البضائع.
٢. يوضح الشكل ١١-٢ تمثیلاً بيانيًّا لحركة سيارة على طريق مستقيم.



الشكل ١١-٢

تابع

أفعال إجرائية

استنتج Deducه: استنتج من المعلومات المتاحة.

استنتج من التمثيل البياني ما يأتي:

أ. الزمن الذي تستغرقه الرحلة بالسيارة.

ب. المسافة التي قطعتها السيارة أثناء رحلتها.

ج. السرعة المتوسطة للسيارة أثناء رحلتها.

د. أكبر سرعة للسيارة أثناء رحلتها.

هـ. مقدار الزمن الذي تستغرقه السيارة في الانتقال بالسرعة التي حسبتها في الجزئية (د).

وـ. المسافة التي قطعتها السيارة بهذه السرعة.

٣-

يمكن وصف أيّة كميّة فيزيائیة بأنها «عدديّة» أو «متّجهة».

أـ. اذكر الفرق بين الكميّة العدديّة والكميّة المتّجهة.

بـ. عرّف الإزاحة.

تحلّق طائرة خفيفة باتّجاه الشرق بسرعة (80 km h^{-1}) لمندة (1.5 h) . من ثم تتوّجّه شمالاً بسرعة (90 km h^{-1}) لمندة (0.8 h) .

جـ. احسب المسافة التي قطعتها الطائرة في كل مرحلة من مراحل رحلتها.

دـ. ارسم مخططاً، بمقاييس رسم معين، لتمثيل رحلة الطائرة.

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

أفعال إجرائية

اذكر State: عبر بكلمات واضحة.

عرف Define: أعط معنى دقيقاً.

احسب Calculate: استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

أسئلة نهاية الوحدة

١

أيّ من الأزواج الآتية يتضمن كمّية متجهة واحدة وكمّية عدديّة واحدة؟

أ. الإزاحة : الكتلة

ب. الإزاحة : السرعة المتجهة

ج. المسافة : السرعة

د. السرعة : الزمن

٢

المتجه \vec{P} مقداره (3.0 N) يؤثّر باتّجاه اليمين والمتجه \vec{Q} مقداره (4.0 N) يؤثّر إلى الأعلى. ما مقدار واتّجاه المتجه ($\vec{P} - \vec{Q}$)؟

أ. 1.0 N بزاوية 53° مع اتجاه \vec{P} إلى الأسفل.

ب. 1.0 N بزاوية 53° مع اتجاه \vec{P} إلى الأعلى.

ج. 5.0 N بزاوية 53° مع اتجاه \vec{P} إلى الأسفل.

د. 5.0 N بزاوية 53° مع اتجاه \vec{P} إلى الأعلى.

٣

تحرّك سيّارة في مسار دائري دورة واحدة كاملة بسرعة ثابتة مقدارها (120 km h^{-1}).

أ. إذا استغرقت الدورة الواحدة (2.0 min)، فبّين أنّ طول المسار هو (4.0 km).

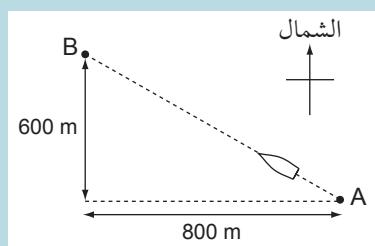
ب. اشرح سبب اختلاف قيم السرعة المتوسطة والسرعة المتجهة المتوسطة للسيارة.

ج. احسب مقدار إزاحة السيّارة في زمن مقداره (1.0 min).

(يبلغ محيط الدائرة ($2\pi r$ ، حيث (r) هو نصف قطر الدائرة).

٤

يوضح الشكل ١٤-٢ حركة قارب يغادر النقطة A متحرّكاً في خط 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 واتّجاهًا.

- ٥ يتحرّك قارب بسرعة 2.0 m s^{-1} شرقاً باتجاه ميناء على بعد 2.2 km . وعندما يصل القارب إلى الميناء، ينطلق الركاب في سيارة متوجهة شمالاً لمدة 15 min وبسرعة 60 km h^{-1} . احسب:
- المسافة الكلية التي يقطعها الركاب.
 - الإزاحة الكلية (لا تنسى تضمين المقدار والاتجاه).
 - الזמן الكلي المستغرق.
 - السرعة المتوسطة بوحدة m s^{-1} .
 - السرعة المتوسطة.

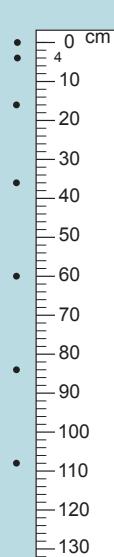
- ٦ يتدفع نهر من الغرب إلى الشرق بسرعة ثابتة 1.0 m s^{-1} . يغادر قارب الضفة الجنوبية للنهر متوجهاً شمالاً بسرعة 2.4 m s^{-1} . جد محصلة السرعة المتوجهة للقارب.

أفعال إجرائية

عرّف Define: أعطِ معنى دقيقاً.

- ٧ أ. عَرَفْ الإزاحة.
- ب. استخدم تعريف الإزاحة لشرح كيف يمكن لرياضي أن يركض حول مضمار سباق بحيث لا يكون له إزاحة.
- تقود فتاة دراجة بسرعة متوجة ثابتة مقدارها 3.0 m s^{-1} على طول طريق مستقيم. عند الزمن $(t = 0 \text{ s})$ تجتاز أخاها الجالس على مقعد دراجته غير المتحرك. وهكذا عند هذا الزمن $(t = 0 \text{ s})$, ينطلق الأخ للحاق بأخته. فتزداد سرعته المتوجة من الزمن $(t = 0 \text{ s})$ حتى الزمن $(t = 5.0 \text{ s})$, حيث يجتاز مسافة 10 m . بعد ذلك يتبع بسرعة متوجة ثابتة مقدارها 4.0 m s^{-1} .

- رسم منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) لفتاة من $(t = 0 \text{ s})$ إلى $(t = 12 \text{ s})$.
- رسم على محاور التمثيل البياني السابق نفسه منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) للأخ.
- باستخدام التمثيل البياني الذي رسمته، حدد قيمة (t) عندما لحق الأخ بأخته.



- ٩ يُسقط طالب كرة سوداء صغيرة على طول مقياس رأسى مدرج بالسنتيمتر. التقط عدد من الصور الستروبوسكوبية للكرة بفواصل زمنية $(t = 0.10 \text{ s})$.
- يظهر المخطط (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 $(t = 0 \text{ s})$.
- اشرح كيف يبيّن الشكل ١٥-٢ أنَّ الكرة في النهاية تصل إلى سرعة ثابتة.
 - جد السرعة النهائية التي تصل إليها الكرة.
 - حدد المسافة التي سقطتها الكرة عند $(t = 0.80 \text{ s})$.
 - تُظهر كل صورة ملقطة للكرة، في الصورة الفوتوغرافية الحقيقية، بعضًا من الضبابية، لأنَّ كل ومض ظاهر فيها لم يكن لحظياً، بل استغرق زمناً مقداره (0.0010 s) .
 - حدد قيمة عدم اليقين المطلق الذي تعطيه هذه الضبابية في الموقع لكل موقع الكرة السوداء عندما تتحرّك بالسرعة النهائية الثابتة.
 - اقترح ما إذا كان يجب ملاحظة هذه الضبابية في المخطط.

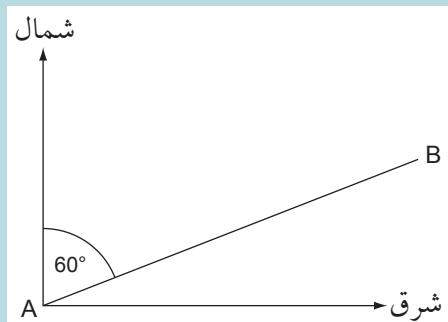
الشكل ١٥-٢

أفعال إجرائية

اذكر State: عبر
كلمات واضحة.

- ١٠ أ. اذكر اختلافاً واحداً بين كمية عددية وكمية متجهة، معطياً مثالاً على كلّ منها.
 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. حدد اتجاه حركة الطائرة بالنسبة إلى الشمال.
 ج. تطير الطائرة لمدة 15 min . احسب إزاحة الطائرة في هذا الزمن.

استُخدمت طائرة صغيرة لشخص واحد في رحلة أفقية قصيرة. ففي رحلتها من A إلى B الموضحة في الشكل 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 ٢

أفعال إجرائية

Show (that) بين أنَّ
 قدم دليلاً منظماً
 يؤدي إلى نتيجة
 معينة.

- أ. **بين أنه** لكي تساور 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 بمحصلة سرعة متجهة مقدارها (13.5 m s^{-1}) . بافتراض أنَّ الزمن الذي تمضيه في B مهمٌّ، احسب السرعة المتوسطة للرحلة الكاملة من A إلى B والعودة إلى A.

قائمة تقييم ذاتي

بعد دراسة الوحدة، أكمل الجدول الآتي:

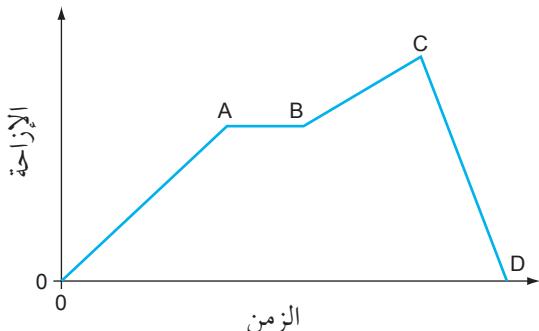
مستعدٌ للمضي قدماً	متمكنٌ إلى حدٍ ما	تحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	أراجع الموضوع	أستطيع أنْ
			٢-٢، ١-٢	أعرف الإزاحة والسرعة والسرعة المتجهة واستخداماتها.
			٣-٢	أرسم منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الזמן) وأفسره.
			٧-٢	أفهم الاختلافات بين الكميات العددية والمتجهة وأعطي أمثلة على كلّ منها.
			٦-٢، ٥-٢، ٤-٢	أجمع المتجهات في مستوى واحد وأطرحها.

إجابات كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

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 وموجل. يمثل القسم AB التوقف لأن الميل يساوي صفر (الخط الموازي للمحور x). يمثل القسم BC المشي بسرعة أبطأً وثابتة لأن الخط له ميل ثابت وموجل 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).

$$6. \text{ أ. السرعة} = \frac{\text{الإزاحة}}{\text{الزمن}}$$

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

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

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 ثلاثة ساعات، ثم يقل انحداره في الساعة الأخيرة.

ج. السرعة المتجهة (لأن «على طول الحافة المستقيمة للمقعد» هو اتجاه

د. المسافة

٢. تذكر: إجمالي الزمن البالغ ٠.٤ هو الزمن الذي تستغرقه الموجات الصوتية لتنقل مبتعدة، ومن ثم تتعكس عائدة 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.



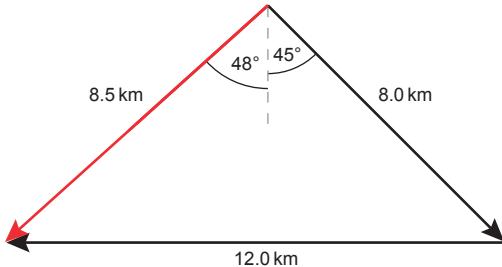
- ج.** الزاوية بين جزأى الرحلة تساوى 90° , لذا
فإن الإزاحة الكاملة معطاة من خلال نظرية
فيثاغورث.

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

لذلك، $s = 5.0 \text{ km}$

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

.٩ .٩



- 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:

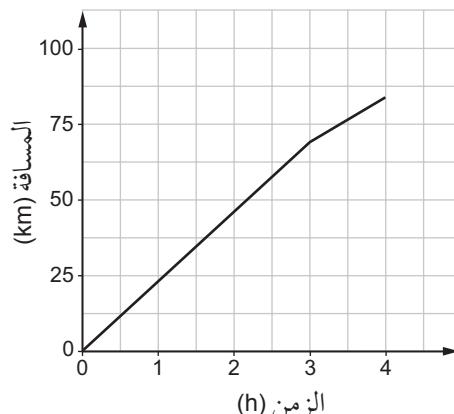
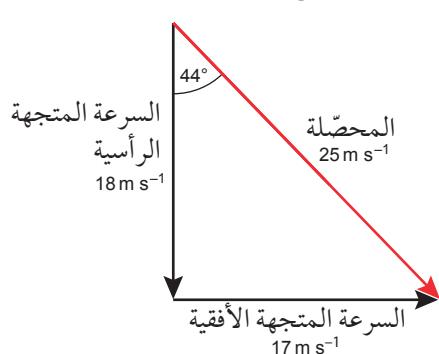
$$= \sqrt{4.64}$$

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

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

أي بزاوية 68° مع ضفة النهر.

.١١ .١١



- ب.** السرعة = ميل منحنى التمثيل البياني خلال أول ثلاثة ساعات

الميل:

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

سرعة السيارة:

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

- ج.** السرعة المتوسطة:

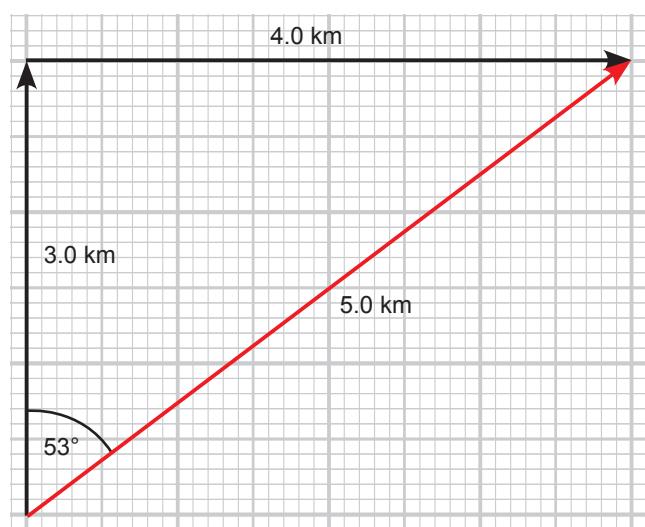
$$v = \frac{84}{4}$$

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

- ٨. أ.** المسافة الكلية المقطوعة:

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

ب.



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 صفراء، لذا فإن سرعتها المتجهة المتوسطة تساوية صفرأ أيضاً. أما سرعتها المتوسطة فهي 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:

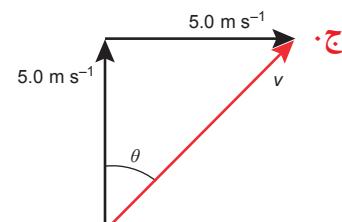
$$\cos \theta = \frac{18}{25}$$

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

44° بالنسبة إلى الاتجاه الرأسى.

.١٢. أ. 10 m s⁻¹ شمالاً

ب. 0 m s⁻¹



باستخدام قانون فيثاغورث:

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

$$v^2 = 50$$

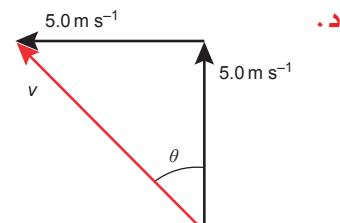
$$v \approx 7.1 \text{ m s}^{-1}$$

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



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

$$s = \frac{15200}{2000} \\ = 7.6 \text{ m s}^{-1}$$

السرعة المتجهة المتوسطة مقدارها 7.6 m s^{-1}
بزاوية 8.3° شرق الشمال.

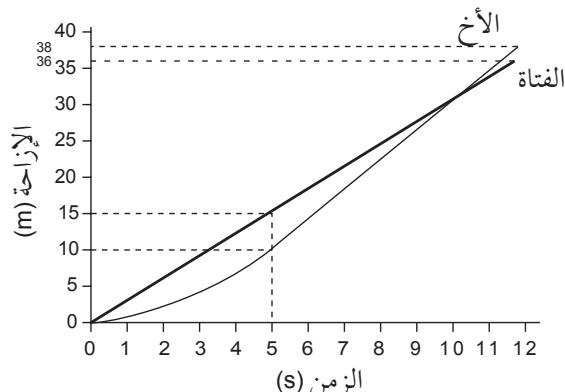
محصلة السرعة المتجهة:

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

بزاوية: $\tan^{-1}\left(\frac{2.4}{1.0}\right) = 67^\circ$ مع اتجاه النهر.
أي بزاوية 67° شمال الشرق.

أـ. أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية
وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

بـ. بعد أن يركض الرياضي دورة كاملة حول
المضمار، ومن ثم يعود إلى نقطة البداية
نفسها، تكون الإزاحة من الموضع الأصلي
صفرًا.



أـ. خط مستقيم من ($s = 0 \text{ m}$, $t = 0 \text{ s}$), إلى
($s = 36 \text{ m}$, $t = 12 \text{ s}$)

بـ. منحنى قطع مكافئ من ($s = 0 \text{ m}$, $t = 0 \text{ s}$),
إلى ($s = 10 \text{ m}$, $t = 5 \text{ s}$)

خط مستقيم من ($s = 10 \text{ m}$, $t = 5 \text{ s}$), إلى
 $s = 38 \text{ m}$, $t = 12 \text{ s}$

جـ. يلتقي المنحنيان البيانيان عند الزمن $t = 10 \text{ s}$

٤ـ. أـ، بـ. المسافة والإزاحة لهما المقدار نفسه.

بناءً على نظرية فيثاغورث،

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

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

ولإيجاد اتجاه الإزاحة فإن الزاوية عند B:

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

الإزاحة مقدارها 1000 m بزاوية 53° غرب
الشمال.

جـ. مقدار السرعة المتجهة المتوسطة للقارب:

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

$$v = \frac{1000}{60} \\ = 17 (\text{16.7}) \text{ m s}^{-1}$$

بزاوية 53° غرب الشمال.

٥ـ. أـ. المسافة التي يقطعها الركاب في السيارة:

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

المسافة الكلية التي يقطعها الركاب:

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

بـ. بناءً على نظرية فيثاغورث، الإزاحة:

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

بزاوية: $\tan^{-1}\left(\frac{2.2}{15}\right)$
الإزاحة مقدارها 15200 m بزاوية 8.3° شرق
الشمال.

جـ. مدة الانتقال بالمركبة:

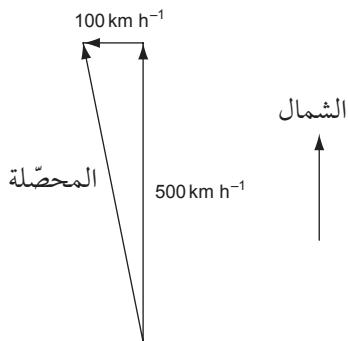
$$t_1 = \frac{2200}{2.0} = 1100 \text{ s}$$

المدة الكلية:

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

دـ. السرعة المتوسطة = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الזמן الكلي}}$

$$s = \frac{17200}{2000} \\ = 8.6 \text{ m s}^{-1}$$



مقدار محصلة السرعة المتجهة:

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

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

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

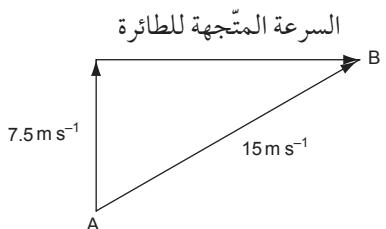
الزاوية: 11° غرب الشمال

ج. $0.25 \times 510 = 128 \approx 130 \text{ km s}^{-1}$ 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:

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

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:

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

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

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

ب. السرعة = $\frac{\text{المسافة}}{\text{الזמן}}$

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

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

ج. المسافة التي سقطتها الكرة عند $s: 0.80 \text{ s}$:

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

$$= 156 \text{ cm}$$

د. قيمة عدم اليقين هي المسافة المقطوعة

خلال $s: 0.0010 \text{ s}$:

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

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؛ أمّا الكميات

العددية فليس لها اتجاه.

مثال على الكمّيّة المتجهة: السرعة المتجهة،

والتسارع، والإزاحة، والقوة.

مثال على الكمّيّة 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. السرعة الكلية = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الزمن الكلي}}$

$$v = \frac{4000}{125} = 32 \text{ m s}^{-1}$$

ب. النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$= \frac{1}{125} \times 100\% = \pm 0.8\%$$

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

السرعة المتوسطة القصوى:

$$= \frac{4000}{124}$$

$$= 32.258 \text{ m s}^{-1} \text{ أو } 32.3 \text{ m s}^{-1}$$

(ليس أكثر من 3 أرقام معنوية)

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

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:

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

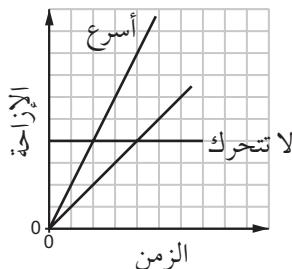
(إذا لم يكن هناك من تفاصيل 0.8%)

٢. أ. 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 :**
- $$v = \frac{100}{10.41} = 9.6 \text{ m s}^{-1}$$
- $$= 9.6 \times 10^0 \text{ m s}^{-1}$$
- 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 العربية 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 بالعدّ. عندما تمر الحافة نفسها عبر البوابة الضوئية الثانية، فإنها سوف تقطع الحزمة الضوئية الثانية ويتوقف المؤقت عن العدّ.
- ب.** الزمن الذي تستغرقه العربية للانتقال من البوابة الضوئية الأولى إلى الثانية.



ب، ج.

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

٣. أ. 600 m

ب. 25 s

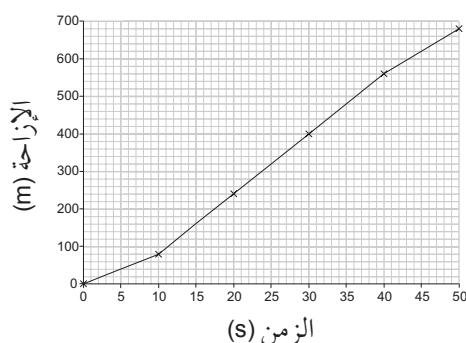
ج. مقدار السرعة المتجهة = ميل منحنى التمثيل

البياني

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

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

٤. أ.



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

السرعة = الميل:

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

$$\text{السرعة القصوى} = 16 \text{ m s}^{-1}$$

نشاط ٤: جمع وطرح المتجهات

١. أ. المسافة

ب. السرعة

ج. الكميات العددية: الكتلة، الكثافة، الطاقة

الكميات المتجهة: القوة، التسارع، الوزن.

ج. المسافة بين البوابتين الضوئيتين. استخدم مسطرة / مسطرة مترية / شريط مترى.

$$\text{د. السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الזמן}}$$

هـ. قد تتغير سرعة العربة أثناء تحركها بين البوابتين الضوئيتين، وبالتالي فإن القيمة المحسوبة يمكن أن تكون سرعة متوسطة فقط.

٣. أ. النقاط متباينة بمسافات متساوية شريط ورقى



ب. 0.02 s

ج. المسافة:

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

الזמן:

(لاحظ أن هناك خمس فترات زمنية من النقطة الأولى إلى السادسة).

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

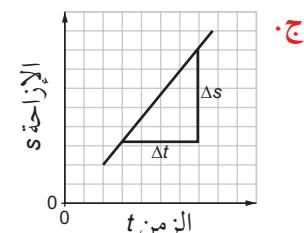
السرعة:

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

نشاط ٣-٢: التمثيلات البيانية (الإرادة-الزمن)

١. أ. $\vec{s} = \text{الإرادة}: t = \text{الزمن}$

ب. $\vec{\Delta s} = \text{التغيير في الإرادة}: \Delta t = \text{التغيير في الزمن}$



٢. أ. منحنى التمثيل البياني خط مستقيم.

٢. أ. ستة مربعات

ب. ثلاثة مربعات

ج. باستخدام نظرية فيثاغورث:

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

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

باستخدام علم المثلثات:

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

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

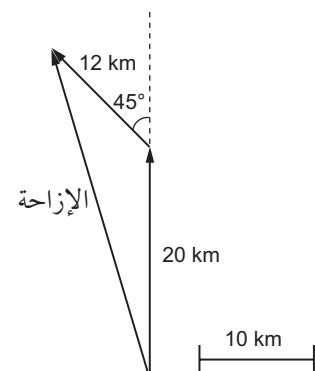
بالنسبة إلى الأفق.

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

$$20 + 12 = 32 \text{ km}$$

٣. أ.

ب.



مقياس الرسم: كل 1.5 cm يساوي 10 km
اتجاه المحصلة 16 باتجاه غرب الشمال.

ج. 29.7 km

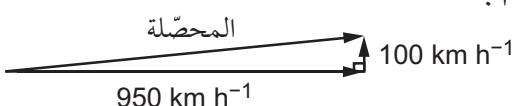
$$950 - 100 = 850 \text{ km h}^{-1}$$

$$950 + 100 = 1050 \text{ km h}^{-1}$$

ب.

٤. أ.

ج.



٢. باستخدام نظرية فيثاغورث نحسب

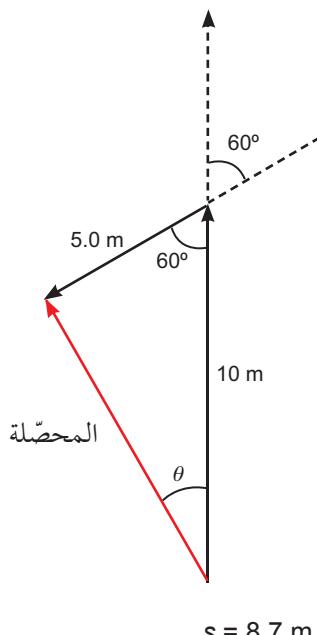
السرعة:

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

السرعة:

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

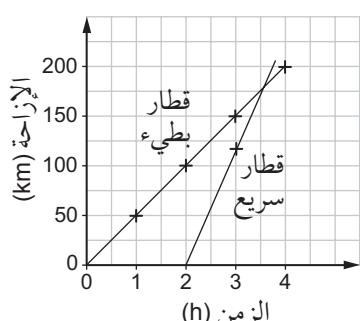
٥. مع مقياس رسم معين:



(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.

ب. 70 km

٣. أ.

ب. 3.0 h

٣. أ. الكمية العددية لها مقدار فقط؛ الكمية المتجهة لها مقدار واتجاه.

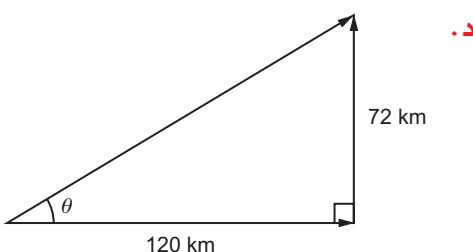
ب. الإزاحة: أقصر مسافة من نقطة البداية إلى نقطة النهاية وباتجاه من نقطة البداية إلى نقطة النهاية.

ج. المسافة = السرعة × الزمن
المسافة 1:

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

المسافة 2:

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



هـ. باستخدام مخطط المقاييس:

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

مع زاوية 31° = شمال الشرق.

جـ. السرعة المتوسطة = $\frac{\text{المسافة الكلية}}{\text{الזמן الكلي}}$

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

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

دـ. تكون أكبر سرعة (السرعة القصوى) عندما يكون خط المنحنى على التمثيل البياني هو الأكثر انحداراً (الجزء ذو الميل الأكبر انحداراً).

خط منحنى التمثيل البياني الأكثر انحداراً هو بين 0.8 ساعة و 1.3 ساعة.

الميل:

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

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

هـ. 0.5 h

وـ. 25 km