



# الفيريز الصف الحادي عشر

## دليل المعلم

الفصل الدراسي الأول



CAMBRIDGE  
UNIVERSITY PRESS

١٤٤٤ هـ - ٢٠٢٢ م

الطبعة التجريبية



## الوحدة الأولى

# المهارات العملية

### نظرة عامة

- تزود هذه الوحدة الطلبة بالمعارف والمهارات الالزمة ل القيام بالعمل المختبري بأمان؛ ما يعزز التعلم الأساسي الذي سيتّم تحصيله طوال سنوات الدراسة.
- سيتّم تعريف الطلبة بالمصطلحات العلمية المستخدمة في العمل المختبري، مع التركيز بشكل خاص على تحديد أخطاء القياس ومعالجتها.
- وتطرح هذه الوحدة للطلبة خمس وحدات قياس أساسية في النظام الدولي للوحدات (SI) من أصل سبع وحدات، وكيفية التعبير عن الوحدات المشتقة باستخدام الوحدات الأساسية.
- ثمة فرص لتغطية جميع أهداف التقويم الثلاثة: AO1 (المعرفة والفهم)، AO2 (معالجة المعلومات وتطبيقاتها وتقديرها) و AO3 (المهارات والاستقصاءات التجريبية).

### مخطط التدريس

أهداف الموضوع	الموضوع	عدد الحصص	المصادر في كتاب الطالب	المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة
١-١	١-١ استخدام الأدوات واتّباع التعليمات ٢-١ جمع الأدلة	٣	السؤال ١	نشاط ١-١ المقاييس وقيم عدم اليقين: السؤال ١ (أ) - (د) الاستقصاء العملي ١-١: استخدام الميكرومتر والقديمة ذات الورنية
٢-١، ٢-١، ٤-١	٢-١ الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين	٢	السؤالان ٢ و ٣	نشاط ١-١ المقاييس وقيم عدم اليقين: السؤال ١ (ه) و (و)
٥-١	٤-١ إيجاد قيمة عدم اليقين	٣	الأسئلة من ٤ إلى ٩	نشاط ٢-١ إيجاد عدم اليقين في قراءة ما: السؤال ١
٦-١	٥-١ النسبة المئوية لعدم اليقين	١	الأسئلة من ١٠ إلى ١٢	نشاط ٢-١ إيجاد عدم اليقين في قراءة ما: السؤال ٢
٣-١، ٢-١، ٤-١	٦-١ تسجيل النتائج	٣	السؤال ١٣	نشاط ٤-١ الجداول والتمثيلات البيانية والميل: السؤال ١
٧-١	٧-١ جمع قيم عدم اليقين	٢	الأسئلة من ١٤ إلى ١٦	نشاط ٣-١ جمع قيم عدم اليقين: الأسئلة من ١ إلى ٥
٩-١، ٨-١، ١٠-١	٨-١ فهم الوحدات في النظام الدولي للوحدات (SI)	٢	الأسئلة من ١٧ إلى ١٩	

## الموضوعان ١-١: استخدام الأدوات واتباع التعليمات و ١-٢: جمع الأدلة

### الأهداف التعليمية

١-١ يستخدم المسطرة، والقدمة ذات الورنية، والميكرومتر لقياس الأطوال المختلفة ويصف طريقة استخدامها.

### نظرة عامة على الموضوع

- يجب تذكير الطلبة بأن الطول هو المسافة الخطية بين نقطتين ثابتتين، وأنه غالباً ما يستخدم عند وصف الأبعاد المادية للأجسام؛ والأداة المستخدمة لقياس الطول هي المسطرة.
- يمكن مناقشة الطلبة في اقتراح وحدات مناسبة لقياس الطول بناءً على ما اكتسبوه في السنوات السابقة.
- يتتم تدريس الطلبة بأن القدمة ذات الورنية والميكرومتر أدوات أخرى يمكن استخدامها لقياس الأبعاد، ويتم توضيح كيفية استخدامهما.
- ينبغي توضيح كيفية استخدام القدمة ذات الورنية والميكرومتر بشكل صحيح، والتعرف على المواقف الملائمة لاستخدام كل من هاتين الأدتين.
- يجب أن يفهم كيفية اختيار مجموعة مناسبة من النتائج.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٣ حصص دراسية (ساعتان تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>معلومات مفيدة تتعلق بكيفية قراءة القدمة ذات الورنية والميكرومتر</li> <li>السؤال ١</li> </ul>	١-١ استخدام الأدوات واتباع التعليمات ٢-١ جمع الأدلة	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"> <li>السؤال ١ (أ) - (د)</li> </ul>	نشاط ١-١ المقاييس وقيم عدم اليقين الاستقصاء العملي ١-١: استخدام الميكرومتر والقدمة ذات الورنية	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يتجاهل الطلبة الأخطاء الصفرية عند قياس الأطوال، ويرجع ذلك إلى المساطر البالية، أو استخدام مساطر لا يوجد بدايه تدرج على حافتها. من السهل تجاهل الأخطاء الصفرية خصوصاً عند استخدام القدمة ذات الورنية والميكرومتر، إلا أنه يجب التأكيد على الحاجة إلى تحديد أية أخطاء صفرية، قبل استخدام هاتين الأدتين لإجراء قياسات.

### أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوفّرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### **فكرة أ (١٥-١٠ دقيقة)**

- أعط الطلبة مجموعة متنوعة من الأجسام الشائعة (سواء أكانت من المختبر أو من البيئة)، واطلب إليهم قياس أبعاد هذه الأجسام باستخدام مسطرة (30 cm). يجب أن تكون الأجسام منتظمة الشكل (متوازي المستويات، أسطواني، إلخ...). استغل الفرصة للاحظة إجراء الطلبة لهذه القياسات، ومعالجة ما يظهر من مفاهيم خاطئة. يمكنك إعطاء الطلبة مساطر تتضمن خطاء صفرية، كمسطرة خشبية نهايتها مقطوعة، أو مسطرة بلاستيكية مكسورة، بحيث تكون بداية تدريج القياس مفقودة.

- كما يجب تحدي الطلبة في كيفية قياس قطر جسم أسطواني، ومناقشة الصعوبات الإضافية التي يواجهونها عند القيام بذلك في الصف.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة تدوين قياساتهم لأبعاد أجسام معينة في دفاترهم، ثم مقارنتها بقيمة المعروفة؛ أو تقييم الأقران بعضهم بعضاً للقياسات التي أجروها، آخذين بعين الاعتبار تسجيل وحدات القياس المناسبة (على الأرجح بالسنتيمترات).

### **فكرة ب (٢٠-١٥ دقيقة)**

- تُعد هذه الفكرة أكثر تحدياً وإثارة لتفكير بالنسبة إلى الطلبة، ولكنها تسهم في تدرج عمق المعرفة لهذا الموضوع حيث إن القدمة ذات الورنية والميكرومتر هما الأدوات المناسبتان لهذا الغرض. زُوّد الطلبة بمسطرة (30 cm) وبمجموعة متنوعة من الأجسام الصغيرة، كعملة معدنية، أو قطعة من سلك. واطلب إليهم قياس أبعاد كل جسم باستخدام مسطرة (30 cm)، متىً لهم المزيد من الوقت للتغلب على المشكلات عند قياس أبعاد الأجسام كسمك العملة المعدنية أو قطر قطعة من سلك، ثم مناقشة الأساليب التي يمكن استخدامها للقيام بذلك؛ على سبيل المثال: وضع عدة عملات معدنية فوق بعضها لقياس سمكها، ثم قسمة هذا القياس على عدد العملات للحصول على سمك عملة واحدة.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة تسجيل قياساتهم في دفاترهم، ثم مقارنتها بقيمة المعروفة؛ أو تقييم الأقران بعضهم بعضاً للقياسات التي أجروها، آخذين بعين الاعتبار تسجيل وحدات القياس المناسبة (على الأرجح بالسنتيمترات).

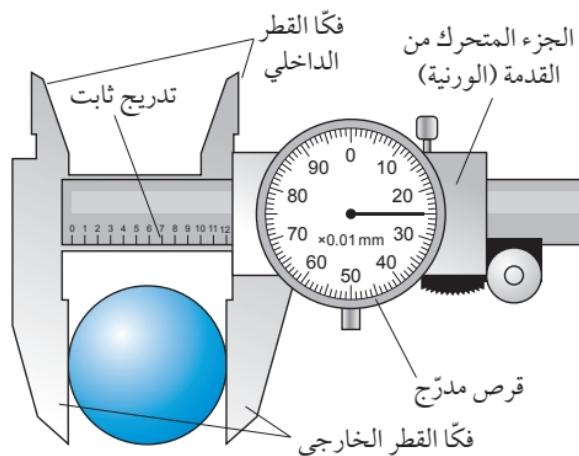
## **الأنشطة الرئيسية**

### **١ متى وكيف تستخدم القدمة ذات الورنية والميكروميتري؟ (٢٥-٢٠ دقيقة)**

- اشرح للطلبة أنه في بعض الأحيان، وأثناء التجارب، يطلب إليهم قياس جسم بطول المليمتر أو أصغر. اغتنم هذه الفرصة لتأكيد أن أصغر تدريج للمسطرة هو (1 mm) وأن هذا يحد من إمكانية أن تقيس المسطرة أطوالاً صغيرة جداً.

- يمكنك توزيع القدادات ذات الورنية والميكروميترات للطلبة حتى يتمكنوا من فحص هاتين الأداتين من أدوات القياس، مع التأكيد على فكرة وجوب استخدامهما أثناء التجارب عندما تحتاج إلى قياس أطوال صغيرة جداً، أو إذا كانت الأبعاد بحاجة إلى أن يتم قياسها بدقة أقل من (1 mm). في معظم الحالات، يكون أصغر تدريج للقدمة ذات الورنية والميكروميتري هو (0.01 mm)، ولكن هذا الأمر قد يختلف باختلاف الأدوات المتاحة (خصوصاً في حالة نوع القدمة ذات الورنية المستخدمة). من أنواع القدمة ذات الورنية نجد القدمة ذات الورنية العادية، والقدمة ذات الورنية الرقمية، والقدمة ذات ورنية القرص. وقد تم توضيح القدمة ذات الورنية العادية وطريقة القراءة الصحيحة بواسطتها لأبعاد الأجسام في كتاب الطالب، وهذا هو النوع الشائع في المختبرات. أمّا القدمة ذات الورنية المُبيّنة في الشكل ١-١ فهي القدمة ذات ورنية القرص. فيما يأتي توضيح لكيفية القراءة الصحيحة لهذا النوع (ولكن لا

يلزم الطالب باستخدام هذا النوع في حال عدم توافرها). فعندما يتحرّك المؤشر في القرص المُنزلق على التدريج دورة واحدة يكون الفكّان قد تباعدوا في هذه القدمة (1 mm). ونظرًا لأن القرص المدرج يظهر 100 قسم، فإن كل قسم منها يعادل  $\frac{1}{100} \text{ mm} = 0.01 \text{ mm}$ . فقطر الجسم المُبيّن في الشكل ١-١ هو (12 mm) على التدريج الثابت و 25 قسماً على القرص أو (0.25 mm)، وبالتالي فإن قطر الجسم يساوي (12.25 mm). نبه الطلبة إلى أن طريقة القياس تعتمد على جمع قراءة التدريج الثابت مع قراءة تدريج القرص للحصول على القياس، ويُستخدم فكا القطر الداخلي لقياس القطر الداخلي للأنابيب، بينما يُستخدم فكا القطر الخارجي لقياس القطر الخارجي للأنابيب.



الشكل ١-١ استخدام القدمة ذات ورنية القرص

- خصّص وقتاً لتدريب الطلبة على كيفية استخدام كلا الأداتين (القدمة ذات الورنية والميكرومتر) بشكل صحيح، مشدّداً على آلية فحص أداة القياس بحثاً عن خطأ صفرى، من خلال إطباق فكي الأداة لتحقق مما إذا كانت القراءة صفرًا. ناقش مع الطلبة كيفية معالجة الخطأ الصفرى في حال وجوده.

**فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة مشاهدة صور القدمة ذات الورنية والميكرومتر للتدريب على قراءة التدريج. اعرض عليهم مجموعة من الصور، طالباً إليهم تسجيل الرقم الظاهر على أداة القياس. يمكنك حثّهم على مشاركة إجاباتهم ومناقشتها مع زملائهم، أو استخدام أساليب التقييم الذاتي، أو تقييم الأقران. ولا بأس فيقضاء وقت إضافي مع الطلبة الذين يواجهون صعوبة في قراءة التدريج من القدمة ذات الورنية والميكرومتر، بينما يقوم الطلبة الآخرون بعملية التقييم المذكورة. تأكّد من أن جميع الطلبة يمكنهم إجراء القياسات باستخدام أداتي القياس قبل الانتهاء من الموضوع. وللمساعدة في قراءة التدريج على أدوات القياس التنازليّة وأجهزته يمكن للطلبة أيضًا التطرق إلى النشاط ١-١، والأسئلة (أ) - (د)، كما يمكن لهم بعد ذلك إجراء تقييم ذاتي لأدائهم.

### الاستقصاء العملي ١-١: استخدام الميكرومتر والقدمة ذات الورنية (٣٠-٢٥ دقيقة على الأقل) ٢

(يمكن تنفيذ هذا الاستقصاء بعد تدريس الموضوع ١-٥ إذا وجد المعلم ذلك مناسباً).

- على الطلبة تنفيذ الاستقصاء العملي ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة؛ لاكتساب الخبرة في استخدام القدمة ذات الورنية والميكرومتر. لاحظ أن هذا الاستقصاء العملي يتضمن إيجاد قيمة عدم اليقين في القياسات التي أُجريت لمجموعة مختلفة من الأدوات، سيعتاج هذا إلى توضيح موجز مدته ٥ دقائق لشرح أن قيمة عدم اليقين

## **الوحدة الأولى: المهارات العملية**

هي مجرد قياس لمقدار الخطأ الذي نظن أنه وارد في قراءة قياس ما. أما فيما يتعلق بقياسات أداة واحدة، فمن المقبول إيجاد قيمة عدم اليقين باعتباره أصغر تدريج للأداة أو الجهاز.

- إن تدريج الورنية (التدريج المتحرك) يختلف من قدمة إلى أخرى، ويمكن إيجاد قيمة أصغر تدريج عليها من خلال العلاقة  $\frac{1}{\text{عدد الأقسام}}$ . تأكد من نوع القيادة ذات الورنية التي تستخدمها.

**فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة أن يقيّم بعضهم أعمال بعض (تقييم الأقران) في نهاية الاستقصاء العملي، كما يمكنهم كتابة مجموعة واضحة من التعليمات حول كيفية إجراء القياسات باستخدام القيادة ذات الورنية والميكرومتر.

### **التعليم المتميز (تفريد التعليم)**

#### **التوسيع والتحدي**

- يمكن للطلبة إجراء محاولة تحديد حجم الأجسام.

#### **الدعم**

سيواجه بعض الطلبة صعوبة في قراءة كلا التدريجين (الثابت والمتحرك) للقيادة ذات الورنية والميكرومتر، وجمع قراءاتي التدريجين للحصول على القياس النهائي. يوصى بمتابعة هؤلاء الطلبة فردياً لتحديد مواضع الأخطاء عندهم؛ وإذا تعذر ذلك يتم، أثناء الاستقصاء العملي، توزيعهم في مجموعات غير متجانسة، مع الحرص على قيام كل الطلبة بإجراء قياساتهم الخاصة بشكل فردي.

#### **تلخيص الفكرة والتأمل فيها**

- يمكن للطلبة العمل بشكل ثانوي أو في مجموعات صغيرة، بحيث يقوم أحدهم بتجهيز القيادة ذات الورنية / الميكرومتر على قراءة عشوائية، ثم يطلب إلى الطالب الآخر (الطلبة الآخرين) قراءة تدريج الأداة. ويُسمح بعد ذلك تكرار العملية للطالب الآخر (للطلبة الآخرين).
- يمكن للمعلم أن يقترح بعض الأجسام، ويطلب إلى الطلبة التفكير في أنساب أدلة لقياس أبعاد هذه الأجسام، على أن تتم مناقشة هذا الأمر ضمن مجموعات أو مع الجميع.

## **الموضوع ١-٣: الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين**

### **الأهداف التعليمية**

- ١- يفهم تأثير الأخطاء النظامية (بما فيها الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياس ويشرحها.
- ٢- يميز الفرق بين مصطلحِي الضبط (Accuracy) والدقة (Precision).
- ٣- يفهم الفرق بين الخطأ وعدم اليقين عند القياس.

### **نظرة عامة على الموضوع**

ينبغي للطلبة:

- فهم آثار الأخطاء النظامية (بما في ذلك الأخطاء الصفرية) وشرحها والأخطاء العشوائية في القياسات.
- معرفة كيفية معالجة الأخطاء النظامية في القياسات وكيفية تقليل تأثير الأخطاء العشوائية عليها.

- فهم الفرق بين الدقة والضبط.
- فهم الفرق بين الخطأ وعدم اليقين عند القياس.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصتان دراسيتان (ساعة و ٢٠ دقيقة تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تعرifications جميع المصطلحات العلمية المهمة مع أمثلة مفيدة.</li> <li>• السؤالان ٢ و ٣</li> </ul>	١- ٣ الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين	كتاب الطالب
• السؤال ١ (هـ) و (و)	نشاط ١-١ المقاييس وقيم عدم اليقين	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- الدقة والضبط من المصطلحات التي يستخدمها الطلبة في الحياة اليومية، ومن المحتمل أن يكون لها المعنى نفسه في ذهن الطلبة.

### أنشطة تمهيدية

لا شك أن الطلبة تعرفوا على مصطلحي «الدقة» و «الضبط»، ومن الجدير تحري فهمهم الأولى للكشف عن أيّة مفاهيم خاطئة.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوفّرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (١٠-٥ دقائق)

- اطلب إلى الطلبة أن يكتبوا، كلّ على حدة، تعريفاً لما يعنيه القياس الدقيق، والقياس المضبوط. يمكن لهم بعد ذلك مناقشة تعريفاتهم بشكل شائي، لمراجعتها، قبل عرضها على زملائهم في الصف كجزء من المناقشة. أكد على أن الغرض الأساسي من هذا الموضوع هو فهم صحيح للاختلاف بين هذين المصطلحين.

» **فكرة للتقدير:** يجب أن تتيح المناقشة الصافية للمعلم فرصة تقييم مفيدة لترسيخ أي تعلم سابق صحيح يتعلّق بهذين المصطلحين، وللكشف عن أيّة مفاهيم خاطئة.

### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- اعرض مجموعة متنوعة من المواقف التي يقوم فيها الطلبة بإجراء قياسات، على سبيل المثال:
  - قياس الزمن المستغرق للجري في سباق الـ (100 m) باستخدام ساعة إيقاف.
  - قياس كتلة حجر باستخدام ميزان.

- قياس حجم كمية من الماء باستخدام مخار مدرج.
  - على الطلبة، في كل تجربة، كتابة مصدر محتمل للخطأ في القياس، على سبيل المثال: ربما لا يتم البدء بتشغيل ساعة الإيقاف في اللحظة نفسها التي يبدأ فيها السباق.
  - ناقش أفكار الطلبة حول المصادر المحتملة للأخطاء في القياس، ولا مانع من اعتمادها كمقدمة لشرح الأخطاء النظامية والعشوانية، في محاولة لتحديد ما إذا كانت نظامية أم عشوائية.
- » **فكرة للتقويم:** يجب أن تكون قادرًا على تحديد مدى فهم الطلبة لمصادر الخطأ التجريبي من المناقشة. قد يحتاج بعض الطلبة إلى دعم أكثر من غيرهم.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ الدقة والضبط (١٥-١٠ دقيقة)

- اشرح للطلبة الفرق بين الدقة والضبط. القياسات الدقيقة هي تلك التي تعطي القيمة نفسها عدّة مرات، أو قد تكون متقاربة جدًا، مع فارق بسيط حول القيمة المتوسطة؛ أمّا القياسات المضبوطة فهي التي تكون فيها القيمة التي تم الحصول عليها قريبة من القيمة الحقيقية. يمكن العثور على ما يوضح ذلك في كتاب الطالب، حيث يتم إطلاق أسمهم بشكل متكرر على هدف في لوحة تصويب. وفي الشكل ٥-١ (أ)، كانت الثقوب متقاربة جدًا، ولكنها بعيدة عن مركز الهدف؛ في هذه الحالة التصويب دقيق ولكنه غير مضبوط. أمّا في الشكل ٥-١ (ب)، فكانت جميع الثقوب قريبة من مركز الهدف، ولكنها متفرقة؛ في هذه الحالة التصويب مضبوط ولكنه ليس دقيقًا.
- سؤال مفصلي: يقيس طالب بشكل متكرر الزمن الذي تستغرقه عربة للانزلاق على منحدر، وكانت الأزمنة المسجلة هي (s 1.41)، (s 1.24)، (s 1.35). والقيمة الحقيقية للزمن المستغرق هي (s 1.32). علق على دقة قياسات الطالب وضبطها.

تجدر الإشارة إلى أن هذه القياسات مضبوطة، ولكنها ليست دقيقة؛ وذلك لأن القيمة المتوسطة لهذه القياسات هي (s 1.33)، وهي قريبة من القيمة الحقيقية. ثمة اختلاف كبير بين التكرارات الثلاثة، ما يشير إلى دقة منخفضة.

» **فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة حل السؤال ٢ من الموضوع ٣-١ الوارد في كتاب الطالب.

### ٢ أخطاء نظامية وعشوانية (١٥-١٠ دقيقة)

- اشرح للطلبة أنه من المستحيل إجراء قياس مثالي في تجربة ما؛ إذ سيتضمن كل قياس مصدر خطأ واحدًا على الأقل، ما يؤثر على دقة هذا القياس وضبطه. اشرح أنه يمكن تصنيف هذه الأخطاء إلى نوعين: أخطاء نظامية، وأخطاء عشوائية.
- من المهم أن يفهم الطلبة الفرق بين هذين النوعين من الأخطاء؛ لأن معالجتها في التجارب مختلفة.
- تحدث الأخطاء النظامية عندما يختلف القياس عن القيمة الحقيقية بمقدار ثابت في كل مرة يتم فيها القياس؛ فالخطأ الصافي مثل خطأ نظامي. أسأل الطلبة كيف يمكنهم معالجة خطأ نظامي في تجربة ما. قم بتوجيههم إلى استنتاج أنه يمكن ببساطة جمع أو طرح الخطأ النظامي من القيمة المقاسة (بافتراض أن مقدار الخطأ النظامي معروف). فالخطأ الصافي يمكن معالجته غالباً عن طريق إعادة معايرة جهاز القياس.

- تحدث الأخطاء العشوائية عندما تتحرف القياسات المتكررة حول متوسط القيمة، بمقدار مختلف في كل مرة. أسأل الطلبة كيف يمكنهم معالجة خطأ عشوائي في تجربة ما، مشجّعاً إياهم على استنتاج أن الهدف من حساب القيمة المتوسطة لمجموعة قياسات متكررة هو إزالة (أو تقليل) أيّة أخطاء عشوائية. لاحظ أنّ أخطاء زمن رد الفعل (على سبيل المثال عند استخدام ساعة إيقاف لتوقيت حدث ما) تكون عادةً أخطاء عشوائية حيث تختلف قيمة الخطأ في كل مرة. ومع ذلك، عادةً ما تؤدي أخطاء زمن رد الفعل إلى قياس فترات زمنية أطول من قيمتها الحقيقية. أما إذا كانت القيمة المتوسطة لزمن رد الفعل معروفة، فيمكن عندها طرحه من القياس بالطريقة نفسها لطرح الخطأ النظامي.

**فكرة للتقدير:** على الطلبة حلّ السؤال ٣ من الموضوع ٢-١ الوارد في كتاب الطالب، بحيث يشجعهم على فهم الفرق بين الدقة والضبط، والأخطاء النظامية والأخطاء العشوائية.

### التعليم المتمايز (تفريغ التعليم)

#### التوسيع والتحدي

- شجّع الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع على تقديم أدلة على وجود أخطاء نظمية وعشوائية عند قراءة تمثيل بياني لنتائج تجربة ما، على سبيل المثال: كلما كانت النقاط المنتشرة حول الخط المستقيم الأفضل ملائمة مبتعدة عن الخط، دلت على خطأ عشوائي أكبر في القياسات؛ إذ قد يشير الخط الأفضل ملائمة الذي لا يمر عبر نقطة الأصل (ولكن وفقاً للنظرية يجب أن يمر) إلى وجود خطأ نظامي في القياسات.

#### الدعم

كن مستعداً لدعم الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المنخفض والذين يجدون صعوبة في فهم نموذج لوحة التصويب ومفاهيم الدقة والضبط في القياس.

#### تلخيص الفكرة والتأمل فيها

- يجب على الطلبة حلّ السؤال ١ (هـ) - (و) من النشاط ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- يمكن للمعلم أيضًا تقديم عينات من النتائج لتشجيع الطلبة على التفكير فيما إذا كانت القياسات دقيقة، أو مضبوطة، أو غير ذلك.

## الموضوع ٤-٤: إيجاد قيمة عدم اليقين

### الأهداف التعليمية

- ٥-١ يصف كيفية تقدير قيمة عدم اليقين المطلق في القراءة.

#### نظرة عامة على الموضوع

- يجب أن يفهم الطلبة أن قيمة عدم اليقين هو مدى القيم حول قياس ما، حيث يفترض أن تكون القيمة الحقيقية للقياس ضمن هذه القيم.

## الوحدة الأولى: المهارات العملية

- يجب أن يعرفوا كيفية تحديد قيمة عدم اليقين في قياس ما باستخدام تدريج أداة القياس.
- ينبغي معرفة كيفية تحديد قيمة عدم اليقين في قياس ما عند تكراره عدة مرات.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٣ حصص دراسية (ساعتان تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>• يتضمن الموضوع ٤-٤ أمثلة مفصلة توضح كيفية تحديد قيمة عدم اليقين في القراءة.</li><li>• الأسئلة من ٤ إلى ٩</li></ul>	٤-٤ إيجاد قيمة عدم اليقين	كتاب الطالب
• السؤال ١	نشاط ٢-١ إيجاد عدم اليقين في قراءة ما	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ينسى الطلبة أحياناً حذف آية نتائج غير متوقعة قبل تحديد المدى (الفرق بين أكبر قيمة وأصغر قيمة في قراءة قياس كمية ما) فيها.
- قد يسجل الطلبة، عن طريق الخطأ، قيمة صفرية لعدم اليقين عندما يكون المدى في نتائجهم المتكررة صفرًا. لذا يجب تذكيرهم بأن قيمة عدم اليقين هي القيمة الكبرى من بين قيمة نصف المدى في القراءات المتكررة، وأصغر تدريج لأداة القياس.

### أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتاحة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

#### فكرة أ (١٠-٥ دقائق)

- اطلب إلى الطلبة تسجيل الزمن لحدث يستغرق أقل من ثانية واحدة. قد يكون ذلك عبارة عن إسقاط جسم من ارتفاع ما، أو قياس الزمن بين التصفيقات المتتالية، أو ما شابه. شجّعهم على مناقشة سبب اختلاف الأزمنة المسجلة، موجّهاً إليهم إلى فكرة عدم اليقين أو الخطأ في قراءة ما.

#### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- اعرض أمام الطلبة قراءة مقايسة لكميّة ما مع قيمة عدم اليقين الخاصة بهذه القراءة، على سبيل المثال: طول سيارة (4.37 ± 0.01 m). شجّعهم على مناقشة معنى الجزء (± 0.01 m) لهذه القراءة.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ تحديد قيمة عدم اليقين (٣٠ دقيقة)

- من المهم أن يعرف الطالبة أن قيمة عدم اليقين والخطأ ليسا شيئاً واحداً. فالخطأ هو ببساطة مشكلة تؤدي إلى اختلاف القراءة عن قيمته الحقيقية؛ أمّا قيمة عدم اليقين، فهي مدى القيم حول القراءة الذي يأمل الطالب أن تكمن فيه القيمة الحقيقية للكمية. أكّد للطلبة أن هناك طريقتين لتحديد قيمة عدم اليقين في القراءة، اعتماداً على ما إذا كانت هذه القراءة متكررة أم لا. يتضمن كتاب الطالب بعض الأمثلة المفيدة (الشكل ١١-١ والمثال ١).
  - يمكن للمعلم عرض مجموعة من أدوات وأجهزة القياس المختلفة (مجموعة من الأدوات والأجهزة التناهيرية والرقمية) حتى يتمكّن الطلبة من تحديد قيمة عدم اليقين من أصغر تدرج على الأداة أو الجهاز، أو من نصف أصغر تدرج بناءً على المسافات بين الخطوط مثبت على الأداة أو الجهاز. وإذا لم يتوافر ذلك، يمكن تقديم صور لأدوات قياس لتحقيق الغرض نفسه.
  - استخدم المثال ١ الوارد في كتاب الطالب لتوضيح كيفية تحديد قيمة عدم اليقين في القراءات المتكررة، مؤكّداً على أنّ قيمة عدم اليقين يتمّ تقريبها عادةً إلى رقم معنوي واحد أو رقمين، ومن المفيد بعد ذلك تزويد الطلبة ببعض عيّنات البيانات للقراءات المتكررة، حتى يتمكّنوا من التدرب على حساب قيمة عدم اليقين من مدى القراءات. يتمّ عرض بعض الأمثلة أدناه (لاحظ أن المثال الأخير يتضمن المزيد من القراءات المتكررة، إحداها غير طبيعي (شادة)).
- قراءات قياس شدة التيار الكهربائي: (0.13 A)، (0.12 A)، (0.15 A) (الإجابة: قيمة عدم اليقين = 0.02 A مع رقم معنوي واحد).
- قراءات قياس درجة الحرارة: (61°C)، (62°C)، (64°C) (الإجابة: قيمة عدم اليقين = 2°C مع رقم معنوي واحد).
- قراءات قياس الطول: (2.09 m)، (2.10 m)، (2.08 m)، (2.19 m) (الإجابة: قيمة عدم اليقين = 0.01 m مع رقم معنوي واحد). لاحظ أن القراءة (2.19 m) قراءة شادة؛ لذا استبعدت هذه القراءة من حساب قيمة عدم اليقين.

**فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة حلّ الأسئلة من ٤ إلى ٩ للموضوع ٤-١ الواردة في كتاب الطالب.

### ٢ قيم عدم اليقين في التجارب (ساعة واحدة على الأقل)

- في هذه المرحلة، يجدر بالطلبة جمع البيانات من تجربة حقيقة لتنمية مهاراتهم في تحديد قيم عدم اليقين في القياسات. إن الغرض الأساسي من التجربة هو السماح للطلبة بجمع البيانات وتحديد قيم عدم اليقين. ويمكن أيضاً تفزيذ هذه التجربة بطريقة العرض التوضيحي إن كان ذلك مناسباً أكثر من تفزيذها على شكلمجموعات من الطلبة. وفيما يأتي بعض الأمثلة التوضيحية لهذه الفكرة:
- استنتاج كيفية تغيير الزمن الذي يستغرقه سقوط كرة من ارتفاع معين مع تغيير الارتفاع الذي تسقط منه الكرة في كل مرة.
- استنتاج كيفية تغيير درجة حرارة كمية من الماء الساخن بمرور الزمن عند تركها لتبرد.
- استنتاج كيفية تغيير شدة التيار الكهربائي في سلك ما حسب طول السلك.

## **الوحدة الأولى: المهارات العملية**

بعض النظر عن نتائج التجربة؛ فهي تُعدّ فرصة لتطبيق مهارات التخطيط للاستقصاء العملي التي وردت في السنوات السابقة. وخصوصاً مهارتا جمع البيانات وعرضها، بما في ذلك إيجاد قيم عدم اليقين، بحيث يمكن اعتبار قيمة عدم اليقين في المتغير المستقل كأصغر تدريج على أداة القياس. ويجب على الطلبة تكرار التجربة للحصول على عدة قيم للمتغير التابع؛ لأن ذلك يمكنهم من استخدام المدى في القراءات المتكررة لتحديد قيمة عدم اليقين لكل قيمة من قيم المتغير التابع. ويحسن رسم التمثيلات البيانية إذا سمح الوقت بذلك.

ـ **فكرة للتقويم:** ستتوفر جداول نتائج التجارب التي أجرتها الطلبة فرصة ممتازة لتقدير ما إذا كانوا قد فهموا الطرائق المختلفة لتحديد قيمة عدم اليقين. كما يمكن للمعلم أن يسمح للأقران بتقدير زملائهم أثناء الحصة.

### **التعليم المتمايز (تفريغ التعليم)**

#### **الدعم**

كن مستعداً لدعم الطلبة الذين يواجهون صعوبة في إعداد جداول النتائج. يمكن أن يكون الجدول الفارغ مفيداً من حيث وجود العدد الصحيح من الأعمدة للمتغير المستقل، ومثلها للمتغير التابع، وعمود منفصل لقيم عدم اليقين في المتغير التابع.

#### **تلخيص الفكرة والتأمل فيها**

- يجب على الطلبة حل السؤال ١ من النشاط ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- ينصح بإعطاء تمارين إضافية لحساب القيمة المتوسطة وقيمة عدم اليقين لمجموعة من القراءات المتكررة؛ لضمان أن جميع الطلبة قد حظروا الهدف التعليمي.

## **الموضوع ٤-٥: النسبة المئوية لعدم اليقين**

### **الأهداف التعليمية**

٦-١ يفهم عدم اليقين في القياس ويحدده كقيمة مطلقة أو نسبة مئوية ويحوّل بينهما.

### **نظرة عامة على الموضوع**

- ينبغي معرفة كيفية التحويل بين قيمة عدم اليقين في قياس ما، والنسبة المئوية لعدم اليقين لهذا القياس.
- يجب وصف الأساليب التي يمكن أن تقلل من مقدار النسبة المئوية لعدم اليقين.

### **عدد الحصص المقترحة للتدريس**

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة تدريس واحدة (٤٠ دقيقة تقريباً).

## المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>• تعريف جميع المصطلحات العلمية المهمة مع أمثلة مفيدة.</li> <li>• الأسئلة من ١٠ إلى ١٢</li> </ul>	٥- النسبة المئوية لعدم اليقين	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"> <li>• السؤال ٢</li> </ul>	نشاط ٢- إيجاد عدم اليقين في قراءة ما	كتاب التجارب العلمية والأنشطة

## المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد ينسى الطالبة الضرب في 100 عند حساب النسب المئوية.
- قد يكتب الطالبة النسب المئوية لعدم اليقين بوحدات قياس بدلاً من العلامة %.

## أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (١٠-٥ دقائق)

- يجدر بنا أن نلخص الموضوع السابق للتأكد من أن الطلبة يمكنهم تحديد قيمة عدم اليقين من قراءة واحدة، أو مجموعة من القراءات المتكررة. اطلب إليهم أن يتذكّروا طرفيّتين لتحديد قيمة عدم اليقين، على أن يقدّموا بعد ذلك لبقية الصفوصفاً لهاتين الطريقتين.

فكرة للتقديم:

يمكن للطلبة أن يقيّموا وصف الطريقتين اللتين قدّموها.

### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- اعرض على الطلبة بعض البيانات النموذجية (كما في المثال أدناه)، طالباً إليهم تحديد قيمة عدم اليقين في القراءات. يجب طرح المزيد من الأسئلة للتأكد من أن الطلبة يمكنهم تذكّر الطريقة الصحيحة لتحديد قيمة عدم اليقين.
- مثال: استخدم ميزان حرارة رقمي، يقيس حتى منزلة عشرية واحدة، لقياس درجة الحرارة النهائية لدورق معيناً بماء بعد تسخينه لمدة دقيقة واحدة. كررت هذه العملية للحصول على القيم: (67.0°C), (66.8°C), (69.5°C) (الإجابة: قيمة عدم اليقين = 1.4°C مع رقمين معنويين لأن ميزان الحرارة يقيس حتى منزلة عشرية واحدة).

فكرة للتقديم:

على الطلبة كتابة إجاباتهم على ورقة (أو السبورات البيضاء الفردية) بشكل مستقل، حتى يتمكّن المعلم من تقييم تذكّرهم وتطبيقاتهم للمعرفة المكتسبة من الموضوع السابق.

## الأنشطة الرئيسية

### حساب النسبة المئوية لعدم اليقين (٢٥-٢٠ دقيقة) ١

- حدد طريقة حساب النسبة المئوية لعدم اليقين في القياس إذا كانت قيمة عدم اليقين معروفة. في هذه المرحلة، من المهم أن يعرف الطالبة استخدام القيمة المتوسطة للقراءات، لإجراء حساب النسبة المئوية لعدم اليقين إذا كانت القراءات مكررة. ثمة بعض الأمثلة المفيدة واردة في كتاب الطالب، أو يمكن للمعلم تقديم أمثلة بديلة. إذا تم اختيار الفكرة بـ، فيمكن استخدام البيانات من هذه التجربة لحساب النسبة المئوية لعدم اليقين (القيمة المتوسطة =  $67.8^{\circ}\text{C}$ ، النسبة المئوية لعدم اليقين = 2% مع رقم معنوي واحد).
  - اعتماداً على الصف، قد يكون المزيد من الأمثلة مفيداً، ليتمكن الطالبة من تحسين تطبيقهم للطريقة ومعالجة الأخطاء. ويمكن أن تطرح الأسئلة على شكل ورقة عمل بسيطة، أو بطاقات تعليمية مرفقة بالإجابة الصحيحة على الوجه الثاني لكل بطاقة، حيث يمكن تمريرها بين الطلبة.
  - من المفيد مناقشة الطلبة وحل الجدول ٢-١ من الاستقصاء العملي ١-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة حل الأسئلة ١٢-١٠ من الموضوع ٥-١ الوارد في كتاب الطالب، على أن يتم تقييمها ذاتياً أو بمشاركة الأقران داخل الحصة.

## التعليم المتميز (تفريد التعليم)

### التوسيع والتحدي

- يكلف الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع بالقيام بحسابات فيها المزيد من التحدي. يمكن أن تشمل هذه الأمثلة قراءات متكررة متضمنة قراءات شادة، وقراءات متكررة أخرى لها قيم متقاربة (في حال كان نصف المدى له قيمة أكبر من أصغر تدرج في الجهاز أو الأداة عندها يجب استخدام أصغر تدرج كقيمة لعدم اليقين).
- يتطلب تحدي الطلبة في تحويل النسبة المئوية لعدم اليقين إلى عدم يقين مطلق. يجب بعد ذلك تحديهم في التعبير عن قيمة عدم اليقين بعدد مناسب من الأرقام المعنوية، وتقارب القيمة المتوسطة إلى عدد متواافق من المنازل العشرية مثل قيمة عدم اليقين.

### الدعم

قد يحتاج بعض الطلبة إلى رؤية خطوات الحسابات مجزأة مع المزيد من التفاصيل. أبدأ بحسابات مباشرة تتضمن بيانات لا تحتاج إلى التقرير لتعزيز الثقة بالنفس لدى هذه الفئة من الطلبة.

### تلخيص الفكرة والتأمل فيها

- على الطلبة حل السؤال ٢ من النشاط ٢-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.
- اطرح على الطلبة السؤال الآتي: لماذا لا تكون النسبة المئوية لعدم اليقين في قراءة قياس ما صفر؟

## الموضوع ٦- تسجيل النتائج

### الأهداف التعليمية

- ٢- يفهم تأثير الأخطاء النظامية (بما فيها الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياس ويشرحها.
- ١- يميز الفرق بين مصطلحِي الضبط (Accuracy) والدقة (Precision).
- ٤- يفهم الفرق بين الخطأ وعدم اليقين عند القياس.

### نظرة عامة على الموضوع

- ينبغي معرفة كيفية جمع البيانات بنجاح.
- يجب أن يكون الطلبة قادرين على تسجيل البيانات وتحليلها.
- يجب أن يكونوا قادرين على رسم التمثيلات البيانية لبياناتهم وتفسيرها.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٣ حصص دراسية (ساعتان تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>• إرشادات بشأن جدول تسجيل النتائج والأرقام المعنوية (المنازل العشرية داخل الأعمدة).</li> <li>• السؤال ١٢</li> </ul>	٦- تسجيل النتائج	كتاب الطالب
• السؤال ١	نشاط ٤- الجداول والتمثيلات البيانية والميل	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالباً ما يسجل الطلبة القراءات بشكل خاطئ عندما يكون الرقم المعنوي الأخير في قراءة تدريج ما صفرًا، على سبيل المثال: تعرض ساعة إيقاف على شاشتها الزمن (1.30 s) ويسجله الطالب على أنه (1.3). ذكر الطلبة أن عدد المنازل العشرية في قراءة مدونة تمثل دقة أداة القياس.
- غالباً ما يتغاضل الطلبة وحدات القياس عند حساب البيانات المعالجة، على سبيل المثال: عند حساب قيم تربيع الزمن ( $t^2$ ) في جدول النتائج، قد يتغاضل الطالب وحدة القياس أو يعبر عنها بالثواني، بدلاً من (s<sup>2</sup>).

### أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوفّرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### **فكرة أ (١٥-١٠ دقيقة)**

- أعط الطالبة عينة من بيانات معروضة كما لو تم تسجيلها مباشرة في دفتر ملاحظات (وليس كجدول نتائج). اطلب إليهم إعادة صياغة البيانات على شكل جدول نتائج.

**فكرة للتقديم:** يمكن للطلبة أن يتبادلوا عملية تقييم جداول نتائجهم. شجعهم على التحقق من رسم الجدول منظماً باستخدام المسطرة، وأن لجميع الأعمدة عناوين تتضمن وحدات صحيحة، وأنه يتم تسجيل البيانات مع عدد ثابت من المنازل العشرية في كل عمود.

### **فكرة ب (١٥-١٠ دقيقة)**

- قدم للطلبة بعض الأمثلة لجدال نتائج مع وجود أخطاء متعددة، على سبيل المثال: غير مرسومة بمسطرة، عناوين أعمدة مفقودة، وحدات قياس مفقودة، منازل عشرية غير متتسقة إلخ... يمكن للطلبة تدوين الأخطاء بشكل مستقل، ثم مناقشتها مع زملائهم في مجموعاتهم، قبل مناقشتها بين جميع الطلبة.

**فكرة للتقديم:** المناقشة هي فرصة ممتازة لتقييم معرفة الطلبة السابقة، وفهمهم فيما يتعلق بمواصفات جدول النتائج الجيد.

## **الأنشطة الرئيسية**

### **١ جداول النتائج (٢٥-٢٠ دقيقة)**

- حدد المواصفات التي يجب أن تكون موجودة عند تسجيل بيانات الاستقصاءات العملية في الجدول، ثم تناول الجدول ١-١ الوارد في الموضوع ٦-١ من كتاب الطالب، مؤكداً على:
  - رسم الجدول منظماً بالمسطرة.
  - تقديم البيانات في أعمدة وليس في صفوف.
- احتواء جميع الأعمدة على عنوان يتضمن رمز المتغير المراد قياسه مع وحدة قياسه. إذا كانت جميع قراءات هذا المتغير لها قيمة عدم اليقين نفسها (أي أن القياس لم يتكرر)، فمن الأفضل تضمين قيمة عدم اليقين في عنوان العمود.
- تسجيل البيانات داخل كل عمود مع عدد ثابت من المنازل العشرية التي تعكس دقة أداة القياس، على سبيل المثال: إذا تم استخدام مسطرة مترية (بدقة 1 mm) لقياس الأطوال، فيجب إعطاء جميع البيانات في هذا العمود إلى 3 منازل عشرية إذا كانت وحدات القياس بالأمتار m.
- وجود عمود لقيم عدم اليقين لأية قياسات متكررة.
- وجود مساحة كافية في جدول النتائج لأي تحليل للبيانات (يمكن تقديمها في أعمدة إضافية).
- تقديم البيانات المعالجة الناتجة عن أي تحليل للبيانات، مع عدد الأرقام المعنوية نفسها، كالبيانات الأولية، على الرغم من أن كتابتها برقم معنوي إضافي يُعدّ مقبولاً.

**فكرة للتقديم:** يمكن للطلبة حل السؤال ١٣ من كتاب الطالب، وإجراء تقييم ذاتي أو تقييم الأقران لعملهم. انتبه بشكل خاص لوحدة القياس الموجودة في العمود الأخير، والتي يجب أن تكون ( $cm^2$ ). سلط الضوء على وجوب تقديم البيانات الموجودة في العمود ( $d^2$ ) مع 3 أرقام معنوية (مثل البيانات الأولية)، مع العلم أنه يمكن كتابتها بـ 4 أرقام معنوية أيضاً.

## تمثيلات بيانية (٢٥-٢٠ دقيقة) ٢

- يتوقع أن يكون الطلبة قد رسموا تمثيلات بيانية في صفوف سابقة. فانطلاقاً من معارفهم السابقة، قدم لهم مجموعة من النتائج، واطلب إليهم رسم تمثيل بياني. علاوة على ذلك، اسأل الطلبة عما يتصورون أنه من الموصفات الرئيسية لتمثيل بياني جيد: توقع الموصفات الآتية:
  - نقاط الأصل الخاطئة (حيث لا يبدأ تدرج أي من المحورين من الصفر أو يتم إدخال فاصل في التدرج في البداية) مقبولة تماماً، ويتم تشجيعها عندما لا يقترب مدى البيانات، على أيّ من المحورين، إلى حدود الصفر.
  - يجب تسمية كلا المحورين بالكمية ووحدة القياس المناسبة إلا إذا لم يكن للكمية وحدة قياس.
  - يجب تمثيل نقاط البيانات على التمثيل البياني برموز مثل + أو ×.
  - يجب أن تكون المنحنيات الأكثر ملائمة إما خطوطاً مستقيمة (مرسومة بمسطرة)، أو منحنيات مقوسة. في كلتا الحالتين، من المتوقع أن تتوزع النقاط بشكل متباين حول المنحنى.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة حل السؤال ١-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، وإجراء التقييم الذاتي أو تقييم الأقران لعملهم.

## التعليم المتمايز (تفريغ التعليم)

### التوسيع والتحدي

- يمكن تحدي الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع في تحديد أيّة متغيرات يجب وضعها على محاور التمثيل البياني لرسم منحنى بياني خططي عندما تكون المعادلة التي تربط هذه المتغيرات معروفة.

### الدعم

قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في اختيار مقاييس مناسب لرسم تمثيل بياني جيد للقراءات على شبكة التمثيل البياني.

### تلخيص الفكرة والتأمل فيها

- اطلب إلى الطلبة أن يتذكّروا مواصفات جداول تسجيل النتائج أو التمثيلات البيانية، على سبيل المثال: في الغالب يجب أن تتضمّن كافة عناوين الأعمدة وحدات قياس. ويمكن تنظيم لعبة داخل الصف، يجري فيها الانتقال من طالب إلى طالب آخر حتى يتم ذكر جميع الموصفات.
- شجّع الطلبة على أن مهارة مواصفات جداول تسجيل النتائج والتتمثيلات البيانية سيتم تطبيقها طوال الفصل الدراسي، بحيث يمكن، مع مرور الوقت، تصحيح الأخطاء.

## الموضوع ١-٧: جمع قيم عدم اليقين

### الأهداف التعليمية

- ١-٧ يجمع بين قيم عدم اليقين المطلقة عند جمع الكميات أو طرحها ويجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.

### نظرة عامة على الموضوع

ينبغي أن يعلموا أنه في حالة:

- جمع الكميات أو طرحها، يجب جمع القيم المطلقة لعدم اليقين.
- ضرب الكميات أو قسمتها، يجب جمع النسب المئوية لعدم اليقين.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصة دراسية (ساعة و ٢٠ دقيقة تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>• وصف كيفية إيجاد قيمة عدم اليقين عند إجراء عمليات حسابية على كميات ما.</li><li>• الأسئلة من ١٤ إلى ١٦</li></ul>	١-٧ جمع قيم عدم اليقين	كتاب الطالب
• الأسئلة من ١ إلى ٥	٣-١ جمع قيم عدم اليقين	نشاط التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- كثيراً ما ينسى الطلبة أن قيم عدم اليقين تضاف دائمًا عند جمعها، ولا تطرح مطلقاً. القرار الوحيد الذي يتبعه على الطالب اتخذه هو ما إذا كان يجب عليه إضافة القيم المطلقة أو النسب المئوية لعدم اليقين.

### أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتاحة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (١٠-٥ دقائق)

- هل يمكن أن  $5 = 2 + 2$  اطرح هذا السؤال على الطلبة، ودعهم يفكرون فيه. شجّعهم على التفكير ملياً من خلال إخبارهم أنه إذا كانت '2' هي قيمة مقاسة، فقد تم تسجيلها فقط مع رقم معنوي واحد، ما يعني أن قيمتها الحقيقية تقع بين (1.5) و (2.5). لذلك، يمكن تمثيلها ك  $(2 \pm 0.5)$ . يمكن بعد ذلك السماح للطلبة بالاعتبار أن أقصى قيمة ممكنة لعملية الجمع هذه هي (5.0)، وأن أقل قيمة ممكنة لها هي (3.0). يشكل هذا السؤال مقدمة مناسبة عن كيفية جمع قيم عدم اليقين عندما يتم استخدام قراءات مختلفة.

### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- لُخّص كيفية تحديد قيمة عدم اليقين لقياس ما، وكيفية تحويل قيمة عدم اليقين (المطلق) هذا إلى نسبة مئوية لعدم اليقين.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة كتابة إجاباتهم على ورقة للتقدير الذاتي، أو تقييم الأقران بعضهم بعضاً، أو تقديم إجاباتهم للمعلم ليقيّمها.

### الأنشطة الرئيسية

#### ١ جمع قيم عدم اليقين (٢٥-٢٠ دقيقة)

- حدّد القواعد الأساسية لجمع قيم عدم اليقين لكميّات معينة عند جمعها أو طرحها أو جمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب كميّات معينة أو قسمتها. وأفضل طريقة لتحقيق ذلك هي استخدام الكثير من الأمثلة حتى يتمكّن الطلبة من رؤية الخطوات المطلوبة.

- لقد تم عرض مثال شامل في كتاب الطالب، وفيما يأتي مثال آخر:

المسافة التي قطعتها سيارة ما تم قياسها ب ( $m (1 \pm 1)$ ) خلال زمن ( $s (46 \pm 46)$ ). احسب السرعة المتوسطة للسيارة وقيمة عدم اليقين المطلق لهذا القياس.

النسبة المئوية لعدم اليقين للمسافة التي قطعتها السيارة:

$$= \frac{1}{620} \times 100\% = 0.16\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للزمن المقاس:

$$= \frac{1}{46} \times 100\% = 2.2\%$$

عند جمع النسبتين المئويتين للسرعة نجد:

$$= 0.16 + 2.2 = 2.4\%$$

مقدار السرعة المتوسطة:

$$= \frac{620}{46} = 13.5 \text{ m s}^{-1}$$

قيمة عدم اليقين  
النسبة المئوية =  $\frac{100\%}{السرعة المتوسطة}$

قيمة عدم اليقين المطلقة للسرعة المقاسة هي:

$$\frac{\text{النسبة المئوية} \times \text{السرعة المتوسطة}}{100}$$

$$= \frac{13.5 \times 2.4}{100} = 0.32 = 0.3 \text{ m s}^{-1}$$

إذا السرعة المتوسطة هي: ( $13.5 \pm 0.3$ )  $\text{m s}^{-1}$

- يُعد التدريب على حلّ هذا النوع من الأسئلة أمراً بالغ الأهمية لتعزيز فهم الطلبة لهذه الطرائق وتمكّنهم من تطبيقها باستمرار.

**فكرة للتقدير:** على الطلبة حلّ الأسئلة ١٤-١٦ من الموضوع ٧-١ الوارد في كتاب الطالب. يمكن بعد ذلك تقييمها ذاتياً، أو تقييم الأقران بعضهم بعضاً خلال الموضوع لتقديم تغذية فورية للطالب.

## ٢ تمارين إضافية (٣٠ دقيقة)

- على الطلبة حل الأسئلة من ١ إلى ٥ من النشاط ٣-١ الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

**فكرة للتقويم:** ثمة هدف تربوي من اختيار بعض الأسئلة الأكثر تعقيداً في هذا النشاط، والإجابة عنها، على السبورة أثناء شرح الموضوع، حتى يتمكّن الطلبة من رؤية الطرائق التي يتم تطبيقها، وتحديد مواضع ارتكابهم للأخطاء. وعلاوة على ذلك، يمكن دعوة بعض الطلبة إلى السبورة لمشاركة زملائهم في طرائقهم المتبعة.

### التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

#### التوسيع والتحدي

- يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع كتابة أسئلتهم الخاصة، بما في ذلك الإجابات بشكل منظم، باستخدام معادلات درسوها سابقاً في الفيزياء.
- يمكن للطلبة التفكير في كيفية إيجاد قيمة عدم اليقين إذا كانت المعادلة تتضمن في الوقت نفسه جمع كميات معينة وضربها، على سبيل المثال:  $A = BC + D$ .

#### الدعم

سيجده بعض الطلبة أن جمع قيم عدم اليقين أمر صعب، وبالتالي سيحتاجون إلى دعم استمرارهم في تطبيق طريقتي الجمع. يمكن للمعلم توفير خطة عمل منتظمة خلال المراحل المختلفة للعملية: على سبيل المثال: استخدام ورقة مدونة عليها خطوات حساب الكميات المضاعفة مثلاً، على أن يقوم الطالب بإكمالها:

الخطوة ١: حساب النسبة المئوية لعدم اليقين لكل كمية.

الخطوة ٢: إضافة النسبة المئوية لعدم اليقين.

الخطوة ٣: تحويل النسبة المئوية لعدم اليقين إلى عدم يقين مطلق.

كما يمكنه تشجيع الطلبة على طرح الأسئلة، في البداية، عما إذا كانت الكميات يتم جمعها، أو طرحها، أو ضربها، أو قسمتها، لتعزيز الطريقة الصحيحة.

#### تلخيص الفكرة والتأمل فيها

- هل ستجمع قيم عدم اليقين المطلقة، أم تجمع النسب المئوية لعدم اليقين؟ اكتب بعض المعادلات الأساسية على السبورة من حيث الأحرف العامة  $A$  و  $B$  و  $C$  و  $D$ . وانطلاقاً منها، اطلب إلى الطلبة رفع اليد اليمنى إذا قالوا بوجوب جمع قيم عدم اليقين المطلقة، أو اليسرى إذا اكتفوا بجمع النسب المئوية لعدم اليقين. يكون هذا النشاط أكثر متعة من خلال جعل الطلبة يتحركون في غرفة الصف.
- ماذا لو لم تتبع كمية معينة القواعد المذكورة سابقاً؟ اطلب إلى الطلبة التفكير في كيفية تحديد قيمة عدم اليقين  $\Delta \theta$  إذا كانت قيمة  $\theta$  تساوي  $48.0 \pm 0.5^\circ$ .

في هذا المثال، يجب حساب الحد الأدنى والحد الأقصى لقيمة  $\sin \theta$ . ثم يتم حساب قيمة عدم اليقين على أنه نصف الفرق بين القيمتين القصوى والدتها. على سبيل المثال، القيمة الدنيا:  $(\sin 48.0 - 0.5) = 0.7373$  والقيمة القصوى:  $(\sin 48.0 + 0.5) = 0.7490$ .

$$\text{وبالتالي فإن قيمة عدم اليقين هي (مع رقمين معنويين)}: (0.7490 - 0.7373) = 0.0059.$$

## الموضوع ٨- فهم الوحدات في النظام الدولي للوحدات (SI)

### الأهداف التعليمية

- ٨-١ يتذكر الكميات الأساسية للنظام الدولي للوحدات (SI) ووحداتها القياسية: الكتلة (kg)، الطول (m)، الزمن (s)، شدة التيار الكهربائي (A)، درجة الحرارة (K).
- ٩-١ يعبر عن الوحدات المشتقة كنواتج ضرب أو قسمة للوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات، ويستخدم الوحدات المشتقة للكميات المدرجة في هذا المنهج حسب الحاجة.
- ١٠-١ يتذكر البادئات الآتية ورموزها للإشارة إلى المضاعفات أو الأجزاء العشرية لكل من الوحدات الأساسية والمشتقة ويستخدمها. بيوكو (p)، نانو (n)، ميكرو (μ)، ميلي (m)، سنتي (c)، ديسى (d)، كيلو (k)، ميجا (M)، جيجا (G)، تيرا (T).

### نظرة عامة على الموضوع

يجب على الطلبة أن:

- يتذكّروا خمسة من الكميات الأساسية السبع في النظام الدولي للوحدات (SI) ووحدات قياسها.
- يكونوا قادرين على التعبير عن الوحدات المشتقة كحاصل ضرب أو قسمة الوحدات الأساسية في النظام الدولي للوحدات (SI).
- يتذكّروا البادئات الآتية ورموزها، إضافة إلى استخدامها، للإشارة إلى المضاعفات أو الأجزاء العشرية أو الكسور لكل من الوحدات الأساسية والمشتقة: بيوكو (p)، نانو (n)، ميكرو (μ)، ميلي (m)، سنتي (c)، ديسى (d)، كيلو (k)، ميجا (M)، جيجا (G)، تيرا (T).

### عدد الحصص المقترحة للتدرис

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع حصّتان دراسيّتان (ساعة و ٢٠ دقيقة تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>• التمييز الواضح بين الوحدات الأساسية والمشتقة والبادئات المختلفة المستخدمة للتعبير عن مقياس ما.</li> <li>• الأسئلة من ١٧ إلى ١٩</li> </ul>	٨-١ فهم الوحدات في النظام الدولي للوحدات (SI)	كتاب الطالب

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- كثيراً ما ينسى الطلبة التحويل إلى وحدات النظام الدولي للوحدات (SI) عند إكمال العمليات الحسابية.
- يُعد تحويل الوحدات إلى وحدات النظام الدولي للكميات المربيعة أو المكعبية تحدياً لبعض الطلبة.

### أنشطة تمهيدية

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوفّرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (١٠-٥ دقائق)

- ربما تكون الكميات الزمن والمسافة من أكثر الكميات قياساً في الفيزياء. عليك أن تتحدى الطلبة بكتابه أكبر عدد ممكن من الوحدات للكميات التي يمكنهم التفكير فيها، ثم اطلب إليهم مشاركة زملائهم في إجاباتهم. اختم بالسؤال عن نوع الوحدات التي يجب أن يستخدموها عادةً في الحسابات، مسمياً إياها بوحدات (SI).

### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- ينتقل صاروخ بسرعة  $10\ 000 \text{ km/h}$ . حول هذه السرعة إلى  $(\text{m/s})$ .

فكرة للتقويم: يمكن للطلبة كتابة إجاباتهم على ورقة للتقييم الذاتي، أو تقييم الأقران بعضهم بعضاً، أو تقديم إجاباتهم للمعلم ليقيمها.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ وحدات النظام الدولي الأساسية (SI) (٢٥-٢٠ دقيقة)

- أخبر الطلبة عن الكميات الأساسية الخمس مع وحداتها في النظام الدولي للوحدات (SI). قد يكون من المثير للاهتمام البحث عن كيفية تعريف كل من هذه الوحدات، وكيف تغير هذا التعريف مع مرور الزمن. على سبيل المثال، تم تعريف المتر ( $\text{m}$ ) لأول مرة باستخدام بندول بسيط طوله ( $1 \text{ m}$ ) وزنته الدوري ( $2.0 \text{ s}$ )، ولكن هذا الطول يتغير نتيجة لاختلاف شدة مجال الجاذبية الأرضية بين مكان وآخر على سطح الأرض. ثم تم استخدام نموذج أولي لقضيب فلزّي لقياس  $1 \text{ m}$ تر بالضبط، ولكن هذا أيضاً يتأثر بالتغييرات في درجة الحرارة. أمّا في الوقت الحالي، فيُعرف المتر الواحد بأنه المسافة التي يقطعها الضوء في الفراغ في زمن  $\frac{1}{299\ 792\ 458} \text{ من الثانية}$ .

يمكن توزيع الطلبة إلى مجموعات صغيرة للبحث في كل من الكميات الخمس، بعد أن تشرح لهم كيف يتم تحديد وحداتها.

بالإضافة إلى ذلك، يجب تعريف الطلبة في هذه المرحلة على الطريقة المتعارف عليها في كتابة الوحدات عندما يظهر حاصل قسمة كمية معينة في معادلة ما، على سبيل المثال: كتابة وحدات السرعة بالصيغة  $(\text{m s}^{-1})$  بدلاً من  $(\text{m/s})$ .

### ٢ وحدات (SI) أخرى (٢٥-٢٠ دقيقة)

- اطلب إلى الطلبة أن يذكروا وحدة القوة. من الواضح أن هذه ليست وحدة من وحدات النظام الدولي الأساسية، وإنما تسمى وحدة «مشتقة». تأكد من أن الطلبة على دراية بهذا المصطلح.
- وضح للطلبة كيف يمكن التعبير عن وحدة مشتقة بدلالة وحداتها الأساسية؛ وأفضل طريقة للقيام بذلك هي التفكير في معادلة تتضمن تلك الكمية، وإعادة كتابة وحدتها بدلالة وحداتها الأساسية. فمثلاً:

$$\text{القوة} = \text{الكتلة} \times \text{التسارع}$$

$$F = ma$$

$$N = \text{kg} \times \text{m s}^{-2}$$

إذاً، النيوتون يعادل  $\text{N}$  ( $\text{kg m s}^{-2}$ )

- سيستفيد الطلبة من ممارسة هذه المهارة. يمكنهم حلّ السؤال ١٧ من كتاب الطالب، ولكن يمكن التوسيع في ذلك ليتضمن، على سبيل المثال، الوحدات المشتقة الأخرى:
  - الفولت (وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي)
  - الوات (وحدة قياس القدرة)
  - الكولوم (وحدة قياس الشحنة الكهربائية)
  - الهرتز (وحدة قياس التردد)
  - الأوم (وحدة قياس المقاومة الكهربائية)

< **فكرة للتقديم:** يمكن للطلبة كتابة إجاباتهم على ورقة للتقييم الذاتي، أو تقييم الأقران، أو تقديم إجاباتهم للمعلم ليقيمها .

### البادئات (٢٥-٢٠ دقيقة) ٣

- أسأل الطلبة عن أنسب وحدة لقياس طول قلم رصاص (السنتيمتر هي الوحدة الأنسب): لماذا لا يقاس قلم رصاص بالأمتار أو بالكيلومترات؟ وبالمقابل، هل يجب أيضاً قياس المسافة إلى الشمس بالسنتيمترات؟ استخدم هذه الأفكار كأساس للنقاش حول الحاجة إلى بادئات مختلفة للوحدات، لإجراء قياسات مختلفة. شجعهم على النظر في مقاييس الكون المختلفة، على سبيل المثال: قطر ذرة ما مقارنة بالمسافة بين المجرات.
- قدم المدى الواسع للبادئات المستخدمة لتغيير مقاييس الوحدات من بيكتو (pico) إلى تيرا (tera): (بيكتو  $p \times 10^{-12}$ )، نانو  $n \times 10^{-9}$ ، ميكرو  $\mu \times 10^{-6}$ ، ملي  $m \times 10^{-3}$ ، سنتي  $c \times 10^{-2}$ ، كيلو  $K \times 10^3$ ، ميجا  $M \times 10^6$ ، جيجا  $G \times 10^9$ ، تيرا  $T \times 10^{12}$ ). يمكن للطلبة بعد ذلك إجراء بعض الأبحاث للعثور على جسم ما لكل بادئة حيث يجب قياس مقداره بوحدات البيكومتر والنانومتر وما إلى ذلك.

< **فكرة للتقديم:** على الطلبة حلّ السؤالين ١٨ و ١٩ من كتاب الطالب.

### التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

#### التوسيع والتحدي

- يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع البحث عن مجموعة البادئات التي تتجاوز المدى المحدد (من بيكتو  $p \times 10^{-12}$  إلى تيرا  $T \times 10^{12}$ ). على سبيل المثال: فيمتو (femto) وأنتو (atto) وإيكسا (exa) وما إلى ذلك، ثم ناقش الحالات التي قد تكون فيها هذه البادئات مفيدة لقياس الأبعاد.
- يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع إجراء البحوث في مجال تكنولوجيا النانو. على سبيل المثال، انتقاء جسيم نانوي واحد من المادة للحصول على خصائص معينة.
- على الرغم من عدم كونها جزءاً من محتوى هذا الفصل الدراسي، إلا أن وحدة كثافة الفيض المغناطيسي،  $B$  (التسلان) تمثل وحدة مناسبة لتحدي الطلبة في تجزئة الوحدات المشتقة إلى وحداتها الأساسية. أعط الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع المعادلة الآتية: القوة المغناطيسية = كثافة الفيض المغناطيسي  $\times$  شدة التيار الكهربائي  $\times$  طول السلك، واطلب إليهم إيجاد ما يعادل التسلان بالوحدات الأساسية.
- يمكن للطلبة التدرب على تحويل الوحدات بين المتر والسنتيمتر والمليمتر، كما يمكنهم التوسيع للتحويل بين وحدات الحجم  $(mm^3)$  و  $(cm^3)$  و  $(m^3)$ .

## الدعم

سيجد بعض الطلبة أن مفهوم استخدام البايدات للتعبير عن الوحدات يمثل تحدياً لهم؛ ولدعمهم في هذا الجانب، قد يكون مفيداً استخدام المعلومة الآتية عن الأس أو رفع الوحدة لقوة ما:

$$x = x^1$$

بالتالي:

$$x^2 \div x = x^1$$

$$x^1 \div x = x^0 = 1$$

$$1 \div x = x^{-1}$$

لذلك، فإن القسمة على الكمية هي التعبير نفسه عن تلك الكمية بأس (-1).

## تلخيص الفكرة والتأمل فيها

- أعطِ الطلبة هذا الاختبار السريع لتقييم تذكّرهم للمعارف وتطبيقاتها.
١. اذكر الوحدات الخمس الأساسية في النظام الدولي للوحدات (الإجابة = المتر، الثانية، الكلفن، الأمبير، الكيلوغرام).
  ٢. حُول طول (500 Mm) (500 ميغا متر) إلى وحدة المتر (الإجابة = 500,000,000 متر).
  ٣. باستخدام المعادلة (مقدار الشحنة الكهربائية = شدّة التيار الكهربائي × الزمن)، قم بالتعبير عن الكولوم بدالة الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات (SI) (الإجابة = A s = As).
  ٤. اكتب هذه البايدات بالترتيب من الأكبر إلى الأصغر: nano، tera، micro، pico، giga (الإجابة = الأكبر = tera، pico = الأصغر)

## إجابات كتاب الطالب

.٨. بين  $s \pm 0.2$  و  $s \pm 0.5$  لأن هذا هو المدى القياسي لزمن رد فعل الإنسان.

.٩. أ. القيمة المتوسطة:

$$\frac{(20.6 + 20.8)}{2} = 20.7$$

قيمة عدم اليقين:

$$\frac{20.8 - 20.6}{2} = 0.1$$

القيمة النهائية:

$$= 20.7 \pm 0.1$$

ب. القيمة المتوسطة:

$$\frac{(20 + 30 + 36)}{3} = 28.67$$

= 29 (مع رقمين معنويين)

قيمة عدم اليقين:

$$\frac{36 - 20}{2} = 8$$

القيمة النهائية:

$$= 29 \pm 8$$

ج. القيمة المتوسطة:

$$\frac{(0.6 + 1.0 + 0.8 + 1.2)}{4} = 0.9$$

قيمة عدم اليقين:

$$\frac{1.2 - 0.6}{2} = 0.3$$

القيمة النهائية:

$$= 0.9 \pm 0.3$$

د. القيمة المتوسطة:

$$\frac{(20.5 + 20.5)}{2} = 20.5$$

قيمة عدم اليقين:

$$= 0.05 \text{ أو } 0.1$$

(بما أن القراءات كلّها متشابهة فإن أقل قيمة ممكنة لعدم اليقين لا تقل عن أصغر تدرج أو نصفه).

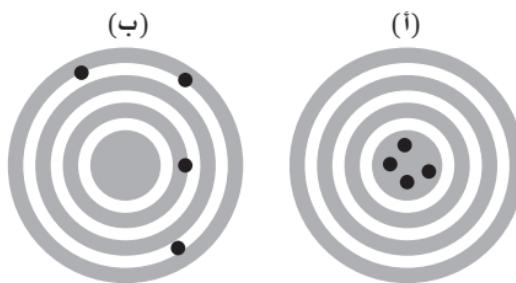
القيمة النهائية:

$$= 20.5 \pm 0.1$$

## إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

.١.  $50 \Omega, 100 \Omega, 200 \Omega, 300\Omega, 400 \Omega$ .

تغطي المدى الكامل مع فروقات متساوية تقريرياً.



يمثل الرسم التخطيطي (أ) خطأ نظامياً.

يمثل الرسم التخطيطي (ب) خطأ عشوائياً.

.٤. الخطأ صفرى، لأن المؤشر لا يشير إلى الصفر عندما لا تكون هناك كتلة على كفة الميزان؛ يعني ذلك أن الجهاز غير معاير بشكل صحيح.

.٥. أصغر تدرج على شريط القياس هو 1 mm بما

أن القراءة تؤخذ من كلا طرفي شريط القياس، وبالتالي قيمة عدم اليقين للقياس الواحد تساوى  $\pm 2 \text{ mm}$ ؛ ولكن إذا كان القياس يتطلب القيام بعده قياسات من طرف الشريط إلى طرفه الآخر، ولم يكن مقياس الشريط طويلاً بما يكفي، فسيؤدي ذلك إلى زيادة في قيمة عدم اليقين. كذلك يفترض أن شريط القياس هذا قد تم شده بإحكام

ومن دون أن يتمدد طوله.

$\pm 1.0^\circ \text{C}$

.٦. بين  $\pm 1 \text{ mm}$  و  $\pm 10 \text{ mm}$  (إن 1 mm هو أصغر

تدرج للقياس على المسطرة، ولكن يمكن القول إن قيمة عدم اليقين أكبر من 1 cm بسبب حركة التموجات في حوض الموجات المائية).

$$14. \quad A. \quad (3.0 \pm 0.6) \text{ m}$$

$$B. \quad (1.0 \pm 0.6) \text{ m}$$

ج. النسبة المئوية لعدم اليقين في  $C$ :

$$= \frac{0.5}{2.0} \times 100\% = \pm 25\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $D$ :

$$= \frac{0.01}{0.20} \times 100\% = \pm 5\%$$

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معاً عند ضرب الكميات:

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $C \times D$ :

$$= 25\% + 5\% = \pm 30\%$$

$$C \times D = 2.0 \times 0.20 = 0.40 \text{ m}$$

قيمة عدم اليقين في  $C \times D$ :

$$= 30\% \times 0.4 = 0.12 \text{ m}$$

بالتالي قيمة  $C \times D$ :

$$(0.40 \pm 0.12) \text{ m}$$

د. النسبة المئوية لعدم اليقين في  $B$ :

$$= \frac{0.2}{2.0} \times 100\% = \pm 10\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $D$ :

$$= \frac{0.01}{0.20} \times 100\% = \pm 5\%$$

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معاً عند قسمة الكميات:

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $\frac{B}{D}$ :

$$= 10\% + 5\% = \pm 15\%$$

$$\frac{B}{D} = \frac{2.0}{0.20} = 10(0.0) \text{ m s}^{-1}$$

قيمة عدم اليقين في  $\frac{B}{D}$ :

$$= 15\% \times 10 = 1.5 \text{ m s}^{-1}$$

بالتالي قيمة  $\frac{B}{D}$ :

$$(10(0.0) \pm 1.5) \text{ m s}^{-1}$$

10. النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$= \frac{0.2}{24.3} \times 100\%$$

= ±0.8% (مع رقم معنوي واحد)

11. النسبة المئوية لعدم اليقين =

$$= \frac{2}{35} \times 100\%$$

= ±5.7% أو 6% (مع رقمين معنويين أو رقم

معنوي واحد)

ب. لأن البندول يتحرك أشأء القياس الأمر الذي

يجعل قراءة القياس صعبة. إذ من المحتمل

أن تكون قيمة عدم اليقين أكبر من الحد الأدنى للتدرج على المنقلة (درجة واحدة).

12. النسبة المئوية لعدم اليقين =

$$\frac{\text{قيمة عدم اليقين}}{\text{القيمة المقاسة}} \times 100\%$$

قيمة عدم اليقين = (النسبة المئوية لعدم اليقين

$$\times \% \text{ القيمة المقاسة}) \div 100\%$$

قيمة عدم اليقين:

$$= 0.02 \times 12.4 = 0.248 \text{ V}$$

= ±0.25 V (مع رقمين معنويين)

13.

مربع المسافة $d^2 (\text{cm}^2)$	المسافة $d$ (cm)	الارتفاع $h$ (cm)
324	18.0	1.0
807	28.4	2.5
1280	35.8	4.0
1730	41.6	5.5
2240	47.3	7.0
2870	53.6	9.0

تم تقريب قيم مربع المسافة ( $d^2$ ) إلى 3 أرقام

معنوية بحيث يتم تقديمها بشكل منتظم مع

البيانات الخاصة لقيم المسافة ( $d$ ), والتي تُعطى

أيضاً إلى 3 أرقام معنوية.

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $A^2 = A \times A$  :

$$= 10\% + 10\% = \pm 20\%$$

بالتالي:

$$A^2 = 4.0 \text{ cm}^2 \pm 20\%$$

أو إعطاء عدم اليقين المطلق،

$$= 20\% \times 4.0 = 0.8 \text{ cm}^2$$

بالتالي:

$$A^2 = (4.0 \pm 0.8) \text{ cm}^2$$

- ١٧.** تختلف كتلة التفاح من تفاحة إلى أخرى، ويختلف التسارع الحر بسبب اختلاف الجاذبية من مكان إلى آخر.

- ١٨.** أ. مساحة الصفحة: قياس كل من جانبي الصفحة هما: 27.5 cm و 21.8 cm (ملاحظة: يمكن لقياسات كتابك أن تختلف قليلاً عن هذين القياسيين للصفحة).

المساحة:

$$\begin{aligned} &= 27.5 \times 21.8 = 599.5 \text{ cm}^2 \\ &= 0.05995 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

مع 3 أرقام معنوية المساحة  $\approx 600 \text{ cm}^2$  أو .  
مع 3 أرقام معنوية.

ب. - باستخدام الطريقة الأولى:

القيمة القصوى للمساحة:

$$= 27.6 \times 21.9 = 604.4 \text{ cm}^2$$

قيمة عدم اليقين في المساحة:

$$= 604.4 - 599.5 = 4.9 \text{ cm}^2$$

أو  $5 \text{ cm}^2$  (مع رقم معنوي واحد)

- باستخدام الطريقة الثانية:

يتم جمع النسب المئوية لقيم عدم اليقين معاً عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها.

النسبة المئوية لعدم اليقين في الطول:

$$= \frac{0.1}{27.5} \times 100\% = \pm 0.36\%$$

هـ. النسبة المئوية لعدم اليقين في  $A$  :

$$= \frac{0.4}{1.0} \times 100\% = \pm 40\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $(A \times 2)$  هي أيضاً  $\pm 40\%$  لأن 2 ليس لها قيمة عدم يقين:

$$2 \times A = 2 \times 1.0 = 2.0 \text{ m}$$

قيمة عدم اليقين في  $A \times 2$  :

$$= 40\% \times 2.0 = 0.8 \text{ m}$$

بالتالي قيمة  $A \times 2$  :

$$(2.0 \pm 0.8) \text{ m}$$

**١٥.** السرعة:

$$\frac{0.375 - 0.225}{0.001} = 150 \text{ m s}^{-1}$$

قيمة عدم اليقين للمسافة:

$$= 0.5 + 0.7 = 1.2 \text{ cm}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في المسافة:

$$= \frac{1.2}{15.0} \times 100\% = \pm 8.0\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في الزمن:

$$= \frac{0.02}{1.00} \times 100\% = \pm 2.0\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في السرعة:

$$= 8.0\% + 2.0\% = \pm 10.0\%$$

قيمة عدم اليقين في السرعة:

$$\begin{aligned} &= \frac{150 \times 10}{100} \\ &= 15 \text{ m s}^{-1} \end{aligned}$$

السرعة:

$$\approx 150 \pm 15 \text{ m s}^{-1}$$

**١٦.** النسبة المئوية لعدم اليقين في  $A$  :

$$= \frac{0.2}{2.0} \times 100\% = 10\%$$

إن النسبة المئوية لعدم اليقين في  $A$  تساوي 10%.

لذا فإن:

$$A^2 = 4.0 \text{ cm}^2$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في الطول:

$$= \frac{0.2}{12.3} \times 100\% = \pm 1.6\%$$

قيمة عدم اليقين في العرض:

$$= \frac{1}{2} \times (22.4 - 22.0) = \pm 0.2 \text{ mm}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في العرض:

$$= \frac{0.2}{22.2} \times 100\% = \pm 0.9\%$$

قيمة عدم اليقين في السمك:

$$= \frac{1}{2} \times (3.98 - 3.94) = \pm 0.02 \text{ mm}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للسمك:

$$= \frac{0.02}{3.96} \times 100\% = \pm 0.51\%$$

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا عند ضرب الكميات معًا أو قسمتها.

النسبة المئوية لعدم اليقين في الحجم:

$$= 1.6\% + 0.9\% + 0.51\% = \pm 3.0\%$$

**د.** ١. كثافة الزجاج:

$$= \frac{25.6}{10.8} = 2.37 \text{ g cm}^{-3}$$

٢. النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة المتوسطة للكثافة = النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة المتوسطة للحجم = 3.0%

قيمة عدم اليقين المطلق للكثافة:

$$= \frac{3}{100} \times 2.37 = 0.07 \text{ g cm}^{-3}$$

**٦. أ.** ١. القيمة المتوسطة للزمن:

$$t = 3.31 \text{ s}$$

٢. قيمة عدم اليقين المطلق للزمن:

$$t = \frac{3.37 - 3.27}{2} = 0.05 \text{ s}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للزمن:

$$t = \frac{0.05}{3.31} \times 100\% = 1.5\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في العرض:

$$= \frac{0.1}{21.8} \times 100\% = \pm 0.46\%$$

فإن النسبة المئوية لعدم اليقين في المساحة:

$$= 0.36\% + 0.46\% = \pm 0.82\%$$

وبالتالي، فإن قيمة عدم اليقين المطلق للمساحة:

$$= 0.82\% \times 599.5 = 4.9 \text{ cm}^2$$

أو  $5 \text{ cm}^2$  (مع رقم معنوي واحد)

**أ.**  $6 \times 10^{-11} \text{ A}$

**ب.**  $5 \times 10^8 \text{ W}$

**ج.**  $20 \text{ m} = 2 \times 10^1 \text{ m}$

## إجابات أسئلة نهاية الوحدة

**١.** د

**٢.** د

**٣.** ج

**٤.** ب

**٥.** أ

١. قيمة عدم اليقين المطلق: 0.01 mm من التدرج.

النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$= \frac{0.01}{4} \times 100\% = 0.25\%$$

**ب.** أطبق الفكين أحدهما على الآخر للتحقق من عدم وجود خطأ صفرى، ثم افتح الفكين وأعد إغلاقهما حول الشريحة بقليل من الضغط، واقرأ قياس سمك الشريحة.

**ج.** ١. متوسط السمك:

$$\frac{3.96 + 3.94 + 3.98 + 3.96}{4} = 3.96 \text{ mm}$$

القيمة المتوسطة لحجم الشريحة:

$$V = 12.3 \times 2.22 \times 0.396 = 10.8 \text{ cm}^3$$

**٢.** قيمة عدم اليقين في الطول:

$$= \frac{1}{2} \times (12.5 - 12.1) = \pm 0.2 \text{ cm}$$

الآخر، بينما تكون القيمة الحقيقة للكمية صفرًا.

٤. أحياناً لا يكون سمك العملة هو نفسه في جميع أنحائها؛ لذا فإنأخذ قراءات من مختلف جوانبها يزيد من الدقة لمتوسط سمك العملة.

**بـ. ١. متوسط السمك (e):**

$$\frac{(1.56 + 1.58 + 1.60)}{3} = 1.58 \text{ mm}$$

أو  $0.158 \text{ cm}$

**متوسط القطر (d):**

$$\frac{(20.1 + 20.1 + 20.1)}{3} = 20.1 \text{ mm}$$

أو  $2.01 \text{ cm}$

**متوسط الحجم:**

$$\frac{\pi \times 2.01^2}{4} \times 0.158 = 0.501 \text{ cm}^3$$

٢. النسبة المئوية لعدم اليقين في السمك:  
1.27%

أو النسبة المئوية لعدم اليقين في القطر = 0.50% (تم تحديدها باستخدام قيمة عدم يقين قدرها  $0.1 \text{ mm}$ ).

النسبة المئوية لعدم اليقين في الحجم:

$$= 1.27\% + 0.25\% + 0.25\% = 1.8\%$$

(مع رقمين معنويين)

٣. الكثافة:

$$= \frac{6.11}{0.501} = 12.2 \text{ g cm}^{-3}$$

٤. النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$1.8\% + 0\% = 1.8\%$$

لأن كتلة العملة المعدنية هي مع عدم يقين مهملاً.

٥. كثافة الذهب:  $19.3 \text{ g cm}^{-3}$

**بـ. ١. الفكرة هي أن هناك قيمة عدم يقين**

قدرها  $1 \text{ mm}$  عند كل من بداية ونهاية

مسطحة القياس، وبالتالي قيمة عدم اليقين

التي قدمتها مريم قيمة معقوله.

٢. لحساب قيمة  $a$  نستخدم المعادلة:

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

وبما أن  $0 = u$ , وبالتالي:

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

$$a = \frac{2s}{t^2}$$

$$a = \frac{2 \times 0.800}{(3.31)^2}$$

$$a = 0.146 \text{ m s}^{-2}$$

٣. النسبة المئوية لعدم اليقين في  $s$ :

$$= \frac{0.002}{0.800} \times 100\% = \pm 0.25\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $t$  :  $\pm 1.5\%$

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معاً عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها، لذا

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $a$  :

$$= 0.25\% + 1.5\% + 1.5\% = \pm 3.3\%$$

(مع رقمين معنويين)

**٧. ١. قيمة عدم اليقين المطلق للقطر نحصل**

عليه من تدرج القدمة ذات الورنية:

$$\frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للقطر:

$$= \frac{0.05}{20} \times 100\% = 0.25\%$$

٢. أي مما يأتي:

التحقق من أداة القياس بحثاً عن خطأ صفرى. عدم الضغط بشدة على فكي القدمة.

٣. تعطي الأداة قراءة غير صفرية، عندما

يكون فك القدمة مطبقين أحدهما على

**ج.** يجب استنتاج الميل من رسم مثلث ذي وتر أكبر من نصف طول الخط المرسوم؛ قيمة الميل بين 0.062 و 0.064 التقاطع مع المحور

الصادي  $y$  بين 0.30 و 0.32

**د.**  $C = \text{القيمة المعطاة لتقاطع الخط مع المحور } y \text{ بوحدة } s,$  على سبيل المثال  $0.31 \text{ s}$

$k = \text{القيمة المعطاة لميل الخط مع وحدة القياس، على سبيل المثال } 0.063 \text{ s}^{-\frac{1}{2}} \text{ g}^{-\frac{1}{2}}$

قيمة عدم اليقين لكثافة العملة:

$$= 12.2 \times 1.8\% = 0.22 \text{ g cm}^{-3}$$

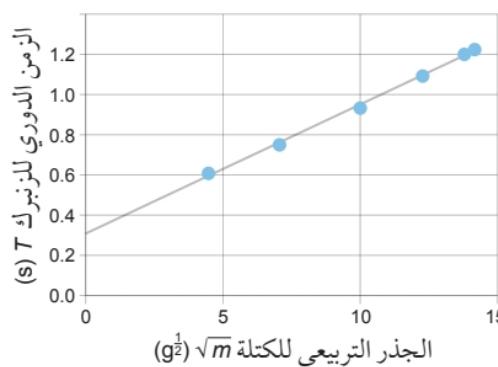
$$\text{أو } 0.3 \text{ g cm}^{-3}$$

أكبر قيمة مُقاسة ممكنة  $= 12.5 \text{ g cm}^{-3}$

(آخذًا في الاعتبار عدم اليقين)، وبالتالي العملة المعدنية ليست ذهبية.

**٨. أ.** من المفترض أن تكون قيم  $\sqrt{m}$  صحيحة ومع العدد نفسه من الأرقام المعنوية، أو مع رقم واحد أكثر مما هي في البيانات. وأن تكون قيم  $T$  صحيحة ومع العدد نفسه من الأرقام المعنوية، أو مع رقم واحد أكثر مما هي في البيانات.

$T \text{ (s)}$	$\sqrt{m} \text{ (g}^{\frac{1}{2}}\text{)}$	زمن 20 اهتزازة كاملة (s)	الكتلة (g)
0.610	4.5	12.2	20
0.750	7.1	15.0	50
0.935	10.0	18.7	100
1.090	12.2	21.8	150
1.200	13.8	24.0	190
1.225	14.1	24.5	200



**ب.**

على أن يكون كل من المحورين المستخدمين معنونين بكمية معينة وبوحدتها، كما ينبغي رسم جميع النقاط في حدود نصف مربع صغير وأن تكون على الخط الأفضل ملائمة أو قريبة منه.

## إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

### إجابات أسئلة الأنشطة

#### نشاط ١-١: المقاييس وقيمة عدم اليقين

١. أ.  $31.2 \text{ cm}$

ب.  $91^\circ\text{C}$

ج.  $0.41 \text{ A}$

د.  $56 \text{ mL}$

هـ. للمخار المدرج (ب) الدقة الأقل، لأن أصغر تدرج له  $5 \text{ mL}$ ، أكبر من أصغر تدرج  $2 \text{ mL}$  للمخبار (أ).

وـ. عندما لا يكون هناك سائل، تكون القراءة  $6 \text{ mL}$  وبالتالي عند وضع السائل يجب تخفيض كل قراءة بمقدار  $6 \text{ mL}$  لأن جميع القراءات ستكون أكبر بمقدار  $6 \text{ mL}$  عن القيمة الحقيقة. هذا الخطأ الصفرى أكبر من أصغر تدرج ( $5 \text{ mL}$ ) الموضحة للمخار (ب).

#### نشاط ٢-١: إيجاد عدم اليقين في قراءة ما

١. أ. يؤدي زمن رد فعل الطالب إلى خطأ عند بدء تشغيل وإيقاف ساعة الإيقاف بمقدار  $0.2 \text{ s}$ .

قيمة عدم اليقين في توقيت السباق:

$$= 0.2 + 0.2 = \pm 0.4 \text{ s}$$

يجب تقريب زمن السباق إلى العدد نفسه للمنازل العشرية مثل عدم اليقين.

الزمن:

$$(26.0 \pm 0.4) \text{ s}$$

بـ. متوسط الزمن:

$$\frac{(26.02 + 25.90 + 26.34 + 26.14)}{4} = 26.10 \text{ s}$$

قيمة عدم اليقين = نصف المدى:  

$$\frac{(26.34 - 25.90)}{2} = 0.2 \text{ s}$$
 (مع رقم معنوي واحد)

الزمن:

$$(26.1 \pm 0.2) \text{ s}$$

- جـ. جميع القراءات أقل من القيمة الحقيقة.  
 دـ. الزمن الذي يستغرقه الصوت للانتقال من صفاره البداية يعني أن ساعة الإيقاف تبدأ بالتسجيل متأخرة، وبالتالي تسجل قيمة أصغر من الزمن الحقيقي - خطأ نظامي.  
 التباين في زمن رد الفعل البشري - خطأ عشوائي.

٢. أ. متوسط الزمن:  

$$\frac{(2.12 + 2.32)}{2} = 2.22 \text{ s}$$

قيمة عدم اليقين = نصف المدى:  

$$\frac{(2.32 - 2.12)}{2} = 0.1 \text{ s}$$
 (مع رقم معنوي واحد)

الزمن:

$$(2.2 \pm 0.1) \text{ s}$$

بـ. متوسط الزمن لـ 10 اهتزازات كاملة:  

$$\frac{(21.20 + 21.32)}{2} = 21.26 \text{ s}$$

قيمة عدم اليقين = نصف المدى:  

$$\frac{(21.32 - 21.20)}{2} = 0.06 \text{ s}$$
 (مع رقم معنوي واحد)

الزمن المستغرق خلال 10 اهتزازات كاملة:  

$$= (21.26 \pm 0.06) \text{ s}$$

زمن اهتزاز واحد كاملة:  

$$s = (2.126 \pm 0.006) \text{ s}$$
 (أو  $s = (2.13 \pm 0.01) \text{ s}$ )

جـ. النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في المجموعة الأولى:  

$$= \frac{0.1}{2.2} \times 100\% = \pm 4.5\%$$

٣. أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في ( $r$ ):

$$= \frac{0.2}{10.0} \times 100\% = \pm 2\%$$

ب. يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين نظراً لأنه يتم تربيع الكميات (مضربة).

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في ( $A$ ):

$$= 2\% + 2\% = \pm 4\%$$

ج. قيمة عدم اليقين:

$$\frac{4}{100} \times 314 = \pm 13 \text{ cm}^2$$

٤. أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في الكتلة:

$$= \frac{0.1}{7.0} \times 100\% = \pm 1.4\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في الحجم:

$$= \frac{0.05}{1.20} \times 100\% = \pm 4.2\%$$

ب. الكثافة =  $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا عند ضرب الكميات معًا أو قسمتها.

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في

الكثافة:

$$= 1.4\% + 4.2\% = \pm 5.6\%$$

ج. قيمة عدم اليقين:

$$= 5.6\% \times 5.8333 = \pm 0.33 \text{ g cm}^{-3}$$

د. الكثافة:

$$= (5.83 \pm 0.33) \text{ g cm}^{-3}$$

$$\text{أو } (5.8 \pm 0.3) \text{ g cm}^{-3}$$

٥. أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في ( $s$ ):

$$= \frac{0.004}{1.215} \times 100\% = \pm 0.33\%$$

ب. المدى في قياسات ( $t$ ):

$$= 0.503 - 0.495 = 0.008 \text{ s}$$

ج. قيمة عدم اليقين في القيمة المتوسطة  $L$  ( $t$ ):

= نصف المدى:

$$= \frac{0.008}{2} = \pm 0.004 \text{ s}$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في

المجموعة الثانية:

$$= \frac{0.01}{2.13} \times 100\% = \pm 0.47\%$$

أو النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في

المجموعة الثانية:

$$= \frac{0.006}{2.126} \times 100\% = \pm 0.28\%$$

د. لأن الاهتزازات تض محلّ نهائياً.

### نشاط ١-٣: جمع قيم عدم اليقين

١. أ. ثلاثة: تبدأ بالعدد من أول رقم غير صافي بعد الفاصلة العشرية.

$$T = (1.26 \pm 0.12) \text{ s}$$

ج. النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$= \frac{0.25}{12.25} \times 100\% = \pm 2.0\%$$

د. قيمة عدم اليقين:

$$= 5\% \times 120 = \pm 6 \text{ s}$$

٢. أ. النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في ( $T$ ):

$$= \frac{0.2}{7.5} \times 100\% = \pm 2.7\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في ( $L$ ):

$$= \frac{0.2}{10.0} \times 100\% = \pm 2.0\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في ( $D$ ):

$$= \pm 4\%$$

( $L$ ) لها أصغر نسبة مئوية في عدم اليقين.

ب. يتم جمع قيم عدم اليقين معًا عند جمع الكميات معًا.

لذلك، قيمة عدم اليقين في محيط الدائرة:

$$= 0.1 + 0.1 + 0.1 + 0.1 = \pm 0.4 \text{ cm}$$

ج. يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا عند ضرب الكميات معًا أو قسمتها.

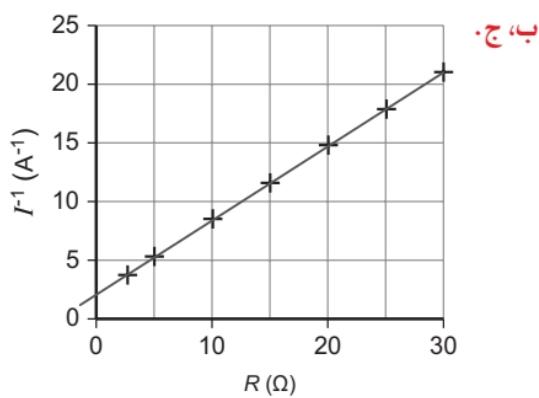
لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في ( $P$ ):

$$= 2\% + 1\% + 1\% = \pm 4\%$$

### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

$I^{-1}$ (A <sup>-1</sup> )	$I$ (A)	$R$ ( $\Omega$ )
3.50	0.286	2
5.38	0.186	5
8.50	0.118	10
11.6	0.086	15
14.7	0.068	20
17.9	0.056	25
20.8	0.048	30



د. الميل:

$$= \frac{(20.8 - 5.38)}{(30 - 5)} \\ = 0.62 \text{ V}^{-1}$$

نقطة التقاطع =  $2.2 \text{ A}^{-1}$

$$\epsilon = \frac{1}{0.62} = 1.6 \text{ V}$$

$$r = 2.2 \times 1.6$$

$$r = 3.5 \Omega$$

د. النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة

المتوسطة  $L(t)$ :

$$= \frac{0.004}{0.499} \times 100\% = \pm 0.8\%$$

هـ. بما أنه يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها،

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في (g):

$$= 0.33\% + 0.80\% + 0.80\% = \pm 1.9\%$$

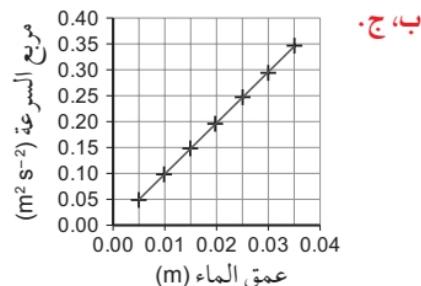
و. قيمة عدم اليقين في (g):

$$= 1.9\% \times 9.77 = \pm 0.19 \text{ m s}^{-2}$$

### نشاط ٤-١: الجداول والتمثيلات البيانية والميل

١. أ.

$v^2$ (m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> )	$v$ (m s <sup>-1</sup> )	$t$ (s)	$d$ (m)
0.050	0.225	22.25	0.005
0.098	0.313	15.95	0.010
0.148	0.385	13.00	0.015
0.194	0.441	11.35	0.020
0.245	0.495	10.10	0.025
0.292	0.541	9.25	0.030
0.350	0.592	8.45	0.035



د. الميل =  $9.8 \text{ m s}^{-2}$

نقطة التقاطع مع (y) = 0 (m s<sup>-2</sup>)

$$A = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$$B = 0 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$$

## إجابات أسئلة الاستقصاءات العملية

**استقصاء عملي ١-١: استخدام الميكرومتر والقدماء ذات الورنية**

**سؤال ٨ من فقرة الطريقة:** انظر الجدول. (قد تختلف بعض القيم كما أشير إليها بـ«متغير» في الجدول); ولكن تم إعطاء بعض القيم النموذجية.

ميزان ذو كفة	ساعة إيقاف	فولتميتر	منقلة	ميكرومتر	القدماء ذات الورنية	مسطرة 30 cm	شريط متر	
نعم	كلا	نعم	كلا	نعم	نعم	نعم	نعم	هل هناك احتمال للخطأ الصفرى؟
متغير 0.01 g	متغير 0.01 s	متغير 0.2 V	١°	0.01 mm	0.1 mm	1 mm	1 mm	ما أصغر تدرج في الأداة أو الجهاز؟
متغير 0.01 g	متغير 0.01 s	متغير 0.2 V	١°	متغير 0.01 mm	متغير 0.1 mm	1 mm	1 mm	ما قيمة عدم اليقين (افتراض عدم وجود خطأ صفرى)
متغير 300 g	متغير 100 min	متغير 10 V	١٨٠° ٣٦٠°	متغير	متغير	30 cm	100 cm	ما أكبر قراءة ممكنة؟
0.003%	0.0002%	2%	0.6% إذا كان الحد الأقصى 180°	متغير	متغير	0.3%	0.1%	ما النسبة المئوية لعدم اليقين في أكبر قراءة ممكنة؟

## &lt; الوحدة الثانية

# السرعة والسرعة المتجهة

## نظرة عامة

- تزوّد هذه الوحدة الطلبة بالمعرفة الأساسية لكل من السرعة، والسرعة المتوسطة، والسرعة المتجهة، والإزاحة، والمسافة، بالإضافة إلى جمع السرعات المتجهة.
- من المحتمل أن تكون قد تمت تغطية بعض هذه المواضيع في السنوات السابقة. ومع ذلك، فإن المحتوى مهم، ويرتبط بالعديد من الموضوعات الأخرى التي يتم تناولها في الصف الحادي عشر.
- سيتم تغطية بعض المهارات الرياضية المدرجة في المنهج الدراسي، على سبيل المثال: الهندسة وعلم المثلثات. قد تحتاج إلى بعض الوقت لمراجعة هذه الموضوعات قبل الحصة الدراسية، أو للت至此 مع معلمي الرياضيات لتؤدي عملك على أكمل وجه.
- ثمة فرص لتفصيل جميع أهداف التقييم الثلاثة: AO1 (المعرفة والفهم)، AO2 (معالجة المعلومات وتطبيقاتها وتقييمها) و AO3 (المهارات والاستقصاءات التجريبية).

## مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العلمية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-٢ حسابات السرعة نشاط ٢-٢ قياس السرعة في المختبر الاستقصاء العملي ١-٢ : تحديد السرعة المتوسطة لأسطوانة تدرج إلى أسفل منحدر الاستقصاء العملي ٢-٢ : قياسات السرعة في المختبر	الأسئلة من ١ إلى ٣	٥	١-٢ المسافة والإزاحة ٢-٢ السرعة والسرعة المتجهة	١-٢، ٢-٢ ٤-٢، ٣-٢
نشاط ٣-٢ التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن) الاستقصاء العملي ٣-٢ : التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن)	الأسئلة من ٤ إلى ٧	٣	٢-٢ التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن)	٦-٢، ٥-٢
نشاط ٤-٢ جمع وطرح المتجهات: الأسئلة من ٨ إلى ١٢ ١ إلى ٥	الأسئلة من ٨ إلى ١٢	٥	٤-٢ جمع الإزاحات ٥-٢ جمع السرعات المتجهة ٦-٢ طرح المتجهات ٧-٢ أمثلة أخرى للكميات العددية والكميات المتجهة	٧-٢

## الموضوعان ٢-١: المسافة والإزاحة و ٢-٢: السرعة والسرعة المتجهة

### الأهداف التعليمية

- 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 .

### نظرة عامة على الموضوع

- أعط الطلبة تذكيراً موجزاً حول السرعة، وكيفية إعادة ترتيب معادلتها الرياضية، بهدف تعزيز ما تعلموه في السنوات السابقة .
- اقترح وحدات قياس ممكنة للسرعة وتقدير سرعات مختلفة بوحدات متعددة .
- اعرض أمامهم ما تم توضيحه سابقاً عن البوابات الضوئية .
- قم بقياس السرعة، إما باستخدام البوابات الضوئية، أو النابض الزمني، أو المؤقتات الإلكترونية، أو ساعة إيقاف مع مسطرة متيرية، أو عجلة التدرج لقياس المسافات. بالنسبة إلى الطلبة الذين يجيدون استخدام معادلة السرعة، يمكن استخدام هذا الاستقصاء العملي لتطبيق ما تعلموه حول موضوع عدم اليقين.

### عدد الحصص المقترحة للتدرис

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٥ حصص دراسية (٢ ساعات و ٢٠ دقيقة تقريباً) (بما فيها الاستقصاء العملي ١-٢ والاستقصاء العملي ٢-٢).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
• الأسئلة من ١ إلى ٢	١-٢ المسافة والإزاحة ٢-٢ السرعة والسرعة المتجهة	كتاب الطالب
• إجراء عمليات حسابية بسيطة لبداية سباق في السرعة وقياس السرعة في المختبر.	نشاط ١-٢ حسابات السرعة نشاط ٢-٢ قياس السرعة في المختبر الاستقصاء العملي ١-٢ : تحديد السرعة المتوسطة لأسطوانة تدرج إلى أسفل منحدر الاستقصاء العملي ٢-٢ : قياسات السرعة في المختبر	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يستخدم الطلبة تعبيرات عن وحدة غير مناسبة للسرعة، مثل (m.p.h) أو (mps) (متر في الثانية). في هذه المرحلة سوف يتعلمون استخدام الأسّ السالب، مثل ( $m\ s^{-1}$ )، بدلاً من (m/s). لا يزال بإمكانهم استخدام (m/s) في إجاباتهم.

- ينبغي عدم استخدام الرمز (s) كرمز للسرعة، لأن (s) هو الرمز المستخدم للمسافة في معادلات الحركة؛ أمّا الرمزان (u) و (v) فهما الرمزان الموصى باستخدامهما للتعبير عن السرعة. فضلاً عن أنهما يستخدمان للسرعة المتجهة في معادلات الحركة. لذلك يجب استخدام الرمز (s) بدلاً من (u) للمسافة وللإزاحة.

### أنشطة تمهيدية

لا شك في أن الطلبة قد غطوا معظم هذه المفاهيم في دراساتهم السابقة. واعتماداً على ذلك، يمكنك افتراض بعض المعرفة المسبقة، كما يمكنك التعامل مع الكثير من جوانب الموضوع على أنه تعلم قبلي.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (٢٥-٢٠ دقيقة)

- اعرض عدداً من الصور الفوتوغرافية أو الرسوم أو مقاطع فيديو من الإنترنэт لحركة الحيوانات، والعدائين، والسيارات، والطائرات، والأرض التي تتحرك حول الشمس، وما إلى ذلك. اطلب إلى الطلبة ترتيبها من الأبطأ إلى الأسرع. وفي العمل ضمن مجموعات، يمكن للطلبة اقتراح قيم للسرعة القصوى لكل جسم، كما يمكنهم مقارنة نتائجهم. وعندما يناقش الطلبة النتائج، يجب أن يتضح لهم أن السرعات يمكن قياسها بوحدات مختلفة. لذا اكتب بعض النتائج النموذجية على السبورة حتى يتمكن الطلبة من التقييم الذاتي لتقديراتهم، مستوضحاً ما إذا كانوا قد فهموا الوحدات المختلفة التي استخدموها.
- يمكن تحدي الطلبة في اقتراح أكبر عدد ممكن من الوحدات المختلفة للسرعة. ما الوحدات التي قد يستخدمها عالم الفلك لقياس سرعة مجرّة تبعد عنا، أو الوحدات التي يستخدمها القبطان لقياس سرعة السفن المقتربة منه؟

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة أن يتوزّعوا في مجموعات ويسجلوا تقديراتهم للسرعات المختلفة، كما يمكنهم تسجيل مدى قريهم من متوسط تقديرات الطلبة للسرعة، فضلاً عن القيم الفعلية التي قدمتها لهم، إضافة إلى حساب النسبة المئوية لفارق بين قيمهم والقيمة الفعلية؛ على سبيل المثال، يقدر أحد الطلبة أن الفهد يمكنه الجري بسرعة (100 km/h)، لكن القيمة الحقيقية هي (120 km/h). فالقيمة الحقيقة أكبر بنسبة 20% من تقديرهم. فضلاً عن إجراء تقييم ذاتي لتقديراتهم لمعرفة ما إذا كانت مرتفعة أو منخفضة جداً، ولمعرفة مدى فهمهم للوحدات المختلفة المستخدمة، مثل m/s و km/h.

### فكرة ب (٢٠-١٥ دقيقة)

- اطرح على الطلبة اختباراً شفهيًّا سريعاً للتحقق من مدى فهمهم لمصطلحات السرعة والمسافة والזמן، وممّا إذا كانوا يتذكرون كيفية حساب السرعة، ثم قدم اقتراحاً في كيفية استخدام صورة ستربوبوكوبية للحصول على السرعة. هل تتغير السرعة المتجهة الأفقية والرأسية لكرة تتحرك في الهواء؟

**فكرة للتقدير:** في بداية الحصة، امنح الطلبة 5 ثوانٍ لكتابية معادلة تتعلق بالسرعة والمسافة والזמן، منتظراً منهم إظهار معادلتهم للشخص الذي أمامهم، بحيث يقوم هذا الشخص بوضع علامة «ص» على المعادلة أو تصحيحها. ناقش الصيغ المتعددة للمعادلة (مع السرعة أو المسافة أو الزمن) كموضوع للمعادلة، مع إمكانية تشجيع الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع على إعطاء اختلافات أكثر صعوبة، مثل الزمن = ... أو معادلات أكثر صعوبة في إعادة الترتيب، على سبيل المثال: إذا  $\frac{u}{t} = a$ ، فماذا تساوي (v) أو (u)؟ يمكنك معرفة ما إذا كان كل طالب قد تذكر الفكرة الأساسية للسرعة التي تعلمها في السنوات السابقة.

استمع إلى مجموعات مختلفة تناقش الصورة ستربوبوكوبية، ثم ادع مجموعة واحدة ليقدموا اقتراحاتهم إلى بقية زملائهم في الفصل.

## الأنشطة الرئيسية

### استخدام المعادلة (٢٥-٢٠ دقيقة)

١

- اشرح بإيجاز معادلة السرعة، مشيراً إلى أن السرعة المتوسطة يتم حسابها من المسافة الكلية المقطوعة. ثم تأكّد من أن جميع الطلبة يمكنهم إعادة ترتيب هذه المعادلة بنجاح: هل يفهمون كيفية التحويل بين وحدات المسافة المختلفة، مثل km، cm، mm، هل يفهمون كيفية التحويل بين الثاني والدقائق وال ساعات؟
- علم الطلبة كيفية تحديد إجاباتهم بوضوح، بعرض المعادلة المناسبة للكمية المطلوبة والتعويض عنها بقيمتها، والعملية الحسابية ووحدة القياس، على سبيل المثال: تسير سيارة لمدة (5.2 s) بسرعة (3.6 m/s). احسب المسافة المقطوعة.

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

$$\begin{aligned} s &= v \times t \\ &= 3.6 \times 5.2 \\ &= 18.72 \\ &= 19 \text{ m} \quad (\text{مع رقمين معنويين}) \end{aligned}$$

- يُعد عرض الخطوات السابقة للعمل أمراً ضروريًا، لذا يطلب إلى الطلبة إضافة التفاصيل الضرورية إذا لم يُظهروا عملهم في الواجبات المنزلية أو التمارين الصافية؛ فالهدف من هذا الأمر هو أن يقدم الطلبة هذه التفاصيل تلقائياً. ولا بدّ من ملاحظة أن استخدام العدد نفسه من الأرقام المعنوية للإجابة، كما هي الحال في البيانات، يجعل الطلبة يتبعون على الطريقة الجيدة في كتابة إجاباتهم.
- سؤال مفصلي: ينطلق راكب دراجتين إلى مدينة معينة عبر طريقين مختلفين. يقطع راكب الدراجة P مسافة (27 km) خلال ساعة و 15 دقيقة، بينما يقطع راكب الدراجة Q مسافة (33 km) بمتوسط سرعة (5.0 m/s⁻¹). ما السرعة المتوسطة لراكب الدراجة P؟ كم من الزمن استغرق راكب الدراجة Q لإكمال رحلته؟ اختر النتائج الصحيحة من البديل في الجدول ١-٢.

الزمن الذي يستغرقه راكب الدراجة Q (min)	السرعة المتوسطة لراكب الدراجة P (m s⁻¹)	
110	6.0	أ
6600	6.0	ب
110	6.5	ج
6600	6.5	د

الجدول ١-٢

«أ» هي الإجابة الصحيحة. إذا أجاب الطلبة «ب» أو «د»، فمن المحتمل أنهم لم يلاحظوا أو يدركون أن الزمن يجب أن يكون بالدقائق. يعطي الحساب المباشر الزمن على أنه (6600 s)، بدلاً من أن يكون بوحدة الدقائق. فإذا أجاب الطلبة «ج» أو «د»، فمن المحتمل أنهم استخدموا الزمن على أنه (1.15 h) بدلاً من (1.25 h). وبالتالي لم ينتبهوا إلى أن هناك 60 دقيقة وليس 100 دقيقة في ساعة واحدة.

## ٢ قياس السرعة في المختبر (من ٢٠ إلى ٢٥ دقيقة على الأقل) ( وقد يصل إلى ساعة و ٣٠ دقيقة تقريباً مع الاستقصائيين العمليين ١-٢ و ٢-٢ )

- يتم تذكير الطلبة بما سبق دراسته في الصنوف السابقة عن البوابة الضوئية والمؤقت الإلكتروني، ثم يستقصون السرعة باستخدام مؤقت بوابة ضوئية واحدة أو مجسّ الحركة. يمكنك تقديم عرض توضيحي لبوابة ضوئية وذلك بعرض مقطع فيديو. وإذا كنت تبحث عبر الإنترنت عن «قياس السرعة أو السرعة المتحركة باستخدام بوابات ضوئية أو مجسّات الحركة»، فستجد مقطع فيديو مفيداً جداً. وعندها يمكنأخذ قراءات من الفيديو.
- امنح الطلبة مهمة بسيطة، لأنّ تطلب إليهم استخدام بوابة ضوئية لقياس سرعة حركة أيديهم، أو قياس السرعة التي تتحرك بها الكرة بعد سقوطها في الهواء مسافة (1.0 m) من السكون.
- إذا لم تكن المؤقتات متوفرة، فأعطي الطلبة نسخة ورقية عليها صورة نقاط جاهزة لشريط النابض الزمني، ثم اطلب إليهم قياس السرعة المتوسطة بين نقطتين محدّدين على النسخة. ومن الضروري تكرار القياسات، لأنّه بذلك يمكن تقديم أفكار السرعة المتوسطة وقيمة عدم اليقين باستخدام قراءات الزمن التي تمّ أخذها، فضلاً عن إمكانية مقارنة قيمة عدم اليقين هذا مع قيمة عدم اليقين عند استخدام ساعة الإيقاف.
- بعد إجراء قياسات للسرعة المتوسطة، ينال الطلبة الصعوبات في استخدام الجهاز، مقترحين الأسباب المحتملة للخطأ وكيفية تقليله.
- وبالإضافة إلى ذلك، يمكن للطلبة تحديد السرعة المتوسطة لأسطوانة تدرج على منحدر، أو قياس زمن رد فعلهم.

### الاستقصاء العملي ١-٢: تحديد السرعة المتوسطة لأسطوانة تدرج إلى أسفل منحدر (حستان أو ساعة و ٣٠ دقيقة تقريباً)

- على الطلبة إكمال الاستقصاء العملي ١-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. فيما يأتي إرشادات حول هذا الاستقصاء، بما في ذلك إجابات الأسئلة.
- يقوم المعلم بتصحيح أعمال الطلبة بعد الانتهاء من هذه التجربة ليكون تصوّراً عن مدى فهمهم.

### المدة

سيستغرق الاستقصاء العملي ٣٠ دقيقة؛ وسيستغرق حل أسئلة التحليل والتقييم ٣٠ دقيقة أيضاً.

### تحتاج إلى

المواد والأدوات
<ul style="list-style-type: none"> <li>• أسطوانة خشبية قطرها تقربياً (2 cm) وطولها تقربياً (10 cm) مسطرة متيرية.</li> <li>• منقلة.</li> <li>• ساعه إيقاف إلكترونية.</li> <li>• لوحة خشبية أبعاد التقريبية (100 cm × 20 cm × 2 cm).</li> <li>• حامل.</li> <li>• مثبت.</li> <li>• كتاب أو مقلمة (حقيقة أقلام) ليعمل ك حاجز في أسفل المنحدر.</li> </ul>

### ⚠️ احتياطات الأمان والسلامة

- يجب على الطلبة استخدام الكتاب أو حقيبة الأقلام لإيقاف الأسطوانة بعد وصولها إلى أسفل اللوح الخشبي حتى لا تسقط على أقدامهم فتسبب لهم الأذى.

### التحضير للاستقصاء

- يجب أن يكون الطلبة قادرين على تذكر المعادلة الآتية واستخدامها:

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

- في الجزء ١، يطلب إلى الطلبة التحقق من الفترة الزمنية لرد فعلهم، وحساب النسبة المئوية لعدم اليقين في قراءة ساعة الإيقاف الإلكترونية.
- في الجزء ٢، يحسب الطلبة السرعة المتوسطة (٧) للأسطوانة أثناء تدحرجها إلى أسفل المستوى المائل باستخدام قياس كل من المسافة والזמן.
- في الجزء ٣، يطلب إلى الطلبة قياس الزاوية  $\theta$  بين اللوح الخشبي والطاولة. يقوم الطلبة بتغيير الزاوية  $\theta$  ويقيسون كلاً من الزاوية  $\theta$  والזמן (t)، ثم يرسمون نتائجهم بتمثيل بياني للسرعة (٧) بدلالة  $t \sin \theta$ . (تنفيذ البرامج الحاسوبية في حساب الميل ونقاط التقاطع بشكل دقيق ويمكن الاستفادة منها عندما تكون القراءات دقيقة بينما في القراءات البسيطة يفضل أن تتم هذه المهارة لدى الطالب بالرسم المباشر على شبكة التمثيل البياني). يمكن إيجاد تسارع الجاذبية الأرضية (g) من ميل منحنى التمثيل البياني.

### توجيهات حول الاستقصاء

- لا تتبع الأسطوانة دائمًا المسار نفسه إلى أسفل اللوح الخشبي.
  - يؤثر الاحتكاك بين الأسطوانة واللوح على قيمة (g)؛ فهل ستكون قيمة (g) أكبر أم أصغر من القيمة المقبولة؟
  - سيكون تشتت النقاط في هذا التمثيل البياني أكثر من التمثيلات البيانية الأخرى المرسومة في هذه الوحدة.
  - على الطلبة أن ينتبهوا إلى أن المسافة (طول المنحدر) يجب أن تبقى ثابتة خلال التجربة.
  - على الطلبة أن يدركوا أن هناك قيمة قصوى للزاوية  $\theta$  قبل أن يصبح الزمن (t) قصيراً جدًا، بحيث لا يمكن قياسه.
- ❸ قد يحتاج بعض الطلبة إلى المساعدة في اختيار مقاييس مناسب لرسم تمثيل بياني جيد للقراءات على شبكة التمثيل البياني. يجب أن تسمح المقاييس المختارة بمد كل محور من النصف على الأقل عمودياً وأفقياً على شبكة التمثيل البياني.
- قد يقيس الطلبة المسافة بالسنتيمتر. شجّعهم على تدوينها بالأمتار بدقة مناسبة، على سبيل المثال: (0.986 m).
- ❹ تؤثر بعض العوامل مثل خط العرض والارتفاع (مكان إجراء التجربة بالنسبة إلى سطح الأرض) على قيمة (g). يمكن للطلبة التفكير فيما إذا كان أي من هذه العوامل يعني أن القيمة المتوقعة لـ (g) ستكون بعيدة عن القيمة المقبولة وهي ( $9.81 \text{ m s}^{-2}$ ).

### نتائج عينة

يقدم الجدول ٢-٢ عينة من النتائج التي قد يحصل عليها الطلبة في الجزء ٣ من الاستقصاء العملي باستخدام  $d = 99.2 \text{ cm}$ .

$v (\text{cm s}^{-1})$	$t \sin \theta (\text{s})$	$t$ متوسط (s)	$t_3 (\text{s})$	$t_2 (\text{s})$	$t_1 (\text{s})$	$\sin \theta$	$\theta (^{\circ})$
42.9	0.16	2.33	2.31	2.34	2.34	0.070	4
46.1	0.19	2.17	2.22	2.13	2.16	0.087	5
63.3	0.22	1.58	1.62	1.57	1.56	0.140	8
65.8	0.26	1.52	1.56	1.47	1.53	0.174	10
73.0	0.28	1.37	1.40	1.37	1.34	0.208	12
79.4	0.30	1.26	1.25	1.25	1.28	0.242	14

الجدول ٢-٢

إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ١-٢ في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام نتائج العينة)

الجزء ١: استقصاء زمن رد الفعل

أ. انظر الجدول الآتي:

$t_3 (\text{s})$	$t_2 (\text{s})$	$t_1 (\text{s})$
0.22	0.16	0.19

القيمة المتوسطة للزمن ( $t$ ) هي  $t = 0.19 \text{ s}$

ب. مدى القييم  $0.22 - 0.16 = 0.06 \text{ s}$

قيمة عدم اليقين  $= \frac{1}{2} \times 0.06 = 0.03 \text{ s}$

وبالتالي، النسبة المئوية لعدم اليقين:  $1.44 \pm 0.03$

$$\frac{0.03}{1.44} \times 100\% = 2.1\%$$

الجزء ٢: تحديد السرعة المتوسطة

$$d = 99.2 \text{ cm}$$

$t_3 (\text{s})$	$t_2 (\text{s})$	$t_1 (\text{s})$
1.43	1.47	1.37

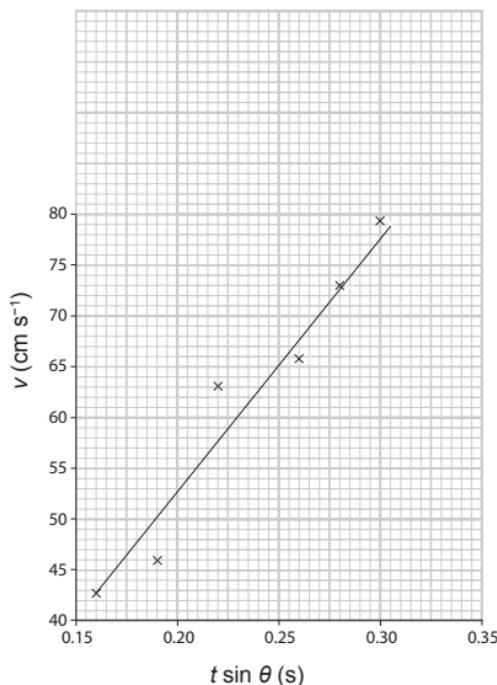
أ. القيمة المتوسطة للزمن ( $t$ ) هي  $t = 1.42 \text{ s}$

$$v = \frac{99.2}{1.42} = 69.9 \text{ cm s}^{-1}$$

الجزء ٣: استقصاء كيفية اعتماد السرعة المتوسطة على زاوية انحدار المستوى

أ. انظر الجدول ٢-٢.

ب، ج.



الشكل ١-٢

$$\text{د. الميل} = \frac{(75.0 - 42.9)}{(0.29 - 0.16)} = 247 \text{ cm s}^{-2}$$

$$\text{هـ. الميل} = \frac{g}{3}$$

$$\text{بالتالي: } g = 247 \times 3 = 741 \text{ cm s}^{-2}$$

$$\text{أو } 7.41 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{و. نعم، بـ } 981 - 741 = 240 \text{ cm s}^{-2}$$

ز. لا؛ حيث إن التقاطع مع المحور الصادي هو  $40 \text{ cm s}^{-1}$

ح. لا؛ على الرغم من أن النقطتين الثانية والثالثة تبتعدان تماماً عن الخط الأفضل ملائمة، إلا أنهما لا تزالان تتبعان الاتجاه العام، وبالتالي لا تُعدان شاذتين. تظهر جميع النقاط درجة معينة من التشتت من الخط الأفضل.

## الاستقصاء العملي ٢-٢: قياسات السرعة في المختبر (ساعة و ٣٠ دقيقة تقريباً)

- الاستقصاء العملي ٢-٢ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة، هو تجربة مفتوحة. الهدف من هذا الاستقصاء العملي هو تعريف الطلبة على الطرائق المختلفة التي يمكن من خلالها قياس السرعة في المختبر. ليس من الضروري تنفيذ جميع هذه الطرائق، لأنه ربما لا تتوفر البوابات الضوئية. ففي كل طريقة تُتبع، يُطلب إلى الطلبة كتابة حساب طريقتهم (وضع الطريقة بنقاط مقبولة)، وتسجيل نتائجهم، ثم إكمال العملية الحسابية لتحديد السرعة.
- لا توجد إجابات هنا بسبب اختلاف الإجابات التي يمكن أن يقدمها الطلبة، لذا شجعهم على تقييم بعضهم البعض ببعضهم الآخر لتقديم اقتراحات بناءة للتحسين والتحقق من حساباتهم.

**< فكرة للتقدير:** على الطلبة كتابة تقرير عن الطريقة التي اعتمدوها، ثم إعداد جدول لقراءاتهم، مظهرين حساباتهم بوضوح. ويمكن لمجموعات من الطلبة الاطلاع على حسابات زملائهم لاقتراح الأفضل ضمن مجموعاتهم، ثم تعميم الاقتراحات على الصنف بأكمله. والتقرير الجيد هو الذي يوضح كيف تمّت التجربة، مستنداً إلى القياسات الدقيقة التي تم تحديدها، ولا يتجاهل الصعوبات التي واجهتها. ومن وقت آخر، يمكنك التحقق من طرح كل طالب، ومن التقدم الواضح في دفاترهم.

**< إرشادات عملية:** يمكن للطلبة تطبيق المهارات العملية والتوجيهات الواردة في الوحدة الأولى أثناء القيام بذلك عملياً.

### التعليم المتمايز (تفريغ التعليم)

#### التوسيع والتحدي

- بمقدور الطلبة استخدام أية قيمة لعدم اليقين في قياسات الزمن والمسافة، لحساب قيمة عدم اليقين في القيم التي حسبوها للسرعة.
- بإمكانهم أيضاً التدرب على استخدام الوحدة  $\mu\text{m}$  والوحدة  $\text{nm}$  وكذلك استخدام بادئات قياس الزمن.

#### الدعم

يفضّل بعض الطلبة استخدام مثلث المعادلة لعرض العلاقة بين السرعة والمسافة والزمن. قد يكون هذا مفيداً في البداية، لكن الطلبة سيحتاجون في النهاية إلى أن يكونوا قادرين على إعادة ترتيب المعادلات البسيطة بدون أدوات مساعدة. لذلك شجّعهم على التوقف عن استخدام الوسائل المساعدة بأسرع ما يمكن.

#### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- العب لعبة بسيطة مع مجموعات من الطلبة يجلسون في صفوف في غرفة صاف اعتمادية، بحيث تقرأ تمريناً بسيطاً أو تعرضه على الشاشة، معقبًا بسؤال تطرحه عليهم، على سبيل المثال: «تنقل سيارة بسرعة (50 km/h) لمدة 10 دقائق، ما المسافة التي تقطعها السيارة؟» ينسخ كل عضو في مجموعة معينة المسألة ويكملاها في دفتره، ويكتب الشخص الموجود خلفه الحل على ورقه.
  - وعندما تكتمل إجابة المجموعة، يقوم الشخص الجالس في الخلف بتمرير الإجابة إلى الشخص الذي أمامه، ثم ينظر إلى المسألة المكتملة، فإذا وافقت مجموعته على الإجابة، ينقلونها إلى الشخص الذي أمامهم، أما إذا كانت الإجابة غير صحيحة بأي شكل من الأشكال، بما في ذلك عدم وجود معادلة أو نقص في وحدة القياس، فإنهم يكرّرون المحاولة في هدوء. وإذا تمت إعادة المسألة إلى الطالب، فيجب عليه تصحيحها وإعادة المحاولة.
  - أخيراً، تُمنح النقاط للفريق عندما يرفع الشخص الموجود في المقدمة يده لإظهار أن الإجابة قد تم التتحقق منها، وأن جميع أعضاء فريقهم جاءت إجاباتهم صحيحة. أما بالنسبة إلى المسألة التالية، فيتقدّم كل طالب مقعداً واحداً إلى الأمام، بحيث يتحرك الطالب الموجود في المقدمة إلى الخلف، وتتعكس الأدوار في الإجابة عن الأسئلة.
  - باستطاعة الطلبة كتابة فقرة حول أفضل طريقة لقياس السرعة في المختبر.
  - يمكن للمعلم استخدام هذه المسألة لإثارة دافعية الطلبة للتعلم:
- تم استقصاء عدة طرائق لتحديد سرعة عربة صغيرة متحركة. يمكن تكييف كل طريقة لاستقصاء حركة كتلة ساقطة في الهواء. اختر طريقتين تعتقد أنهما مناسبتان، واكتب فقرة لكل منها، حيث توضح كيف ستتيّف معها لهذا الغرض.

## الموضوع ٣-٢: التمثيل البياني (الإزاحة - الزمن)

### الأهداف التعليمية

- ٥- يرسم منحنى التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) ويحللها .
- ٦- يجد مقدار السرعة المتجهة باستخدام ميل خط التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن).

### نظرة عامة على الموضوع

- ناقش وصف حركات مختلفة موضحة بتمثيلات بيانية (المسافة-الزمن) أو (الإزاحة-الزمن).
- قم بإجراء تجربة واحدة على الأقل، أو نشاط مفصل للحصول على تمثيل بياني (المسافة-الزمن).
- ذكرهم بالسمات الجيدة لجدول تسجيل النتائج، وبكيفية رسم تمثيل بياني.

### عدد الحصص المقترحة للتدرис

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٢ حصص دراسية (ساعتان تقريباً)، متضمناً زمن تنفيذ الاستقصاء العملي ٢-٢.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>• الشكل ٢-٢: يفيينا ميل منحنى التمثيل البياني في حساب سرعة جسم متحرك ٢-٢</li><li>• الأسئلة من ٤ إلى ٧</li></ul>	٢-٢ التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن)	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"><li>• يقدم بعض الأمثلة البسيطة.</li></ul>	نشاط ٢-٢ التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن) الاستقصاء العملي ٣-٢: التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن)	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالباً ما يعتقد الطلبة أنهم لا يحتاجون إلى كتابة ٠ إذا كان هذا هو الرقم الوحيد الذي يلي الفاصلة العشرية. غالباً ما تكون لديهم قيم مثل (٣.٦ s) و (٥ s) و (٦.٣ s)، ويجب أن تكون جميعها بالدقة نفسها في العمود الواحد في جدول ما.
- قد يعتقد الطلبة أن قراءة الزمن على ساعة إيقاف يمكن إجراؤها لأقرب (s). ومبدئياً، يمكن استخدام تجربة بسيطة حيث يقيس جميع الطلبة المدة الزمنية التي تكون بين نقرتين على طاولة، للحصول على قيمة لعدم اليقين في آية قراءة. من غير المحتمل أن تكون قيمة عدم اليقين أقل من (0.1 s).

### أنشطة تمهيدية

استخدم الطلبة التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن) قبل دراستهم للصف الحادي عشر، إلا أنهم قد يحتاجون إلى المزيد من الخبرة في رسم هذه التمثيلات البيانية. وسوف يحتاجون أيضاً إلى تعزيز ثقتهم بأنفسهم في العمل المختبري وتنمية المهارات العلمية.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذا الموضوع.

### فكرة أ (٢٠ دقيقة)

- اعرض أمام الطلبة مجموعة من التمثيلات البيانية التي توضح العلاقة بين الإزاحة والزمن، كتلك الموجودة في كتاب الطالب، الشكل ٢-٢ (من دون التوضيحات). اطلب إليهم أن يصفوا ما يظهره كل تمثيل بياني عن السرعة.

**فكرة للتقدير:** يناقش الطلبة التمثيلات البيانية في مجموعات، وينسخونها في دفاترهم موضحة بالتفصيرات. ثم يراجع بعضهم عمل بعضهم الآخر، لاختيار الشرح الأفضل أو لتحسين ما كتبوه. يمكنك الاستماع إلى المناقشات لتقرر ما إذا كانوا قد فهموا حقاً أن الميل هو السرعة، ويمكن أن يكون سالباً أو موجباً.

### فكرة ب (٢٠ دقيقة)

- ارسم على السبورة، تمثيلاً بيانياً (الإزاحة-الزمن) كما في الشكل ٢-٢ الوارد في كتاب الطالب، وادع أحد الطلبة إلى التجول في غرفة الصف موضحاً الحركة التي يشير إليها التمثيل البياني. كرر الخطوة مع التمثيلات البيانية الأخرى.

**فكرة للتقدير:** يمكنك أن ترى من حركة الطالب داخل الغرفة (ومن تعليقات الطلبة الآخرين) ما إذا كانوا قد فهموا التمثيل البياني.

## الأنشطة الرئيسية

في هذه الأنشطة، يحصل الطلبة على تمثيلات بيانية (الإزاحة-الزمن) من تجارب عملية قصيرة. وفي هذه المرحلة، يمكن للطلبة تطبيق المهارات الالزمة للجدولة ورسم التمثيل البياني.

### ١ التخطيط والحصول على تمثيل بياني (الإزاحة-الزمن) (نحو ٤٠ دقيقة)

- يمكن للطلبة التخطيط لكيفية الحصول على تمثيل بياني (الإزاحة-الزمن). فبساعة إيقاف واحدة فقط لكل طالب وبعض المساطر المترية، عليهم أن يخططوا كيف يمكنهم، كمجموعة، الحصول على تمثيل بياني (الإزاحة-الزمن) لشخص يسير على طول مسار ما. الحل المحتمل هو أن يتم وضع الطلبة على مسافة (2.0 m) بين طالب وآخر وفي خط واحد، وعندما يمرّ بك أحد الطلبة في بداية الخط، تقول «ابداً»، فيبدأ جميع الطلبة بتشغيل ساعات إيقافهم، ثم يوقفون ساعات الإيقاف عندما يتخطاهم الشخص المار. كرر المحاولة مع التحرّك بطرائق مختلفة.
- هذا تمرين جيد للتدريب على استخدام ساعة الإيقاف. فقبل القيام بالاستقصاء العملي، من المفيد التتحقق من أن جميع الطلبة يمكنهم قياس زمن حدث بسيط بشكل مناسب؛ وإحدى الطرائق الممكنة للقيام بذلك هي النقر على طاولة مرئيّن (مركزاً على سمع الطلبة). قارن بين الأزمنة التي تم الحصول عليها، ثم كرر المحاولة حتى يحصل جميع الطلبة على فرق في القيم في حدود (0.2 s) فيما بينهم.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة مقارنة التمثيلات البيانية التي حصلوا عليها، فاطلب إليهم التمعن في التمثيل البياني لطالب آخر، والتتأكد من بعض التفاصيل:

- هل مقياس رسم التمثيل البياني مناسب؟ (تغطي النقاط أكثر من نصف المحاور، أفقياً ورأسيّاً).
- هل تم تسمية المحاور بالكميات ووحدات القياس المناسبة؟
- هل تم رسم النقاط في المكان الصحيح؟ (يجب رسم كل نقطة داخل نصف مربع على ورقة التمثيل البياني ضمن موضعها الصحيح).

## **الوحدة الثانية: السرعة والسرعة المتجهة**

- هل تم رسم النقاط إما على شكل علامة الجمع + أو الضرب × أو نقاط مع دوائر صغيرة؟ (لا ينصح برسم النقطة كنقطة فقط).

» **إرشادات عملية:** يستحسن أن ترشد الطلبة إلى التخطيط للتجربة مسبقاً. فغالباً ما يجد الطلبة صعوبة في ذلك، لذا من المفيد لهم البدء المبكر في العمليات التي يتضمنها التخطيط.

### **٢ الاستقصاء العملي ٣-٢: التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن) (ساعة على الأقل)**

• يمكن للطلبة إكمال هذه العملية باستخدام طرائق مختلفة اعتماداً على الأدوات المتوافرة. ولضمان الحصول على نتائج دقيقة، يوصى باستخدام نابض زمني أو مجسّ الحركة. كما يمكنهم أيضاً إعداد جداول وتمثيلات بيانية للنتائج.

» **فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة كتابة ملخص لطريقتهم، واستخدام الجدول والتمثيلات البيانية التي يرسمونها لتقييمها. كما يمكن لكل طالب إلقاء نظرة على الجدول والتمثيل البياني لطالب آخر، مع طرح أسئلة مثل:

- هل كل عمود في الجدول يحتوي على عنوان وعلى وحدة القياس المناسبة؟

- هل القيم في كل عمود لها عدد ثابت من المنازل العشرية؟

- هل يغطي التمثيل البياني أكثر من نصف الصفحة؟

وردت التفاصيل الضرورية للجداول والتمثيلات البيانية في الوحدة الأولى. الهدف الرئيسي من التقييم هو التطبيق الجيد وتحسين قدرة الطلبة على رسم جدول ورسم تمثيل بياني. يمكنك معرفة السمات التي يفقدوها حتى تتمكن من إبراز الحاجة إليها.

سؤال مفصلي: ما السمات المهمة التي يجب تذكرها عند رسم تمثيل بياني؟ ما أهم الأشياء التي يجب تذكرها عند رسم جدول القراءات؟

### **التعليم المتمايز (تفريد التعليم)**

#### **التوسيع والتحدي**

• يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع أن يقوموا بتجربة بسيطة لمعرفة ما إذا كانت عربة أو كتلة تتحرك لمسافة أبعد مما تؤديه عربة أصغر أو أخف وزناً منها خلال الزمن نفسه.

#### **الدعم**

إذا وجد الطلبة صعوبة في التخطيط، يمكنك مساعدتهم. لذا من الواجب تذكير جميع الطلبة بالسمات الرئيسية لجدول ما، ولتمثيل بياني معين.

### **تلخيص الأفكار والتأمل فيها**

- بإمكانك أن تقدم إلى الطلبة مجموعات من التمثيلات البيانية للإزاحة أو المسافة، طالباً إليهم أن يصفوا كل حركة.
- عند سؤال الطلبة عن إمكاناتهم العثور على السرعة من التمثيل البياني (المسافة-الزمن)، يجب أن يدركوا أنها تمثل ميل منحنى التمثيل البياني. قد تشرح الخطوات المتّبعة للحصول على الميل من تمثيل بياني ما، ويمكن للطلبة اقتراح طرائق أخرى يمكنهم من خلالها تحسين التمثيلات البيانية أو تذكر كيفية رسم تمثيل بياني جيد.

## الموضوعات ٤-٥: جمع الإزاحات، ٦-٧: طرح المتجهات، ٧-٨: أمثلة أخرى للكميات العددية والكميات المتجهة

### الأهداف التعليمية

- ٧-٢ يجمع متوجهين في مستوى واحد ويطرحهما.

### نظرة عامة على الموضوع

- ٠ تبدأ الأنشطة بتذكير الطلبة بمفهوم الكميات العددية والكميات المتجهة، ثم يكملون مع نشاط عمل بسيط، في مكان واسع (مثلاً ملعب المدرسة أو قاعة)، لجمع الإزاحات ووضع قاعدة للجمع بين المتجهات.
- ٠ تدرّب على استخدام جمع المتجهات وطرحها.
- ٠ ابدأ بعرض فكرة أنه يمكن أيضاً جمع السرعة المتجهة ككمية متجهة.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذا الموضوع ٥ حصص دراسية (٢ ساعات و ٢٠ دقيقة تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>٠ المثلان ٣ و ٤ جمع الإزاحات</li> <li>٠ السؤالان ٨ و ٩ جمع الإزاحات</li> <li>٠ الأسئلة من ٨ إلى ١٢ تدريب على جمع السرعة المتجهة وطرحها</li> </ul>	٤-٢ جمع الإزاحات ٥-٢ جمع السرعة المتجهة ٦-٢ طرح المتجهات ٧-٢ أمثلة أخرى للكميات العددية والكميات المتجهة	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"> <li>٠ الأسئلة من ١ إلى ٥</li> </ul>	نشاط ٤-٢ جمع وطرح المتجهات	كتاب التجارب العمليه والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- ٠ يصعب على العديد من الطلبة تحديد الاتجاه عند تحديد قيمة متوجه ما.
- ٠ قد توجد صعوبة في تحديد اتجاه متوجه ما، على سبيل المثال: (45°) شرق الشمال. سيحتاج الطلبة، بشكل كبير، إلى تذكيرهم بذلك لتحديد اتجاه ما.

### أنشطة تمهيدية

تطرق الطلبة إلى الكميات العددية والكميات المتجهة، ولكن يمكنك الاستفادة من معلوماتهم السابقة في تقديم كميات أكثر صعوبة. ذكرهم بالكميات مثل الشغل والطاقة.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذا الموضوع؛ وسيعتمد اختيارك لها على الموارد المتوافرة، وعلى الوقت المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذا الموضوع.

### **فكرة أ (١٥ دقيقة)**

- ابدأ بعرض مقطع فيديو لطائرة تهبط أشلاء هبوب رياح، يليه مناقشة تؤدي إلى تعريف الكميات المتجهة والكميات العددية.

اطلب إلى الطلبة، ضمن مجموعات صغيرة، أن يكتبوا جميع الكميات الفيزيائية التي يعرفونها، ومن ثم يصنّفون كل كمية على أنها عددية أو متجهة. سيشمل هذا الطلب العديد من الكميات التي تم التعامل معها في السنوات السابقة. وبالتالي، يتعين على كل مجموعة أن تقدم شرحاً لبقية زملائهم في الصف حول بعض الكميات وسبب كونها عددية أو متجهة.

**أفكار للتقدير:** يمكنك تحديد ما إذا كان الطلبة يستطيعون تذكر ماهية هذه الكميات من خلال العمل الجماعي، وقد يتضمن ذلك مراجعة كميات مثل الإزاحة والسرعة والشغل وما إلى ذلك. يمكن للطلبة كتابة قائمة قائمتهم مع ملخص خاص بهم للمناقشة، كما يمكنك الرجوع إلى كتاباتهم لاحقاً لتأكيد الفهم.

### **فكرة ب (١٥ دقيقة)**

- اطلب إلى الطلبة سحب كتلة من الخشب على طول الطاولة باستخدام أسلاك، حيث يقوم مجموعة بسحب الكتلة من كل الاتجاهات في الوقت نفسه. بإمكان الطلبة مناقشة سبب أهمية الاتجاه لبعض الكميات، كما يمكنك اقتراح قائمة بهذه الكميات، ومشاركة هذه القائمة مع طلبة الصف؛ فالأسباب التي يجعل بعض الكميات تتطلب اتجاهًا ما، في حين أن بعضها الآخر لا يتطلب ذلك، يمكن أن تؤدي إلى قدر كبير من النقاش. على سبيل المثال: لماذا يُعد الضغط كمية عددية؟

• الفكرة الرئيسية التي يجب تحديدها وقت المناقشة هي أن بعض الكميات، أثناء جمعها، تكون نتيجتها وفقاً للقواعد العادلة مثل  $(1 + 1 = 2)$ : أمّا الكميات الأخرى، وأثناء جمعها، فإنها تنتج مدياً من القيم. على سبيل المثال: يمكن أن تكون  $(1 + 1 = 0)$  أي قيمة بين  $(0)$  و  $(2)$ . وعلى سبيل المثال أيضاً، إذا سار شخص  $(1\text{ m})$  شرقاً ثم مسافة  $(1\text{ m})$  آخر شرقاً، فإن إزاحته الإجمالية هي  $(2\text{ m})$  شرقاً  $(1 + 1 = 2)$ . ومع ذلك، إذا سار شخص  $(1\text{ m})$  شرقاً ثم  $(1\text{ m})$  غرباً، فإن إجمالي إزاحته يكون  $(0\text{ m})$  حيث سينتهي به الأمر في نقطة البداية  $(0 = 1 + 1)$ . أمّا إذا سار شخص  $(1\text{ m})$  شرقاً ثم مسافة  $(1\text{ m})$  آخر شمالاً، فإن إزاحته الإجمالية هي  $(1.42\text{ m})$  وباتجاه  $45^\circ$  شمال الشرق.

**أفكار للتقدير:** من الكميات التي يقترحها طالب أو مجموعة من الطلبة يمكنك معرفة فهمهم السابق للكميات المتجهة والكميات العددية؛ وعندها فقط يمكنك تكيف تدريسك بالشكل المناسب.

## **الأنشطة الرئيسية**

تأكد من أن لكل طالب قائمة بالكميات الفيزيائية تعامل معها في السنوات السابقة، وهي أمّا كميات متجهة أو عددية. وتأكد من أن كل طالب يعرف الفرق بين كمية عددية وكمية متجهة، لأنك تحتاج إلى تحديد الفروق بوضوح بين الإزاحة والمسافة، وبين السرعة والسرعة المتجهة. كما يحتاج الطلبة أيضاً إلى معرفة أن أيّة كمية متجهة يجب أن يكون لها اتجاه بالإضافة إلى مقدار معين (قيمة).

### **١ جمع الإزاحات - عملية بسيطة (٣٠ دقيقة)**

- في حيّز كبير، في ساحة المدرسة مثلاً، سرّ مسافة  $(40\text{ m})$  شمالاً في اتجاه واحد، ثم سرّ  $(30\text{ m})$  بزاوية قائمة مع الاتجاه الأول. يقيس الطلبة الإزاحة الناتجة باستخدام شريط قياس متري أو عجلة قياس دوّارة، ثم يقيسون الزاوية باستخدام بوصلة من خلال ملاحظة الاتجاه الأولي للبوصلة، مع ملاحظة الاتجاه الجديد للبوصلة في حال حصول تغير في الاتجاه، ثم إيجاد الفرق بين القراءتين. على الطلبة تسجيل طول الإزاحتين والمحصلة، وأن يضمنوا جميع الاتجاهات بالنسبة إلى اتجاه الشمال، مع احتمال تكرار ذلك مع إزاحات وزوايا أخرى، ثم عليهم أن يقوموا برسم

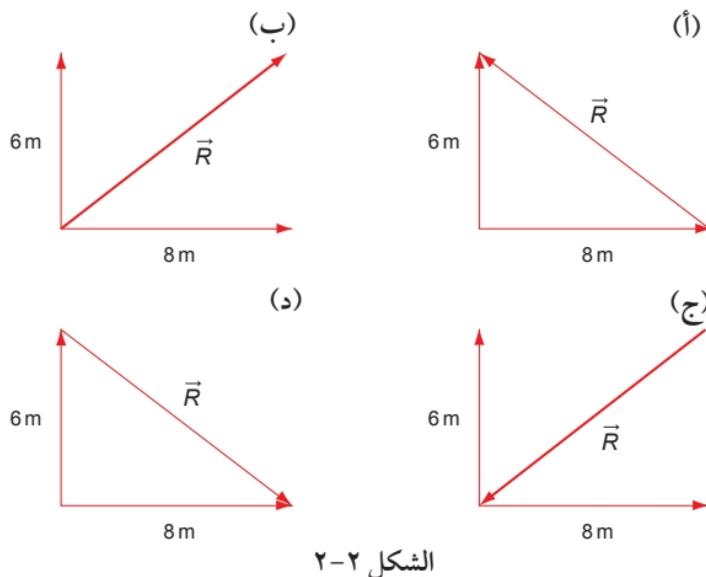
مخطط بمقاييس رسم معين للتحقق من القياسات. لطريقة المخطط مع المقاييس تطبيقات جمة، بحيث يمكن لأي زوج من المتجهات، كالسرعة المتجهة مثلاً، أن يتم جمعه بطريقة المثلث باستخدام نظرية فيثاغورس وعلم المثلثات على حد سواء. (أي مخطط مع مقاييس رسم مناسب).

- يمكن أيضاً أن يطلب إلى الطالبة تقدير النسبة المئوية لقيمة عدم اليقين في قياساتهم للمسافة والاتجاه. ويمكنهم مقارنة النسبة المئوية للفرق بين قياسهم للإزاحة المحصلة (المقدار والاتجاه) مع الإجابات «الصحيحة» من الرسم مع المقاييس، فضلاً عن معرفة ما إذا كانت أية فروق تقع ضمن النسبة المئوية لقيمة عدم اليقين في الاستخدام الفعلي للأدوات.

**أفكار للتقويم:** يمكنك معرفة ما إذا كان الطالبة يستخدمون بوصلة لتحديد الاتجاه، وشريط القياس المترى لقياس المسافة بشكل مناسب. هذا التمرين الذي يتضمن استخدام أدوات في التقييم العملي مفيد للطلبة، إذ عند مقارنة نتائجهم بالقيم المأخوذة من المخطط ذي المقاييس، يجب أن تُظهر القيم النهائية للإزاحة والاتجاه التي تم الحصول عليها، إذا كان الطالبة قد فهموا أم لا.

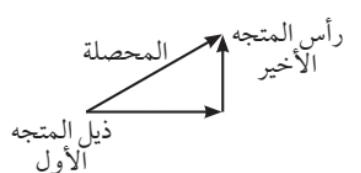
**إرشادات عملية:** يمكن تحديد مقدار المسافات المقطوعة حسب الحيز المتاح في ساحة المدرسة أو الصنف وأدوات القياس المتوفرة.

**سؤال مفصل:** أي مخطط في الشكل ٢-٢ يوضح المحصلة  $\vec{R}$  الناتجة من جمع إزاحة مقدارها (6 m) شمالاً وإزاحة (8 m) شرقاً؟



(ب) هي الإجابة الصحيحة. توضح الإجابتين (أ) و (د) أن الطالب لا يدرك أن المتجهات يجب أن تجمع رأساً إلى ذيل. وتوضح الإجابة (ج) أن الطالب لا يدرك أن الإزاحة تبدأ من الموقع الأولي.

وضُح للطلبة أن المتجه يتكون من رأس وذيل. (رأس ← ذيل) نبه الطلبة عند حساب المحصلة إلى أن المحصلة تكون من ذيل المتجه الأول لرأس المتجه الأخير.





وضّح للطلبة أن محصلة الإزاحة للمسار المغلق تساوي صفرًا.

## ٢ رسم جمع متجهين بدقة (٢٠ دقيقة)

- اعرض للطلبة المثالين ٣ و ٤ من الموضوع ٤-٢ جمع الإزاحات الواردين في كتاب الطالب. أو بدلًا من ذلك، ابحث في موقع الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن مقطع فيديو ملائم يعرض جمع المتجهات عن طريق رسم مثلث المتجهات.
- على الطلبة استخدام هذه الأفكار للتدريب على جمع الإزاحات والسرعات المتجهة، معتمدين على مجموعة متنوعة من الأسئلة؛ على سبيل المثال: الأسئلة من ٨ إلى ١١ الواردة في الوحدة الثانية من كتاب الطالب، والنشاط ٤-٢ من كتاب التجارب العملية والأنشطة، وكذلك أسئلة نهاية الوحدة.

**أفكار للتقويم:** يمكنك تقديم إجابة نموذجية لأحد الأسئلة التي أجاب عنها الطلبة، مبيّنًا الحاجة إلى تحديد قيمة عدم اليقين واستخدام زاوية أو آية إشارة أخرى إلى الاتجاه نحو الشمال (الاتجاه نحو الشمال) في كل مرحلة؛ لأن جميع المتجهات تحتاج إلى توضيح اتجاهها. ثم يقوم الطلبة بوضع علامة «صح» على أعمال بعضهم. وفي حال فقدان آية مرحلة ضرورية، كزاوية مفقودة مثلاً، أو إذا كانت المحصلة غير دقيقة (على سبيل المثال: الزاوية خاطئة بأكبر من  $1^{\circ}$ ) فاطلب إلى أحد الطلبة أن يكتب، بأسلوبه الخاص، سبب هذه الإجابة الخاطئة. فمثلاً: «استخدمت المنقلة بشكل خاطئ»، «خط القلم الرصاص كان سميكًا جدًا»، أو «نسبيت قياس الزاوية بالنسبة إلى الشمال بشكل صحيح». هذا سيساعد الطالب على تقييم عمله، وسيوفر مرجعاً للطالب لاستخدامه في تجاربه المستقبلية لحل مثل ذلك النوع من الأسئلة.

## ٣ جمع السرعات المتجهة وطرحها (١٠ دقائق)

- يجد بعض الطلبة صعوبة في الانتقال من جمع الإزاحات إلى جمع السرعات المتجهة. ويمكن توضيح أهمية جمع السرعات المتجهة من خلال مقطع فيديو لطائرة تهبط أثناء هبوب رياح. سيجد الطلبة أنه ممتع عندما يرون كيف تؤثر السرعة المتجهة للرياح على حركة الطائرة. ولضمان محصلة السرعة المتجهة للطائرة في اتجاه المدرج نفسه، يجب على الطيار أن ينحرف بالطائرة بعكس اتجاه الرياح بحيث تبقى متجهة نحو المدرج.
- يمكن تفسير طرح سرعة متجهة من أخرى ببساطة على أنه جمع للسرعة المتجهة الثانية مع سالب السرعة المتجهة الأولى.

**أفكار للتقويم:** يمكن إعطاء الطلبة مخططات لسرعات متجهة لرسم المحصلة وحسابها، كالأسئلة من ١٠ إلى ١٢ الواردة في كتاب الطالب، أو السؤالين ٤ و ٥ الواردين في النشاط ٤-٢ من كتاب التجارب العملية والأنشطة. يجب أن تشير النتائج النهائية إلى أن الطلبة قد تمكنا من الانتقال من مخطط متوجه للإزاحة إلى مخطط متوجه للسرعة المتجهة.

## التعليم المتميز (تفريغ التعليم)

### التوسيع والتحدي

- يمكن تحدي الطلبة لشرح سبب كون الضغط والشغل كميّتين عدديّتين.
- في مرحلة ما، يجب تعريف جميع الطلبة بطرح المتجهات. أسأل الطلبة ذوي التحصيل المرتفع منهم عن التفكير في ما يعنيه طرح متجهين.

## الدعم

قد يجد الطلبة صعوبة في تذكر ما إذا كانوا سيجمعون أو يطرون كميتين متوجهتين. من المفيد تشجيعهم على اعتبار أي متوجه يتجه إلى الأعلى أو نحو اليمين على أنه «موجب»، وأي متوجه يتجه إلى الأسفل أو نحو اليسار على أنه «سالب».

## تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- ذكر الطلبة أن هناك طرفيتين لتحديد المتوجه المحصلة: (أ) برسم مخطط بمقاييس رسم مناسب، أو (ب) باستخدام علم المثلثات والهندسة. هل يمكنهم تقييم متى تكون كل طريقة أفضل من الأخرى؟
- أعطِ مجموعات الطلبة مسألة أخرى، على سبيل المثال: «إحدى الطائرات تحلق في الهواء باتجاه الشمال فتهب رياح سرعتها ( $30 \text{ m s}^{-1}$ ) بزاوية ( $45^\circ$  شمال الشرق». اطلب إليهم العثور على الاتجاه الذي يجب أن تطير فيه الطائرة إذا كانت سرعتها في الهواء الساكن ( $200 \text{ m s}^{-1}$ ). كما اطلب أن يصفوا ما وجدوه صعباً في بناء مخطط بياني. كيف سيتغلّبون على هذا في المستقبل؟

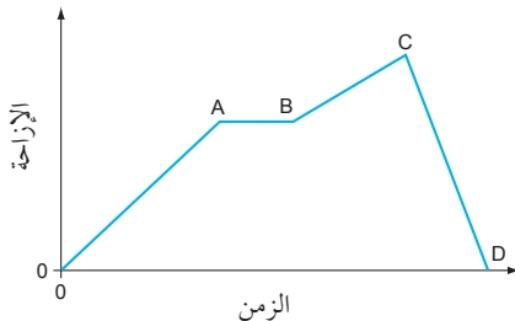
## التكامل مع المنهج

- الجبر. قد ترغب في تنظيم التدريس المناسب لإعادة ترتيب المعادلات بالاستعانة بمعلم رياضيات.
  - رسم التمثيلات البيانية والحصول على الميل.
  - علم المثلثات. قاعدة الجيب وقاعدة جيب التمام ونظرية فيثاغورث.
- قد ترغب في التشاور مع معلمي الرياضيات للتأكد من تدريس هذه الموضوعات سابقاً. وقد يكون من المفيد تذكير الطلبة بالأفكار التي درسوها في الرياضيات حول الموضوعات نفسها، وفيزياء تتضمن مزيداً من القياس، وتقدم الكثير من المفاهيم مثل عدم اليقين واستخدام الأجهزة والأدوات.

## 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.



يمثل القسم OA المشي بسرعة ثابتة لأن الخط له ميل ثابت وموجب. يمثل القسم AB التوقف لأن الميل هو 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 إلى البوابة لأن ميل المنحنى سالب (يشير إلى السرعة في الاتجاه المعاكس والخط أكثر انحداراً، الأمر الذي يدل على سرعة أكبر).

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

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

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

٧. منحنى التمثيل البياني هو عبارة عن خط مستقيم يمر في نقطة الأصل، مع ميل:

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

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

٨. منحنى التمثيل البياني عبارة عن خط مستقيم يمر بنقطة الأصل خلال أول ثلاثة ساعات، على سبيل المثال، ثم ينحدر قليلاً في الساعة الأخيرة.

١. أ. الإزاحة  
ب. السرعة

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

- د. المسافة

(تذكرة: إجمالي الزمن البالغ 0.4 s هو الزمن الذي تستغرقه الموجات الصوتية لتنقل مبتعدة، ومن ثم تتعكس عائدة إلى سطح الماء).

المسافة:

$$s = v \times t$$

$$= 1500 \times 0.2$$

$$= 300 \text{ m}$$

الزمن الذي تستغرقه الأرض لدور حول الشمس هو سنة واحدة:

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

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

المسافة المستغرقة = 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.

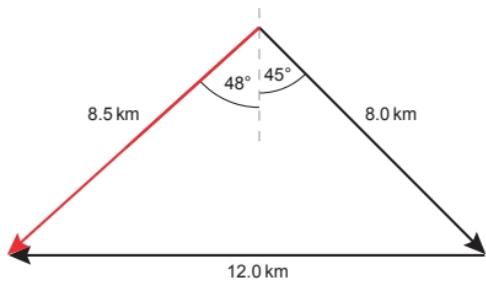
**ج.** الزاوية بين جزأى الرحلة تساوي  $90^\circ$ ، لذا فإن الإزاحة الكاملة مُعطاة من خلال نظرية فيثاغورث.

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

$$s = 5.0 \text{ km}$$

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

.٩



**ب.**  $8.5 \text{ km}$ :  $48^\circ$  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:

$$v^2 = 2.0^2 + 0.8^2 = \sqrt{4.64}$$

لذا مقدار السرعة المتجهة:

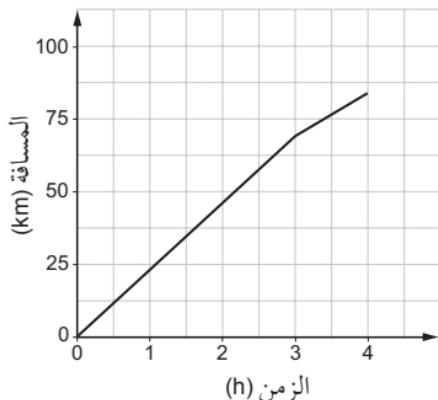
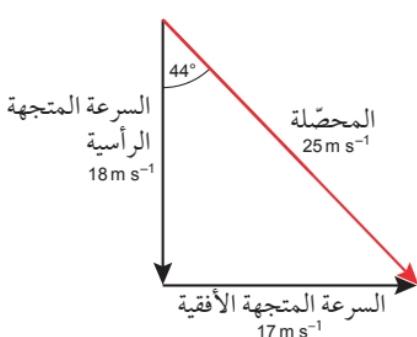
$$= \sqrt{4.64}$$

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

$$\tan^{-1} \left( \frac{0.8}{2} \right) \approx 22^\circ$$

أي بزاوية  $68^\circ$  مع ضفة النهر.

.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:

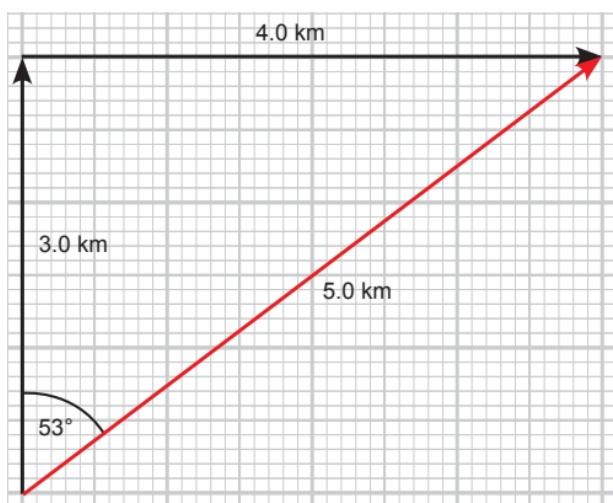
$$v = \frac{84}{4}$$

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

**٨.** 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 صفرًا،

لذا فإن سرعتها المتجهة المتوسطة تساوي

صفرًا أيضًا. 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:

$$= \frac{\text{المحيط}}{\pi} = \frac{4000}{\pi} = 1273.9 \text{ m}$$

وبأخذ 4 أرقام معنوية تكون الإجابة الصحيحة:

$$= 1300 \text{ m}$$

ب. بما أن للمثلث زاوية قائمة، فإنه يمكن

باستخدام 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

باستخدام علم المثلثات:

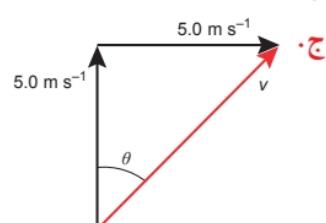
$$\cos \theta = \frac{18}{25}$$

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

44° بالنسبة إلى الاتجاه الرأسى.

.١٢. .١. ١٠ شماليًا

ب.



ج. باستخدام قانون فيثاغورث:

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

$$v^2 = 50$$

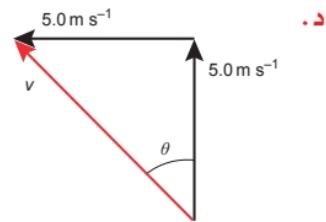
$$v \approx 7.1 \text{ m s}^{-1}$$

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  $7.6 \text{ m s}^{-1}$  بزاوية  $8^\circ$  شرق الشمال.

محصلة السرعة المتجهة:

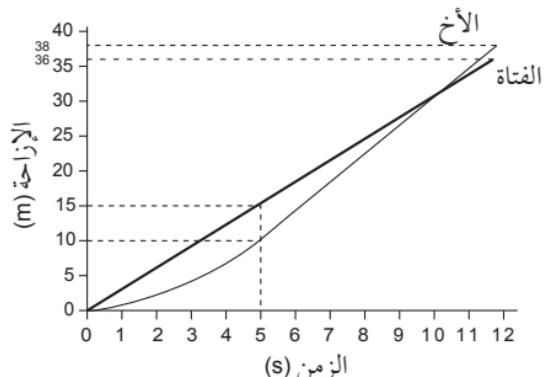
$$= \sqrt{1.0^2 + 2.40^2} = 2.6 \text{ m s}^{-1}$$

بزاوية:  $\tan^{-1}\left(\frac{2.4}{1.0}\right) = 67^\circ$  إلى خط مرسوم مباشرة عبر النهر.

أي بزاوية  $67^\circ$  شمال الشرق.

٧ـ. 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  $53^\circ$  غرب الشمال.

جـ. مقدار السرعة المتجهة المتوسطة للقارب:

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

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

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

بزاوية  $53^\circ$  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:

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

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

الإزاحة مقدارها 15200 m بزاوية  $8^\circ$  شرق الشمال.

جـ. مدة الانتقال بالمركب:

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

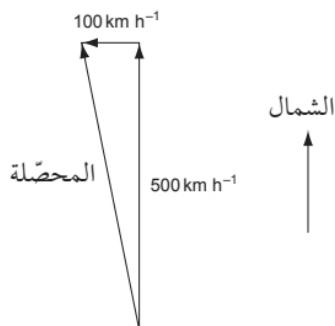
المدة الكلية:

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

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

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

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



مقدار محصلة السرعة المتجهة:

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

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

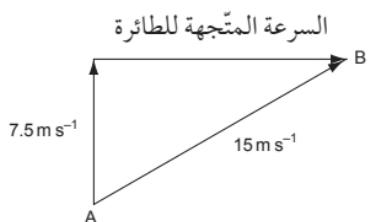
$$\tan^{-1}\left(\frac{100}{500}\right) = 11^\circ$$

الزاوية: 11° غرب الشمال

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

١١. أ. مخطط صحيح للمتجهات.

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



ب. الزمن من A إلى B:

$$t_1 = \frac{5000}{15} \approx 333 \text{ s}$$

الزمن من B إلى A:

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

الزمن الكلي:  $t = 333 + 370$

$$t = 703.7 \text{ s} \text{ أو } 704 \text{ s}$$

السرعة المتوسطة:

$$v = \frac{2 \times 5000}{703.7} = 14.2 \text{ m s}^{-1}$$

٩. أ. بعد النقطة الرابعة وفي كل  $0.10 \text{ s}$ ، 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  $0.80 \text{ s}$ :

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

$$= 156 \text{ cm}$$

د. قيمة عدم اليقين هي المسافة المقطوعة

$$\text{ خلال : } 0.0010 \text{ s}$$

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

تلاحظ أن أصغر تدرج لمقياس المسطرة

هو  $2 \text{ cm}$ ، 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 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

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

ب. النسبة المئوية لعدم اليقين:

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

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

(ليس أكثر من 3 أرقام معنوية)

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

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:

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

(أقبل بـ 0.8% إذا لم يكن هناك من تقرير)

#### 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 :

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

٤. السرعة :

$$v = \frac{5.0 \times 10^{-2}}{0.043 \times 10^{-6}} = 1.16 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$$

٥. السرعة :

$$v = \frac{1.07 \times 10^8}{3600} = 2.97 \times 10^4 \text{ m s}^{-1}$$

٦. السرعة :

$$v = \frac{150 000}{(1.75 \times 3600)} = 2.38 \times 10^1 \text{ m s}^{-1}$$

ب. [من الأبطأ] رياضي، شاحنة، مركبة فضائية، الأرض، جسم 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 وبديه.

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 ويبدا المؤقت بالعد. عندما تمر الحافة نفسها عبر البوابة الضوئية الثانية، فإنها سوف تقطع الحزمة الضوئية الثانية ويتوقف المؤقت عن العد.

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

## الوحدة الثانية: السرعة والسرعة المتجهة



ب، ج.

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

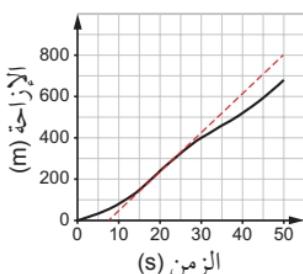
٣. أ. 600 m

ب. 25 s

ج. 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 (الموضح بالخط المقطعي الأحمر على التمثيل البياني).

السرعة = ميل المماس:

$$= \frac{(800 - 0)}{(50 - 7.5)}$$

$$\text{السرعة القصوى} = 18.8 \text{ m s}^{-1}$$

$$(اقبل بمدى 16 - 21 \text{ m s}^{-1})$$

### نشاط ٢-٤: 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 متيرية / شريط متري.

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

هـ. قد تتغير سرعة العربة أثناء تحركها بين

البوابتين الضوئيتين، وبالتالي فإن القيمة

المحسوبة يمكن أن تكون سرعة متوسطة فقط.

٣. أ. النقاط متباينة 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).

$$t = 5 \times 0.02 \text{ s} = 0.10 \text{ s}$$

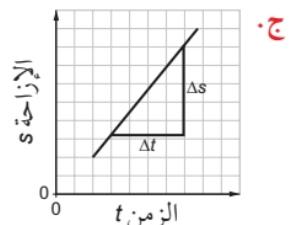
السرعة:

$$v = \frac{0.12}{0.10} = 1.20 \text{ m s}^{-1}$$

### نشاط ٣-٢: التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن)

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

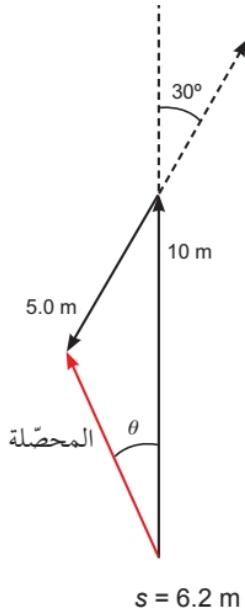
ب.  $\vec{\Delta s} = \text{التغيير في الإزاحة}: \Delta t = \text{التغيير في الزمن}$



ج.

٢. أ. منحنى التمثيل البياني خط مستقيم.

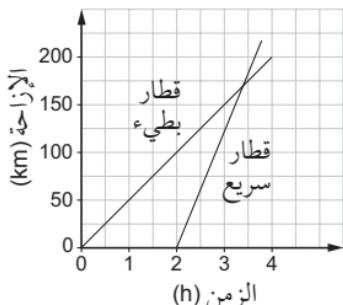
٥. مع مقياس رسم معين:



(مع زاوية  $23^\circ$  غرب الشمال)

### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.



ب. الزمن الذي سيلحق فيه القطار السريع بقطار  
البطيء هو عندما يلتقيان، أي في الزمن  
 $3.43\text{ h}$  على المحور الزمني للتمثيل البياني،  
وهي النقطة التي يتقاطع فيها الخطان على  
التمثيل البياني، أي  $1.43\text{ h}$

٢. أ.

٣. ب.

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

$$v = \frac{70}{3.0} = 23.3\text{ km h}^{-1}$$

$$= 6.47\text{ m s}^{-1}$$

٢. أ. ستة مربعات

ب. ثلاثة مربعات

ج. باستخدام نظرية فيثاغورث:

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

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

باستخدام علم المثلثات:

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

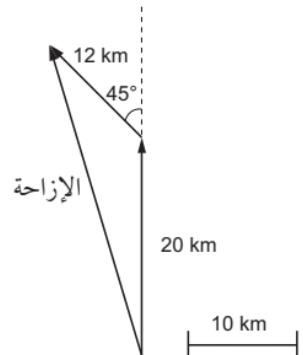
$$\theta = \tan^{-1} \left( \frac{3.0}{6.0} \right) = 27^\circ$$

$27^\circ$  بالنسبة إلى الأفقي.

د.  $12\text{ cm}$  (تقريباً): باستخدام قطعة خيط.

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

٣. ب.



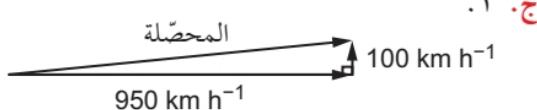
مقياس الرسم: كل  $1.5\text{ cm}$  يساوي  $10\text{ km}$

$$29.7\text{ km}$$

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

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

٤. ج.



٢. باستخدام نظرية فيثاغورث حسب

السرعة:

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

السرعة:

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

د. تكون أكبر سرعة (السرعة القصوى) عندما

يكون خط المنحنى على التمثيل البياني

هو الأكثر انحداراً (الجزء ذو الميل الأكث

ر انحداراً).

خط منحنى التمثيل البياني الأكثر انحداراً هو

بين 0.8 ساعة و 1.3 ساعة.

الميل:

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

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

هـ.  $0.5 \text{ h}$

و.  $25 \text{ km}$

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.

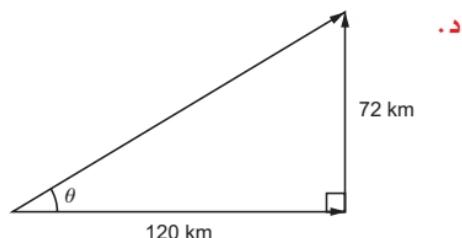
ج. المسافة = السرعة  $\times$  الزمن

المسافة 1 :

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

المسافة 2 :

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



هـ. باستخدام مخطط المقاييس:  $140 \text{ km}$

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

مع زاوية  $31^\circ$  = شمال الشرق.



سَلَطُونَتُهُ عُمَانُ  
وَزَارُونَهُ الْهَرَبَيْةُ وَالْتَّعْلِيمُ

# الفَيْرِيَاءُ

الصف الحادي عشر

دليل المعلم

الفصل الدراسي الأول - الجزء الثاني

CAMBRIDGE  
UNIVERSITY PRESS

مطبعة جامعة كامبريدج، الرمز البريدي CB2 8BS، المملكة المتحدة.

تشكل مطبعة جامعة كامبريدج جزءاً من الجامعة.  
والمطبعة دور في تعزيز رسالة الجامعة من خلال نشر المعرفة، سعيًا وراء  
تحقيق التعليم والتعلم وتوفير أدوات البحث على أعلى مستويات التميز العالمية.

© مطبعة جامعة كامبريدج وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

يخضع هذا الكتاب لقانون حقوق الطباعة والنشر، ويخضع للاستثناء التشريعي  
المسموح به قانوناً وأحكام التراخيص ذات الصلة.  
لا يجوز نسخ أي جزء من هذا الكتاب من دون الحصول على الإذن المكتوب من  
مطبعة جامعة كامبريدج ومن وزارة التربية والتعليم في سلطنة عُمان.

الطبعة التجريبية ٢٠٢٢ م، طُبعت في سلطنة عُمان

هذه نسخة تمت مواعمتها من دليل المعلم - الفيزياء للصف الحادي عشر - من سلسلة كامبريدج للفيزياء  
لمستوى الدبلوم العام والمستوى المتقدم AS & A Level للمؤلفين ديفيد سانغ، وغراهام جونز، وغوريندر تشادا،  
وريتشارد وودسيد.

تمت مواعمة هذا الكتاب بناءً على العقد الموقع بين وزارة التربية والتعليم ومطبعة  
جامعة كامبريدج.  
لا تتحمل مطبعة جامعة كامبريدج المسئولية تجاه المواقع الإلكترونية  
المستخدمة في هذا الكتاب أو دقّتها، ولا تؤكد أن المحتوى الوارد على تلك المواقع دقيق  
وملائم، أو أنه سيبقى كذلك.

تمت مواعمة الكتاب

بموجب القرار الوزاري رقم ٢٠٢٢/١٢١ واللجان المنبثقة عنه

محفوظة  
جميع الحقوق

جميع حقوق الطبع والتأليف والنشر محفوظة لوزارة التربية والتعليم  
ولا يجوز طبع الكتاب أو تصويره أو إعادة نسخه كاملاً أو جزأاً أو ترجمته  
أو تخزينه في نطاق استعادة المعلومات بهدف تجاري بأي شكل من الأشكال  
إلا بإذن كتابي مسبق من الوزارة، وفي حال الاقتباس القصير يجب ذكر المصدر.



حضره صاحب الجلالة  
السلطان هيثم بن طارق المعظم  
حفظه الله ورعاه-



المغفور له  
السلطان قابوس بن سعيد  
طيب الله ثراه-

Draft

# سلطنة عُمان

(المحافظات والولايات)



Draft



## النَّشِيدُ الْوَطَنِيُّ



جَلَالَةُ السُّلْطَانِ  
بِالْعِزَّةِ وَالْأَمَانِ  
عَاهِلًاً مُمَجَّدًا

يَا رَبَّنَا احْفَظْ لَنَا  
وَالشَّغَبَ فِي الأَوْطَانِ  
وَلِيَدُمْ مُؤَيَّدًا

بِالنُّفُوسِ يُفْتَدِي

أَوْفِيَاءُ مِنْ كِرَامِ الْعَرَبِ  
وَامْلَئِي الْكَوْنَ الضِّيَاءَ

يَا عُمَانُ نَحْنُ مِنْ عَهْدِ النَّبِيِّ  
فَارْتَقِي هَامَ السَّمَاءَ

وَاسْعَدِي وَانْعَمِي بِالرَّخَاءَ

Draft

تقديم <

الحمد لله رب العالمين، والصلوة والسلام على خير المرسلين، سيدنا محمد، وعلى آله وصحبه أجمعين.

و بعد :

فقد حرصت وزارة التربية والتعليم على تطوير المنظومة التعليمية في جوانبها و مجالاتها المختلفة كافة لتلبّي مُتطلّبات المجتمع الحالية، وتطلعاته المستقبلية، ولتواكب مع المُسجّدات العالمية في اقتصاد المعرفة، والعلوم الحياتية المختلفة؛ بما يؤدي إلى تمكين المخرجات التعليمية من المشاركة في مجالات التنمية الشاملة للسلطنة.

وقد حظيت المناهج الدراسية، باعتبارها مكوناً أساسياً من مكونات المنظومة التعليمية، بمراجعة مستمرة وتطوير شامل في نواحيها المختلفة؛ بدءاً من المقررات الدراسية، وطرائق التدريس، وأساليب التقويم وغيرها؛ وذلك لتتناسب مع الرؤية المستقبلية للتعليم في السلطنة، ولتوافق مع فلسفته وأهدافه.

وقد أولت الوزارة مجال تدريس العلوم والرياضيات اهتماماً كبيراً يتلاءم مع مستجدات التطور العلمي والتكنولوجي والمعرفي. ومن هذا المنطلق اتجهت إلى الاستفادة من الخبرات الدولية؛ اتساقاً مع التطور المتسارع في هذا المجال، من خلال تبني مشروع السلالسل العالمية في تدريس هاتين المادتين وفق المعايير الدولية؛ من أجل تمية مهارات البحث والتقصي والاستنتاج لدى الطلبة، وتعزيز فهمهم للظواهر العلمية المختلفة، وتطوير قدراتهم التأافسية في المسابقات العلمية والمعرفية، وتحقيق نتائج أفضل في الدراسات الدولية.

إن هذا الكتاب، بما يحويه من معارف ومهارات وقيم واتجاهات، جاء مُحققاً لأهداف التعليم في السلطنة، وموائماً لبيئة العمانية، والخصوصية الثقافية للبلد، بما يتضمنه من أنشطة وصور ورسوم. وهو أحد مصادر المعرفة الداعمة لتعلم الطالب، بالإضافة إلى غيره من المصادر المختلفة.

نُتَمَّنِي لِأَبْنائِنَا الطَّلَبَةِ النَّاجِحِ، وَلِزَمَلَائِنَا الْمُعَلَّمِينَ التَّوْفِيقَ فِيمَا يَبْذِلُونَهُ مِنْ جَهُودٍ مُّخْلِصَةٍ، لِتَحْقِيقِ أَهْدَافِ الرِّسَالَةِ التَّرْبُوِيَّةِ السَّامِيَّةِ؛ خَدْمَةً لِهَذَا الْوَطَنِ الْعَزِيزِ، تَحْتَ ظِلِّ الْقِيَادَةِ الْحَكِيمَةِ لِمُولَانَا حَضْرَةِ صَاحِبِ الْجَلَالَةِ السُّلْطَانِ هَيْثَمِ بْنِ طَارِقِ الْمُعَظَّمِ، حَفَظَهُ اللَّهُ وَرَعَاهُ.

والله ولی التوفيق

د. مدحنة بنت أحمد الشبانة

وزير التربية والتعليم

# < المحتويات

## الوحدة الثانية: السرعة والسرعة المتجهة

نقطة عامة .....	٦٠ .....
مخطط التدريس .....	٦٠ .....
الموضوعان ١-٢: المسافة والإزاحة	
٢-٢: السرعة والسرعة المتجهة .....	٦١ .....
الموضوع ٣-٢: التمثيل البياني	
(الإزاحة-الزمن) .....	٦٩ .....
الموضوعات ٤-٢: جمع الإزاحات	
٥-٢: جمع السرعات المتجهة	
٦-٢: طرح المتجهات	
الموضوعان ٧-٢: أمثلة أخرى للكميات العددية	
والكميات المتجهة .....	٧٢ .....
إجابات كتاب الطالب .....	٧٧ .....
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة .....	٨٢ .....

## الوحدة الأولى: المهارات العملية

نقطة عامة .....	٢٧ .....
مخطط التدريس .....	٢٧ .....
الموضوعان ١-١: استخدام الأدوات واتباع	
التعليمات و ٢-١: جمع الأدلة .....	٢٨ .....
الموضوع ٣-١: الدقة والضبط والأخطاء	
وعدم اليقين .....	٣١ .....
الموضوع ٤-١: إيجاد قيمة عدم اليقين .....	٣٤ .....
الموضوع ٥-١: النسبة المئوية لعدم	
اليقين .....	٣٧ .....
الموضوع ٦-١: تسجيل النتائج .....	٤٠ .....
الموضوع ٧-١: جمع قيم عدم اليقين .....	٤٣ .....
الموضوع ٨-١: فهم الوحدات في النظام	
الدولي للوحدات (SI) .....	٤٦ .....
إجابات كتاب الطالب .....	٥٠ .....
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة .....	٥٦ .....

الوحدة الرابعة: القوى

نظرة عامة .....	١١٦
مخطط التدريس .....	١١٦
الموضوعان ١-٤ : قانون نيوتن الثاني للحركة	
٢-٤ : التعرّف على أنواع القوى .....	١١٧
الموضوعات ٣-٤ : الكتلة والقصور الذاتي	
٤-٤ : الحركة في المواقع	
٥-٤ : قوى التلامس العمودية	
والطفو .....	١١٩
الموضوعان ٦-٤ : قانون نيوتن الثالث للحركة	
٧-٤ : الوحدات الأساسية والنيوتن ...	١٢٣
الموضوعان ٨-٤ : جمع القوى	
٩-٤ : مركبات المتجهات .....	١٢٧
إجابات كتاب الطالب .....	١٣٣
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ....	١٣٨

الوحدة الثالثة: الحركة المتتسارعة

نظرة عامة .....	٨٦
مخطط التدريس .....	٨٦
الموضوعات ١-٣ : معنى التسارع	
٢-٣ : وحدات قياس التسارع	
٣-٣ : استنتاج التسارع	
٤-٣ : استنتاج الإزاحة .....	٨٧
الموضوعان ٥-٣ : قياس السرعة المتجهة	
والتسارع	
٦-٣ : تحديد السرعة المتجهة	
والتسارع في المختبر .....	٩٠
الموضوعات ٧-٣ : معدلات الحركة الخطية	
٨-٣ : اشتقاد معدلات الحركة الخطية	
٩-٣ : التسارع المنتظم وغير	
المنتظم .....	٩٤
الموضوعات ١٠-٣ : التسارع بسبب الجاذبية	
الأرضية	
١١-٣ : تحديد تسارع السقوط الحرّ ( $g$ )	
١٢-٣ : الحركة في بُعدين: المقدوفات	
١٣-٣ : فهم المقدوفات .....	٩٧
إجابات كتاب الطالب .....	١٠٤
إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة ....	١١٢

## < المقدمة

مرحباً بك في كتاب الفيزياء للصف الحادي عشر.

يأتي دليل المعلم لكتاب الفيزياء للصف الحادي عشر هذا ليواكب أفضل الممارسات في علم أصول التدريس. إذ يتضمن «كتاب الطالب» ميزات مثل أسئلة وأنشطة «قبل أن تبدأ بدراسة الوحدة»، لتنذير الطلبة بما تعلموه سابقاً، ومساعدة المعلم في تقييم التعلم القبلي لديهم. ويتضمن معادلات أساسية تم إبرازها في كتاب الطالب لمساعدة الطلبة على إيجاد المعادلات المهمة لكل موضوع بسهولة، و«قوائم التقويم الذاتي» في نهاية كل وحدة لمساعدة الطلبة على تقييم مدى استفادتهم من دراسة الوحدة، وتطوير تعلمهم.

تم إعداد هذا الدليل ليكون مفيداً ولمساعدتك ما أمكن في إيجاد احتياجاتك اليومية في التدريس، من خلال الأنشطة والتقويم والتكامل مع المناهج، والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم في كل موضوع، والدعم بالاستقصاءات العملية، آملين أن يلهمك ويدعمك، ويختصر وقتاً أنت في أمس حاجة إليه.

نرجو أن تستمتع بهذا الدليل، وأن يؤمّن لك مورداً تنهل منه ما يساعدك على الاستمرار في إلهام طلبتك وتشويقهم إلى دراسة هذا الموضوع الحيوي. ولا تتردد في التواصل معنا إذا كان لديك أيّة أيّة، أن ملاحظاتك واقتراحاتك ستكون بالغة الأهمية في مساعدتنا على تطوير الدليل بما يفيد المعلمين والطلبة على حد سواء.

### مقدمة إلى الاستقصاءات العملية

الاستقصاء العملي جزء أساسي لأي كتاب فيزياء.

وقد أختيرت الاستقصاءات العملية بدقة في هذا الكتاب بهدف:

- تحقيق متطلبات جميع الأهداف التعليمية التي تستلزم من الطلبة إجراء استقصاءات عملية معينة.
- توفير توجيه وممارسة متدرّجين في المهارات العملية.

يمكن تنفيذ العديد من الاستقصاءات من دون معرفة المادة النظرية ذات الصلة، لكن يؤمل أن تعزز بعض الاستقصاءات من تدريسك لهذه المادة، وتساعد في بناء الثقة لدى الطلبة وفي تطوير قدراتهم.

تتضمن كل وحدة أكثر من استقصاء، بما يمكن من اختيار ما يلائم الأدوات والمواد المتوفرة والوقت المتاح. وقد تم اختيار الجهاز المطلوب بشكل عام مما هو متواافق، وقد أوصى بها المنهاج كونها أجهزة وأدوات تستخدم كثيراً.

يمكن للطلبة من خلال الاستقصاء العملي، ومواجهة الصعوبات والمشكلات ومراعاة احتياجات الأمان والسلامة، أن يكونوا أكثر ثقة بأنفسهم وأكثر قدرة علىبذل قصارى جهدهم في اختباراتهم. من الناحية المثالية، يجب أن يعمل الطلبة بمفردهم، كما لو أنهم يقدمون اختباراتهم، إنما هذا لا يمنعهم من أن يعملوا في ثنائيات أو مجموعات ليتوافر لهم الدعم والحفظ المتبادلين. فالهدف الأساسي يتمثل فيأخذ الطلبة

للقراءات وتحليلها بأنفسهم؛ أمّا في معظم الاستقصاءات، حيث تم تحليل البيانات في الوحدات اللاحقة، توفر عينة من البيانات تمكّن الطلبة من إجراء بعض الاستقصاءات، وتعزز قدرتهم على تحليلها.

لقد حان الوقت للاستقصاء العملي، على الرغم من أنه يتطلب وقتاً. فهو يمكّن الطلبة من اكتساب مهارات عملية، وينجحون في تطبيق ما درسواه من مادة نظرية، بما يعزز من فهمهم لها وتذكرها. وتمثل خبرات التعلم المهمة والمكتسبة من الاستقصاء العملي في المهارات التي يمكن استخدامها وتطويرها، كعمليات التخطيط والتنفيذ والملاحظة والتسجيل والتحليل، والتي يحققها جميعها «كتاب التجارب العملية والأنشطة». لم تصمم الاستقصاءات لتكون مجموعة من أوراق اختبار عملي صُورية، إذ سيكتسب الطلبة عند تفويذهن لها المهارات التي تمكّنهم من أن يكونوا أكثر ثقة عند أداء الاختبار العملي.

قسمت الاستقصاءات العملية في هذا الدليل إلى أقسام مختلفة لتساعدك في التخطيط والتنفيذ. كما تضمّن الدليل إرشادات لدعم الطلبة الذين يواجهون صعوبة في بعض جوانب الاستقصاء العملي، وقد أشير إليها بالرمز . كما تضمّن أفكاراً للطلبة الأكثر تفوقاً وأشير إليها بالرمز .

## كيف تستخدم هذه السلسلة

تقدّم هذه المكوّنات (أو المصادر) الدعم للطلبة في الصف الحادي عشر في سلطنة عمان لتعلم مادة الفيزياء واستيعابها، حيث تعمل كتب هذه السلسلة جمّيعها معاً لمساعدة الطلبة على تطوير المعرفة والمهارات العلمية اللازمّة لهذه المادة. كما تقدّم الدعم للمعلّمين لإيصال هذه المعارف للطلبة وتمكينهم من مهارات الاستقصاء العلمي.

يقدّم «كتاب الطالب» دعماً شاملّاً لمنهج الفيزياء للصف الحادي عشر في سلطنة عمان، ويقدّم شرحاً للحقائق والمفاهيم والتقنيات العلمية بوضوح، كما يستخدم أمثلة من العالم الواقعي للمبادئ العلمية. والأسئلة التي تتضمّنها كل وحدة تساعده على تطوير فهم الطلبة للمحتوى، في حين أن الأسئلة الموجودة في نهاية كل وحدة تحقق لهم مزيداً من التطبيقات العلمية الأساسية.



يحتوي «كتاب التجارب العملية والأنشطة» على أنشطة وأسئلة نهاية الوحدة، والتي تم اختيارها بعناية، بهدف مساعدة الطلبة على تطوير المهارات المختلفة التي يحتاجون إليها أثناء تقديمهم في دراسة كتاب الفيزياء. كما تساعده هذه الأسئلة الطلبة على تطوير فهمهم لمعنى الأفعال الإجرائية المستخدمة في الأسئلة، إضافة إلى دعمهم في الإجابة عن الأسئلة بشكل مناسب.

كما يحقّق هذا الكتاب للطلبة الدعم الكامل الذي سوف يساعدهم على تطوير مهارات الاستقصاء العلمية الأساسية جميعها. وتشمل هذا المهارات تخطيط الاستقصاءات، و اختيار الجهاز وكيفية التعامل معه، وطرح الفرضيات، وتدوين النتائج وعرضها، وتحليل البيانات وتقييمها.

يدعم دليل المعلم «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، ويعزز الأسئلة والمهارات العملية الموجودة فيهما. ويتضمن هذا الدليل أفكاراً تصصيلية للتدرис وإجابات عن كل سؤال ونشاط وارد في «كتاب الطالب» وفي «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، فضلاً عن الإرشادات التعليمية لكل موضوع، بما في ذلك خطة التدريس المقترحة، وأفكار للتعلم النشط والتقويم التكيني، والمصادر المرتبطة بالموضوع، والأنشطة التمهيدية، والتعليم المتمايز (تفريد التعليم) والمفاهيم الخاطئة وسوء الفهم. كما يتضمن أيضاً دعماً مفصلاً لإجراء الاستقصاءات العملية وتقييدها في «كتاب التجارب العملية والأنشطة»، بما في ذلك فقرات «مهم» لجعل الأمور تسير بشكل جيد، إضافة إلى مجموعة من عينات النتائج التي يمكن استخدامها إذا لم يتمكن الطلبة من إجراء التجربة، أو أخفقوا في جمع النتائج النموذجية.



## < كيف تستخدم هذا الدليل

يحتوي دليل المعلم هذا على إرشادات عامة وملحوظات تعلمية تساعدك في عملية تدريس محتوى هذا الكتاب. توجد أفكار للتدريس لكل وحدة من وحدات «كتاب الطالب». وتحتوي كل مجموعة من أفكار التدريس على الميزات الآتية لتساعدك في كيفية تدريس الوحدة.

توجد في بداية كل وحدة فقرة نظرة عامة، تقدم مختطاً موجزاً للمحتوى والمهارات العملية والفرص، لتغطي أهداف التقويم التي يعرضها الموضوع. كما تتوافق روابط مع الموضوعات ذات الصلة في موضوعات أخرى من الوحدة.

يتبع النظرة العامة **مخطط التدريس**، والتي تلخص الموضوعات الواردة في الوحدة، بما في ذلك عدد الحصص، والمصادر في «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» التي يمكن استخدامها لتدريس الوحدة.

توجد غالباً مفاهيم خاطئة وسوء فهم مرتبطة بموضوعات تعلمية معينة. وهي ترد مع اقتراحات لاستباط أدلة عليها مع الطلبة واقتراحات لتنفيذها.

توجد مجموعة مختارة من أنشطة تمهدية، والأنشطة الرئيسية، وتلخيص الأفكار والتأمل فيها، لكل موضوع. يمكنك اختيار ما يناسبك منها وملاءمتها بما يناسب احتياجات الطلبة الواقع. تشمل الأنشطة اقتراحات حول كيفية تميزها حسب مستويات التحصيل لدى الطلبة، واستخدامها في توفير فرص للتقويم والتفكير.

ترد فقرة **سؤال مفصلي** لمساعدتك على تقييم مدى استعداد الطلبة للانتقال إلى المرحلة التالية من التعلم، تم تصميم السؤال المفصلي لطرحه على الطلبة أثناء الدرس، لتقرر في ضوء إجابات الطلبة على هذا السؤال ما إذا كانوا قد فهموا المفهوم أو النظرية جيداً أم يحتاجون إلى مزيد من الوقت قبل متابعة شرح الدرس.

توجد أفكار للتعليم المتمايز (تفريذ التعليم) في تدريس كل موضوع، مع أفكار وأنشطة «التوسيع والتحدي» لتوسيع فرص التعلم، وأنشطة «الدعم»، وأفكار وتعديلات للطلبة الذين يحتاجون إلى ممارسة إضافية أو مساعدة.

**توفر التكامل مع المناهج اقتراحات للربط بين مجالات مختلفة في المنهج.**

تتوافق إجابات لأسئلة «كتاب الطالب» و «كتاب التجارب العملية والأنشطة» في نهاية كل وحدة من دليل المعلم هذا.

## ٤) طرائق للتدريس والتعلم

في ما يلي موجز لطرائق التدريس الرئيسية التي تشكل جزءاً من أساس كتاب الفيزياء، وتعريفها واستخدامها في دليل المعلم هذا، وسيتم لاحقاً شرح هذه الطرائق بتوسيع. تؤمن أفكار الأنشطة الواردة في كتاب الطالب ودليل المعلم إمكانية الاستفادة من هذه الطرائق وتضمينها في مخطط الدرس.

### التعلم النشط

التعلم النشط ممارسة تربوية تركز على الطالب، حيث تشدد على كيفية تعلمه وليس على ما يتعلمه فقط. يجب حثّ الطلبة على «التفكير» بدل تلقى المعلومات بشكل سلبي. وبالتالي، فإن التعلم النشط يحفز الطلبة على تحمل مسؤولية تعلمهم، ويوفر الدعم لهم ليكونوا متعلمين مستقلين وواثقين بأنفسهم داخل المدرسة وخارجها.

### التقويم من أجل التعلم

التقويم من أجل التعلم نهج تعلمى يؤمن تغذية راجعة يمكن الاستفادة منها في تحسين تعلم الطلبة. ومن خلاله، يصبح الطلبة أكثر اندماجاً في عملية التعلم، فيكتسبون وبالتالي الثقة في ما يتوقع منهم تعلمه وبأى معيار. وهو يفيد المعلم في تكوين صورة عن مستوى الطلبة في فهم مصطلح أو موضوع معين، الأمر الذي يساعد في تحديد الدعم الذي سيقدمه لهم.

### التفكير ما وراء المعرفة (توسيع التفكير)

يصف التفكير ما وراء المعرفة أو توسيع التفكير ما يقوم به الطلبة من تخطيط ومراقبة وتعديل ذات صلة بأنماط سلوك تعلمهم، بما يساعدهم على التفكير في تعلمهم بشكل أكثر وضوحاً، والتأكد من قدرتهم على تحقيق هدف التعلم الذي حدّدوه بأنفسهم، أو حدّده المعلم لهم.

### التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

يتطلع المعلم إلى توفير أقصى فائدة ممكنة للطلبة وتنظيم تعلمهم، بحيث يعيش كل منهم تجربة تعلم تتحقق المشاركة والنجاح. يجب المزج بين ما ندرسه وكيف ندرسه، وبين ما يحتاج إليه الطالب وما هو قادر على تعلمه. لا يكفي التأكد من حصول الطالب على التعلم المستهدف، بل التأكد أيضاً من تلقي كل طالب للدعم والاهتمام المناسبين له، بما يعطي معنى للتعلم.

### مهارات الحياة

كيف نُعدّ الطلبة للنجاح في عالم سريع التغير، وللتعاون مع الآخرين من جميع أنحاء العالم، وفي استخدام مهارات تفكير متطورة للتعامل مع تحديات أكثر تعقيداً؟ يساعد هذا الدليل المعلّمين على فهم كيفية دمج هذه الطرائق المرتبطة بالمهارات الحياتية وتطوير القدرات في طرائق تدريسهم. ترد هذه المهارات في الدليل في ستة مجالات متخصصة يمكن دمجها في عملية التعليم والتعلم، وبما يناسب كل مرحلة فيها.

# الأمان والسلامة في مختبر الفيزياء

- العمل بأمان في مختبر الفيزياء جانب أساسى من جوانب التعلم الذى يتميز به العمل التجريبى.
- من واجب المعلم في المدرسة أن يوضح للطلبة ما هو متوقع منهم عندما يعملون في المختبر.
- العديد من احتياطات الأمان والسلامة في مختبر الفيزياء تُعنى بمنع حدوث ضرر يلحق بالطالب أو بالأجهزة والأدوات.

<p>ضع كل الأدوات في حوض بحيث إذا انسكب شيء منها لا يؤثر على أوراق العمل. فإذا كنت تستخدم الماء الساخن أو المغلي؛ فاستخدم ماسكاً لحمل الأوعية مثل الكؤوس.</p>	<b>استخدام السوائل في العمل</b>
<p>ضع ميزان الحرارة بشكل آمن على الطاولة فور الانتهاء من استخدامه، وتأكد من موقعه بحيث لا يتدرج، وإذا تعرّض للكسر؛ فأبلغ معلمك فوراً، ولا تلمس الزجاج المكسور أو السائل المتتسّب منه.</p>	<b>استخدام ميزان الحرارة</b> <b>الزجاجي المعبأ بسائل</b>
<p>ارتد نظارات واقية تحسباً لحدوث انقطاع في السلك، واحذر من سقوط أثقال في حال انقطاع السلك؛ وضع وسادة أو ما شابه على الأرض.</p>	<b>تعليق مواد على أسلاك رفيعة</b>
<p>لا تتجاوز فرق الجهد الكهربائي الموصى به للمكون الكهربائي، على سبيل المثال: فرق الجهد الكهربائي لمصباح ما هو (٦٧) .</p>	<b>توصيل مكونات كهربائية</b>
<p>إذا كان الحامل متتحرّكاً أو معروضاً لخطر الانقلاب، فثبتّه على الطاولة بإحكام.</p>	<b>استخدام الحوامل المعروضة</b> <b>للانقلاب</b>
<p>ضع شيئاً مناسباً مثل صندوق لجمع الأجسام القابلة للتدرج، بحيث لا تسقط على الأرضية أو تؤثر على تجربة شخص آخر.</p>	<b>استخدام الأجسام القابلة</b> <b>للدرج كالأسطوانات</b>
<p>لا توصل قطبي الخلية أو البطارية أحدهما بالآخر بسلك كهربائي.</p>	<b>الخلايا الجافة 1.5 V</b>

**الجدول ١ احتياطات الأمان والسلامة في مختبر الفيزياء**

## تقنيات التدريس

تصف هذه المقدمة التمهيدية الموجزة بعض استراتيجيات التدريس المفيدة وطريقها في تطوير الأنشطة، والتي عُرض العديد منها في دليل المعلم هذا. وهي ترتبط بالتقدير، والعمل ضمن مجموعات، واستراتيجيات مثل الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية وإعداد أسئلة الاختبار وأنشطة تشخيصية مثل «إشارات المرور».

### التقويم

يستغرق التقويم في موضوع العلوم الكثير من وقت المعلم، بما في ذلك تصحيح الواجبات. ويصعب معرفة الوقت الذي يستغرقه الطالبة في قراءة ما يكتبه المعلم على أوراق إجاباتهم من ملاحظات ذات صلة بالإجابات الخاطئة، على الرغم من أن الدلائل تشير إلى أنهم نادراً ما يقرأونها، ويكتفون بملحوظة العلامة فقط. يتضمن «دليل المعلم» هذا طرائق مختلفة للتقويم يمكن أن تؤمن الوقت للمعلم وتكون أكثر فاعليةً من الطرائق المستخدمة حالياً. قد يكون الطلبة مع بدء هذا الفصل الدراسي، على دراية بطرائق التقويم المختلفة والعمل في مجموعات، فإن لم يكونوا كذلك، فهذا هو الوقت المناسب في حياتهم الأكاديمية لتعلم طرائق جديدة في التعلم لأنهم يتوقعون شيئاً مختلفاً.

### تقييم الأقران

تقييم الأقران فاعل جداً، ويمكن إجراؤه بطرق مختلفة: على سبيل المثال ضمن مجموعات، على أساس تقييم الطالب لزميله، أو من خلال تقييم طلبة الصف ككل عندما تقدم المجموعة عرضاً تفصيلياً.

يمكن إجراء التقويم نفسه وفقاً لسلم الدرجات المحدد، أو باستخدام مقياس عام جداً للمستوى المنخفض → المرتفع. في حال سلم الدرجات يمكن للطلبة المشاركة باقتراح ما يمكن تضمينه، وتخصيص بعض الوقت لتفسير محتوى السلم. ربما لا يتوافر وقت كافٍ في بعض الأحيان لوضع معايير للدرجات، لذا يمكن الطلب إلى الطلبة تقييم جزء من العمل، وتحديد نقاط قوته، واقتراح تحسينات عليه. على سبيل المثال، قد يُطلب إليهم تكوين خريطة ذهنية ترتبط بالمفاهيم التي تم تعلماها في الوحدة وتصفيتها. ويمكن تقسيم الطلبة إلى مجموعتين، تحديد المجموعة الأولى نقاط القوة في الخريطة الذهنية، وتقتصر الأخرى التحسينات. يمكن أيضاً استخدام أوراق الملاحظات اللاسلقة لكتابه عبارات/اقتراحات موجزة يمكن أن تلصق على الخريطة الذهنية من دون الإضرار بها.

### التقييم الذاتي

يمكن أن يعتمد التقييم الذاتي على سلم الدرجات، ويكون أكثر فائدة للطالب من إرشاد المعلم أو علامة يدونها على الورقة. عندما يضع الطالب علامة على إجابته، فإنه يقيّم مدى تقدمه منذ آخر مرة أجرى فيها تقييماً، كما يمكنه تعرّف مدى فهمه للموضوع. وبالتالي، يمكن للمعلم التتحقق من أن الطالب كان صادقاً مع نفسه ومع المعلم.

### التقييم النهائي أو الختامي

التقييم النهائي الوارد في نهاية الوحدة يمكن أن يشرك الطلبة أيضاً في عملية التقييم. على سبيل المثال، يمكن توزيع أوراق الاختبار بعد تسليمها، ليصحح كل طالب ورقة طالب آخر. كما يمكن توزيع سلم العلامات أو عرضه على شاشة بحيث يعمد

جميع الطلبة إلى تصحيح السؤال. الطريقة الأخيرة جيدة، لأنها تمكّن المعلم من معرفة ما إذا كانت بعض الإجابات مقبولة أم لا. ويمكن أن يصحح الطلبة الأوراق من دون كشف أسمائهم بما يسمح بذكر الملاحظات.

## العمل ضمن مجموعات (العمل الجماعي)

يمكن أن يكون للعمل ضمن مجموعات قيمة كبيرة في مناقشة الموضوعات المختلفة. إذ في مجموعات الطلبة ذوي القدرات المختلطة، تمكّن الطلبة ذوي القدرات العالية من توضيح ما يفهمونه للطلبة ذوي القدرات المحدودة. من أهم جوانب العمل ضمن مجموعات تشجيع الطلبة على شرح ما يفهمونه، وتعلم الأسباب الكامنة وراء فهمهم، إضافة إلى قدرتهم على إدراك متى لا يفهمون.

التعاون في الاستقصاء العملي ضروري لبعض التجارب. توجد عدة فرص عملية في «دليل المعلم»، والكثير منها يمكن تحسينها عند تجربتها إذا سبقها مناقشة لما يجب عمله، أو الترتيب الذي يجب القيام به، ومن سيقوم بذلك.

العمل ضمن مجموعات يساعد الطلبة على التفكير في النشاط الذي يقومون بتنفيذه. وللفرق المكونة من طالبين (ثنائيات) حريّة اختبار أحدهما الآخر، أو التعاون عن طريق تدوين نقاط الدرس / الدروس الرئيسية، وتقييم مدى تقدمهم. من الطبيعي أن تكون بعض المجموعات أكثر ثقة وتعاوناً من مجموعات أخرى، الأمر الذي يولد قناعة لدى بعض الطلبة بأنهم نفذوا العمل أفضل مما كانوا يعتقدون، وذلك من خلال سرد نقاط القوة.

## مهمات القدرات المختلطة

يمكن تنفيذ المهامات التي تراعي تفريغ التعلم من خلال العمل في مجموعات. تعمل هذه الاستراتيجية بشكل عام على النحو الآتي:

- يقسّم الصف في مجموعات بقدرات مختلطة (متباينة) من 3 إلى 4 حسب حجم الصف.
  - يُخصص لكل طالب في المجموعة رقم من 1 إلى 4 (أو 3) اعتماداً على قدراته.
  - 1 (الأقل قدرة) —————— ← 4 (الأكثر قدرة).
  - يتم تكوين مجموعة من الطلبة الأقل قدرة الذين يحملون الرقم 1، وتخصص لها 3 إلى 4 مهام بسيطة. ويكرر الأمر نفسه مع الطلبة الذين يحملون الرقم 2، ليكلفو بمهامات أكثر صعوبة، وهكذا مع المجموعتين 3 و 4.
  - يُعاد تجميع المجموعات الأصلية في نهاية الوقت المخصص، ثم يتشارك الطلبة في كل مجموعة وفي كل المستويات الإجابات عن الأسئلة. وإذا لزم الأمر يتم تشجيع الطلبة على شرح الإجابات شفهياً لزملائهم في المجموعة.
- قد يجد المعلم صعوبة في إعداد هذا النشاط، وقد يتمثل البديل بالطلب إلى الطلبة تدوين ملاحظاتهم عن ٤-٣ أسئلة أو مراجعتها مع زملائهم. وقد يجد بعض الطلبة صعوبة أيضاً في تدوين الملاحظات، وقد يجدون الأمر مملاً. يمكن تخفيف العبء، لكن مع محاولة منح الطلبة ميزة تعلمهم بأنفسهم.

## تمرينات تشخيصية

### اختبار الإجابات السريعة

تحتوي هذه الأسئلة على جملة واحدة تتطلب إجابة قصيرة. على سبيل المثال، قد يحتاج المعلم إلى تكوين فكرة عن مدى إنجاز الطلبة «واجب القراءة المنزلي»، وهي مهمة قد تكون أساسية لفهم الدرس التالي. للأسف، يرى الطلبة غالباً أن واجب القراءة المنزلي غير ضروري، لأنه لا يمكن التحقق منه. يمكن الاستفادة هنا من اختبار الإجابات السريعة للتحقق ما إذا كانوا قد نفذوا الواجب فعلاً أم لا. إنه ليس اختبار «إتقان»، لكنه يتمثل بأسئلة قصيرة ذات صلة مباشرة بالقراءة.

يمكن استخدام اختبار الإجابات السريعة في أي وقت من الدرس، لكن بداية الدرس ونهايته هما الوقتان المناسبان.

### استخدام سبورة المسح الجاف

يمكن شراء سبورة المسح الجاف، إلا أن ورقة الرقائق (المغلفة) قد يفيد أيضاً. قد تستخدم هذه السبورة لاختبارات الإجابة السريعة في بداية الدرس أو نهايته. وقد تعتمد الاختبار «كتابه خروج» حيث تسمح الإجابة الصحيحة للطالب بمعايرة الحصة مبكراً عن غيره. يتمثل السبب الرئيسي في استخدام هذه السبورة أنه يمكن للطالب كتابة إجابته عليها وتقدمها للمعلم، وتبقى إجابته مخفية عن الآخرين. ويمكن عند الانتهاء من التمرين، مسح سبورة الطلبة بسهولة باستخدام قطعة قماش جافة، وإعادة استخدامها.

### إشارات المرور

إشارات المرور طريقة يمكن بها للمعلم تقييم مدى فاعلية تدريسه وتزويده بفكرة مما يجب عليه تعزيزه أو مراجعته أو إعادة النظر فيه مستقبلاً. في هذه الطريقة، يعطى الطلبة مجموعة من الأسئلة ذات صلة بموضوع يمكن كتابتها على ورقة أو عرضه أمامهم. ويعطى كل طالب سبورة مسح جاف أو ثلاث قطع ورقية عليها بقعة حمراء أو صفراء أو خضراء. يقرأ المعلم الأسئلة أو العبارات، ويجب الطالبة برفع الورقة ذات البقعة الخضراء دلالة على الفهم التام، أو الصفراء دلالة على الفهم الناقص، أو الحمراء دلالة على عدم الفهم. يمكن للمعلم تصنيف الأسئلة أو العبارات التي أعطيت البقعة الخضراء باعتبارها مفهومة جيداً من الصنف. وإذا وجدت أوراق ذات بقع صفراء أو حمراء كثيرة، فهذا يعني حاجة المفهوم أو الموضوع إلى التوضيح لاحقاً.

### طريقة الإكمال (CLOZE)

تمثل طريقة الإكمال بفقرة ينقصها كلمات ذات صلة بالموضوع، يمكن تطبيقها في غرفة الصف بعدة أشكال. ويمكن للطلبة مثلاً العثور على الكلمات الناقصة من خلال البحث، أو الاختيار من قائمة كلمات تعرض في أعلى الفقرة لا يكون بعضها صلة بالموضوع، أو الاختيار من بدائل تكتب داخل الفراغات في الفقرة. طريقة الإكمال من الطرائق الجيدة جداً لبدء تدريس الموضوع أو لمعرفة مستوى معرفة الطلبة عنه. وتشمل طريقة الإكمال تمارينات فهم أو تذكر.

### الخريطة المفاهيمية

يفيد هذا النشاط في تشييط فهم الطلبة للمفاهيم والمفردات من طريق تكوين روابط ذات معنى بين المفاهيم باستخدام كلمات/ عبارات بسيطة. وهي تعطي المعلم فكرة عن مدى جودة فهم الطلبة لمجموعة من المفاهيم.

- تُعطى كل مجموعة من الطلبة ورقة A3 ومستطيلات صغيرة مكتوب عليها الكلمات المستخدمة في الدرس/ الدروس (عمل مستطيلات صغيرة يمكن للطلبة طي ورقة A4 مرة واحدة طولياً ثم مرتين أو ثلاثة مرات عرضياً، وقص المستطيلات الناتجة).
- يُعطى الطلبة أيضاً مقصّات وأقلام تعليم وبعض الصمع.
- يمكن عرض الكلمات المطلوبة على الشاشة أو يقترح طلبة الصف الكلمات في مناقشة قبل النشاط.
- يمكن للطلبة، إن رغبوا، إضافة المزيد من الكلمات، لكن لا يفترض بالمعلم كتابتها.
- تكون الكلمات مرتبة على ورقة كبيرة، ويربط الطلبة بينها بعبارات أو كلمات.

## الخرائط الذهنية

تحتفل الخريطة الذهنية عن المخطط العنكبوتي. فكلاهما مثل على التفكير الإشعاعي، لكن المخطط العنكبوتي أكثر فائدة عند إجراء جلسة عصف ذهني للتأكّد من مستوى معرفة الطلبة بالمصطلحات وفهمهم لها.

شاوت الخريطة الذهنية على يد طوني بوزان (Tony Buzan)، وكانت جزءاً من الممارسة التعليمية المقبولة لبعض سنوات. وقد ثبت أنها تساعد الطلبة على تنظيم معرفتهم وفهمهم في تركيب بصري يكتونه الطالب، بما يكسبه ميزة تعلّمه بنفسه. والشيء الجيد في الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية عدم وجود إجابة صحيحة أو إجابة خاطئة أو طريقة مثالية أو غير كاملة في إعدادها. يمثل تجميع المعلومات في أشكال كبيرة طريقة جيدة لمعالجة تلك المعلومات. لا توجد قيود عند رسم خريطة ذهنية أو توضيحها، وبالتالي فهي تحفز الإبداع. وهي توفر أيضاً وقتاً مناسباً للحديث أو لتدوين الملاحظات، وتمثل طريقة ممتازة للتخطيط للمهام ولتحضيرها.

يجب التأكيد هنا على أنه من الأفضل إعداد الخرائط المفاهيمية والخرائط الذهنية بالتعاون بين الطلبة. هناك حاجة إلى مجموعات من ثلاثة طلبة على الأقل في كل منها لتكوين هذه الخرائط لتحقيق أقصى استفادة من التمرين.

## كتابة أسئلة الاختبار

كتابة أسئلة الاختبار وإعداد سلم الدرجات طريقة أخرى يعبر فيها الطلبة عن معرفتهم وفهمهم للمفاهيم والأفكار ذات الصلة بالموضوع، ويمكن أن يكون ذلك نشاطاً ممتعًا. يواجه الطلبة أوراق الامتحان في هذا المستوى، ويدركون ما يستلزمهم سؤال الاختبار.

## الأهداف التعليمية

### الأهداف التعليمية

#### الوحدة الأولى: المهارات العملية

##### ١-١ استخدام الأدوات واتباع التعليمات و ٢-١ جمع الأدلة

١-١ يستخدم المسطرة، والقديمة ذات الورنية، والميكرومتر لقياس الأطوال المختلفة ويصف طريقة استخدامها.

##### ٣-١ الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين

٢-١ يفهم تأثير الأخطاء النظامية (بما فيها الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياس ويشرحها.

٣-١ يميز الفرق بين مصطلحِي الضبط (Accuracy) والدقة (Precision).

##### ٤-١ إيجاد قيمة عدم اليقين

٤-١ يفهم الفرق بين الخطأ وعدم اليقين عند القياس.

٥-١ يصف كيفية تقدير قيمة عدم اليقين المطلق في القراءة.

##### ٥-١ النسبة المئوية لعدم اليقين

٦-١ يفهم عدم اليقين في القياس ويحدده كقيمة مطلقة أو نسبة مئوية ويحول بينهما.

##### ٦-١ تسجيل النتائج

٢-١ يفهم تأثير الأخطاء النظامية (بما فيها الأخطاء الصفرية) والأخطاء العشوائية على القياس ويشرحها.

٣-١ يميز الفرق بين مصطلحِي الضبط (Accuracy) والدقة (Precision).

٤-١ يفهم الفرق بين الخطأ وعدم اليقين عند القياس.

##### ٧-١ جمع قيم عدم اليقين

٧-١ يجمع بين قيم عدم اليقين المطلقة عند جمع الكميات أو طرحها ويجمع النسب المئوية لعدم اليقين عند ضرب الكميات أو قسمتها.

##### ٨-١ فهم الوحدات في النظام الدولي للوحدات (SI)

٨-١ يتذكر الكميات الأساسية للنظام الدولي للوحدات (SI) ووحداتها القياسية: الكتلة (kg)، الطول (m)، الزمن (s)، شدة التيار الكهربائي (A)، درجة الحرارة (K).

٩-١ يعبر عن الوحدات المشتقة كنواتج ضرب أو قسمة للوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات، ويستخدم الوحدات المشتقة للكميات المدرجة في هذا المنهج حسب الحاجة.

## الأهداف التعليمية

يتذكر البادئات الآتية ورموزها للإشارة إلى المضاعفات أو الأجزاء العشرية لكل من الوحدات الأساسية والمشتقة ويستخدمها. بيوكو (p)، نانو (n)، ميكرو (μ)، ميلي (m)، سنتي (c)، ديسي (d)، كيلو (k)، ميجا (M)، جيجا (G)، تيرا (T).	<b>١٠-١</b>
--	-------------

## الوحدة الثانية: السرعة والسرعة المتجهة

### ١-٢ المسافة والإزاحة و ٢-٢ السرعة والسرعة المتجهة

يعرّف السرعة المتوسطة ويستخدمها.	<b>١-٢</b>
يصف الفرق بين الكميات العددية والمتجهة.	<b>٢-٢</b>
يعرّف المسافة، والإزاحة ويستخدمهما.	<b>٣-٢</b>
يعرّف السرعة والسرعة المتجهة ويستخدمهما.	<b>٤-٢</b>

### ٣-٢ التمثيل البياني (الإزاحة - الزمن)

يرسم منحنيات التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن) ويحللها.	<b>٥-٢</b>
يجد مقدار السرعة المتجهة باستخدام ميل خط التمثيل البياني (الإزاحة-الزمن).	<b>٦-٢</b>

### ٤-٢ جمع الإزاحات، ٥-٢ جمع السرعات المتجهة، ٦-٢ طرح المتجهات، ٧-٢ أمثلة أخرى للكميات العددية والكميات المتجهة

يصف الفرق بين الكميات العددية والمتجهة.	<b>٢-٢</b>
يجمع متّجهيَن في مستوى واحد ويطرحهما.	<b>٧-٢</b>

## الوحدة الثالثة: الحركة المتتسقة

### ١-٣ معنى التسارع، ٢-٣ وحدات قياس التسارع، ٣-٣ استنتاج التسارع، ٤-٣ استنتاج الإزاحة

يعرّف التسارع ويستخدمه.	<b>١-٣</b>
يستخدم المنحنيات البيانية لتمثيل المسافة، والإزاحة، والسرعة، والسرعة المتجهة، والتسارع.	<b>٢-٣</b>
يجد الإزاحة من مساحة المنطقة الواقعه أسفل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).	<b>٣-٣</b>
يجد التسارع باستخدام ميل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).	<b>٤-٣</b>
يعبر عن الوحدات المشتقة كنواتج ضرب أو قسمة للوحدات الأساسية للنظام الدولي، ويستخدم الوحدات المشتقة للكميات المدرجة في هذا المنهج حسب الحاجة.	<b>٩-١</b>

### ٥-٣ قياس السرعة المتجهة والتسارع، ٦-٣ تحديد السرعة المتجهة والتسارع في المختبر

يعرّف التسارع ويستخدمه.	<b>١-٣</b>
يستخدم المنحنيات البيانية لتمثيل المسافة، والإزاحة، والسرعة، والسرعة المتجهة، والتسارع.	<b>٢-٣</b>

## الأهداف التعليمية

### الأهداف التعليمية

#### ٧-٣ معادلات الحركة الخطية، ٨-٣ اشتاقاق معادلات الحركة الخطية، ٩-٣ التسارع المنتظم وغير المنتظم

يجد الإزاحة من مساحة المنطقة الواقعة أسفل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).	٣-٣
يجد التسارع باستخدام ميل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).	٤-٣
يطبق معادلات الحركة الخطية في حل مسائل باستخدام المعادلات التي تمثل حركة ذات تسارع منتظم في خط مستقيم، بما في ذلك حركة الأجسام الساقطة في المجال المنتظم للجاذبية الأرضية بإهمال مقاومة الهواء.	٥-٣
يشتقّ، من تعريفات السرعة والتسارع، المعادلات التي تمثل الحركة المتتسارعة بشكل منتظم في خط مستقيم.	٦-٣

#### ١٠-٣ التسارع بسبب الجاذبية الأرضية، ١١-٣ تحديد تسارع السقوط الحرّ ( $g$ )،

#### ١٢-٣ الحركة في بُعدَيْن: المقدوفات، ١٣-٣ فهم المقدوفات

يعرف التسارع ويستخدمه.	١-٣
يطبق معادلات الحركة الخطية في حل مسائل باستخدام المعادلات التي تمثل حركة ذات تسارع منتظم في خط مستقيم، بما في ذلك حركة الأجسام الساقطة في المجال المنتظم للجاذبية الأرضية بإهمال مقاومة الهواء.	٥-٣
يشرح تجربة لتحديد تسارع السقوط الحرّ باستخدام جسم ساقط.	٧-٣
يصف الحركة الناتجة في حالة السرعة المنتظمة في الاتجاه الأفقي والتسارع المنتظم في الاتجاه الرأسي (حركة المقدوفات) ويشرحها.	٨-٣
يمثل الكمية المتجهة على شكل مركبتين متعامدتين.	٩-٣
يحلل السرعة المتجهة لمقدوف إلى المركبة الأفقي والرأسي.	١٠-٣
يستخدم معادلات الحركة الخطية لحل مسائل تتضمن حركة المقدوفات.	١١-٣

### الوحدة الرابعة: القوى

#### ١-٤ قانون نيوتن الثاني للحركة، ٤-٤ التعرّف على أنواع القوى

يذكر نص قانون نيوتن الثاني للحركة ويطبقه مستخدماً العلاقة $\vec{F} = m\vec{a}$ في حل المسائل، ومدركاً أنَّ التسارع محمصلة القوى لها دائمًا نفس الاتجاه.	١-٤
يحدّد أنواعاً مختلفة من القوى ويفصّلها، بما في ذلك الوزن وقوّة الطفو وقوّة التلامس العمودية وقوّة الشد.	٢-٤

#### ٤-٣ الكتلة والقصور الذاتي، ٤-٤ الحركة في الموضع، ٤-٥ قوى التلامس العمودية والطفو

يحدّد أنواعاً مختلفة من القوى ويفصّلها، بما في ذلك الوزن وقوّة الطفو وقوّة التلامس العمودية وقوّة الشد.	٢-٤
يدرك أنَّ الكتلة هي خاصيّة مقاومة الجسم لإحداث التغيير في حالته الحركية.	٤-٤

## الأهداف التعليمية

٥-٤	يذكر نص قانون نيوتن الأول للحركة ويطبقه.
٦-٤	يظهر فهماً نوعياً لقوى الاحتكاك ولقوى المقاومة بما في ذلك مقاومة الهواء.
<b>٦-٤ قانون نيوتن الثالث للحركة، ٧-٤ الوحدات الأساسية والنيوتن</b>	
٧-٤	يذكر نص قانون نيوتن الثالث للحركة وتطبيقاته.
٨-٤	يفهم أن المعادلات الفيزيائية يجب أن تكون متجانسة، ويستخدم الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات للتحقق من تجانس المعادلات الفيزيائية المتعلقة بالحركة والقوى.
<b>٨-٤ جمع القوى، ٩-٤ مركبات المتجهات</b>	
٣-٤	يمثل أنواعاً مختلفة من القوى في مخططات القوة للجسم الحر ويفسرها.
٩-٤	يستخدم مثلث المتجهات لتمثيل قوى في مستوى واحد في حالة الاتزان.
١٠-٤	يحلل القوى إلى مركبات متعامدة ويستخدمها في العمليات الحسابية.

Draft

## الوحدة الثالثة <

# الحركة المتتسعة

### نظرة عامة

- تغطي هذه الوحدة من المنهج المفهوم الأساسي للتسارع وقياسه في المختبر، بما في ذلك قياس التسارع بسبب الجاذبية.
- تتيح معادلات الحركة الخطية الفرصة للطلبة لممارسة المزيد من المهارات الرياضية الجبرية والتمثيلات البيانية، لا سيما أنها تُطبق أيضًا على التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن) والمقدوفات.
- تُعد مركبنا متوجه ما موضوعاً آخر ستركت دراسته وهو مفيد في العديد من الوحدات اللاحقة من المنهج الدراسي، خصوصاً فيما يتعلق بالقوى.
- ثمة فرص لتفطير جميع أهداف التقويم الثلاثة: AO1 (المعرفة والفهم)، AO2 (معالجة المعلومات وتطبيقاتها وتقديرها) وAO3 (المهارات والاستقصاءات التجريبية)، بالإضافة إلى قياس التسارع بسبب الجاذبية وتجارب أخرى من كتاب التجارب العملية والأنشطة.

### مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العملية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-٢ منحنيات التمثيل البياني (السرعة المتجهة - الزمن): الأسئلة ٤-١	الأسئلة من ١ إلى ٤	٤	١-٣ معنى التسارع ٢-٣ وحدات قياس التسارع ٣-٣ استنتاج التسارع ٤-٣ استنتاج الإزاحة	٢-٣، ١-٣ ٤-٣، ٢-٣ ٩-١
الاستقصاء العملي ١-٣ : تسارع كتلتين متصلتين معاً	الأسئلة من ٥ إلى ٨	٥	٥-٣ قياس السرعة المتجهة والتسارع ٦-٣ تحديد السرعة المتجهة والتسارع في المختبر	٢-٣، ١-٣
نشاط ٢-٣ اشتقاق معادلات الحركة الخطية نشاط ٣-٣ استخدام معادلات الحركة الخطية	الأسئلة من ٩ إلى ١٤	٨	٧-٣ معادلات الحركة الخطية ٨-٣ اشتقاق معادلات الحركة الخطية ٩-٣ التسارع المنتظم وغير المنتظم	٤-٣، ٢-٣ ٦-٣، ٥-٣
نشاط ٤-٣ الحركة تحت تأثير الجاذبية الأرضية الاستقصاء العملي ٢-٣ : مدى مقدوف ما	الأسئلة من ١٥ إلى ٢٤	١١	١٠-٣ التسارع بسبب الجاذبية الأرضية ١١-٣ تحديد تسارع السقوط الحرّ ( $g$ ) ١٢-٣ الحركة في بُعدَيْن: المقدوفات ١٣-٣ فهم المقدوفات	٥-٣، ١-٣ ٨-٣، ٧-٣ ١٠-٣، ٩-٣ ١١-٣

## الموضوعات ١-٣: معنى التسارع، ٢-٣: وحدات قياس التسارع، ٣-٣: استنتاج التسارع، ٤-٣: استنتاج الإزاحة

### الأهداف التعليمية

- ١-٣ يعرّف التسارع ويستخدمه.
- ٢-٣ يستخدم المنحنيات البيانية لتمثيل المسافة، والإزاحة، والسرعة، والسرعة المتجهة، والتسارع.
- ٣-٣ يجد الإزاحة من مساحة المنطقة الواقعة أسفل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).
- ٤-٣ يجد التسارع باستخدام ميل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).
- ٩-١ يعبر عن الوحدات المشتقة كنواتج ضرب أو قسمة للوحدات الأساسية للنظام الدولي، ويستخدم الوحدات المشتقة للكميات المدرجة في هذا المنهج حسب الحاجة.

### نظرة عامة على الموضوعات

- يجب إعطاء الطلبة تذكيراً موجزاً بتعريف التسارع، إلى جانب استخدامهم التعريف لحساب قيمة التسارع.
- يستخدمون منحنيات التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن) لفهم الحركة واستنتاج التسارع والمسافة المقطوعة.
- يعبرون عن الوحدات المشتقة كنواتج ضرب أو قسمة للوحدات الأساسية للنظام الدولي ويستخدمونها للكميات الفيزيائية المدرجة في المنهج كما هو مناسب.

### عدد الحصص المقترحة للتدرис

يخصص لتنفيذ هذه الموضوعات ٤ حصص تدريس (ساعتان تقريرياً)، من ضمنها الاستقصاء العملي ١-٣.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>• تعريف معنى التسارع وكيفية حسابه والوحدات المستخدمة لقياس التسارع</li><li>• استنتاج التسارع من ميل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن)</li><li>• إيجاد مقدار الإزاحة من منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن)</li><li>• المثال ١: تحديد الخطوات المتضمنة في عملية حسابية.</li><li>• الأسئلة من ١ إلى ٤</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>١-٣ معنى التسارع</li><li>٢-٣ وحدات قياس التسارع</li><li>٣-٣ استنتاج التسارع</li><li>٤-٣ استنتاج الإزاحة</li></ul>	كتاب الطالب
• الأسئلة ٤-١: أسئلة عن التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن)	نشاط ١-٣ منحنيات التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن)	كتاب التجارب العمليه والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يصف بعض الطلبة التسارع الثابت بأنه «تسارع بسرعة ثابتة». وهذا غير صحيح لأنه إذا كان لجسم ما سرعة ثابتة فإنه لا يتتسارع. سيكون الوصف الصحيح هو «تسارع بمعدل ثابت»، لهذا من المفيد أن يعرف الطلبة مفهوم المعدل على أنه التغير بالنسبة إلى الزمن.

- يصف بعض الطلبة التباطؤ أحياناً كسرعة متجهة سالبة، بينما الصحيح أن التسارع السالب هو الذي يعبر عن التباطؤ. على سبيل المثال يمكن التعبير عن التباطؤ بـ  $(-1.0 \text{ m s}^{-2})$  إذا تم تحديد الاتجاه الموجب للسرعة المتجهة.

### أنشطة تمهيدية

يُفترض أن تكون بعض الأفكار عبارة عن معرفة مسبقة. يتيح هذا الجزء الفرصة للطلبة لإجراء القياسات وتطوير القدرات العملية.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذه الموضوعات؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذه الموضوعات.

### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- اعرض على الطلبة مقطع فيديو لسيارة سريعة. امنحهم بعض المعلومات حول أداء السيارات، على سبيل المثال: فئة BMW 5 (من 0 إلى 100 km/h في 7.1 s، السرعة القصوى 250 km/h) ولاند روفر (من 0 إلى 100 km/h في 9.0 s، السرعة القصوى 210 km/h). اطلب إلى الطلبة أن يصفوا الفرق في حركة السيارات عندما تبدأ من السكون.
- يجب على الطلبة رسم التمثيلات البيانية الممكنة (السرعة المتجهة-الزمن). وتوظيف أكبر عدد ممكن من المصطلحات العلمية (السرعة، والسرعة المتجهة، والتسارع، والميل، وما إلى ذلك)، يمكن للطلبة:
  - مناقشة أفضل تمثيل من التمثيلات البيانية.
  - رسم التمثيلات البيانية (الإزاحة-الزمن) للسيارات.
  - اقتراح أفضل التمثيلات البيانية التي تصف أقصى سرعة والتسارع الأكبر.

**فكرة للتقدير:** يقوم الطلبة بإعادة رسم التمثيلات البيانية المقترحة (السرعة المتجهة-الزمن) مع القيم في دفاترهم. يجب أن تحتوي التمثيلات البيانية على إيضاح لما يُنظر إليه عند بدء انطلاق السيارة، كـ «خط مستقيم ابتدائي للتسارع الثابت»، لكن ميل منحنى التمثيل البياني يتراقص مع انخفاض التسارع وتتصبح «السرعة ثابتة في النهاية». يمكنك من خلال استخدام المصطلحات العلمية معرفة ما إذا كان الطلبة يعرفون المبادئ الأساسية للتسارع وللتمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).

### فكرة ب (١٥ دقيقة)

- اطلب إلى الطلبة ضمن مجموعات أن يكتبوا كل ما يعرفونه عن التسارع، وأهميته، يمكن تحقيق ذلك من خلال جلسة عصف ذهني، أو بدعة كل مجموعة بدورها إلى إعطاء حقيقة واحدة عن التسارع. ومن الأمثلة على هذه الحقائق ما يعنيه التسارع، وكيفية قياسه، ووحداته، وقيمة التسارع بسبب الجاذبية، أو التسارع الابتدائي للسيارة، أو أقصى تسارع يمكن لجسم ما تحمله، (مثلاً: تقربياً  $(5 \text{ g})$  أي 5 أمثال تسارع الجاذبية الأرضية خلال ثوانٍ قليلة).

اعرض أمام الطلبة مقطع فيديو قصير عن مطاردة سيارة. وتوقف عند نقاط معينة في الفيديو، واطلب إليهم بشكل فردي أو لكل مجموعة بدورها، وصف حركة السيارة من حيث التسارع والتباطؤ والسرعة والسرعة المتجهة وتغيير الاتجاه. سيظهر هذا الفرق بين السرعة والسرعة المتجهة أن السيارات تتسارع أيضاً عندما تغير من اتجاه حركتها.

**فكرة للتقدير:** يمكنك تقييم الأفكار السابقة من خلال الحقائق التي تم جمعها حول الموضوع من كل مجموعة، ومن خلال التعليقات التي تم الحصول عليها حول المراحل المختلفة في الفيديو.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ تعريف التسارع واستخدام التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن) (٤٠ دقيقة)

- اعرض للطلبة مجموعة متنوعة من التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن)، مثل الشكل ٣-٢ الوارد في كتاب الطالب. اطلب إلى الطلبة أن يصفوا الحركة خلال الفترة الزمنية كاملة.
- يمكنك تقديم تعريف للتسارع ومثال لحساب التسارع والمسافة، إذا لزم الأمر.
- امنح الطلبة مجموعة مختارة من التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن)، مثل الشكلين ٧-٣ و ١٤-٣ الواردتين في كتاب الطالب، أو تختارها من كتاب التجارب العملية والأنشطة، النشاط ١-٣، الأسئلة ٢-١. اطلب إليهم حساب التسارع والتغير في الإزاحة. زود الطلبة بمجموعة مختارة من أنواع مختلفة من التمثيلات البيانية، بما في ذلك التسارع الثابت والباطئ الثابت والتسارع المتغير. من المفيد أيضًا إعطاء الطلبة قيم السرعة المتجهة، طالبًا إليهم رسم تمثيل بياني (السرعة المتجهة-الزمن).

**فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة تقييم عمل بعضهم من خلال مقارنته بأعمالهم وبالإجابة «الصحيحة» التي أعطيتها لهم. على المعلم ملاحظة أيّة أخطاء ليتم توضيحها، على أن يصححها الطالب الذي ارتكب الخطأ. كما يجب أن يتضمن حل المسائل الخطوات الموضحة في المثال المعطى في كتاب الطالب. يجب أن يعرف الطلبة أنه لا يتم منح أيّة درجة للنشاط، إنما الهدف من ذلك هو أن يتعلموا تجنب ارتكاب الخطأ مرة أخرى.

### ٢ النشاط ١-٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة (٣٠ دقيقة)

- على الطلبة محاولة إجراء النشاط ١-٣ من تمارين التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن) الوارد في كتاب التجارب العلمية والأنشطة. هذا النشاط سيعطيهم الفرصة لكي يتمرنوا على استنتاج التسارع والإزاحة من التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن).

**فكرة للتقويم:** يمكن للطلبة تقييم أعمالهم بأنفسهم، أو يمكن أن يجمعها المعلم لتصحيحها ومنح درجات للطلبة. الإجابات موجودة في دليل المعلم.

## التعليم المتميز (تفريد التعليم)

### التوسيع والتحدي

لتحدي الطلبة، يمكنك تضمين السرعات السالبة والتسارع السالب في التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن). اطلب إليهم حساب الإزاحة والمسافة المقطوعة جمع أو طرح مساحات مختلفة أسفل منحني التمثيل البياني.

### الدعم

إذا تم العمل في مجموعات للقيام ببعض الحسابات، فيمكن للطلبة مساعدة أعضاء مجموعتهم الذين يحتاجون إلى مزيد من الدعم. يمكنك التأكّد من أن جميع الطلبة يرون هذا على أنه طريقة إيجابية للتعلم، ويمكنهم من خلالها تحسين أدائهم.

### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- أسأل الطلبة: إذا تدرجت ثلات كرات على المنحدر نفسه (كرة قدم، كرة خفيفة صغيرة، وكرة تنس) فكيف يمكنك أن تقرر، قبل التجربة، أيّة واحدة ستصل إلى أسفل المنحدر أولاً؟ وكيف ستبدو التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن) و (المسافة-الزمن)؟

## الموضوعان ٥-٦: قياس السرعة المتجهة والتسارع، ٦-٣: تحديد السرعة المتجهة والتسارع في المختبر

### الأهداف التعليمية

١-٣ يعرّف التسارع ويستخدمه.

٢-٣ يستخدم المنحنيات البيانية لتمثيل المسافة، والإزاحة، والسرعة، والسرعة المتجهة، والتسارع.

### نظرة عامة على الموضوعين

- يجب إعطاء الطلبة تذكيراً موجزاً بتعريف التسارع، إلى جانب استخدامهم التعريف لاستنتاج معادلة التسارع.
- يفهمون كيفية قياس التسارع عملياً.
- يجرون على الأقل تجربة واحدة تتعلق بالتسارع.

### عدد الحصص المقترحة للتدرис

يخصص لتنفيذ هذين الموضوعين ٥ حصص تدريس (٢ ساعات و ٢٠ دقيقة تقريباً)، من ضمنها الاستقصاء العملي ١-٣.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"> <li>استنتاج التسارع من قياسات شريط النابض الزمني.</li> <li>المهارة العملية ١-٣ : قياسات مخبرية للتسارع</li> <li>الأسئلة من ٥ إلى ٨</li> </ul>	٥-٣ قياس السرعة المتجهة والتسارع ٦-٣ تحديد السرعة المتجهة والتسارع في المختبر	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"> <li>استقصاء عملي مصمم لقياس تسارع الكتل المتصلة معاً في نظام البكرة.</li> </ul>	الاستقصاء العملي ١-٣ : تسارع كتلتين متصلتين معاً	كتاب التجارب العملية والأنشطة

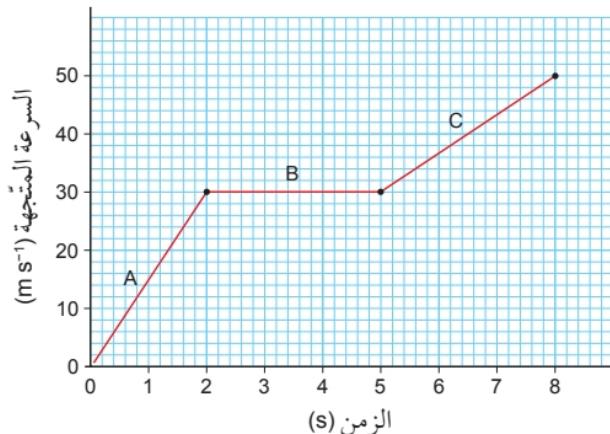
### أنشطة تمهيدية

من المفيد تلخيص الأفكار من الموضوعات السابقة قبل الانتقال إلى قياس سرعة الأجسام وتسارعها في المختبر.

### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- اطلب إلى الطلبة أن يتذكروا تعريف وحدات التسارع. بعد ذلك، اعرض لهم التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن) الآتي وكلّفهم حساب التسارع والإزاحة في المراحل A و B و C. يمكن إكمال كل هذه المهام على ورقة أو على السبورة البيضاء الخاصة بكل طالب.

## الوحدة الثالثة: الحركة المتتسعة



فكرة للتقويم: يمكن للمعلم تقويم فهم الطلبة بسرعة من الموضوعات السابقة، ودعم الطلبة غير المتمكّنين بشكل فردي.

### الأنشطة الرئيسية

#### ١ قياس التسارع في المختبر (من ٤٠ دقيقة إلى ساعة)

- من المفيد إجراء تجربة بسيطة لقياس التسارع. فهذا الأمر سيساعد الطلبة على تطوير مهاراتهم العملية. في هذه المرحلة، لم يتم دراسة معادلات الحركة الخطية بعد، إذ يجب قياس السرعة في أ زمن مختلفة بشكل مباشر. فإذا لم يكن الجهاز متاحاً، يمكنك البحث في الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن مقاطع فيديو، باستخدام مصطلحات البحث مثل «قياس التسارع باستخدام النابض الزمني» أو «قياس التسارع باستخدام مجسّ الحركة». يمكنك أيضاً الاستعانة بنتائج بعض مقاطع الفيديو هذه.
- يمكن للطلبة عند إجراء التجربة، مناقشة أسباب الخطأ العشوائي والخطأ النظامي، واقتراح التحسينات.

فكرة للتقويم: يجب أن يقرّر الطلبة شكلاً معيناً لجدول تسجيل نتائجهم. يمكن استخدام هذا الجدول، أو أي تمثيل بياني في التقويم التكويني. كما يمكن استخدام مهارات تسجيل النتائج التي تمت دراستها في وحدة المهارات العملية من كتاب التجارب العملية والأنشطة في التقييم.

إرشادات عملية: يمكن إجراء هذه التجربة باستخدام النابض الزمني أو مجسّ الحركة كما هي الحال في الممارسة ١-٣ الواردة في كتاب الطالب، حيث يتم تحديد سرعة سيارة لعبة أو عربة تتدحرج إلى أسفل المنحدر باستخدام النابض الزمني أو مجسّ الحركة.

#### ٢ الاستقصاء العملي ١-٣: تسارع كتلتين متصلتين معاً (من ساعة و ٣٠ دقيقة إلى ساعتين)

- على الطلبة الآن إجراء الاستقصاء العملي ١-٣ من كتاب التجارب العملية والأنشطة. فيما يأتي إرشادات حول هذا الاستقصاء العملي، بما في ذلك إجابات الأسئلة.

### المدة

سيستغرق إجراء الاستقصاء العملي وأسئلة التحليل والتقييم ساعة واحدة.

## ستحتاج إلى

## المواد والأدوات

- مشبك ورق سميك ليكون خطافاً للحلقات (عدد 2).
- ساعة إيقاف.
- مسطرة مترية مع تدريج مليمترى.
- قطعة سميكة من الورق المقوى.
- بكرة مثبتة بطرف منضدة.
- سلك رفيع.
- كتلتان ذواتا خطاف، مقدار كل منها (500 g).
- 20 حلقة فولاذية، كتلتها (3.3 g).

انظر الشكل ٥-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة. يجب أن تكون الكتلتان ذاتا الخطاف قادرتين على التحرك من دون احتكاك إحداهما بالأخرى.

## احتياطات الأمان والسلامة !

- ستسقط الكتلتان على الأرض كجزء من هذا الاستقصاء العملي. من المهم أن يبقى الطلبة أقدامهم بعيدة عن المنطقة التي ستسقط فيها الكتلتان لتجنب الإصابات.

## التحضير للاستقصاء

- إذا كان السلك الموجود فوق البكرة متصلًا بكتلة معينة من كل طرف، فإن أي اختلاف بين الكتلتين يتسبب في تسارع ذلك النظام. سوف يتم في هذه التجربة نقل جزء من كتلة معينة نحو الأخرى، بحيث يتغير الفارق بين الكتلتين، إلا أن المقدار الكلي لكتلتين يبقى ثابتاً. في كل مرحلة، يتم قياس زمن السقوط من السكون من ارتفاع ثابت.
- الكتلة المنقولة هي عبارة عن عدد معين 7 من حلقات فولاذية، وبالتالي فإن القوة المتسارعة هي وزن  $2n$  حلقات. يجب أن يكون منحنى التمثيل البياني للتسارع مقابل  $n$  خطًا مستقيماً.

## توجيهات حول الاستقصاء

- الأزمنة المقاسة قصيرة. لذلك يجب أن يكون طول السلك بين الحلقات في كل طرف أطول ما يمكن.
- يحتاج الطلبة إلى تذكيرهم بكيفية قراءة الزمن من ساعة الإيقاف.
- في هذه التجربة، تشكل كل من الكتلتين ذاتي الخطاف والحلقات الفولاذية معاً الجسم المتسارع. لاستقصاء العلاقة بين القوة والتسارع، حافظ على ثبات قيمة الكتلة المتسارعة للجسم.

**❸** في الخطوة ٨، سيتعين على الطلبة تطوير أدائهم في قياس الزمن بدقة لحظة بدء تشغيل ساعة الإيقاف عندما يتم تحريك الكتلة العليا، وتحديد اللحظة المناسبة لإيقاف ساعة الإيقاف عندما تصطدم هذه الكتلة بالورق المقوى. يجب تشجيعهم على التدرب على استخدام ساعة الإيقاف قبل البدء بتسجيل قراءاتهم.

**❹** بمعلومية كتلة الحلقة الواحدة، سيتمكن الطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع من استخدام قيمة الميل في السؤال (ه) لاستنتاج قيمة تسارع الجاذبية.

### الوحدة الثالثة: الحركة المتتسعة

#### أنموذج نتائج

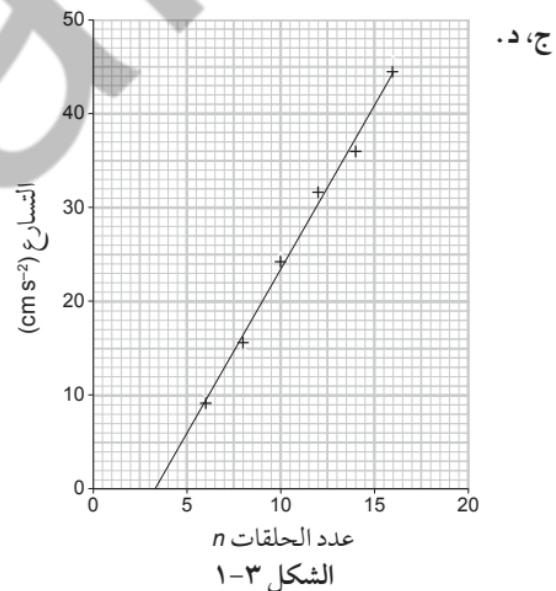
$$h = 53.9 \text{ cm}$$

يجب أن تكون نتائج الطلبة مماثلة لتلك الواردة في الجدول ١-٣ .

$a (\text{cm s}^{-2})$	الزمن $t$ (s)				$n$
	متوسط القراءات	القراءة الثالثة	القراءة الثانية	القراءة الأولى	
9.3	3.40	3.47	3.38	3.35	6
15.7	2.62	2.66	2.60	2.60	8
24.2	2.11	2.07	2.15	2.12	10
31.8	1.84	1.85	1.86	1.82	12
36.0	1.73	1.73	1.69	1.77	14
44.3	1.56	1.53	1.60	1.54	16

الجدول ١-٣

- إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ١-٣ الواردة في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام أنموذج النتائج)  
أ، ب. انظر الجدول ١-٣ .



- هـ. الميل = 3.48، نقطة التقاطع = -11.35  
وـ. بسبب وجود قوة احتكاك مع البكرة لا بد للحلقات الأولى من التغلب عليها أولاً (من دون حصول تسارع). بعد ذلك، يمكن أن ينبع نقل المزيد من الحلقات تسارعاً.

#### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- اسئلة الطلبة: بعد النظر في التجربة العملية التي قمت بها، ما الشيء الوحيد الذي قد ترغب في المزيد من طلب المساعدة فيه؟

## الموضوعات ٧-٣: معادلات الحركة الخطية، ٨-٣: اشتقاق معادلات الحركة الخطية، ٩-٣: التسارع المنتظم وغير المنتظم

### الأهداف التعليمية

- ٢-٣ يجد الإزاحة من مساحة المنطقة الواقعه أسفل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).
- ٤-٣ يجد التسارع باستخدام ميل منحنى التمثيل البياني (السرعة المتجهة-الزمن).
- ٥-٣ يطبق معادلات الحركة الخطية في حلّ مسائل باستخدام المعادلات التي تمثل حركة ذات تسارع منتظم في خط مستقيم، بما في ذلك حركة الأجسام الساقطة في المجال المنتظم للجاذبية الأرضية بإهمال مقاومة الهواء.
- ٦-٣ يشتقّ، من تعريفات السرعة والتسارع، المعادلات التي تمثل الحركة المتتسارعة بشكل منتظم في خط مستقيم.

### نظرة عامة على الموضوعات

- يتم عرض اشتقاق معادلات الحركة على مستوى الرياضيات التي يمكنهم فهمها.
- يقوم الطالبة بإعادة النظر في الاشتراك والتلاؤب على شرحه من دون ملاحظات مدونة.
- يتدرّب الطالبة على استخدام المعادلات ابتداءً من أمثلة بسيطة.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذه الموضوعات من ٦ إلى ٨ حصص تدريس (٤ إلى ٥ ساعات تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	٧-٣ معادلات الحركة الخطية ٨-٣ اشتقاق معادلات الحركة الخطية ٩-٣ التسارع المنتظم وغير المنتظم	٠ الأسئلة من ٩ إلى ١٤ : تتضمن بعضها اتجاه تسارع مختلف عن اتجاه السرعة المتجهة الابتدائية أو عن اتجاه الإزاحة .
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٢-٣ اشتقاق معادلات الحركة الخطية نشاط ٣-٣ استخدام معادلات الحركة الخطية	٠ اشتقاق معادلات الحركة الخطية. ٠ أسئلة النشاط ٣-٣ تتضمن بعضها اتجاه تسارع مختلف عن اتجاه السرعة المتجهة الابتدائية أو عن اتجاه الإزاحة .

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يخلط الطالبة بين المسافة الكلية والإزاحة.
- يحتاج الطالبة إلى اختيار اتجاه موجب قبل البدء في حل أي سؤال. عليهم التأكد من أن جميع السرعات المتجهة، والتسارع، والإزاحة في هذا الاتجاه موجبة. عادة ما يأخذ الطالبة كرة ويتم رميها إلى الأعلى ويعتبرون سرعتها موجبة ويقولون بشكل خاطئ إن تسارع الجاذبية موجب أيضاً.

### **أنشطة تمهيدية**

يجب أن يكون الطلبة قادرين على إثبات معادلات الحركة، وانطلاقاً من ذلك يجب أن يتم توجيههم بعناية حتى يتذكروا كل الخطوات. قد يواجهون صعوبات في بعض الخطوات أحياناً، ولذلك يجب تشجيعهم على مناقشتها معك أو فيما بينهم. من الجيد إجراء بعض الأنشطة البسيطة كما سيأتي لاحقاً في الأفكار.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذه الموضوعات؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذه الموضوعات.

#### **فكرة أ (١٥ دقيقة)**

- اترك كرة تسقط وأخبر الطلبة أنه بعد (1.0 s) من تركها، ستكون سرعتها (10 m s<sup>-1</sup>). اسألهم عن كيفية إيجاد المسافة المقطوعة باستخدام المعادلة: المسافة = السرعة × الزمن. اسأل الطلبة عما إذا كان يمكنهم استخدام السرعة النهائية أو السرعة الابتدائية. اسأل عن سبب عدم استخدام أية سرعة منها من دون الأخرى.

**فكرة للتقدير:** يمكن للطلبة إعادة حساب المسافة بطريقة سريعة، باستخدام السرعة المتوسطة (20 m s<sup>-1</sup>) في (2.0 s) لإظهار فهمهم لاستخدام السرعة المتوسطة.

#### **فكرة ب (١٥ دقيقة)**

- في بداية الموضوع، بعد أن يشقق الطلبة معادلات الحركة الخطية، قدم لهم نشاطاً صفيّاً يتعين عليهم فيه:
  - تذكر ما تمثله (s) و (u) و (v) و (a) و (t).
  - ذكر الخطوات المتبعة في اشتقاق المعادلات:

$$\text{المعادلة ١: } v = u + at$$

$$\text{المعادلة ٢: } s = \frac{(u + v)}{2} \times t$$

$$\text{المعادلة ٣: } s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{المعادلة ٤: } v^2 = u^2 + 2as$$

- ذكر متى يمكن ومتى لا يمكن استخدام أيٍّ من هذه المعادلات.

**فكرة للتقدير:** يجب أن يكون جميع الطلبة قادرين على اشتقاق المعادلات و اختيار المعادلة الأنسب في حل المسائل. إذا وجدت أن بعضهم لا يمكنهم ذلك، فيجب عليك الاستمرار في سؤالهم وتذكيرهم خلال الموضوعات اللاحقة.

### **الأنشطة الرئيسية**

#### **١ اشتقاق معادلات الحركة الخطية (٤٠ دقيقة تقريباً)**

- يحتاج الطلبة إلى أن يكونوا قادرين على اشتقاق معادلات الحركة الخطية من تعريفات السرعة المتجهة والتسارع. هذا يعني أنك في حاجة إلى توضيح الاشتتقاق بطريقة منطقية، كما هو الحال في كتاب الطالب. أكد على كل خطوة.
- أعطِ الطلبة ورقة بيضاء واطلب إليهم أن يتداولوا الشرح حول كيفية إتمام اشتقاق كل معادلة. يجب ألا ينظروا إلى ملاحظاتهم المدونة إلا إذا كانوا لا يعرفون كيفية الاستمرار. يجب على الطالب الذي يستمع إلى شرح زميله أن يطرح أسئلة أثناء الشرح.

- بدلاً من ذلك، يمكن للطلبة العمل من خلال النشاط ٢-٣ في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

**فكرة للتقديم:** في نهاية الموضوع، اطلب إلى الطلبة أن يشرحوا ما يجب عليهم فعله لاستيقاظ:

$$\text{المعادلة ١: } v = u + at$$

$$\text{المعادلة ٢: } s = \frac{(u + v)}{2} \times t$$

$$\text{المعادلة ٣: } s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$\text{المعادلة ٤: } v^2 = u^2 + 2as$$

- من المرجح أن ينسى الطلبة كيفية بدء إحدى الخطوات. يساعد التكرار في التذكر، لذا يمكن استخدام السؤال نفسه كبداية للموضوع التالي.

- يمكنك أيضاً الاستماع إلى التفسيرات التي قدّمتها كل طالب لتحديد مدى فهمه.

#### ٢ استخدام معادلات الحركة ومعرفة متى يمكن استخدامها (ساعة واحدة)

- يحتاج الطلبة إلى الكثير من التدريب على العمليات الحسابية التي تتضمن معادلات الحركة الخطية. يجب أن تبدأ بالأمثلة السهلة، والتي لا تتطلب حلًّا معادلة من الدرجة الثانية. ثم اطرح أسئلة حيث يكون التسارع في اتجاه مختلف عن اتجاه السرعة المتجهة الابتدائية أو لقيمة (٥). توفر الأسئلة من ٩ إلى ١٤ الواردة في كتاب الطالب، والنشاط ٣-٣ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة أمثلة مفيدة.

**فكرة للتقديم:** يمكن للطلبة تقييم عمل بعضهم بعضاً، مقدّمين تفسيرات واضحة عن أيّة أخطاء ممكنة. كما يجب أن يشيروا إلى أيّ نقص في التفسير. بعد ذلك، يمكنك تقديم الإجابات الصحيحة لهم للتأكد من صحة عملهم.

#### ٣ تطبيق عملي لمعادلات الحركة الخطية (ساعة واحدة)

- يجب على الطلبة أن يجرؤوا تطبيقاً عملياً يتضمن معادلات الحركة الخطية. يمكن للطلبة ببساطة دحرجة كرة ما لمسافات مختلفة على منحدر معين، ثم قياس الزمن المستغرق، ورسم تمثيل بياني له (٥) مقابل ( $t^2$ ).

**فكرة للتقديم:** قيّم الخطوات المكتوبة الخاصة بالتجربة، بما في ذلك جدول تسجيل النتائج. اطلب إلى الطلبة تضمين اقتراحات للتحسين.

**إرشادات عملية:** يمكن جعل كرة معدنية صغيرة أو كرة رخامية، تدرج من السكون، بين مسطرتين متوازيتين إحداهما بالقرب من الأخرى. قم بقياس الزمن الذي تستغرقه الكرة للتحرك لمسافة معينة، مثلاً (0.50 m). كرر القياس لمسافة نفسها ثم لمسافات أخرى.

#### ٤ اختبر زمن رد فعلك (٣٠ دقيقة)

- يمكن للطلبة تطوير اختبار رد فعل عن طريق إسقاط مسطرة بشكل عمودي بين أصابع بعضهم. ابحث في الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن استخدام «أداة اختبار لقياس سرعة رد الفعل باستخدام مسطرة».

**فكرة للتقديم:** يستخدم الطلبة المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ . تأكّد من أنهم يتذكرون المعادلة، ليستخدموها بشكل صحيح.

**إرشادات عملية:** المطلوب توفير مسطرة (30 cm) أو مسطرة مترية.

## التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

### التوسيع والتحدي

يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع ومن ذوي المهارات الرياضية الجيدة البحث عن طريقة استخدام التكامل في استنتاج المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$  عن طريق حساب التكامل  $\int s' dt$ .

### الدعم

يمكن تشجيع الطلبة الذين يحتاجون إلى مزيد من الدعم على تحديد بداية ونهاية حركة ثابتة التسارع. اطلب إليهم كتابة قيم  $s$  و  $(s)$  و  $(t)$  و  $(a)$  و  $(v)$  للحدث. سيحتاجون إلى معرفة ثلاثة من هذه القيم لحساب الباقي. يمكن بعد ذلك تشجيعهم على البحث عن المعادلة التي تتضمن القيم الثلاث المعروفة لحساب الكمية الرابعة.

### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- ارجع إلى نقطة البداية حيث تم إسقاط الكرة. اسأل الطلبة عن عدد الطرائق التي يمكنهم من خلالها إظهار أن الكرة تقطع خلال ثانية مسافة تساوي أربع مرات المسافة التي تقطعها في ثانية واحدة. ما الطريقة التي وجدوها الطلبة أسهل للاستخدام؟ ولماذا؟
- اسأل الطلبة: ما التحديات التي واجهتهم في التعامل مع معادلات الحركة الخطية؟ ولماذا؟

## الموضوعات ١٠-٣: التسارع بسبب الجاذبية الأرضية، ١١-٣: تحديد تسارع السقوط الحرّ (g)، ١٢-٣: الحركة في بُعدين: المقدّمات ١٣-٣: فهم المقدّمات

### الأهداف التعليمية

- ١-٣ يعرّف التسارع ويستخدمه.
- ٤-٣ يطبق معادلات الحركة الخطية في حل مسائل باستخدام المعادلات التي تمثل حركة ذات تسارع منتظم في خط مستقيم، بما في ذلك حركة الأجسام الساقطة في المجال المنتظم للجاذبية الأرضية بإهمال مقاومة الهواء.
- ٥-٣ يشرح تجربة لتحديد تسارع السقوط الحرّ باستخدام جسم ساقطٍ.
- ٦-٣ يصف الحركة الناتجة في حالة السرعة المنتظمة في الاتجاه الأفقي والتسارع المنتظم في الاتجاه الرأسي (حركة المقدّمات) ويشرحها.
- ٧-٣ يمثل الكمية المتجهة على شكل مركّبين متعامدين.
- ٨-٣ يحل السرعة المتجهة لمقدّم إلى المركبة الأفقي والرأسي.
- ٩-٣ يستخدم معادلات الحركة الخطية لحل مسائل تتضمن حركة المقدّمات.

### نظرة عامة على الموضوعات

- القيام بقياسات لحساب تسارع السقوط الحر، ويتضمن ذلك تحديد قيمة عدم اليقين والتحسينات التي يمكن إدخالها على التجربة.
- دراسة مركبتي السرعة المتوجهة.
- اختبار حركة المقدوفات، والقيام بإجراء تجربة على المدى لمقدوف ما.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذه الموضوعات من ٨ إلى ١١ حصة تدريس (٥ إلى ٧ ساعات تقريباً) من ضمنها الاستقصاء العملي ٢-٣.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

المصدر	الموضوع	الوصف
كتاب الطالب	١٠-٣ التسارع بسبب الجاذبية الأرضية ١١-٣ تحديد تسارع الجاذبية الأرضية (g) ١٢-٣ الحركة في بُعدين: المقدوفات ١٣-٣ فهم المقدوفات	• الأسئلة من ١٥ إلى ٢٤ • إجراءات عملية لقياس تسارع الجاذبية الأرضية. • تعريف السقوط الحر وتحديد قيمته (g). • المهارة العملية ٢-٣ تتضمن قياس تسارع الجاذبية الأرضية (g) في المختبر باستخدام مؤقت إلكتروني أو النابض الزمني. • فهم المقدوفات وتسارع حركتها الرأسية والأفقية. • المثالان ٨-٧: حركة مقدوف
كتاب التجارب العملية والأنشطة	نشاط ٤-٣ الحركة تحت تأثير الجاذبية الأرضية ٢-٣ : مدى مقدوف ما	• أسئلة حول حركة مقدوف

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالباً ما يستخدم الطلبة المركبة الخطأ في العملية الحسابية المتعلقة بالمقدوفات، ولذلك من المفيد تدريبهم على استخدام متوجه في اتجاهات مختلفة. ابحث عن المركبة الرأسية أو المركبة الأفقية.
- يواجه الطلبة أحياناً صعوبة في فهم أن الحركتين الأفقية والرأسية مستقلتان إحداهما عن الأخرى. الرابط الوحيد في استخدام معادلتي الحركتين هو الزمن.

### أنشطة تمهدية

قد تكون حركة المقدوفات صعبة: لأنها عبارة عن مجموعتين من المعادلات تحتاج إلى الربط: مجموعة للحركة الأفقية، ومجموعة أخرى للحركة الرأسية. يمكن للطلبة اكتشاف هذا الأمر بأنفسهم إذا سمح لهم الوقت بذلك.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذه الموضوعات: وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذه الموضوعات.

### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- اترك كرة تسقط. اطلب إلى الطلبة تحديد زمن الوصول إلى الأرضية باستخدام ساعاتهم الخاصة إذا كانت تتضمن ساعة إيقاف، أو مع آية ساعة إيقاف متاحة. اسأل:  
- لماذا من المحتمل أن يعطي هذا قيمة غير دقيقة لـ (g)؟

## الوحدة الثالثة: الحركة المتسارعة

- ما الذي يتسبب بعدم اليقين في قيمة كل من الزمن والارتفاع؟
- ما أفضل طريقة لتحرير الكرة؟
- ما أفضل طريقة لقياس الزمن؟

فكرة للتقدير: ستظهر الإجابات المعطاة ما إذا كان الطلبة يفكرون في الصعوبات العملية وأسباب الخطأ. إذا لزم الأمر، يمكن الرجوع إلى الوحدة الأولى من كتاب التجارب العملية والأنشطة لتطوير هذا الفهم.

### فكرة ب (١٥ دقيقة)

- امش داخل الغرفة واسأل: «لقد مشيت (5 m)، كيف يمكننا استنتاج أن المسافة التي قطعتها هي باتجاه الجنوب أم الشرق؟» «كيف يمكننا استنتاج أن سرعتي المتوجهة باتجاه الجنوب أم الشرق؟» يدرك الطلبة بأنفسهم أن المركبتين هما على الشكل:  $(s \sin \theta)$  و  $(s \cos \theta)$ . قد ينسى الطلبة استخدام النسب المثلثية، وقد تؤدي مطالبهم باستنتاج المركبتين بأنفسهم إلى التمكّن من إعادة استنتاجهما في حالة نسيانهما.

فكرة للتقدير: سيوضح الطلبة ما إذا كان بإمكانهم التعامل مع استخدام علم المثلثات في مثلث قائم الزاوية بسهولة من خلال سرعة إجاباتهم ودقتها.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ تجربة لقياس تسارع السقوط الحر (ساعة واحدة)

- يحتاج الطلبة إلى أن يكونوا قادرين على وصف طريقة تجريبية لقياس تسارع السقوط الحر؛ ثمة طرائق مختلفة ممكنة وبعضها مشرح في الموضوع ١١-٣ الوارد في كتاب الطالب. إذا توافر الوقت، وكانت أدوات التجربة متاحة، يجب إعطاء الطلبة الفرصة لتنفيذ إحدى هذه الطرائق. وإذا لم يكن ذلك ممكناً، فيجب أن يكونوا قادرين على تذكر إحدى الطرائق من ناحية نظرية. وفي حال عدم توافر الأدوات، يمكن الحصول على بيانات من الاستقصاءات الواردة على الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت)، بحيث يمكن البحث عن مقطع فيديو بعنوان «قياس (g)» أو «قياس تسارع الجاذبية».

- من الناحية النظرية، يجب أن يقوم الطلبة بإجراء هذه التجربة كمجموعات. وقبل البدء، يجب أن يخططوا لاختيار أفضل أدوات لاستخدامها، ثم بعد التجربة يجب عليهم التفكير في مصادر التحسين.

فكرة للتقدير: يمكنك تقييم جودة جداول الطلبة والتمثيلات البيانية باستخدام القواعد الموضحة في الوحدة الأولى. ويمكن للطلبة تقييم عمل بعضهم وابداء ملاحظات إيجابية بالإضافة إلى الجوانب التي تحتاج إلى التحسينات.

إرشادات عملية: راجع الطرائق الموضحة في الموضوع ١١-٣ من كتاب الطالب.

### ٢ مركبنا متوجه ما وحركة مقدوف (ساعة واحدة)

- حدد مركبتي السرعة المتوجهة، ثم اعرض مقطع فيديو لمقدوف متحرك، أو نقاش المخطوطات الموجودة في الصورة ٥-٣ والشكل ٢٤-٣ الواردتين في كتاب الطالب. يمكن للطلبةأخذ القياسات لمعرفة ما يحدث أفقياً ورأسيًّا من التمثيلات البيانية أو الفيديو.

- قم ببحث على الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) باستخدام عبارة (monkey and hunter physics)، ثم اعرض مقطع فيديو عن هذا الموضوع. تثير هذه السيناريوهات اهتمام الطلبة، وتثبت أن السرعة الأفقية ثابتة، في حين أنَّ التسارع الرأسي هو تسارع السقوط الحر.

- يمكنك بعد ذلك إظهار مثال لحركة مقدوف ما، كالمثال ٧ الوارد في كتاب الطالب. درّب الطلبة على مثل هكذا عمليات حسابية، كالأسئلة من ٢٢ إلى ٢٤ الواردة في كتاب الطالب، والنماط ٣-٤ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة.

**فكرة للتقدير:** استخدم نتائج حسابات الطلبة لتقييم ما إذا كانوا قد فهموا الحركتين المختلفتين الأفقية والرأسية للمقدوف. قد يكون من المفيد إعطاء نشاط قصير للتأكد من أنهم يعرفون معادلات المركبتين والمبادئ الأساسية لحركة مقدوف ما.

**إرشادات عملية:** يمكن القيام بعرض (monkey and hunter physics) في مختبر المدرسة. يجب توخي الحذر، خصوصاً لتجنب الإضرار بالعيون.

### الاستقصاء العملي ٢-٣: مدى مقدوف ما (ساعة-ساعتين)

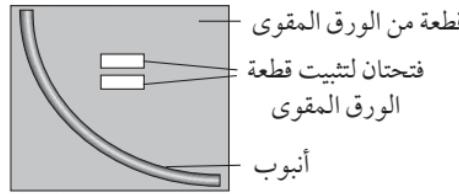
المدة

سيستغرق الاستقصاء العملي ٣٠ دقيقة؛ وستستغرق أسئلة التحليل والتقييم ٣٠ دقيقة أيضاً.

ستحتاج إلى

#### المواد والأدوات

- كرة فولاذية أو زجاجية بقطر تقريري (6 mm) في حوض صغير. يمكن الحصول على كريات مناسبة من متاجر الدراجات.
  - حوض من الرمل. يجب أن يكون عرض الحوض نحو (30 cm) وطوله (40 cm)، ويجب أن يكون عمق الرمل الجاف نحو (2 cm).
  - قلم.
  - حامل ومثبت وملقط.
  - مثلك قائم الزاوية.
  - مسطرة (30 cm).
  - مسطرة متربة.
- أنبوب مقوس مثبت على لوحة مستطيلة صلبة من الورق المقوى، كما هو مبين في الشكل ٢-٣. يجب أن تكون قطعة الورق المقوى والموج بطول (20 cm) تقريباً وعرض (30 cm) وبسمك مناسب (3 mm). تسمح الفتحتان بثبيت الورق المقوى بإحكام بواسطة حامل وملقط. يمكن أن يكون الأنابيب عبارة عن أنبوب بلاستيكي من بقطر داخلي يبلغ (8 mm). يمكن تثبيته على الورق المقوى بالغراء أو بشريط لاصق. يجب أن يكون الطرف السفلي موازياً لحافة الورق المقوى.



الشكل ٢-٣

#### احتياطات الأمان والسلامة !

- لا توجد مخاطر محددة تتعلق بالسلامة مرتبطة بهذا الاستقصاء العملي. يجب وضع الكرة الفولاذية (عند عدم استخدامها) في علبة كي لا تتدحرج على الأرض وتسبب خطراً للعنابر. يجب على الطلبة التأكد من عدم وجودهم في مسار الكرة الفولاذية عندما تتحرك.

### التحضير للاستقصاء

- يُستخدم خلال هذا الاستقصاء أنبوب تطلق منه الكرة الفولاذية بسرعة أفقية ثابتة.
- يمكن تركيب أنبوب الإطلاق كما هو موضح في قسم المواد والأدوات. ولكن يمكن أن يُستخدم أي بديل مكافئ إذا كان ذلك متاحاً.
- يُطلق الطلبة الكرة على ارتفاعات مختلفة فوق حوض رمل، ومن ثم يقيسون المدى الأفقي للكرة لكل ارتفاع.

### توجيهات حول الاستقصاء

- في الخطوة ٢، يُطلب إلى الطلبة قياس ارتفاع الأنابيب ( $h$ ) فوق الرمل. ولذلك يجب توفير المسطربة المترية للقيام بهذا القياس لأن مقياسها يبدأ مباشرة عند نهاية هذه المسطربة، وبالتالي ليس هناك من خطأ صفرى. لقياس ( $D$ ) في الخطوة ٤، يجب استخدام المسطربة (30 cm) لأن المسطربة المترية طويلة جدًا بحيث لا يمكن وضعها بشكل أفقي على الرمل.
  - إذا تدرجت الكرة بعد هبوطها فوق الرمل، يجب قياس المسافة ( $D$ ) حتى موضع السقوط.
  - قد يكون بعض الطلبة غير متأكدين من أن المركبات الأفقية والرأسيّة لسرعة الكرة مستقلة بعضها عن بعض. بمجرد أن تغادر الكرة الأنابيب، لا توجد قوة تؤثر عليها في الاتجاه الأفقي (إذا تم تجاهل مقاومة الهواء)، لذا فإن المركبة الأفقية للسرعة المتجهة للكرة ثابتة. وإذا تحركت الكرة في الهواء لفترة أطول، فسوف تقطع مسافة أطول في الاتجاه الأفقي.
  - في الخطوة ١، يُطلب إلى الطلبة وضع قلم رصاص على الرمل رأسياً أسفل نهاية الأنابيب، فتكون علامة يمكن من خلالها قياس مدى المقدوف. قد يساعد في توضيح كيفية القيام بذلك استخدام المثلث قائم الزاوية والمسطربة الصغيرة.
  - في الخطوة ٧، يتعين على الطلبة إعادة وضع الورق المقوى. من المهم أن تظل الحافة السفلية للورق المقوى موازية للطاولة، بحيث يتم إطلاق المقدوف دائمًا أفقياً.
  - يمكن للطلبة ذوي التحصيل الدراسي المرتفع مقارنة قيمة (٧) من السؤال (هـ) مع القيمة النظرية لسرعة الانطلاق بناءً على تحولات الطاقة للكرة في الأنابيب:
- $$mgx = \frac{1}{2} mv^2$$
- حيث ( $x$ ) هو التغير في الارتفاع داخل الأنابيب.

### أنموذج نتائج

يجب أن تكون نتائج الطلبة متقاربة من تلك الواردة في الجدول ٢-٣.

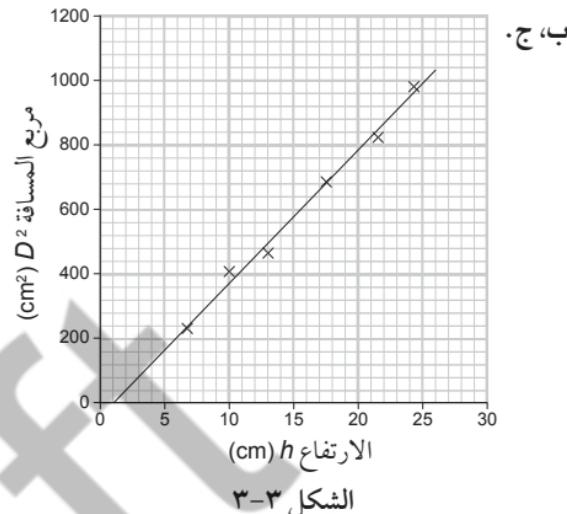
$D^2$ (cm <sup>2</sup> )	متوسط القراءات	$D$ (cm)					$h$ (cm)
		القراءة الرابعة	القراءة الثالثة	القراءة الثانية	القراءة الأولى		
984	31.4	30.0	32.5	32.0	31.0	24.3	
827	28.8	28.0	30.5	29.0	27.5	21.6	
685	26.2	26.8	25.7	26.5	25.7	17.5	
464	21.6	23.5	23.5	19.7	19.5	13.0	
407	20.2	21.5	19.0	21.5	18.7	10.0	
227	15.1	18.5	18.0	14.0	9.7	6.7	

الجدول ٢-٣

$$x = 19.3 \text{ cm}$$

إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ٢-٣ في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام أنموذج النتائج)

أ. انظر الجدول ٢-٣.



د. الميل = 41.4، نقطة التقاطع = -42.6

هـ.  $v = 143 \text{ cm s}^{-1}$

**فكرة للتقدير:** يمكن استخدام تباين المدى مع سرعة الإطلاق الابتدائية أو الارتفاع الابتدائي للمقدوف لتحديد ما إذا كان قد تم العمل في هذه التجربة. القياسات الجيدة تتبع في مدى قرب نقاط البيانات من الخط الأفضل ملاءمة على التمثيل البياني ومدى تقارب القراءات المتكررة بعضها مع بعض. يجب أن يقوم الطالب بتكرار القياسات وإظهار جميع القراءات وحساب قيمة عدم اليقين.

### التعليم المتمايز (تفريغ التعليم)

#### التوسيع والتحدي

إذا كان هناك حاجة إلى مزيد من التحدي، يمكن أن تتضمن الأسئلة حسابات للتوصّل إلى الاتجاه الذي يجب أن تسلكه طائرة من أجل الطيران، على سبيل المثال، في اتجاه الشرق مع هبوب رياح تقاطع مع الطائرة، ومع إعطاء قيمة سرعة الرياح وسرعة الطائرة في الهواء الساكن.

#### الدعم

من المحتمل جدًا أن يواجه الطالبة مشاكل مع مركبتي متجه ما. قد يحتاجون إلى التكرار والتشجيع قبل أن يتمكّنوا من تحديد ما إذا كان ينبغي لهم استخدام الجيب أو جيب التمام للعثور على مركبة معينة؛ وهذا الأمر طبيعي.

### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

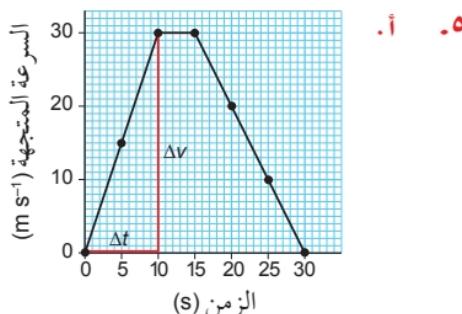
- اسأل الطلبة: ما القياس الذي يؤثر بشكل كبير في قيمة عدم اليقين لقيمة ( $g$ )؟ ما أصعب ما وجدته في التجربة؟
- اسأل الطلبة: هل اتضح لكم أن الكرة تتحرك أفقياً بسرعة ثابتة ولكنها تتسارع رأسياً؟ كيف تعتقدون أنه يمكنكم تذكر ذلك وتذكّر معادلات المركبات؟

### التكامل مع المناهج

غالباً ما تتم دراسة علم الحركة كجزء من منهج الرياضيات. قد يكون من المنطقي إليك التركيز على الطبيعة العملية للموضوع. تأكّد من فهم الطلبة للعمليات المتضمنة، لأنّه عادة ما يتم دراسة هذا الموضوع في بداية تدريس الفيزياء، على خلاف ما يحصل في الرياضيات. يمكن التخطيط للدراسة اللاحقة في الرياضيات لتكون كمراجعة، وللمساعدة في عملية التعلم لتدريس الفيزياء. ويمكن للطلبة الذين يجيدون الرياضيات استخدام التكامل للمساعدة في اشتقاق معادلات الحركة الخطية. يجب ألا يتضمن التكامل اشتقاد هذه المعادلات، بل عليك التأكّد من أنّهم يستخدمون هذه الطريقة فقط إذا لم تسبّب مشاكل لأي طالب. ومع ذلك، قد يتم تدريس علم المثلثات، في مرحلة مبكرة من تدريس الرياضيات، إذا وجدت المدرسة ضرورة لذلك.

## إجابات كتاب الطالب

### إجابات أسئلة موضوعات الوحدة



.٥ .١.

ب، ج. خلال أول 10 s، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{30}{10} = 3.0 \text{ m s}^{-2}$$

د. خلال آخر 15 s، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{(0 - 30)}{(30 - 15)} = \frac{-30}{15} = -2.0 \text{ m s}^{-2}$$

هـ. من المساحة تحت منحنى التمثيل البياني:

$$= \left( \frac{1}{2} \times 10 \times 30 \right) + \left( 5 \times 30 \right) + \left( \frac{1}{2} \times 15 \times 30 \right) \\ = 525 \text{ m}$$

{ • • • • • • • }

.٦

النقاط من اليسار إلى اليمين تكون متبااعدة بشكل متساوٍ، ثم تقترب بعضها من بعض بثبات.

إذا افترضنا أن:

$l_1$  = طول الجزء الأول من بطاقة القطع،

$t_1$  = الزمن الذي يدخل فيه الجزء الأول البوابة الضوئية،

$t_2$  = الزمن الذي يخرج فيه الجزء الأول من البوابة الضوئية،

$l_2$  = طول الجزء الثاني من بطاقة القطع،

$t_3$  = الزمن الذي يدخل فيه الجزء الثاني البوابة الضوئية،

$t_4$  = الزمن الذي يخرج فيه الجزء الثاني من البوابة الضوئية.

إذا، السرعة الابتدائية:

$$u = \frac{l_1}{t_2 - t_1} = \frac{0.05}{0.20 - 0.0} = 0.25 \text{ m s}^{-1}$$

أ. التغير في السرعة:

$$\Delta v = (18 - 0) = 18 \text{ m s}^{-1}$$

الزمن المستغرق:

$$\Delta t = (6.0 - 0) = 6.0 \text{ s}$$

إذا، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{18}{6.0} = 3.0 \text{ m s}^{-2}$$

التغير في السرعة:

$$\Delta v = (11 - 23) = -12 \text{ m s}^{-1}$$

الزمن المستغرق:

$$\Delta t = 20 \text{ s}$$

إذا، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-12}{20} = -0.60 \text{ m s}^{-2}$$

مقدار التباطؤ هو  $0.60 \text{ m s}^{-2}$

أ. نعيد ترتيب المعادلة  $v - u = at$ ، وبالتالي السرعة:

$$v = u + at$$

مقدار السرعة بعد 1.0 s:

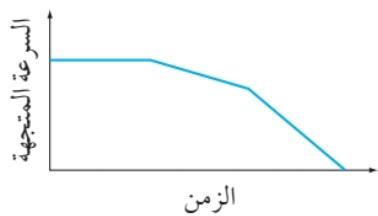
$$v = 0.0 + (9.81 \times 1)$$

$$= 9.81 \text{ m s}^{-1} \approx 9.8 \text{ m s}^{-1}$$

ب. مقدار السرعة بعد 3.0 s:

$$v = 0.0 + (9.81 \times 3)$$

$$= 29.4 \text{ m s}^{-1} \approx 29 \text{ m s}^{-1}$$



.٤

## الوحدة الثالثة: الحركة المتتسارعة

**ج.** نعرف  $u$  و  $v$  و  $a$  ونريد أن نعرف  $t$ ، لذلك نعيد ترتيب المعادلة  $v = u + at$ ، وبالتالي الزمن:

$$t = \frac{v - u}{a}$$

$$t = \frac{24 - 0}{2.0} = 12 \text{ s}$$

**أ.** نعرف  $u$  و  $v$  و  $t$  ونريد أن نعرف  $a$ ، لذلك نستخدم معادلة التسارع:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$a = \frac{20 - 4.0}{100} = 0.16 \text{ m s}^{-2}$$

**ب.** السرعة المتوسطة:

$$v_{\text{متوسطة}} = \frac{v + u}{2}$$

$$v_{\text{متوسطة}} = \frac{20 + 4.0}{2} = 12 \text{ m s}^{-1}$$

**ج.** يمكننا استخدام المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$  ولكن نظرًا لأننا توصلنا إلى السرعة المتوسطة، فمن الأسهل استخدام المعادلة الآتية للمسافة:

$$s = v_{\text{متوسطة}} \times t$$

$$s = 12 \times 100 = 1200 \text{ m}$$

**١١.** نعرف  $u$  و  $v$  و  $a$  ونريد أن نعرف  $s$ ، لذلك نعيد ترتيب المعادلة  $v^2 = u^2 + 2as$ ، بحيث تكون المسافة:

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$s = \frac{(0)^2 - (30)^2}{2 \times (-7)} = \frac{900}{14} = 64.3 \text{ m} \approx 64 \text{ m}$$

**١٢.** نعرف  $v$  و  $a$  و  $s$  ونريد أن نعرف  $u$ ، لذلك نعيد ترتيب المعادلة  $v^2 = u^2 + 2as$  إلى  $u^2 = v^2 - 2as$  لذا السرعة الابتدائية:

$$u = \sqrt{v^2 - 2as}$$

$$u = \sqrt{(0.0)^2 + (2 \times (-6.5) \times 50)} = \sqrt{650}$$

$$u = 25.5 \text{ m s}^{-1}$$

هذا يتجاوز السرعة القصوى بقليل.

$$v = 220 \text{ m s}^{-1}; t = 7.5 \text{ s}$$

**ب.** ارسم مماساً للمنحنى عند النقطة P (انظر التمثيل البياني).

السرعة النهاية:

$$v = \frac{l_2}{t_4 - t_3} = \frac{0.05}{0.35 - 0.30} = 1.0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\Delta t = t_3 - t_1 = 0.30 - 0.0 = 0.30 \text{ s}$$

بالتالي، تسارع البطاقة:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.0 - 0.25}{0.30} = 2.5 \text{ m s}^{-2}$$

بالنسبة إلى الجزء الأول من شريط النابض

الزمني، الطول  $l_1 = 10 \text{ cm}$ ، الزمن المستغرق:

$$t_1 = 5 \times 0.02 = 0.10 \text{ s}$$

لذلك، السرعة الابتدائية:

$$u = \frac{l_1}{t_1} = \frac{0.10}{0.10} = 1.0 \text{ m s}^{-1}$$

بالنسبة إلى الجزء الثاني من شريط النابض

الزمني، الطول  $l_2 = 16 \text{ cm}$ ، الزمن المستغرق:

$$t_2 = 5 \times 0.02 = 0.10 \text{ s}$$

لذلك، السرعة النهاية:

$$v = \frac{l_2}{t_2} = \frac{0.16}{0.10} = 1.6 \text{ m s}^{-1}$$

جزءاً الشريط متقاربان، لذا فإن الزمن بين بداية

الجزء الأول وبداية الجزء الأخير،  $\Delta t$  = الزمن

الذي يستغرقه الجزء الأول:

$$\Delta t = 5 \times 0.02 = 0.10 \text{ s}$$

لذلك، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.6 - 1.0}{0.10} = 6.0 \text{ m s}^{-2}$$

**١.** نعرف  $u$  و  $a$  و  $t$  ونريد أن نعرف  $v$ ، لذا

نستخدم المعادلة، السرعة:

$$v = u + at$$

$$v = 0.0 + (2.0 \times 10) = 20 \text{ m s}^{-1}$$

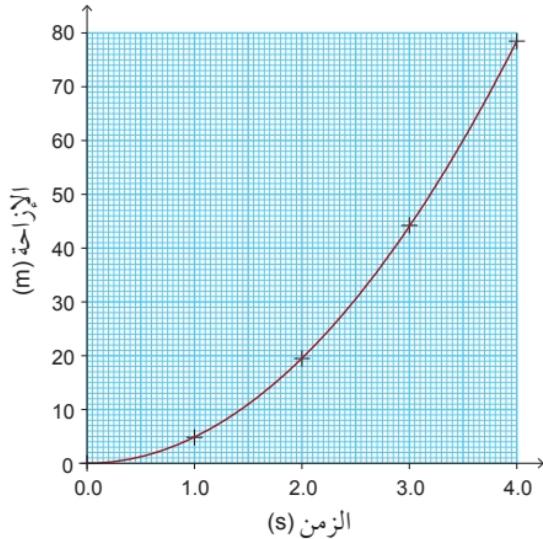
**ب.** نعرف  $u$  و  $a$  و  $t$  ونريد أن نعرف  $s$ ، لذا

نستخدم المعادلة، المسافة:

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

$$s = 0.0 + \left(\frac{1}{2} \times 2.0 \times 10 \times 10\right) = 100 \text{ m}$$

**ب.** منحنى التمثيل البياني هو قطع مكافئ مارّ بنقطة الأصل.



**ج.** في  $2.5\text{ s}$ , يسقط الحجر مسافة  $31\text{ m} \approx 30.6\text{ m}$ .

تحقق باستخدام المعادلة:

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

$$s = 0 + \left(\frac{1}{2} \times 9.81 \times 2.5 \times 2.5\right)$$

$$= 30.7\text{ m} \approx 31\text{ m}$$

**د.** الزمن المستغرق:

$$t = 2.86\text{ s} \approx 2.9\text{ s}$$

تحقق من خلال إعادة ترتيب المعادلة، مع

تذكر أن  $0 = u$ , وبذلك:

$$40 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.81 \times t^2$$

بحيث يصبح الزمن:

$$t = 2.86\text{ s} \approx 2.9\text{ s}$$

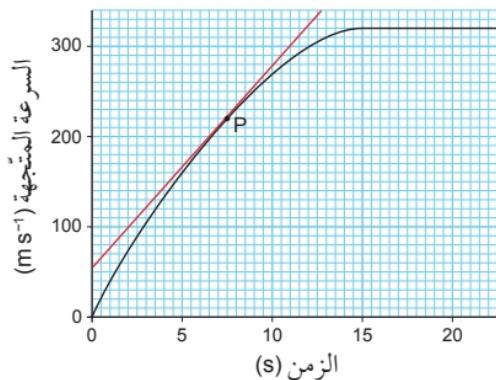
**١٦. أ.** نعرف  $s$  و  $a$ , وأن  $0 = u$ , وعليها إيجاد  $t$ .

أعد ترتيب المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ , مع تذكر أن  $0 = u$ ,

بحيث يصبح الزمن:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \times 8.0}{9.81}} \approx 1.3\text{ s}$$



اقرأ إحداثي نقطتين من خط المماس لإيجاد ميل المماس. على سبيل المثال:

$$\text{للزمن } v_1 \approx 60\text{ m/s} : t_1 = 0\text{ s}$$

$$\text{للزمن } v_2 \approx 300\text{ m/s} : t_2 = 12\text{ s}$$

لذلك، تقريرًا، التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{300 - 60}{12 - 0} = 20\text{ m/s}^2$$

**١٤. أ.** تباطأ السيارة ببطاطؤ ثابت (منتظم).

**ب.** السرعة المتجهة الابتدائية:  $u = 20\text{ m/s}$

السرعة المتجهة النهائية:  $v = 8\text{ m/s}$

**ج.** التسارع:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{8 - 20}{30 - 0} = -0.40\text{ m/s}^2$$

**د.** إزاحة السيارة = المساحة تحت منحنى

التمثيل البياني = (مساحة المستطيل بعرض

$8\text{ m/s}$  والطول  $(30\text{ s})$ ) + (مساحة المثلث

بارتفاع  $12\text{ m/s}$  والقاعدة  $(30\text{ s})$

$$= (8 \times 30) + \left(\frac{1}{2} \times 12 \times 30\right) = 420\text{ m}$$

**هـ.** إزاحة السيارة:

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

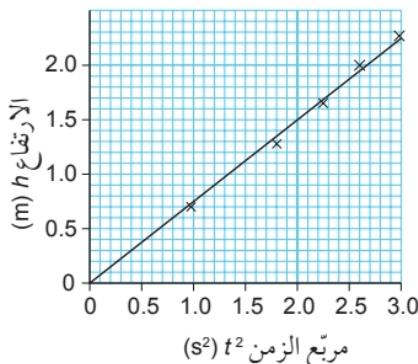
$$s = (20 \times 30) + \left(\frac{1}{2} \times (-0.40) \times 30 \times 30\right)$$

$$= 600 - 180 = 420\text{ m}$$

**١٥. أ.** عندما نستخدم  $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ , مع  $0 = u$ , لحساب المسافة التي يسقطها الحجر كل مرة

نحصل على:

الزمن (s)	المسافة (m)
4.0	78.5
3.0	44.1
2.0	19.6
1.0	4.9
0	0



.١٨ .١.

بـ. بما أن  $s = \frac{1}{2} at^2$  و  $a = g$ ، فإن الميل =  $\frac{1}{2} g$   
الميل =  $\frac{2.25}{3.0} = 0.75 \text{ m/s}^2$

لذلك تسارع السقوط الحر،  $g \approx 1.5 \text{ m s}^{-2}$

جـ. هذا الجسم لا يسقط على الأرض، ربما على سطح القمر.

.١٩ .١. الزاوية =  $30^\circ$  مع الأفقي،  $s_x = 17.3 \text{ m} \approx 17 \text{ m}$   
 $s_y \approx 10 \text{ m}$

بـ. الزاوية =  $70^\circ$  مع الأفقي،  $v_x = 1.7 \text{ m s}^{-1}$   
 $v_y = -4.7 \text{ m s}^{-1}$

جـ. الزاوية =  $30^\circ$  مع الأفقي،  $a_x = -5.2 \text{ m s}^{-2}$   
 $a_y = -3.0 \text{ m s}^{-2}$

دـ. الزاوية =  $15^\circ$  مع الأفقي،  $s_x = -77.3 \text{ m} \approx -77 \text{ m}$   
 $s_y = 20.7 \text{ m} \approx 21 \text{ m}$

إرادة الحجر الآن هي:  $s = -25 \text{ m}$

التعويض في المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$  يعطي:  
 $-25 = 20t + \frac{1}{2} \times (-9.81) \times t^2$

لذلك،  $0 = 20t - 25 - 4.9t^2$  أو تقريباً  
 $5t^2 - 20t - 25 = 0$ ، والتي يمكن تبسيطها إلى:  
 $t^2 - 4t - 5 = (t - 5)(t + 1) = 0$

لذلك، الزمن المستغرق للوصول إلى قعر الجرف = 5 s (أي 1 s أكثر). الإجابة الدقيقة هي:

$$5.08 \approx 5.1 \text{ s}$$

بـ. نعرف  $s$  و  $a$ ، وأن  $0 = u$ ، علينا إيجاد  $v$ .

استخدم المعادلة  $v^2 = u^2 + 2as$ ، بحيث تكون سرعة الاصطدام:

$$v = \sqrt{u^2 + 2as}$$

$$v = \sqrt{(0)^2 + 2 \times 9.81 \times 8.0} = \sqrt{156.96}$$

$$= 12.5 \text{ m s}^{-1} \approx 13 \text{ m s}^{-1}$$

.١٧ .١. باستخدام الطريقة في المثال ٦، نجد أن

السرعة المتوسطة للكرة الفولاذية:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2.10}{0.67} = 3.134 \text{ m s}^{-1}$$

ثم جـ دـ قيم  $v$  و  $u$

السرعة النهائية:

$$v = 2 \times 3.134 = 6.268 \text{ m s}^{-1}$$

السرعة الابتدائية:

$$u = 0.0 \text{ m s}^{-1}$$

نعيّض بهذه القيم في معادلة التسارع:

$$a = \frac{v - u}{t}$$

$$a = \frac{6.268}{0.67} = 9.36 \text{ m s}^{-2}$$

$$\approx 9.4 \text{ m s}^{-2}$$

بـ. مقاومة الهواء؛ تأخّر في تحرير الكرة.

جـ. النسبة المئوية لعدم اليقين في الزمن:

$$= \frac{0.02}{0.67} \times 100\% = 3\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في  $g$ :

$$= 3\% + 3\% = 6\%$$

وبطريقة أخرى يمكن حساب النسبة المئوية

لعدم اليقين في  $g$  باستخدام زمن (0.65 s)

حيث أكبر قيمة لـ  $g$  هي  $9.94 \text{ m s}^{-2}$ ، الأمر

الذي يعطي عدم يقين مطلق قدره  $0.58 \text{ m s}^{-2}$

ونسبة مئوية لعدم اليقين:

$$\frac{0.58}{9.36} \times 100\% = 6\%$$

**٢٣.** أ. المركبة الرأسية للسرعة المتجهة:  
 $= 8 \times \sin 40^\circ = 5.14 \approx 5.1 \text{ m s}^{-1}$

ب. المركبة الرأسية للسرعة المتجهة:  $0 \text{ m s}^{-1}$

ج. أعد ترتيب المعادلة  $t = u + at$ , بحيث يكون

الزمن:

$$t = \frac{v - u}{a}$$

$$t = \frac{0 - 5.14}{-9.81} = 0.524 \approx 0.52 \text{ s}$$

د. المركبة الأفقية للسرعة المتجهة:

$$= 8 \times \cos 40^\circ = 6.13 \approx 6.1 \text{ m s}^{-1}$$

هـ. افترض أن المركبة الأفقية للسرعة المتجهة ثابتة المقدار واستخدم معادلة المسافة:

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

$$s = 6.1 \times 0.52 + 0 = 3.21 \approx 3.2 \text{ m}$$

أولاً، احسب الزمن المستغرق للكرة للعودة إلى سطح الأرض.

السرعة الرأسية الابتدائية:

$$u = 40 \times \sin 45^\circ \approx 28.3 \text{ m s}^{-1}$$

نعلم أن المسافة الرأسية التي تم تخطيّها عندما تصطدم الكرة بسطح الأرض = 0 m, لذا أعد

ترتيب المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$  لإيجاد  $t$ :

$$0 = 28.3t + \frac{1}{2} \times -9.81t^2 = 28.3t - 4.905t^2$$

لذلك،  $t = 5.77 \text{ s}$  (عند رمي الكرة) أو  $t = 0$  (عندما تعود إلى سطح الأرض)

افتراض أن السرعة المتجهة الأفقية ثابتة المقدار:

$$u = 40 \times \cos 45^\circ = 28.3 \text{ m s}^{-1}$$

لذلك، المسافة الأفقية:

$$s = ut = 28.3 \times 5.77$$

$$= 163 \text{ m} \approx 160 \text{ m}$$

في حل المعادلة التربيعيّة ستجد حلّا ثانِيًّا،

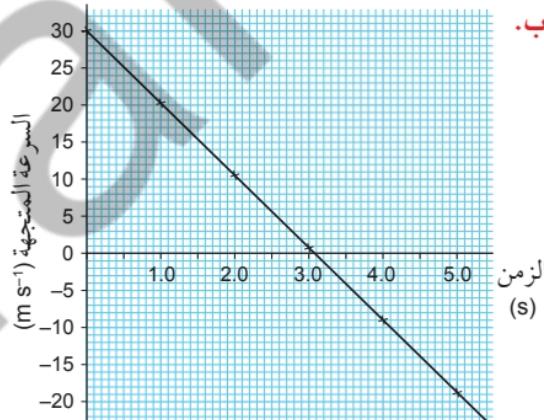
$t = -1 \text{ s}$ . من الواضح أن الحجر لا يمكن أن

يستغرق زمنًا سالبًا للوصول إلى قاع الجرف. ومع ذلك، فإن هذا الحل له معنى: فهو يفيدنا أنه لو تم إلقاء الحجر إلى الأعلى من قاع الجرف بالسرعة الصحيحة، لكأن قد تحرك إلى الأعلى بسرعة  $20 \text{ m s}^{-1}$  أشاء مروره بأعلى الجرف عند  $t = 0 \text{ s}$ .

**٢٤.** أ. استخدم  $v = u + at$  لحساب  $v$ , وتنذّر أن

$$a = -9.81 \text{ m s}^{-2}$$

الزمن (s)	السرعة المتجهة ( $\text{m s}^{-1}$ )
-19.05	-9.24
-9.24	0.57
0.57	10.38
10.38	20.19
20.19	30
30	
5.0	4.0
4.0	3.0
3.0	2.0
2.0	1.0
1.0	0
0	



ج.  $3.1 \text{ s}$

**٢٥.** أ. تبقى السرعة الأفقية ثابتة بعد القذف (بإهمال مقاومة الهواء)، لذلك، السرعة الأفقية:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{12.0}{4.0} = 3.0 \text{ m s}^{-1}$$

ب. للمسافة الرأسية، استخدم  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ ,  $u = 0$  تذّر أن

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

$$s = 0 + \frac{1}{2} \times (-9.81) \times 4.0 \times 4.0 = -78.5 \text{ m}$$

لذلك يبلغ ارتفاع الجرف  $78.5 \text{ m}$

### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

- ب.** تسارع السيارة B:
- $$\text{التسارع} = \frac{\text{التغير في السرعة}}{\text{الزمن الكلي}}$$
- $$a = \frac{(50 - 25)}{20} = 1.25 \text{ m s}^{-2}$$
- المسافة التي تقطعها السيارة B = السرعة المتوسطة × الزمن المستغرق
- السرعة المتوسطة:
- $$v = \frac{(25 + 50)}{2} = 37.5 \text{ m s}^{-1}$$
- المسافة التي قطعتها السيارة:
- $$s = 37.5 \times 20 = 750 \text{ m}$$
- ج.** يجب أن تنتقل السيارة B مسافة 50 m إضافية؛ سرعتها الإضافية  $10 \text{ m s}^{-1}$ ، لذلك،
- الזמן المطلوب:
- $$t = \frac{50}{10} = 5 \text{ s}$$
- د.** ضع في اعتبارك السيارة A: تتنقل بسرعة  $40 \text{ m s}^{-1}$  لمدة 25 s، المسافة الكلية التي تم قطعها:
- $$s = 40 \times 25 = 1000 \text{ m}$$
- وهي المسافة نفسها التي تقطعها السيارة B.
- أ.** المركبة الرئيسية للسرعة المتجهة:
- $$= v \sin 30^\circ$$
- $$= 5.6 \sin 30^\circ = 2.8 \text{ m s}^{-1}$$
- باستخدام المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$  مع  $g$
- $$a = -g$$
- $$s = 0$$
- $$t = \frac{2.8}{4.9} = 0.57 \text{ s}$$
- ب.** المركبة الأفقية للسرعة المتجهة:
- $$= v \cos 30^\circ$$
- $$= 5.6 \cos 30^\circ = 4.85 \text{ m s}^{-1} \approx 4.9 \text{ m s}^{-1}$$
- المسافة الأفقية = السرعة × الزمن:
- $$= 4.85 \times 0.57 = 2.77 \text{ m} \approx 2.8 \text{ m}$$

١. باستخدام المعادلة  $v^2 = u^2 + 2as$ ، المسافة:

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

$$= \frac{(30^2 - 10^2)}{2 \times 4.0}$$

$$= 100 \text{ m}$$

٢. باستخدام المعادلة  $v = u + at$ ، السرعة النهائية:

$$v = 50 - (0.50 \times 100) = 0$$

٣. باستخدام المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ ، المسافة التي قطعها القطار:

$$s = 50 \times 100 - 0.5 \times 0.50 \times 100^2 = 2500 \text{ m}$$

٤. يتباطأ القطار إلى أن يتوقف، ويقطع مسافة 2500 m

٥. ١. باستخدام المعادلة  $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

$$s = 20t - 0.5 \times 9.81t^2 = 20t - 4.9t^2$$

٦. **ب.** يؤدي التعويض عن قيم  $t$  في المعادلة إلى:

- بعد 2.0 s، باستخدام معادلة الإزاحة، نجد

أن الارتفاع:

$$s = 20.4 \text{ m} \approx 20 \text{ m}$$

- بعد 6.0 s، باستخدام معادلة الإزاحة، نجد

أن الارتفاع:

$$s = -56.4 \text{ m} \approx -56 \text{ m}$$

٧. **ج.** بالتعويض عن  $0 = s$  يعطي:

$$0 = 20t - 4.9t^2$$

$$t = \frac{20}{4.9} = 4.08 \text{ s}$$

$$\approx 4.1 \text{ s}$$

**أ.** المسافة التي تقطعها السيارة A بسرعة ثابتة

= السرعة × الزمن:

$$= 40 \times 20 = 800 \text{ m}$$

**ب.** التسارع ثابت من  $t = 0 \text{ s}$  إلى  $t = 0.5 \text{ s}$  تقريرياً، يقل التسارع ابتداءً من  $t = 0.5 \text{ s}$ .

لأن ميل المماس ثابت من  $t = 0 \text{ s}$  إلى  $t = 0.5 \text{ s}$  ويقل ابتداءً من  $t = 0.5 \text{ s}$

**ج.** المساحة تحت منحنى التمثيل البياني المستخدم.

الطريقة «الصحيحة»، على سبيل المثال، قاعدة شبه المنحرف أو حساب المربعات (تعطي قاعدة شبه المنحرف):

$$s = \frac{1}{2} \times (0.90 + 1.08) \times = 0.2 \text{ m}$$

عند عدد المربعات نجد لها 10 مربعات ومساحة كل مربع تساوي:

$$0.1 \times 0.2 = 0.02 \text{ m} \\ \text{المسافة:}$$

$$10 \times 0.02 = 0.2 \text{ m} \\ = (0.20 \pm 0.01) \text{ m}$$

**د.** الأخطاء العشوائية: النقاط على جانبي الخط. الأخطاء النظامية: يتم إزاحة الخط بالكامل إلى الأعلى أو إلى الأسفل.

$$v^2 = u^2 + 2as \quad .12$$

$$0 = u^2 - 2 \times 2.0 \times 140$$

$$u = 23.7 \approx 24 \text{ m s}^{-1}$$

$$t = \frac{s}{v} = \frac{60}{23.7} = 2.54 \text{ s} \quad .12$$

الזמן المستغرق بين لحظة رؤية الشجرة والضغط على المكابح تقريرياً  $2.54 \text{ s}$ ، لذلك لم يكن السائق متيقظاً للخطر.

$$\text{ج. } 100 \text{ km h}^{-1} = \frac{100000}{60 \times 60} = 27.8 \text{ m s}^{-1} \\ \approx 28 \text{ m s}^{-1}$$

لم يكن السائق مسرعاً، حيث السرعة أقل من الحد الأقصى للسرعة.

**٩. أ.**  $0.2 = \frac{1}{2} \times 9.81 \times t^2$

$t = 0.202 \text{ s} \approx 0.20 \text{ s}$

**ب.**  $v^2 = u^2 + 2as \quad .1$

$2.91^2 = 1.92^2 + 2a \times 0.25$

$a = 9.56 \text{ m s}^{-2} \approx 9.6 \text{ m s}^{-2}$

٢. تعمل مقاومة الهواء في الاتجاه المعاكس للسرعة، وبالتالي تقلل من التسارع.

**١٠. أ.** ١. تتحرك الكرة إلى الأعلى (أو تعكس اتجاهها) بعد ارتدادها.

٢. في كلتا الحالتين، تتسارع الكرة بسبب الجاذبية الأرضية فقط.

٣. الارتفاع الابتدائي للكرة فوق سطح الأرض.

٤. لا ترتد الكرة عالية إلى الموضع الابتدائي. أو يتم فقد طاقة (الحركة) (حرارة/طاقة داخلية) أثناء الارتداد.

**ب.**  $v^2 = u^2 + 2as$

$v^2 = 2 \times 9.81 \times 1.2$

$v = 4.85 \text{ m s}^{-1} \approx 4.9 \text{ m s}^{-1}$

$v^2 = 2 \times 9.81 \times 0.80 \quad .2$

$v = 3.96 \text{ m s}^{-1} \approx 4.0 \text{ m s}^{-1}$

$v = u + at \quad .3$

$3.96 = -4.85 + a \times 0.02$

$a = 440 \text{ m s}^{-2}$

الاتجاه إلى الأعلى

**١١. أ.** يؤدي رسم مماس منحنى التمثيل البياني عند  $t = 0.7 \text{ s}$  إلى تحديد ميله أي تحديد التسارع:

$a = (0.8 \pm 0.2) \text{ m s}^{-2}$

١٣. أ. الميل ثابت.

ب.  $(1.55 \pm 0.05) \text{ s}$

٢. بحساب المساحة تحت منحنى التمثيل

البياني بين  $s = 0$  و  $t = 1.55 \text{ s}$

$$s = 15 \times \frac{1.55}{2} = 11.6 \approx 12 \text{ m}$$

٣. المسافة = المساحة بين  $s = 1.55$

و  $t = 4.1 \text{ s}$  تساوي  $31.8 \approx 32 \text{ m}$

قبول الإجابة نتيجة قيمة عدم اليقين في  
الزمن في (١).

ج. ١. السرعة الابتدائية للكرة أو منطاد الهواء  
الساخن هي  $15 \text{ m s}^{-1}$

٢. يكون التسارع في الاتجاه المعاكس للسرعة  
الابتدائية للكرة. أو تسارع الجاذبية هو  
إلى الأسفل والكرة ترتفع في البداية.

$$v^2 = u^2 + 2as \quad .14$$

$$20^2 = 0 + 2 \times 9.81 \times s$$

$$s = 20.4 \approx 20 \text{ m}$$

$$v = u + at \quad .\text{ب.}$$

$$20 = 0 + 9.81 \times t$$

$$t = 2.04 \approx 2.0 \text{ s}$$

ج. المسافة الأفقية (المدى):

$$= 80 \times 2.04$$

$$= 163 \text{ m} \approx 160 \text{ m}$$

## إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

### إجابات أسئلة الأنشطة

#### نشاط ١-٣: التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن)

ب. بين  $s = 20$  و  $s = 60$  :

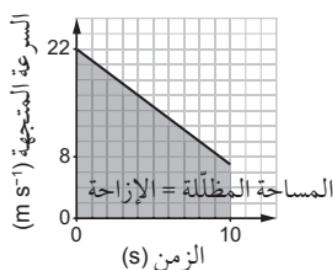
التغير في السرعة =  $14 \text{ m s}^{-1}$

التسارع:

$$a = \frac{14}{40} = 0.35 \text{ m s}^{-2}$$

ج. المسافة الكلية التي قطعتها السيارة:

$$\begin{aligned} &= (10 \times 20) + (17 \times 40) + (26 \times 20) \\ &= 2520 \text{ m} \end{aligned}$$



.٣ .١.

ب. التسارع:

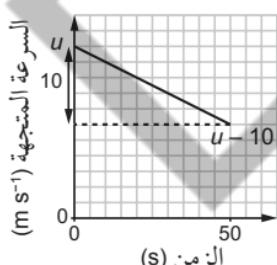
$$a = \frac{(7 - 22)}{10} = \frac{-15}{10} = -1.5 \text{ m s}^{-2}$$

ج. الميل سالب (ينحدر نحو الأسفل).

د. انظر التمثيل البياني.

هـ. مقدار الإزاحة:

$$= \frac{1}{2} \times (22 + 7) \times 10 = 145 \text{ m}$$



.٤ .١.

ب. مقدار التغير في السرعة:

$$= 0.2 \times 50 = 10 \text{ m s}^{-1}$$

المساحة تحت منحنى التمثيل البياني:

$$= \frac{1}{2} \times 10 \times 50 + (u - 10) \times 50 = 2000 \text{ m}$$

$$u = 45 \text{ m s}^{-1}$$

### إجابات أسئلة الأنشطة

#### نشاط ١-٣: التمثيلات البيانية (السرعة المتجهة-الزمن)

أ.  $t = 0$   $v = 0$  عندما

ب. بعد  $s = 40$ ; حيث يصبح منحنى التمثيل البياني خطًا مستقيماً أفقياً (الميل = 0).

ج. الزمن =  $20 \text{ s}$

د. الازدياد في السرعة =  $15 \text{ m s}^{-1}$

هـ. التسارع في الجزء AB:

$$a = \frac{15}{20} = 0.75 \text{ m s}^{-2}$$

و. التسارع في الجزء BC:

$$a = \frac{9}{20} = 0.45 \text{ m s}^{-2}$$

ز. مساحة المثلث ABX:

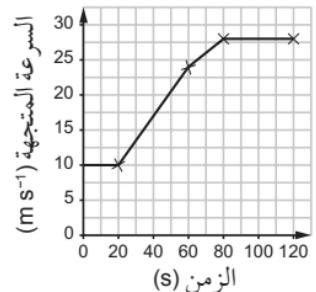
$$= \frac{1}{2} \times 20 \times 15 = 150 \text{ m}$$

هي المسافة المقطوعة في أول  $20 \text{ s}$

حـ. المسافة الكلية:

$$\begin{aligned} &= 150 + \frac{1}{2} \times 9 \times 20 + 15 \times 20 + 24 \times 20 \\ &= 1020 \text{ m} \end{aligned}$$

بما أن الطريق مستقيم، لذلك يكون مقدار الإزاحة  $1020 \text{ m}$  واتجاهها باتجاه مسار السيارة.



.٢ .١.

ب. السرعة المتجهة المتوسطة:

$$= \frac{(12 + 27)}{2} = 19.5 \text{ m s}^{-1}$$

ج. المسافة = السرعة المتوسطة × الزمن:

$$= 19.5 \times 20 = 390 \text{ m}$$

د.  $s = (12 \times 20) + (0.5 \times 0.75 \times 20^2)$

$$= 240 + 150 = 390 \text{ m}$$

المعادلة ٣ :

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

$$2000 = u \times 50 - 0.5 \times 0.2 \times 50^2$$

$$u = \frac{(2000 + 250)}{50} = 45 \text{ m s}^{-1}$$

باستخدام المعادلة ٣، مقدار الإزاحة في أول

: 10 s

$$= 0.5 \times 0.8 \times 10^2 = 40 \text{ m}$$

السرعة بعد s : 10

$$= 0.8 \times 10 = 8 \text{ m s}^{-1}$$

باستخدام المعادلة ٣ مرة أخرى، مقدار الإزاحة

في s التالية:

$$= 8.0 \times 10 + 0.5 \times 0.4 \times 10^2 = 80 + 20$$

$$= 100 \text{ m}$$

مقدار الإزاحة النهائية = 140 m

أ. المعادلة ٤ :

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

$$41^2 = 28^2 + 2 \times a \times 100$$

$$a = \frac{(41^2 - 28^2)}{200} = 4.5 \text{ m s}^{-2}$$

ب. المعادلة ٢ :

$$s = \frac{(v + u)}{2} \times t$$

$$100 = \frac{(41 + 28)}{2} \times t$$

$$t = \frac{100}{34.5} = 2.9 \text{ s}$$

### نشاط ٢-٣: اشتقاق معادلات الحركة الخطية

١. أ.  $s = \text{الإزاحة}$

$u = \text{السرعة الابتدائية}$

$v = \text{السرعة النهائية}$

$a = \text{التسارع}$

$t = \text{الזמן}$

ب. التسارع المنتظم هو التسارع الثابت في كل

من المقدار والاتجاه.

$$a = \frac{(v - u)}{t}$$

ب.  $v = u + at$

ج. الإزاحة  $s$

٢. أ. السرعة المتجهة المتوسطة =

(السرعة المتجهة الابتدائية + السرعة المتجهة النهائية)

$\frac{2}{2}$

$$= \frac{(u + v)}{2}$$

ب. الإزاحة = السرعة المتجهة المتوسطة × الزمن

$$s = \frac{(u + v)}{2} \times t$$

ج. التسارع  $a$

٤. أ. يتتسارع الجسم من  $u$  إلى  $v$  في الفترة الزمنية

.  $t$

ب. مساحة المستطيل =  $ut$

ج. ارتفاع المثلث =  $v - u = at$

د. مساحة المثلث =  $\frac{1}{2} \times t \times at =$

$$= \frac{1}{2} at^2$$

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

هـ.

### نشاط ٣-٣: استخدام معادلات الحركة الخطية

١. أ. المعادلة ١ :

$$v = u + at$$

$$= 12 + 0.75 \times 20$$

$$= 27 \text{ m s}^{-1}$$

و. المسافة المقطوعة أفقياً (المدى الأفقي)

السرعة المتوسطة الأفقية × الزمن:

$$= 17.0 \times 3.47 = 58.9 \approx 59.0 \text{ m}$$

المركبة الرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية:

$$24 \sin 50^\circ = 18.4 \text{ m s}^{-1}$$

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

$$0 = (18.4 \times t) - (0.5 \times 9.81 \times t^2)$$

$$t = \frac{18.4}{(0.5 \times 9.81)} = 3.75 \text{ s}$$

المركبة الأفقية للسرعة المتجهة الابتدائية:

$$24 \cos 50^\circ = 15.4 \text{ m s}^{-1}$$

المسافة المقطوعة أفقياً (المدى):

$$= 15.4 \times 3.75 = 57.8 \text{ m}$$

### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. التسارع: هو معدل تغير السرعة المتجهة

لجسم ما؛ ووحدته  $\text{m s}^{-2}$

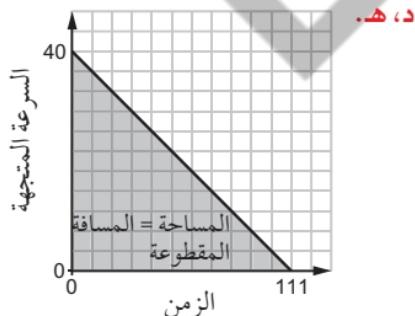
$$v^2 = u^2 + 2as.$$

$$0 = 40^2 + (2a \times 2200)$$

$$a = -0.36 \text{ m s}^{-2}$$

$$ج. t = \frac{(v-u)}{a}$$

$$د، هـ. t = \frac{40}{0.36} = 111 \text{ s}$$



يظهر ميل الخط المستقيم تسارعاً منتظمأً.

### نشاط ٤-٣: الحركة تحت تأثير الجاذبية الأرضية

١. أ.

التسارع	السرعة المتجهة	الإزاحة	الكمية
-	+	+	الحجر مقدوفاً إلى الأعلى
-	0	+	الحجر في أعلى نقطة
-	-	+	الحجر يسقط إلى الأسفل

ب. التمثيل البياني (ب): لأن الميل ثابت وسالب.

٢. أ. السرعة عند أعلى نقطة = 0

$$0 = 6.5^2 - 2 \times 9.81 \times s$$

$$s = 2.2 \text{ m}$$

ب. السرعة المتجهة النهائية =  $6.5 \text{ m s}^{-1}$

$$ج. t = \frac{(v-u)}{a}$$

$$t = \frac{13.0}{9.81} = 1.33 \text{ s}$$

$$s = -55 \text{ m}$$

$$د. v^2 = 6.5^2 + (2 \times 9.81 \times 55.0) = 1121$$

$$v = -33.5 \text{ m s}^{-1}$$

$$هـ. t = \frac{(v-u)}{a}$$

$$t = \frac{(33.5 + 6.5)}{9.81} = 4.08 \text{ s}$$

أ. المركبة الرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية =

السرعة المتوسطة الرأسية × الزمن =

$$24 \sin 45^\circ = 17.0 \text{ m s}^{-1}$$

ب. الإزاحة الرأسية = 0

$$ج. s = ut + \frac{1}{2} at^2$$

$$0 = (17.0 \times t) - (0.5 \times 9.81 \times t^2)$$

$$t = 3.47 \text{ s}$$

د. التسارع الأفقي = 0

هـ. المركبة الأفقية للسرعة المتجهة الابتدائية =

$$24 \cos 45^\circ = 17.0 \text{ m s}^{-1}$$

٢. أ. السرعة الابتدائية = 0

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

$$g = \frac{2h}{t^2}$$

ب. بزيادة الزمن  $t$  تصبح قيمة  $g$  أقل.

٣. أ. المركبة الأفقية للسرعة المتجهة:

$$12.0 \cos 45^\circ = 8.5 \text{ m s}^{-1}$$

الزمن الذي تستغرقه الكرة =  $\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

$$t = \frac{14.7}{8.5} = 1.7 \text{ s}$$

ب. المركبة الرأسية للسرعة المتجهة:

$$12.0 \sin 45^\circ = 8.5 \text{ m s}^{-1}$$

$$a = \frac{(v - u)}{t}$$

$$a = \frac{(8.5 - (-8.5))}{1.7} = 10 \text{ m s}^{-2}$$

## &lt; الوحدة الرابعة

## القوى

## نظرة عامة

- ستدرس في هذه الوحدة من المنهج الدراسي القوى بمزيد من التعمق بما في ذلك تأثيراتها على الحركة.
- ستدرس أيضاً السرعة المتجهة الحدية للأجسام والقوى المسؤولة عن حركتها عبر الموائ.
- تحتوي هذه الوحدة من المنهج الدراسي أيضاً على جمع القوى كمتجهات، وتحليل القوى إلى مركبتين، ونظرًا لأنه تمت دراسة جمع الإزاحات والسرعات المتجهة في الوحدة الثانية؛ فإن التركيز سينصب على ربط معارف الطلبة في مواقف الحياة اليومية ودراسة مركبات القوى.
- تمّ فرصة لتفطية جميع أهداف التقويم الثلاثة: AO1 (المعرفة والفهم)، AO2 (معالجة المعلومات وتطبيقاتها وتقييمها) و AO3 (المهارات والاستقصاءات التجريبية).

## مخطط التدريس

المصادر في كتاب التجارب العلمية والأنشطة	المصادر في كتاب الطالب	عدد الحصص	الموضوع	أهداف الموضوع
نشاط ١-٤ تحديد القوى نشاط ٢-٤ كيف تؤثر القوى على الحركة نشاط ٣-٤ القوة والكتلة والتسارع	السؤالان ١ و ٢	٣	١-٤ قانون نيوتن الثاني للحركة ٤-٤ التعرّف على أنواع القوى	٢-٤ ، ١-٤
نشاط ٤-٤ السرعة المتجهة الحدية استقصاء عملي ١-٤ السرعة المتجهة الحدية لكرة تسقط داخل الماء عبر أنبوب رأسي	الأسئلة من ٣ إلى ١٠	٥	٣-٤ الكتلة والقصور الذاتي ٤-٤ الحركة في الموائ ٤-٥ قوى التلامس العومدية والطافو	٢-٤ ، ٥-٤ ، ٤-٤ ٦-٤
	الأسئلة من ١١ إلى ١٣	٢	٦-٤ قانون نيوتن الثالث للحركة ٧-٤ الوحدات الأساسية والنيوتن	٨-٤ ، ٧-٤
نشاط ٥-٤ جمع القوى نشاط ٦-٤ تحليل القوى استقصاء عملي ٢-٤ اتزان مسطرة خشبية قابلة للدوران حول محور أفقي	الأسئلة من ١٤ إلى ١٧	٥	٨-٤ جمع القوى ٩-٤ مركبات المتجهات	٩-٤ ، ٢-٤ ١٠-٤

## الموضوعان ٤-١: قانون نيوتن الثاني للحركة، و ٤-٢: التعرّف على أنواع القوى

### الأهداف التعليمية

- ٤-١ يذكر نص قانون نيوتن الثاني للحركة ويطبقه مستخدماً العلاقة  $\vec{F} = m \vec{a}$  في حل المسائل، ومدركاً أن التسارع محمّلة القوى لها دائماً نفس الاتجاه.
- ٤-٢ يحدد أنواعاً مختلفة من القوى ويصفها، بما في ذلك الوزن وقوّة الطفو وقوّة التلامس العمودية وقوّة الشد.

### نظرة عامة على الموضوعين

- يهدف هذان الموضوعان إلى زيادة فهم الطالبة لأنواع مختلفة من القوى وخصائصها، وأن تكون لديهم فكرة عن مقدار القوى، ويدركوا الفرق بين الكتلة والوزن.

### عدد الحصص المقترحة للتدرّيس

يخصص لتنفيذ هذين الموضوعين ٢ إلى ٣ حصص تدرّيس (ساعة إلى ساعتين تقريباً).

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>الجدول ٤-١ يتضمن بعض أنواع القوى المهمة</li><li>السؤالان ١ و ٢</li></ul>	٤-١ قانون نيوتن الثاني للحركة ٤-٢ التعرّف على أنواع القوى	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"><li>أسئلة لتقدير معرفة وفهم قانون نيوتن الثاني للحركة وأنواع القوى المختلفة.</li></ul>	نشاط ٤-١ تحديد القوى نشاط ٤-٢ كيف تؤثّر القوى على الحركة نشاط ٤-٣ القوّة والكتلة والتسارع	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالباً ما يعتقد أن قوة الاحتكاك تدفع عجلات السيارة إلى الخلف؛ إلا أن قوة الاحتكاك هي التي تعطي القوة الدافعة إلى الأمام وليس إلى الخلف، فبدون الاحتكاك ستدور العجلة حول نفسها من دون أن تقدم على الطريق. يعتقد الطالبة في بعض الأحيان أن قوة الاحتكاك قوة مستقلة عن قوة التلامس العمودية، لكن في الحقيقة قوة التلامس العمودية هي التي تجعل الأجسام تدفع بعضها بعضاً؛ فكلما ازدادت هذه القوة، ازدادت قوة الاحتكاك القصوى. يذكر أيضاً أن مقدار قوة الاحتكاك ليس ثابتاً، وربما يكتشف الطالبة أن للاحتكاك قيمة قصوى، ويمكن لهذه القوة أن تخفض في الواقع عندما يبدأ الجسم بالتحرك؛ فهو احتكاك متغير وليس احتكاكاً ثابتاً.

### أنشطة تمهيدية

يتّم التمهيد لدراسة القوى بأفكار بسيطة تنشط الذاكرة عمّا تمت دراسته في السنوات السابقة؛ فالطلبة غالباً ما يجدون صعوبة في استخدام المصطلحات العلمية؛ ومقدمة هذين الموضوعين ستوفّر لك فرصة للتطرق لقوانين نيوتن بطريقة مبسّطة. كما يمكن التطرق لذكر الوحدات الأساسية والبادئات في أي وقت خلال هذين الموضوعين كما أنه من المفيد القيام بالطلبة بتنفيذ بعض التجارب والأنشطة العملية.

نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذين الموضوعين؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذين الموضوعين.

#### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- اعرض أمام الطلبة كرة أو عربة أو لعبة صغيرة تتدحرج على الأرض، طالباً إليهم أن يسهبوا في شرح أسباب توقفها.
- اعرض أمامهم أيضاً مجموعة من المخططات لأجسام خاضعة لعدة قوى، مثل الجدول ١-٤ من كتاب الطالب، ليسمّوا القوى المؤثرة واتجاهاتها، مستوضحاً منهم حول ما يعرفونه عن هذه القوى.

**< فكرة للتقدير:** يمكنك أن تقرر من الإجابات التي يقدمها الطلبة مدى تذكرهم للأفكار الأساسية حول القوى، كما يمكنك تحديد الأفكار التي يجب مراجعتها من السنوات السابقة.

#### فكرة ب (١٠ دقائق)

- ابحث في الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن فيديو لأحد متسابقي تسارع السيارات يستخدم المظلة للإسهام في إبطاء حركة السيارة، اعرضه أمام الطلبة واطلب إليهم شرح دور المظلة في تخفيف سرعة السيارة، ثم أسألهem عن طرائق أخرى لإبطاء الحركة، وعن آلية عمل كل طريقة.

**< فكرة للتقدير:** يمكنك أن تقرر من الإجابات مقدار ما يتذكرة الطلبة عن قوى الاحتكاك ومقاومة الهواء، كما يمكنك أن تقرر ما إذا كانوا في حاجة إلى مراجعة ما درسوه سابقاً.

### الأنشطة الرئيسية

#### ١ التعرف على بعض أنواع القوى والوحدات الأساسية للقوة (٣٠ دقيقة)

- أعط مجموعات من الطلبة موازين زنبركية وبضع كتل (g 100) ليتمكنوا من قياس وزن (g 100) و (g 200) ... الخ. يمكنهم رسم جدول للوزن مقابل الكتلة لإثبات أن (الوزن بالوحدة القياسية النيوتن (N) = الكتلة بوحدة (kg)  $\times$  10) شارحاً أن العدد 10 هو القيمة المقرّبة لتسارع السقوط الحر.
- يمكن مراجعة البادئات المختلفة من خلال سؤال الطلبة عن كتلهem أو كتلة كتاب ما بالـ g، والـ kg، والـ mg، والـ ng، والـ ng.
- قم بإشارة معلومات الطلبة بأنواع مختلفة من القوى وأمثلة عليها، بإمكانك عرض مجموعة من الأجسام كقارب، أو أرجوحة، أو سيارة تتدحرج إلى أسفل تلة، بالإضافة إلى تلك الموضحة في الجدول ١-٤ من كتاب الطالب، أو البحث في الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن «أنواع القوى»، ويمكن للطلبة تصنيف كل هذه القوى في مجموعتين: قوى التلامس (contact forces) وقوى عدم التلامس (non-contact forces)، ليقوموا بعد ذلك بسرد كل ما يعرفونه عن تلك القوى في كل مجموعة.

**< فكرة للتقدير:** خلال المناقشة مع الطلبة، قيم فهمهم للأفكار الأساسية كقوة الاحتكاك والوزن والكتلة.

**< إرشادات عملية:** موازين زنبركية مع مدي (N 0-10) تُعد مناسبة للاستقصاء العملي. اطلب إلى الطلبة الحذر عند استخدام كتل كبيرة.

## ٢ ترسیخ المعرفة بالقوى (ساعة واحدة)

- على الطلبة الإجابة عن السؤالين ١-٤ من كتاب الطالب، والأسئلة الموجودة في الأنشطة ٢-٤، و ٣-٤ في كتاب التجارب العملية والأنشطة لترسيخ تعلمهم السابق للقوى.

**فكرة للتقويم:** يتم تقديم حلول لهذه الأسئلة، كما يمكن للطلبة تقييم عملهم ذاتياً، أو قد يلجأ المعلم إلى اعتماد تقييم الأقران.

### الدعم

قد يحتاج الطلبة إلى المساعدة في حساب الأس العشري، ولا سيما الأسس السالبة في المقام.

## الموضوعات ٣-٤: الكتلة والقصور الذاتي، ٤-٤: الحركة في المواقع، ٤-٥: قوى التلامس العمودية والطفو

### الأهداف التعليمية

- ٢-٤ يحدد أنواعاً مختلفة من القوى ويصفها، بما في ذلك الوزن وقوة الطفو وقوة التلامس العمودية وقوة الشد.
- ٤-٤ يدرك أن الكتلة هي خاصية مقاومة الجسم لإحداث التغيير في حالته الحركية.
- ٤-٥ يذكر نص قانون نيوتن الأول للحركة ويطبقه.
- ٤-٦ يظهر فهماً نوعياً لقوى الاحتكاك ولقوى المقاومة بما في ذلك مقاومة الهواء.

### نظرة عامة على الموضوعات

- تُعرض للطلبة أجسام تسقط، ثم يُسألون عن السرعة المتجهة ومحصلة القوى والتسارع كمحفز لإكسابهم فهم نوعين لقوى الاحتكاك وقوى مقاومة المائع بما في ذلك مقاومة الهواء.
- القيام بتجارب بسيطة تتعلق بالسرعة المتجهة الحدية لإظهار أنها ثابتة المقدار، وفي بعض الحالات، لقياس السرعة المتجهة الحدية هذه ومعرفة تأثير العوامل المختلفة عليها.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذه الموضوعات ٥ حصص تدريس (٢ ساعات)، من ضمنها الاستقصاء العملي.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
• الأسئلة من ٣ إلى ١٠	٣-٤ الكتلة والقصور الذاتي ٤-٤ الحركة في المواقع ٤-٥ قوى التلامس العمودية والطفو	كتاب الطالب
• أسئلة لتقييم معرفة وفهم الطلبة للسرعة المتجهة الحدية. الاستقصاء العملي	نشاط ٤-٤ السرعة المتجهة الحدية ١-٤: السرعة المتجهة الحدية لكرة تسقط داخل الماء عبر أنبوب رأسي	كتاب التجارب العملية والأنشطة

## المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- يعتقد بعض الطلبة أن جسمًا ثقيلاً وآخر خفيفاً أُسقطا معاً من ارتفاعات معينة سيصلان في اللحظة نفسها إلى سطح الأرض؛ قد تجد بعض الصعوبة في تغيير قناعتهم، لذلك يمكن عرض بعض مقاطع الفيديو المأخوذة من الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) لتوضيح الأمر.

## أنشطة تمهدية

تقدم هذه الموضوعات بعض التجارب العملية البسيطة التي عادةً ما يجدها الطلبة ممتعة، كما تقدم فرصة للاستقصاء العملي في كيفية اعتماد مقاومة الهواء أو قوى مقاومة المائع على سرعة جسم ما، والاستفسار عن كل ما يدور في بالهم. نقترح عليك فكرتين كتمهيد لهذه الموضوعات؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقديم الطلبة في هذه الموضوعات.

### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- عرض مقطعاً قصيراً من فيديو لأحد المظللين في حالة سقوط حر، سائلاً الطلبة عما إذا كانوا قد شاركوا، أو يعرفون أحداً شارك في قفزة بنجي (القفز بالحبال المطاطية) أو هبوط بمظلة. نبه الطلبة إلى أنه سيتم سؤالهم عن السرعة والتسارع ومقاومة الهواء في مراحل مختلفة من القفزة.
  - يمكن للطلبة العمل ضمن مجموعات لرسم تمثيل بياني (السرعة المتجهة-الזמן) للسقوط الحر عند بداية القفز، وللحظة فتح المظلة، وعند الوصول إلى سطح الأرض. يمكنهم -على تمثيلهم البياني- تحديد ما يحدث لمقاومة الهواء ومحصلة القوى والتسارع (بما في ذلك القيمة الابتدائية للتسارع  $m s^{-2}$  10)؛ كما يمكنهم شرح التمثيل البياني لمجموعات أخرى.
- فكرة للتقدير:** يمكنك معرفة مدى فهمهم من خلال متابعتك لعمل المجموعات، ومن خلال العرض التقديمي وما يليه من مناقشة.

### فكرة ب (١٠-٥ دقائق)

- عرض جسمين: أحدهما ثقيل والآخر خفيف، سائلاً عن الجسم الذي يصل أولاً إلى الأرض عند إسقاطهما من ارتفاع معين، وسبب ذلك. ثم اشرح ما يحدث.
- فكرة للتقدير:** يجب أن توضح لك الإجابات عن الأسئلة ما إذا كان الطلبة قد فهموا أن مقاومة الهواء تزداد مع السرعة، وأن الوزن ومقاومة الهواء سوف يتذبذبان في النهاية.

## الأنشطة الرئيسية

### ١ السرعة المتجهة الحدية (ساعة واحدة)

- في حال توفر كاميرا تصوير فيديو أو كاميرا رقمية أو هاتف خلوي مناسب أو النايلون الزمني، يمكنك إسقاط الأشياء وتسجيل حركتها أثناء سقوطها، ثم مناقشة رد فعل الطلبة لإثبات أن التسارع يتراوح، وبالتالي يتم الوصول إلى تلك السرعة الثابتة، وبدلاً من ذلك يمكنك إظهار صورة ستريوبوسكوبية لكرة ساقطة، كالصورة ٥-٣ من الوحدة الثالثة من كتاب الطالب، أو عرض مقطع فيديو لصورة ستريوبوسكوبية ليتضح انخفاض قيمة التسارع أثناء السقوط، عند حدوث مقاومة الهواء. يمكن إجراء القياسات من مقطع الفيديو أو من «صورة ستريوبوسكوبية لكرة ساقطة».

## الوحدة الرابعة: القوى

وجدتها على الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت). كما يمكن حساب السرعة المتوسطة بين الصور المتتالية للكرة أثناء سقوطها، ثم رسم تمثيل بياني (السرعة المتجهة-الزمن).

فكرة للتقديم: اطرح على الطلبة أسئلة لاكتشاف ما إذا كانوا يفهمون سبب الوصول إلى سرعة متوجهة حدّية ثابتة المقدار، على سبيل المثال: «ما قيمة كل من مقاومة الهواء والتسارع في البداية وفي النهاية؟».

إرشادات عملية: يمكن استخدام النابض الزمني مع سلك طويلاً وكتلة صغيرة تتدلى من نهاية السلك. ويقترح تسجيل فيديو بالهاتف المحمول، مع إظهار مسطرة متربة موضوعة في الخلفية وساعة إيقاف للتمكن من قياس المسافات والأزمنة. يجب أن يكون الجسم الساقط ظاهراً خلال التجربة بأكملها وفي كل مراحل تصوير الفيديو، للتوصل إلى السرعة المتوجهة الحدّية للجسم.

### الاستقصاء العملي ٤-١: السرعة المتوجهة الحدية لكرة تسقط داخل الماء عبر أنبوب رأسي

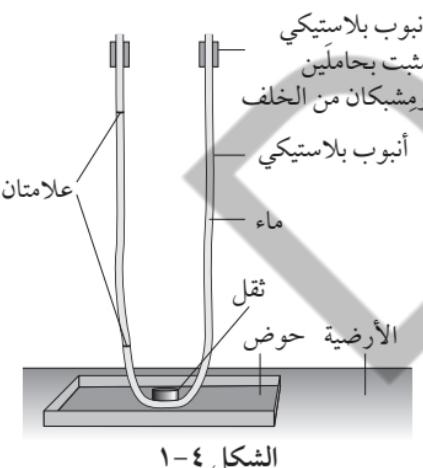
#### المدة

سيستغرق إجراء الاستقصاء العملي نحو ١٥ دقيقة؛ وستستغرق أسئلة التحليل والتقييم ٣٠ دقيقة.

#### ستحتاج إلى

##### المواد والأدوات

- أنبوب بلاستيكي شفاف على شكل U بقطر داخلي (8 mm) مملوء بالماء، كما هو موضح في الشكل ٤-٤ يجب أن يكون مسطرة متربة.
- ارتفاع الأنابيب (1.4 m) والمسافة بين العلامتين المحددين (100 cm) تقريباً والحووض أسفل الأنابيب موضوع لجمع الماء المنسكب، أمّا الثقل فالحافظ على الأنابيب ثابتاً في مكانه، والشرريط اللاصق لثبت الأنابيب بالمشبكين.
- قطعة قصيرة من الأنابيب البلاستيكي نفسه.
- حجمان مختلفان من الكرات الفولاذية (خمس كرات من كل حجم) في حوض صغير. القطر المناسب لكل من نوعي الكرات (3.17 mm) و (5.53 mm). (يعتمد قطر الكرات المستخدمة على القطر الداخلي لأنبوب البلاستيكي).
- قديمة ذات الورنية.
- ساعة إيقاف تقرأ إلى (0.01 s).



#### !**احتياطات الأمان والسلامة**

- ضع كل الأدوات في حوض بحيث إذا انسكب شيء منها لا يؤثر على أوراق العمل.
- تأكد من قراءة احتياطات الأمان والسلامة في بداية هذا الكتاب. واستمع إلى نصائح معلمك قبل تنفيذ هذا الاستقصاء العملي.

### التحضير للاستقصاء

- هذا الاستقصاء لا يتطلب تمثيلاً بيانيًا، بل يسجل فيه قياس مجموعتين من النتائج مع مقارنة مدى ملاءمتها للعلاقة المقترحة.
- لإجراء هذا الاستقصاء ستحتاج إلى أنبوب بلاستيكي طويلى على شكل حرف L ، إذ من دونه لا يمكن إجراء هذا الاستقصاء العلمي. سيحتاج كل طالب أو مجموعة طلبة إلى الأنابيب L لمدة 10 دقائق فقط، بحيث يمكن مشاركته بين المجموعات.
- يُسقط الطلبة كرة فولاذية في الأنابيب. ويتم قياس زمن سقوطها بين علامتين بحيث يمكن حساب السرعة المتجهة الحدية؛ كما يتم قياس القطر الداخلي للأنابيب، بحيث يمكن حساب مساحة الفجوة بين الكرة والجدار الداخلي للأنابيب. يجب تكرار هذه الخطوات في الاستقصاء للحجم الثاني من الكرات.

### توجيهات حول الاستقصاء

- في الخطوة 2 إذا لم يكن القطر الداخلي للأنابيب مستديراً يجب أن تكون قيمة (D) هي متوسط عدة أقطار.
- تمثل الصعوبة الرئيسية في قياس الزمن (t) في الخطوة 4 لأن بعض القيم المقاومة ستكون أقل من ثانتين، وعلى الطلبة ملاحظة الكرة وهي تجتاز كلاً من العلامتين. قد يرغب الجميع في إجراء التجربة، لذا يتعين عليهم استرداد الكرات باستخدام المغناطيس.

**٥** في السؤال (هـ)، قد تحتاج إلى تذكير الطلبة بأن النسبة المئوية لاختلاف بين قيمتي  $k$  تعطى بالعلاقة:

$$\frac{(k_1 - k_2)}{100\%} \times \frac{\text{القيمة المتوسطة لـ } L}{L}$$

**٦** إذا توافر الوقت، يمكن أن يطلب إلى الطلبة وصف طريقة قياس الزمن التي من شأنها تقليل قيمة عدم اليقين.

### أنموذج نتائج

يجب أن تكون نتائج الطلبة متقاربة من تلك المقترحة هنا، إذ يمكن استخدام هذه البيانات للإجابة عن أسئلة تحليل البيانات في حال عدم تمكّنهم من إجراء التجربة.

$$D = 8.0 \text{ mm}$$

$$L = 0.992 \text{ m}$$

قيمة الزمن t (s)					قطر الكرة d (mm)	
1.54	1.55	1.54	1.57	1.55	3.17	الكرات الصغيرة
2.27	2.24	2.25	2.23	2.26	5.53	الكرات الكبيرة

الجدول ٤-١

إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ٤-١ في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام أنموذج النتائج)

أ، ب، ج، د، هـ.

k	A (mm <sup>2</sup> )	v (m s <sup>-1</sup> )	t (s)	
0.0151	42.4	0.640	1.55	الكرات الصغيرة
0.0168	26.2	0.441	2.25	الكرات الكبيرة

الجدول ٤-٢

و. النسبة المئوية لفرق = 10.7%

ز. النسبة المئوية لعدم اليقين في (t) :

$$= \frac{100\% \times 0.2}{1.55} = 12.9\%$$

### التعليم المتمايز (تفريد التعليم)

#### التوسيع والتحدي

إذا اقتضت الحاجة إلى المزيد من التحدي، يمكن للطلبة الاستقصاء كمياً في كيفية اعتماد السرعة المتجهة الحدية المقاسة على عامل واحد معين في أيّة تجربة يجرؤونها، أو يمكنهم الحصول على قيم عدم اليقين في أيّة تجربة من التجارب. كما يتبع الاستقصاء العملي ٤-١ الوارد في كتاب التجارب العملية والأنشطة تدريباً جيداً لإيجاد قيم عدم اليقين.

#### الدعم

إذا وجد الطلبة صعوبة في أخذ القراءات، أو في توفير الأجهزة المناسبة، فيمكنك تقديم بيانات ذات صلة، على سبيل المثال: نسخة لشريط النابض الزمني، أو الارتفاع الرأسي لجسم ما، أو حتى ارتفاع المظلي في أوقات مختلفة.

#### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- أسأل الطلبة: كيف يمكنكم تفسير ما يحدث عند سقوط جسم ما في وجود مقاومة الهواء؟
- أسألهم أيضاً: ما مدى قدرتهم على إثبات أن السرعة المتجهة الحدية ثابتة المقدار؟ وكيف يتذكرون من ثباتها؟

## الموضوعان ٤-٦: قانون نيوتن الثالث للحركة و ٤-٧: الوحدات الأساسية والنيوتون

#### الأهداف التعليمية

- ٤-٧ يذكر نص قانون نيوتن الثالث للحركة وتطبيقاته.
- ٤-٨ يفهم أن المعادلات الفيزيائية يجب أن تكون متجانسة، ويستخدم الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات للتحقق من تجانس المعادلات الفيزيائية المتعلقة بالحركة والقوى.

#### نظرة عامة على الموضوعين

- يتم تقديم قانون نيوتن الثالث للحركة والمعادلات المتجانسة.

#### عدد الحصص المقترحة للتدرس

يخصص لتنفيذ هذين الموضوعين حصستان دراسيتان (ساعة و ٢٠ دقيقة تقريباً).

## المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
• الأسئلة من ١١ إلى ١٢	٤- قانون نيوتن الثالث للحركة ٧- الوحدات الأساسية والنيوتن	كتاب الطالب
• تقييم للمعادلات المتتجانسة من خلال حل السؤال.	السؤال ٤ في أسئلة نهاية الوحدة	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تطبيق قانون نيوتن الثالث، خصوصاً في ما يتعلق بوزن جسم ما؛ إذ يعتقدون خطأً أن الوزن وقوة التلامس العمودية إلى الأعلى على جسم ساكن على الأرضية يمثلان زوج قوى. على الرغم من أن هاتين القوتين متساويتان بالمقدار ومتواستان بالاتجاه، إلا أنهما لا تشكلان زوج قوى؛ لأن تأثير زوج القوى يجب أن يكون على جسمين مختلفين.

### أنشطة تمهيدية

لا شك أن الطلبة درسوا في السابق قانوني نيوتن الأول والثاني للحركة، ولذلك يمكنهم إجراء بعض التجارب؛ كما سوف يكتسبون فهماً أفضل لقوانين نيوتن للحركة، خصوصاً القانون الثالث.

نقترح عليك ثلاثة أفكار كتمهيد لهذين الموضوعين؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذين الموضوعين.

### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- انفح باللونأ ثم اتركه يتحرك داخل القاعة. ثم اسأل الطلبة: «لماذا يطير في أرجاء القاعة؟» اطلب إليهم أن يناقشوا في مجموعات، أسئلة مثل:
  - كيف يؤدي الضغط على دواسة الوقود في السيارة إلى زيادة سرعتها؟
  - لماذا تدرج الكرة الثقيلة مسافة أبعد من الكرة الخفيفة؟
  - عندما تقفز إلى الأمام من قارب لماذا يتحرك القارب إلى الخلف؟

- لماذا تغير الكرة اتجاهها عندما تصطدم بجدار، علمًا أن الجدار لا يتحرك؟ ما الذي يدفعها للتحرك باتجاه آخر؟
- ابحث على الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن مقطع فيديو «إطلاق صاروخ»، ثم اعرضه أمام الطلبة، طالباً إليهم وصف ما يحدث من حيث القوى المؤثرة.

**فكرة للتقديم:** ستكون قادراً على تحديد ما إذا كان الطلبة يفهمون القوى التي تؤثر على مجموعة معينة من الأجسام التي تعامل معها في الحياة اليومية.

يمكن للطلبة كتابة تقرير عن القوى المؤثرة على الصاروخ، كما يمكنهم تعديله لاحقاً لإضافة تعليقات حول كيفية تطبيق جميع قوانين نيوتن في كل مرحلة من مراحل إطلاق الصاروخ بعد دراستهم لهذه القوانين، بما في ذلك القانون الثالث.

### فكرة ب (١٠ دقائق)

- اعرض أمام الطلبة كرتين تصطدم إحداهما بالأخر (إحداهما ثابتة في البداية ومن ثم تتحرك الكرة)، ابدأ باستخدام كرتين لهما الكتلة نفسها، ثم بكتلين مختلفتين. اطلب إليهم رسم مخطط يوضح القوى المؤثرة على كل كرة خلال الاصطدام، مقتراحاً عليهم تسجيل مقدار القوة التي تؤثر بها الكرة الأولى على الثانية، مقارنة بمقدار القوة التي تؤثر بها الثانية على الأولى.

فكرة للتقديم: يمكنك معرفة ما إذا كان الطلبة يدركون أن للقوىتين اتجاهين متعاكسين ومتباينين في المقدار، على الرغم من أن كليهما قد تكونان مختلفتين. يمكنك بعد ذلك أن تسأل: «كيف يمكننا أن نظهر أن القوىتين متباينات في المقدار؟».

### فكرة ج (١٠ دقائق)

- اطلب إلى الطلبة، العمل في مجموعات، ليكتبوا في مخطط كل ما يعرفونه عن القوى. يمكن أن يتم عرض مخطط لمجموعة منهم، كما يمكن لمجموعات أخرى اقتراح إضافات على المخططات.

فكرة للتقديم: يمكنك معرفة ما إذا كان الطلبة قد تذكروا الأفكار الأساسية من التعلم السابق.

## الأنشطة الرئيسية

### قانون نيوتن الثاني - محاكاة (٤٠ دقيقة) ١

- يتوزع الطلبة في مجموعات، لتقييم محاكاة لقانون نيوتن الثاني. ابحث على الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن «محاكاة قانون نيوتن الثاني» (Simulation Newton's second law)، أو اعرض محاكاة لصف بأكمله، طالباً إليهم بشكل فردي استخدام عناصر التحكم في المحاكاة أمام الجميع. يمكن قياس مجموعة من التسارعات باستخدام قوى مختلفة مؤثرة على كتلة معينة، من ثم يتم تكرار هذه العملية على كتلة مختلفة. تُستخدم التمثيلات البيانية للتسارع مقابل القوة لإظهار أن القوة = الكتلة × التسارع.

فكرة للتقديم: يمكنك تقييم المهارات العملية ومهارات جدولة البيانات، كما يمكنك تقييم قدرة الطالب على وصف كيفية إجراء القياسات الفعلية.

### قانون نيوتن الثالث (٣٠ دقيقة) ٢

- قدم توضيحاً لقانون نيوتن الثالث، على سبيل المثال: بالون منفوخ بالهواء ثم تحرره، حيث توجد قوة مؤثرة على كمية الهواء في داخله تدفعه إلى الخارج وقوة على البالون تدفعه إلى الأمام وبالاتجاه المعاكس للهواء المندفع. مثال آخر هو القفز إلى الخلف عن لوح تزلج لإظهار أن لوح التزلج سوف يتحرك في الاتجاه المعاكس؛ يمكنك بعد ذلك صياغة القانون. أكد على أن القوىتين كزوج قوى يجب أن تؤثرا على جسمين مختلفين، ويجب أن يكون زوج القوى من النوع نفسه كقوى جاذبية، أو قوى كهربائية وما إلى ذلك. وكمثال على ذلك أن وزن جسم ما يشكل زوج قوى قانون نيوتن الثالث مع قوة الجاذبية التي يؤثر بها الجسم على الأرض بجذبها إلى الأعلى؛ لأن كتلة الجسم تجذب كل الذرات الموجودة في الأرض. يمكن للطلبة العمل في مجموعات لذكر أزواج قوى قانون نيوتن الثالث لجميع أنواع القوى الأخرى التي يعرفونها، كما يجب أن يذكروا الأجسام التي ينطبق عليها كل زوج من أزواج القانون الثالث وأنواع القوى. بعض الأمثلة الواردة في أسئلة كتاب الطالب من ١٠ إلى ١٣ مفيدة في هذا المجال.

### ٣ المعادلات المتتجانسة (٣٠ دقيقة)

- ذكر الطلبة بفكرة أن عدد الوحدات الأساسية في النظام الدولي للوحدات (SI) محدود، وأخبرهم أن المعادلات يجب أن تكون متتجانسة. وبالنظر إلى أن تسارع السقوط الحر يحتوي على الوحدتين  $m\text{s}^{-2}$ ، يمكن للطلبة اشتقاء الوحدات الأساسية للقوة والتحقق من المعادلات المختلفة، على سبيل المثال: اعرض المثال ٥ ثم اطلب إليهم الإجابة عن السؤالين ١٢ و ١٣ الوارددين في كتاب الطالب. يمكن التدرب أكثر على المعادلات المتتجانسة، من خلال حل السؤال ٤ الوارد في أسئلة نهاية الوحدة من كتاب التجارب العملية والأنشطة.

**فكرة للتقويم:** يمكنك تقييم فهم الطلبة من خلال تحليلهم الفردي لزوج معين من قانون نيوتن الثالث.

### التعليم المتمايز (تفريغ التعليم) التوسيع والتحدي

إذا اقتضت الحاجة إلى المزيد من التحدي، يمكن للطلبة البحث عن قوانين نيوتن للحركة في كتاب الطالب أو عبر الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) للعثور على طرائق مختلفة لصياغتها. كما يمكنهم وصف الفروقات فيما بينها، ووصف كيف أن الصياغات المختلفة تحمل المعنى نفسه.

### الدعم

قد يحتاج الطلبة إلى الدعم عند إعادة ترتيب المعادلات لإيجاد وحدات متغيرات غير معروفة بعد التأكد من أن المعادلة متتجانسة.

### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- **أسأل الطلبة:** إذا كان أحدكم محاصراً في حلبة للتزلج على الجليد، خالية من قوى الاحتكاك، وبعيداً عن أطراف الحلبة، وكل ما لديه لكي يتحرك كرة تنس وكتاب فيزياء ثقيل: كيف يتصرف؟ هل تجدون أنه من السهل تطبيق المعرفة بقوانين نيوتن على هذه المشكلة، وشرح تطبيقها؟
- الفكرة هنا هي أنه إذا تم رمي كرة التنس أو كتاب الفيزياء الثقيل في اتجاه معين واحد، فإن الطالب سيخضع لقوة متساوية في المقدار ومعاكسة في الاتجاه الآخر، الأمر الذي سيدفعه نحو الطرف، وفي حالة عدم وجود احتكاك، فسيستمر في التحرك بمجرد أن يكون لديه سرعة متوجهة.
- لقد استغرق العلماء وقتاً طويلاً في فهم القوى، وتآلق نيوتن في تطوير قوانينه للحركة. ما الذي تجده صعباً في فهم هذه القوانين؟ ولماذا في اعتقادك استغرق العلماء وقتاً طويلاً في ذلك؟

## الموضوعان ٤-٨: جمع القوى و ٤-٩: مركبات المتجهات

### الأهداف التعليمية

- ٤-٣ يمثل أنواعاً مختلفة من القوى في مخططات القوة للجسم الحر ويفسرها.
- ٤-٩ يستخدم مثلث المتجهات لتمثيل قوى في مستوى واحد في حالة الاتزان.
- ٤-١٠ يحلل القوى إلى مركبات متعامدة ويستخدمها في العمليات الحسابية.

### نظرة عامة على الموضوعين

- يجمع قوى في مستوى واحد.
- يمثل القوى بمركبتين متعامدين.

### عدد الحصص المقترحة للتدريس

يخصص لتنفيذ هذين الموضوعين ٥ حصص تدريس (٢ ساعات تقريباً)، من ضمنها الاستقصاء العملي.

### المصادر المرتبطة بالموضوع

الوصف	الموضوع	المصدر
<ul style="list-style-type: none"><li>• مركبنا متوجه ما</li><li>• الأسئلة من ١٤ إلى ١٧</li></ul>	٤-٨ جمع القوى ٤-٩ مركبات المتجهات	كتاب الطالب
<ul style="list-style-type: none"><li>• استخدام الحسابات أو مخطط بمقاييس رسم مناسب في جمع المتجهات.</li><li>• حل الأسئلة في النشاطين ٤-٥ و ٤-٦ لتقدير معرفة جمع القوى وفهمها وتحليلها.</li></ul>	٤-٥ نشاط جمع القوى ٤-٦ تحليل القوى ٤-٢ الاستقصاء العملي: اتزان مسطرة خشبية قابلة للدوران حول محور أفقي	كتاب التجارب العملية والأنشطة

### المفاهيم الخاطئة وسوء الفهم

- غالباً ما يخلط الطلبة بين مخطط قوى الجسم الحر ومخطط جمع المتجهات، إذ يوضح مخطط قوى الجسم الحر القوى المؤثرة على جسم ما والأماكن التي تؤثر فيها عليه، بينما تظهر القوى التي تؤثر على جسم ما في مخطط جمع المتجهات كما لو أنها تؤثر في نقطة واحدة من الجسم لإيجاد محصلة هذه القوى.
- من الشائع أن يخطئ الطلبة بين  $\cos(\theta)$  و  $\sin(\theta)$  عند تحليل القوى واستخدام المركبات.

### أنشطة تمهدية

يمكن استخدام مثلث أو متوازي أضلاع لجمع متجهين، مؤكداً أنه في المثلث، يجب أن تكون القوتان المراد جمعهما مرسومتين رأساً بذيل (أي ذيل إحداهما يبدأ من رأس الأخرى) للعثور على محصلتيهما، لكن في متوازي الأضلاع تكون المحصلة بين القوتين (قطر متوازي الأضلاع من نقطة التقائه ذيلي المتجهين). لقد تمت تغطية جمع المتجهات وطرحها في الوحدة الثانية؛ أمّا في هذه الوحدة فالتركيز الرئيسي سيكون على التمكّن من المفاهيم المتعلقة بالقوى ودراسة مركبتي قوة ما. وقد يساعد حلّ المزيد من التمارين المتعلقة بجمع متجهات القوى على مراجعة ما تعلمه الطلبة عن جمع المتجهات بشكل عام.

نقترح عليك ثلاثة أفكار كتمهيد لهذين الموضوعين؛ وسيعتمد اختيارك على الموارد المتوفرة، وعلى الزمن المتاح، وعلى كيفية تقدم الطلبة في هذين الموضوعين.

#### فكرة أ (١٥ دقيقة)

- اعرض رسمًا تخطيطيًّا لعدد من القوى التي تؤثر على جسم ما. اسأل الطلبة كيف يمكنهم إيجاد محصلة هذه القوى.
  - اعرض محاكاة جمع متجهات تُظهر شبكة في الخلفية. ابحث في الشبكة العالمية للمعلومات والاتصالات الدولية (الإنترنت) عن «محاكاة جمع متجهات».
  - أسأل الطلبة بعد عرض متجهين ومحصلتهما:
    - كيف يمكن العثور على محصلة المتجهين؟
    - كيف يمكن جمع ثلاثة قوى (جمع قوتين ثم جمع القوة الثالثة مع محصلتيهما)؟
    - كيف يمكن طرح قوتين (بجمع سالب أحد المتجهين مع المتجه الآخر)؟
    - كيف يمكن أن يكون جسم ما في حالة اتزان مع قوتين تؤثران عليه؟
- ثلاث قوى تؤثر عليه؟

**فكرة للتقدير:** يمكنك معرفة ما إذا كان الطلبة يجدون صعوبة في رسم القوى أو المتجهات في أكثر من اتجاه. اطلب إليهم كتابة إجاباتهم، لتمكن من تقييم هذا العمل الخطي إضافة إلى ما قدموه من إجابات أثناء المناقشة.

#### فكرة ب (٥ دقائق)

- خذ بضعة أمتار من حبل متين، واطلب إلى طلابيَّن أن يمسكا بطرفيِّ الحبل ويشدَّاه بقوَّة. علق في منتصف الحبل كتلة (1 kg) وسيجد الطلبة أنه من المستحيل إبقاء الحبل أفقياً. ولتحفيزهم على معرفة السبب، قد تحتاج إلى تذكيرهم بمركبَيَّ متجه ما، حيث يجب أن تحتوي قوتاً الشد على مركبة رأسية لتوازن وزن الكتلة المعلقة، وبالتالي لا يمكن أن تكون قوتاً الشد أفقين.

**فكرة للتقدير:** يمكنك معرفة ما إذا كان الطلبة يدركون أن مقدار محصلة قوتى الشد تساوي قيمة وزن الكتلة المعلقة.

#### فكرة ج (٥ دقائق)

- قدم اختباراً تمهيديًّا موجزاً للطلبة الموزعين في مجموعات لمعرفة ما إذا كانوا يتذكرون تعريف الكمية المتجهة والكمية العددية، وما إذا كان بمقدورهم إعطاء أمثلة على كل نوع منها. اطلب إليهم اقتراح كيفية جمع قوتين ( $N$ ) للحصول على ( $0 N$ ) و ( $1.5 N$ ) و ( $2 N$ ).

**فكرة للتقدير:** يجب أن يوضح هذا الاختبار ما إذا كان الطلبة في حاجة إلى مزيد من التذكير بالحقائق الأساسية المتعلقة بالمتجهات.

### الأنشطة الرئيسية

١

#### تجربة لإظهار جمع القوى (٤٠ دقيقة)

- قم بتوصيل خطافات ثلاثة موازين زنبركية بعضها ببعض، ثم اسحب الموازين في اتجاهات مختلفة، شارحاً للطلبة أنه إذا كانت قوتان في حالة توازن مع قوة ثالثة، فيجب أن تكون القوة الثالثة هي محصلة جمع القوتين ولكن في

## الوحدة الرابعة: القوى

الاتجاه المعاكس. سيتحققون من هذا برسم هذه القوى الثلاث في مقاييس معين. يمكنهم حساب النسبة المئوية للفرق بين إجاباتهم ومقدار القوة التي يدل عليها الميزان الزنبركي الثالث.

» **فكرة للتقديم:** من مخطط جمع المتجهات، يمكنك أن تتبع ما يلي:

- المقاييس مذكور، على سبيل المثال (N) يعادل (1 cm).
- يتم رسم خطوط رفيعة.
- تُظهر النتيجة النهائية نسبة مئوية معقولة من الفروقات.

يجب تشجيع الطلبة على وضع أسمهم للمتجهات.

» **إرشادات عملية:** تحتاج إلى ثلاثة موازين زنبركية ومنقلة وخيط متين ومسطرة. اربط خيطاً في كل من خطافات الموازين، ومن ثم اربط الخيوط الثلاثة في عقدة، ثم اطلب إلى الطلبة سحب الموازين في اتجاهات مختلفة. أخيراً، اطلب إليهم أن يرسموا ثلاثة خطوط موازية لخيوط، ويسجلوا قراءات الموازين الزنبركية الثلاثة. توفر بعض الشركات المصنعة للمعدات لوحات القوة لهكذا نوع من التجارب.

### ٢ محاكاة حركة جسم على منحدر (٣٠ دقيقة)

- ابحث في شبكة الإنترنت عن محاكاة «المنحدر: القوى والحركة». ثم استخدم المحاكاة لإظهار القوى المؤثرة على جسم موضوع على منحدر، كأن تضع صندوقاً صغيراً على المنحدر يزن نحو (100 g) ثم تقوم بزيادة زاوية الانحدار ببطء. يمكن للطلبة رسم مخطط متجهات للقوى لإيجاد القوة العمودية على المنحدر وقوة الاحتكاك، ثم تقوم بالتجربة باستخدام مستوى حقيقي وجسم لإيجاد القوة القصوى للاحتكاك على جسم ينزلق إلى أسفل المستوى.
- وفي المحاكاة أيضاً يتم توضيح أهمية المركبات من خلال تحليل وزن الجسم إلى مركبتين: واحدة باتجاه أسفل المستوى، والأخرى بزاوية قائمة مع المستوى.

» **إرشادات عملية:** لتحديد القيمة القصوى لقوة الاحتكاك التي تؤثر على جسم موضوع على منحدر، استخدم لوحًا من الخشب، وكتيناً ومنقلة، أو مسطرة لإيجاد زاوية ميل المنحدر عندما يبدأ الجسم في الانزلاق.

### ٣ عمليات حسابية (٣٠ دقيقة)

- اعرض مثلاً من كتاب الطالب يعالج مسألة جمع المتجهات. وعلى الطلبة أن يجدوا محصلة قوتين أو ثلاثة قوى تحافظ على توازن جسم ما. يفضل استخدام ورقة عمل تعددًا مسبقاً، أو اعتماد العمليات الحسابية أو الرسم بمقاييس رسم معين حسب الحاجة. يقدم السؤالان ١٥-١٤ الواردان في كتاب الطالب، والنشاط ٥-٤ من كتاب التجارب العملية والأنشطة بعض الأمثلة.

» **فكرة للتقديم:** سوف تتأكد من أن الطلبة يطبقون قاعدة جمع المتجهات بطريقتي المثلث أو متوازي الأضلاع بشكل صحيح؛ وأن الحسابات التي يقومون بها تظهر أنهم يعرفون نظرية فيثاغورث أو غيرها من علم المثلثات.

### ٤ المركبات (٣٠ دقيقة)

- ابدأ بجمع الإزاحات، وذكر الطلبة أن مركبَيَ قوة ( $\vec{F} \sin \theta$ ) و ( $F \cos \theta$ ). يمكنك إثبات أن تحليل قوة ما إلى مركبتين يتبع إيجاد حلول بسيطة للمسائل، على سبيل المثال: قوة على منحدر أو قوة شد في الخيط عند تعليق صورة على جدار. راجع المثال ٦ الوارد في كتاب الطالب.

- يمكن للطلبة بعد ذلك إجراء حسابات مماثلة، على سبيل المثال: السؤالان ١٦-١٧ الواردان في كتاب الطالب، والنشاط ٤-٦ من كتاب التجارب العملية والأنشطة.

### الاستقصاء العملي ٤-٢: اتزان مسطرة خشبية قابلة للدوران حول محور أفقي (ساعة تقريباً المدة

سيستغرق إجراء الاستقصاء العملي على الأقل ٣٠ دقيقة؛ وستستغرق أسئلة التحليل والتقييم على الأقل ٣٠ دقيقة.

#### ستحتاج إلى

##### المواد والأدوات

- مسطرة خشبية مع مقطع عرضي تقريبي ( $3 \times 2 \text{ cm}$ ).
- حاملان.
- وطولها (55 cm) مثبتة بفتحة على بعد (1.0 cm) من أحد طرفيها، وفتحة أخرى في مركزها. اربط بوساطة مثبت على شكل G (عدد 2).
- أحد طرفيها، وفتحة أخرى في مركزها. اربط بوساطة مثبتة.
- أداة تحديد الاتزان الرأسية (شاقول رأسى بطول (30 cm) تقريباً وبه حلقة في نهاية خيط الشاقول).
- منقلة ١٨٠ درجة مع تدريج ١°.
- مسطرة عادية صغيرة ومسطرة متيرية.
- صلصال.
- زنبرك فولاذي ينتهي بحلقة عند كل من طرفيه، ذو ثابت زنبركي نحو (25 N m<sup>-1</sup>).
- مسمار ليكون بمثابة محور. يجب أن تكون الفتحة في نهاية المسطرة الخشبية رخوة الدوران حول المسamar.

#### ! احتياطات الأمان والسلامة

- قد ينقلب الحاملان أثناء التجربة، لذا احرص على تثبيتهما على الطاولة قبل البدء بالتجربة.

#### التحضير للاستقصاء

- في هذا الاستقصاء العملي، يتعين على الطلبة تعليق مسطرة خشبية من أحد طرفيها، ثم استخدام زنبرك لتطبيق قوة أفقية على المسطرة.
- يتم قياس طول الزنبرك بدلاً من قياس مقدار القوة، لذلك سيكون من المناسب مناقشة العلاقة بين الاثنين. ذكر الطلبة أن مقدار القوة  $\vec{F}$  المؤثرة على الزنبرك مرتبطة باستطالة الزنبرك،  $x$ ، وبالمعادلة  $F = kx$ ، حيث  $k$  هو ثابت الزنبرك.
- يمثل هذا الاستقصاء العملي فرصة للطلبة لقياس الزوايا والقيام برسم منحنى تمثيل بياني باستخدام دالة مثلثية.

#### توجيهات حول الاستقصاء

- قد ينزلق الزنبرك إلى أسفل الحامل عند قيم منخفضة لـ  $(\theta)$ . يمكنك تثبيته بقطعة صغيرة من الصلصال.
- سيجد الطلبة صعوبة في قياس الزاوية، لأن المنقلة يجب أن تُحمل بثبات في الهواء من دون ركيزة. ومع ذلك، يجب أن يكونوا قادرين على القياس إلى أقرب درجة.

#### الوحدة الرابعة: القوى

- يجب على الطالبة التأكد من قيامهم بقياس طول الجزء الملفوف من الزنبرك بين نقطتين نفسها في كل مرة.
- قد يؤدي قياس الطول الكامل للزنبرك (بما في ذلك حلقات الأطراف) باستخدام المسطرة إلى حدوث الكثير من أخطاء اختلاف زاوية المنظر. لذلك، يتم قياس طول الجزء الملفوف من الزنبرك فقط.
- بتطبيق شروط الاتزان نحصل على:  $m g \tan \theta = kL - kL_0$ . إذا تم قياس  $m$  (كتلة المسطرة الخشبية)، فيمكن استخدام ميل منحنى التمثيل البياني لإيجاد ثابت الزنبرك  $k$ .

#### أنموذج نتائج

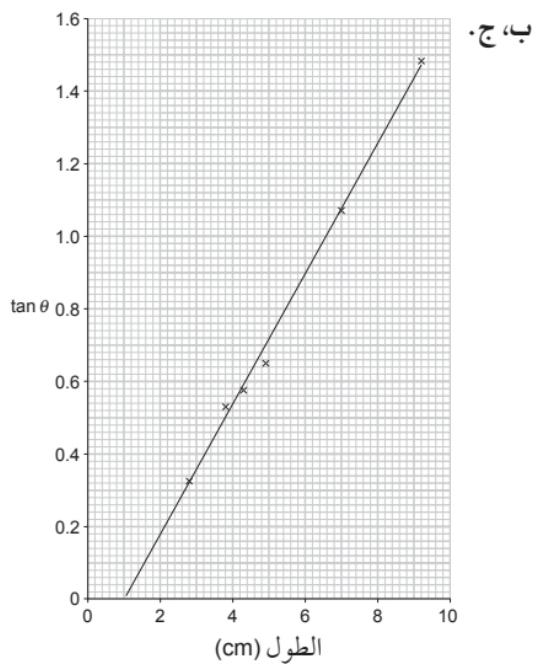
يجب أن تكون نتائج الطالبة مماثلة لتلك الواردة في الجدول ٣-٤.

$\tan \theta$	$L$ (cm)	$\theta$ (°)
0.325	2.8	18
0.532	3.8	28
0.577	4.3	30
0.649	4.9	33
1.072	7.0	47
1.483	9.2	56

الجدول ٣-٤

إجابات أسئلة الاستقصاء العملي ٢-٤ في كتاب التجارب العملية والأنشطة (باستخدام أنموذج النتائج)

أ. انظر الجدول ٣-٤.



الشكل ٢-٤

د. الميل = 0.180، نقطة التقاطع = -0.188

$$\tan \theta = 0.180 L - 0.188$$

و. الميزان الزنبركي أثقل بكثير من الزنبرك، ومن الممكن أن يؤثر بقوة رأسية غير مرغوب بها على المسطورة الخشبية.

**فكرة للتقدير:** سيكون بإمكانك التأكد من أن الطلبة يمكنهم استخدام  $(F \cos \theta)$  و  $(F \sin \theta)$  لتحليل قوة ما في اتجاهين متعامدين.

### التعليم المتمايز (تفريذ التعليم)

#### التوسيع والتحدي

أعط الطلبة مهمة تقدير قيمة عدم اليقين لقيم القوى والزوايا المقاسة، ليظهر لهم أن النسبة المئوية لعدم اليقين في نتائجهم النهائية قد تكون بسبب عدم اليقين في القياسات الأصلية.

#### الدعم

أخبر الطلبة الذين يحتاجون إلى مزيد من الدعم، ولا سيما في ما يخص الرياضيات، أن أسئلة جمع المتجهات يمكن الإجابة عنها عن طريق الرسم بمقاييس ما، وقد يكون هذا المقياس أسهل على بعضهم.

#### تلخيص الأفكار والتأمل فيها

- وزّع الطلبة في مجموعات، سائلًا إياهم عما يعرفونه من حالات عندما تؤثر أكثر من قوتين على جسم ما في اتجاهات مختلفة. وبإمكانك سؤالهم أيضًا عما إذا كان جمع المتجهات أو تحليل القوى طريقة أسهل لحل تلك الحالات، وعن سبب اعتقادهم أن إحدى الطريقتين هي الأسهل.
- اسأل الطلبة: ما الفرق بين إيجاد محصلة قوتين وإيجاد القوة الثالثة التي تحافظ على توازن جسم يخضع لهاتين القوتين؟ وما المشاكل التي يمكننا مواجهتها في تحديد اتجاه القوى المؤثرة على جسم ما؟

#### التكامل مع المناهج

- يرتبط هذا القسم الخاص بالمتجهات وتحليل المركبات بالرياضيات، ولا سيما علم المثلثات وقاعدة الجيب وقاعدة جيب التمام ونظرية فيثاغورث. قد ترغب في التشاور مع معلمي الرياضيات للتأكد من أن هذه الموضوعات قد تم تدريسها مسبقاً.
- درست المتجهات المترنة في مادة الرياضيات.

## إجابات كتاب الطالب

### إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

.٧. أ. المظلّي الأخف وزناً لأنّه سيكون لديه سرعة حدّية أقل.

ب. عليه أن يوجّه رأسه إلى الأسفل عند القفز، ويسحب ذراعيه وساقيه إلى الخلف للحصول على شكل انسيابي لتقليل مقاومة الهواء.

.٨. أ. قوة الطفو

ب. قوة الاحتكاك

ج. الوزن (قوة الجاذبية)

د. قوة التلامس العمودية (رد فعل عمودي على سطح التلامس)

هـ. قوة الشدّ

.٩. قوة مقاومة المائع

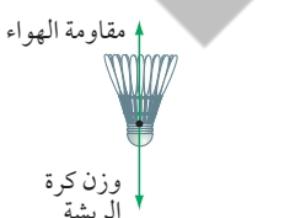


.٩.

.١٠. متجهة إلى الأعلى



بـ. متجهة إلى الأسفل



.١١. أ. قوة من إصبع القدم التي تطأها إلى الأعلى على قدمك وقوة إلى الأسفل على إصبع القدم التي تطأها. كلا القوتين هما قوّتا تلامس عمودية (ردود فعل رأسية).

١. التسارع:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200000}{5000} = 40 \text{ m s}^{-2}$$

التسارع:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{200}{(60 + 40)} = 2.0 \text{ m s}^{-2}$$

السرعة الابتدائية للدراجة صفر، لذا فإن السرعة

النهائية ٧:

$$v = u + at$$

$$v = at = 0 + 2.0 \times 5.0 = 10 \text{ m s}^{-1}$$

.٣.

كلما ازدادت كتلة السيارة، ازدادت القوة اللازمة لإبطائها للوصول إلى سرعة بطيئة. بالنسبة إلى السيارات الكبيرة، يكون الأمر أسهل على السائق إذا كان المحرك يوفر بعض القوة اللازمة لفرملة السيارة.

.٤.

بسبب القصور الذاتي، يستمرّ جسم السائق في التحرك إلى الأمام، على الرغم من توقف السيارة، وبالتالي، يوفر حزام الأمان القوة اللازمة للتغلب على هذا القصور الذاتي.

.٥.

الحجر الكبير. وزنه أكبر بحيث يصل إلى سرعة أكبر قبل أن يتساوى مقدار مقاومة الهواء مع وزن الحجر، هذا يعني أنه سيستغرق زمناً أقل ليقطع المسافة نفسها إلى الأرض.

.٦.

أ. بشحيم الزلاجات لتقليل الاحتكاك.  
بـ. بارتداء ملابس ضيقة وناعمة، ويرتدون أيضاً الخوذات الانسيابية لتخفيض مقاومة الهواء.

.٧.

جـ. بناء عضلات قوية لتوفير قوة دفع كبيرة إلى الأمام.  
دـ. بزيادة ميل المنحدر، يصبح تأثير الجاذبية أكبر.

نظراً لأن الوحدات الأساسية هي نفسها في الطرفين، فإن المعادلة متجانسة.

**بـ.** الوحدة الأساسية لـ  $(السرعة \times الزمن)$ :

$$(m s^{-1}) \times (s) = m$$

الوحدة الأساسية لـ  $at^2$

$$(m s^{-2}) \times (s^2) = m$$

نظراً لأن كلا طرفي المعادلة لها الوحدة الأساسية  $m$  نفسها، وهي الوحدة الأساسية للمسافة، فإن المعادلة متجانسة.

**١٤. أ.** نعم، السفينة في حالة اتزان، لأنها تتحرك بسرعة متوجهة ثابتة (لا تتسارع، لذا لا يوجد محصلة قوى تؤثر عليها).

**بـ.** قوة الطفو  $U$  تساوي وزن السفينة وبالاتجاه المعاكس، بما أن السفينة تطفو، لذلك مقدار قوة الطفو:

$$U = 1000 \text{ kN}$$

**جـ.** بما أن السرعة ثابتة، فنحن نعلم أن قوة مقاومة الماء تساوي قوة دفع محرك السفينة وبالاتجاه المعاكس، لذا مقدار قوة مقاومة الماء:

$$D = 50 \text{ kN}$$

**١٥. أ.** المركبة الرئيسية للقوة المحصلة = الوزن - قوة الطفو:

$$2.0 - 0.5 = 2.0 \text{ N}$$

المركبة الأفقية للقوة المحصلة =  $1.5 \text{ N}$

بالتالي، يتم الحصول على المقدار  $R$  للقوة المحصلة من:

$$R^2 = (2.0)^2 + (1.5)^2 = 6.25$$

$$R = 2.5 \text{ N}$$

**بـ.** قوة إلى الخلف على السيارة وقوة إلى الأمام على الجدار. كلا القوتين هما قوتا تلامس (ردود فعل أفقية).

**جـ.** قوة إلى الخلف على السيارة وقوة إلى الأمام على الطريق. كلتا القوتين هما قوتا احتكاك (قوتان أفقيتان).

**دـ.** قوة إلى الأعلى على الكرة وقوة إلى الأسفل على يدك. كلا القوتين هما قوتا تلامس عمودية (ردود فعل رأسية).

$$\text{الضغط} = \frac{\text{القوة}}{\text{المساحة}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

والقوة = الكتلة  $\times$  التسارع

$$F = ma$$

لذلك فإن الضغط  $P = \frac{ma}{A}$  له الوحدات الأساسية:

$$\frac{\text{kg m s}^{-2}}{\text{m}^2} = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

**بـ.** الطاقة = القوة  $\times$  المسافة،

$$E = Fs$$

لذلك الطاقة لها الوحدات الأساسية:

$$\text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$$

$$\text{جـ. الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

لذلك فإن الكثافة لها الوحدات الأساسية:

$$\text{kg m}^{-3}$$

**١٣. أ.** وحدة الضغط الأساسية =  $\text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$

الوحدات الأساسية لـ: الكثافة  $\times$  تسارع الجاذبية الأرضية  $\times$  العمق

$$P = \rho gh$$

$$(\text{kg m}^{-3}) \times (\text{m s}^{-2}) \times (\text{m}) = \text{kg m}^{-1} \text{ s}^{-2}$$

- ب.** القوة المحصلة = القوة إلى الأعلى - القوة إلى الأسفل:

$$F = 500 - 112 = 388 \text{ N}$$

(إلى الأعلى)

**ج.** التسارع =  $\frac{\text{القوة المحصلة}}{\text{الكتلة}}$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{388}{70} = 5.54 \text{ m s}^{-2}$$

(يُعدّ الرقم 70 رقمًا صحيحاً دقيقاً).

- ٤. أ.** في البداية، القوة الوحيدة المؤثرة على الكرة هي الوزن، ولكن كلما ازدادت سرعتها، ازدادت قوة مقاومة المائع.

عندما يساوي مقدار قوة مقاومة المائع وزن، يكون التسارع صفرًا والسرعة ثابتة.

- ب.** نضع ربطات مطاطية حول أسطوانة الزيت، بحيث يكون تباعد المسافة الرأسية بين الربطات متساوياً على طول الأسطوانة. ثم نقوم بقياس زمن مرور الكرة بين الربطات. عندما تصل الكرة إلى سرعتها المتجهة الحدية، سيكون الزمن المستغرق بين الربطات المتتالية ثابتاً.

تشغيل ساعة الإيقاف وإيقافها بشكل مبكر أو متاخر يتسببان في حدوث خطأ عشوائي.

- ٥. أ.** الجسم (أ)

١. الأرض

٢. إلى الأعلى

٣. قوة الجاذبية (الصندوق على الأرض)

- ب.** الجسم (ب)

١. الأرض أو الأرضية تحت قدمي الرجل

٢. إلى الأسفل

٣. قوة التلامس العمودية

$$1.5 \text{ m s}^{-1}$$

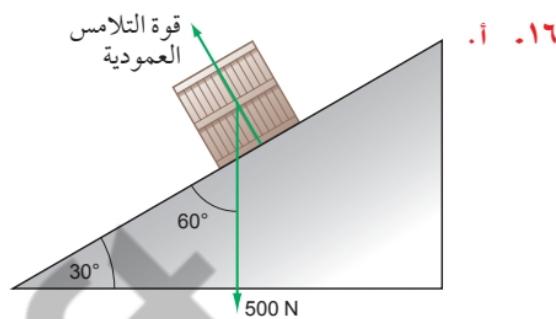
- ٦. أ.**

الزاوية:

$$= \tan^{-1} \frac{1.5}{2.0} = 37^\circ$$

إلى اليمين مع الاتجاه الرأسي (شرق الجنوب).

- ب.** كلا، لأن هناك قوة محصلة تؤثر عليه.



- ب.** مركبة الوزن الموازية لأسفل المنحدر:

$$= 500 \sin 30^\circ = 250 \text{ N}$$

- ج.** إن قوة التلامس العمودية للمنحدر هي رد فعل عمودي على المنحدر، لذا فهي تعمل بزاوية 90° مع المنحدر.

- د.** قوة الاحتكاك: موازية للمنحدر وباتجاه إلى أعلى المنحدر.

- ١٧. أ.** مركبة التسارع الموازية للمنحدر:

$$= 9.81 \times \sin 25^\circ = 4.1 \text{ m s}^{-2}$$

- ب.** محصلة القوى باتجاه أسفل المنحدر:

$$F = (0.6 \times 9.81 \times \sin 25^\circ) - 1.2 = 1.29 \text{ N}$$

التسارع:

$$a = \frac{1.29}{0.6} = 2.15 \text{ m s}^{-2}$$

أو  $2.2 \text{ m s}^{-2}$  (مع رقمين معنويين)

### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

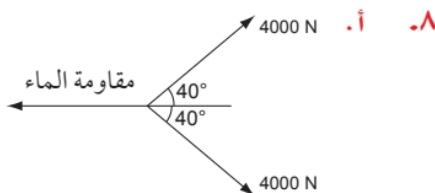
**١.** أ

**٢.** ب

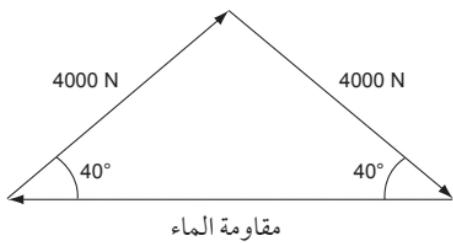
**٣.** أ. الوزن = الكتلة × التسارع

$$W = mg$$

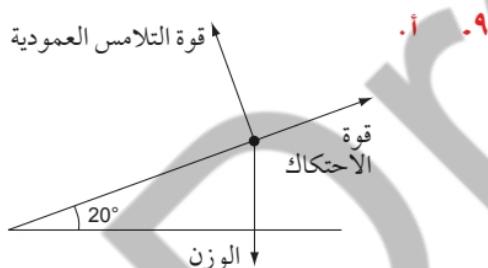
$$W = 70 \times 1.6 = 112 \text{ N}$$



- ب.** وضع مخطط مع مقاييس رسم مناسب، قوة مقاومة الماء للسفينة =  $6130 \text{ N}$  تُقاس بمسطرة من مقاييس المخطط.



(القيام أيضًا بعملية حسابية مع مركبات القوى. مثال: مقاومة الماء =  $2 \times \text{المركبة الأفقيّة للشد} = 2 \times 4000 \cos 40^\circ = 6130 \text{ N}$ ).



- ب.** مركبة الوزن الموازية للسطح المائل:

$$\begin{aligned} & \text{الوزن} \times \cos 70^\circ \\ & \text{أو الوزن} \times \sin 20^\circ \\ & = 1.5 \times 9.81 \times \cos 70^\circ = 5.03 \text{ N} = 5.0 \text{ N} \\ & \text{مع رقمين معنويين} \end{aligned}$$

- ج.** تتزن قوة الاحتكاك مع مركبة الوزن الموازية للسطح المائل (حيث تكون قوة التلامس عمودية على السطح المائل، وبالتالي ليس لها تأثير في الاتجاه الموازي للسطح المائل). إذاً، قوة الاحتكاك =  $5.03 \text{ N}$  باتجاه أعلى السطح المائل =  $5.0 \text{ N}$  مع رقمين معنويين.

**ب.** بما إن مقاومة الهواء تزداد بزيادة سرعة الكرة، لذلك يتم الوصول إلى السرعة الحدية عندما تصبح قوة مقاومة الهواء مساوية لوزن الكرة وباتجاه الأعلى.

كما نلاحظ أن مقاومة الهواء أقل من وزن الكرة الفلزية حتى عند سرعة ما بين  $3.0 \text{ m s}^{-1}$  و  $1.5 \text{ m s}^{-1}$ .

**ج.** التسارع الابتدائي هو التسارع الناتج من قوة الجاذبية والذي يساوي  $9.81 \text{ m s}^{-2}$ . ففي البداية، لا تخضع كلتا الكرتتين لأية مقاومة للهواء؛ لأن مقدار سرعتهما يكون صغيراً نسبياً.

$$F = ma = 1200 \times \frac{8}{2}$$

$$F = 4800 \text{ N}$$

$$\text{ب. } 1 \text{. } 1 \text{ kg m s}^{-2}$$

$$\text{kg m}^{-1} \text{. } 2$$

$$4800 = b \times 50^2 \text{. } 3$$

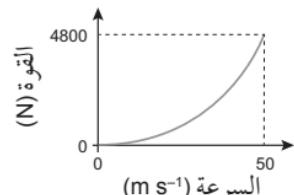
$$b = 1.92 \text{ N s}^2 \text{ m}^{-2} \text{ أو } b = 1.92 \text{ kg m}^{-1}$$

**٤.** قوة مقاومة الهواء:

$$= 1.92 \times 30^2 = 1728 \text{ N}$$

$$a = \frac{(4800 - 1728)}{1200} = 2.6 \text{ m s}^{-2}$$

**٥.** ارسم تمثيلاً بيانيًّا يوضح أن ميل منحنى القوة  $F$  بدلالة السرعة  $v$  يزداد في المدى من 0 إلى



إذ تزداد قوة مقاومة مع السرعة، لذلك تتحفظ القوة المحصلة وكذلك التسارع.

**ب.** المركبة الرأسية لقوة الشد في الحبل 1 = قوة

$$\text{الشد} \times \cos 60^\circ$$

$$0.58 \times \cos 60^\circ = 0.29 \text{ N}$$

(إلى الأعلى)

المركبة الرأسية لقوة الشد في الحبل 2 = قوة

$$\text{الشد} \times \cos 30^\circ$$

$$1.0 \times \cos 30^\circ = 0.87 \text{ N}$$

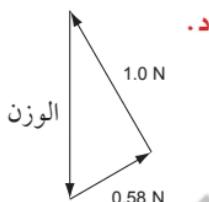
(إلى الأعلى)

**ج.** يتوزن وزن الحجر مع المركبتين الرأسيتين

إلى الأعلى لقوتي شد الحبلين:

$$= 0.87 + 0.29 = 1.16 \text{ N} = 1.2 \text{ N}$$

مع رقمين معنويين



**هـ.** باستخدام نظرية فيثاغورث، الوزن:

$$W = \sqrt{(1.0^2 + 0.58^2)} = 1.16 \text{ N}$$

$$W = 1.16 \text{ N} = 1.2 \text{ N}$$

مع رقمين معنويين

**د.** قيمة عدم اليقين في الزاوية =  $\pm 1^\circ$

أصغر قيمة وأكبر قيمة لقوة الاحتكاك هما

$$1.5 \times 9.81 \times \sin 19^\circ = 4.79 \text{ N}$$

$$1.5 \times 9.81 \times \sin 21^\circ = 5.27 \text{ N}$$

لذلك، قيمة عدم اليقين هي:

$$\frac{(5.27 - 4.79)}{2} = 0.24 \text{ N}$$

أو  $\pm 0.2 \text{ N}$

**هـ.** تعمل قوة التلامس العمودية على موازنة

مركبة الوزن العمودية ( $90^\circ$ ) على السطح

المائل.

لذلك، قوة التلامس العمودية = الوزن  $\times \cos 20^\circ$

$$= 1.5 \times 9.8 \cos 20^\circ = 13.8 \text{ N} = 14 \text{ N}$$

مع رقمين معنويين

**جـ.** المركبة الأفقيّة لقوة الشد في الحبل 1 = قوة

$$\text{الشد} \times \cos 30^\circ$$

$$0.58 \times \cos 30^\circ = 0.50 \text{ N}$$

(إلى اليمين)

المركبة الأفقيّة لقوة الشد في الحبل 2 = قوة

$$\text{الشد} \times \cos 60^\circ$$

$$1.0 \times \cos 60^\circ = 0.50 \text{ N}$$

(إلى اليسار)

تلغي هاتان المركبتان إداهما الأخرى،

حيث لا توجد قوة محصلة أفقية.

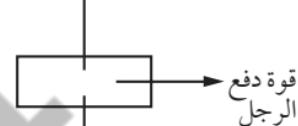
## إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

### إجابات أسئلة الأنشطة

#### نشاط ٤-١: تحديد القوى

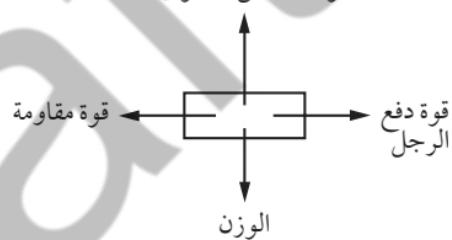
١. أ.

قوة التلامس العومدية



ب.

قوة التلامس العومدية

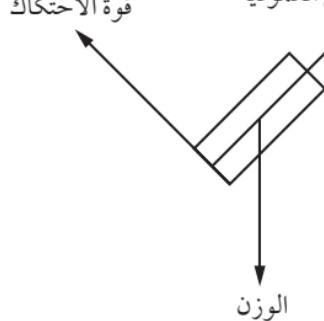


١. ب.

ج. تؤثر قوة السيارة على سطح الأرض أو على الطريق، وليس على السيارة. يُظهر مخطط القوى فقط القوى المؤثرة على السيارة.

٢. أ.

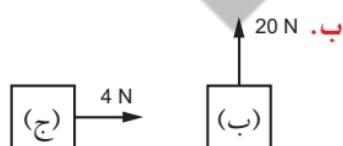
قوة التلامس العومدية



#### نشاط ٤-٢: كيف تؤثر القوى على الحركة

١. أ. القوى على الجسم (أ) متزنة، القوة المحصلة صفر؛

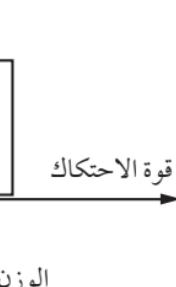
القوى المحصلة على الجسم (ب) =  $N = 20$  إلى الأعلى (غير متزنة)؛  
محصلة القوى على الجسم (ج) =  $N = 4$  إلى اليمين (غير متزنة).



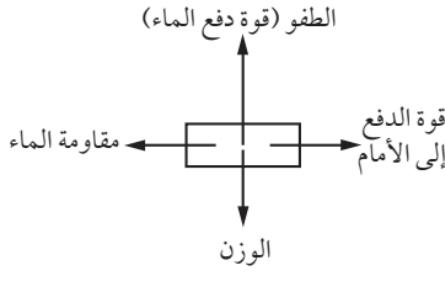
ج. الجسم (أ) لن يتحرك؛ الجسم (ب) سوف يتسارع إلى الأعلى.

سوف يتسارع الجسم (ج) إلى اليمين.

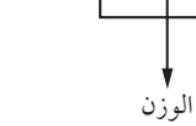
٢. ب.



٣. أ.



ب.



ج. الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات:  
كيلوغرام، ثانية، كلفن:

الوحدات المشتقة: باسكال، نيوتن، و  $\text{m s}^{-2}$

#### نشاط ٤-٤: السرعة المتجهة الحدية

$$1. \quad \text{أ. } F = 500 - 250 = 250 \text{ kN} \quad (\text{إلى الأمام})$$

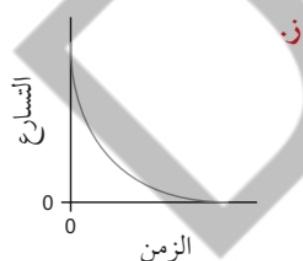
$$\text{ب. } a = \frac{F}{m} = \frac{250 \times 10^3}{200 \times 10^3} = 1.25 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{ج. } 0 \text{ m s}^{-2}$$

د. إنها متساوليات في المقدار، ومتعاكسن في الاتجاه.

هـ. زيادة قوة الدفع للمحركات؛ خفض قوة مقاومة الماء لسفينة/ من خلال ملائمة الشكل للديناميكا المائية، إلخ.

و. التمثيل البياني (ج): في البداية يكون التسارع عند حدّ الأقصى، لذلك يكون الميل في التمثيل البياني (السرعة-الزمن) عند حدّ الأقصى في البداية، وبعد ذلك يبدأ بالانخفاض ليصل في النهاية إلى الصفر.



(مخطط بسيط للتمثيل البياني، يوضح أن التسارع يتناقص نحو الصفر).

٢. أ. القوة إلى الأعلى = قوة مقاومة الهواء؛  
القوة إلى الأسفل = الوزن.

بـ. الرسم التخطيطي (1): مقاومة الهواء أكبر من وزن المظلبي عما هو عليه في الرسم التخطيطي (2).

#### نشاط ٤-٣: القوة والكتلة والتسارع

$$F = ma \quad .1$$

$$= 40 \times 10^3 \times 1.2 = 48000 \text{ N}$$

$$= 48 \text{ kN}$$

$$2. \quad \text{أ. } W = mg$$

$$= 95 \times 9.81 = 932 \text{ N}$$

بـ. القوة المحصلة:

$$1200 - 932 = 268 \text{ N}$$

(إلى الأعلى)

$$3. \quad \text{ج. } a = \frac{F}{m} = \frac{268}{95} = 2.82 \text{ m s}^{-2} \quad (\text{إلى الأعلى})$$

$$a = \frac{510}{680} = 0.75 \text{ m s}^{-2}$$

سرعة السيارة:

$$v = u + at$$

$$v = 12 + 0.75 \times 20 = 27 \text{ m s}^{-1}$$

بـ. المسافة التي قطعتها السيارة:

$$s = \frac{(v+u)}{2} \times t$$

$$s = \frac{12+27}{2} \times 20 = 390 \text{ m}$$

$$4. \quad \text{أ. } s = \frac{1}{2} gt^2$$

بالتالي، تسارع الجاذبية على سطح القمر:

$$g = \frac{2s}{t^2}$$

$$g = \frac{2 \times 2.0}{1.6^2} = 1.6 \text{ m s}^{-2}$$

بـ. كتلة الحصاة:

$$m = \frac{W}{g} = \frac{3.9}{1.6} = 2.4 \text{ kg}$$

$$5. \quad \text{أ. السرعة: } m \text{ s}^{-1}, \text{ السرعة المتجهة: } m \text{ s}^{-1}$$

التسارع:  $\text{kg m s}^{-2}$ ، القوة:

طاقة الحركة:  $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$

بـ. الوحدات الأساسية  $L$  هي  $\text{m s}^{-2}$  والوحدات

الأساسية  $L \frac{m}{s^2}$  هي  $\text{m s}^{-1}$ ، الوحدات مختلفة في الطرفين. إذاً المعادلة غير متجانسة.

#### نشاط ٤-٤: تحليل القوى

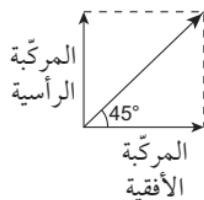
١. أ.  $100 \cos 30^\circ = 86.6 \text{ N}$

ب.  $100 \sin 30^\circ = 50 \text{ N}$

ج.  $50^2 + 86.6^2 = 10000 = 100^2$

مقدار القوة =  $100 \text{ N}$

٢. أ. المركبة الأفقية = المركبة الرأسية =  $177 \text{ N}$



ب. كل مركبة تصنع زاوية مقدارها  $45^\circ$  مع متجه القوة، حيث  $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$ .

٣. أ.  $700 \cos 70^\circ = 239 \text{ N}$

ب.  $239 - 120 = 119 \text{ N}$

ج. قوة التلامس العمودية تصنع زاوية  $90^\circ$  مع المنحدر، لذا فإن مركبتها باتجاه أسفل المنحدر تساوي صفرًا.

د. بتحليل الوزن إلى مركبته العمودية على المنحدر:

$$W \cos \theta \\ = 700 \cos 20^\circ = 658 \text{ N}$$

قوة التلامس العمودية =  $658 \text{ N}$

#### إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ. القوة المحصلة:

$140 - 65 = 75 \text{ N}$  (إلى اليسار)

ب. غير متزنة.

ج. التسارع:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{75}{20.0} = 3.75 \text{ m s}^{-2}$$

د. الإزاحة:

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

$s = 0.5 \times 3.75 \times 10^2 = 187.5 \approx 188 \text{ m}$

ج. الرسم التخطيطي (2): القوتان متساويتان ومتناهيتان.

د. تكون مقاومة الهواء أكبر بكثير من وزنه باتجاه الأسفل، لذلك توجد قوة محصلة تؤثر إلى الأعلى الأمر الذي يتسبب بتباطئه.

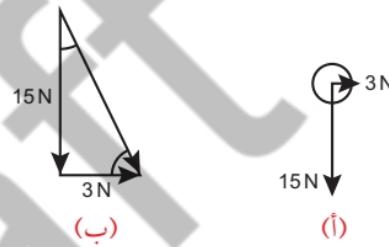
#### نشاط ٤-٥: جمع القوى

١. أ. وتر المثلث

ب.  $22.4 \text{ N}$  (بوساطة فيثاغورث)

ج.  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{20}{10} \right) = \tan^{-1} 2.0 = 63.4^\circ$

٢. أ، ب.



ج.  $F = \sqrt{(15^2 + 3^2)} = 15.3 \text{ N}$

د.  $\theta = \tan^{-1} \left( \frac{15}{3} \right) = \tan^{-1} 5.0 = 78.7^\circ$

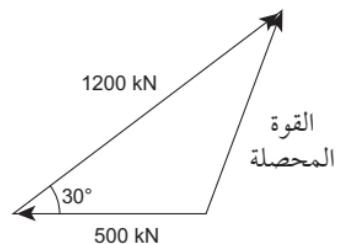
زاوية  $78.7^\circ$  جنوب الشرق

٣. أ. رسم تخطيطي مع مقياس معين لمثلث بطول  $10 \text{ cm}$  و  $6 \text{ cm}$

ب. الطول =  $14.0 \text{ cm}$ ، لذلك فالقوة المحصلة:

$= 14.0 \times 20 = 280 \text{ N}$

ج. الزاوية =  $40^\circ$



ب. بالنسبة إلى مقياس الرسم:

القوة المحصلة =  $800 \text{ N}$  عند  $50^\circ$  مع اتجاه

قوة مقاومة الماء شمال الشرق.

.١ .٢

$$\frac{F}{v^2} = kp$$

$$kp = \frac{27}{30^2} = \frac{F}{10^2}$$

بالتالي،

$$F = 27 \times \left(\frac{10}{30}\right)^2 = 3.0 \text{ N}$$

د. الوحدات الأساسية لـ  $g$  هي  $\text{m s}^{-1}$ ، والوحدات

الأساسية لـ  $\lambda$  هي  $\text{m s}^{-2}$ ، لذا

$$n = \frac{1}{2}$$

فإن قيمة

٥. أ. كرة البندول في حالة اتزان: إنها مستقرة،  
بالتالي محصلة القوى المؤثرة على الكرة  
تساوي صفرًا.

ب. 1.8 N

ج. مقدار قوة الشد في الخيط:

$$= \frac{1.8}{\cos 25^\circ} = 1.99 \text{ N}$$

$$F = T \cos 65^\circ = 0.84 \text{ N}$$

هـ. 0.84 N (إلى اليسار)

قوة التلامس العمودية أو

قوة رد الفعل

الوزن

ب. الوزن:

$$W = mg$$

$$W = 12.0 \times 9.81 = 118 \text{ N}$$

قوة التلامس العمودية = الوزن = 118 N  
(الصنどق في حالة اتزان).

ج. القوى المؤثرة على الصندوق متزنة: الصندوق  
لا يتسرع.

٣. أ. خلال تحرك الكرة إلى الأعلى.



ب. إلى الأسفل.

ج. سوف يكون التسارع أقل. الوزن يبقى متوجها نحو الأسفل، ولكن مقاومة الهواء الآن سوف تكون متوجة نحو الأعلى، الأمر الذي يقلل من القوة المحصلة، وبالتالي من التسارع الناتج.

د. التسارع =  $g$  عند أعلى نقطة. تكون سرعة الكرة صفرًا، لذا فإن مقاومة الهواء = 0؛ وبالتالي القوة الوحيدة المؤثرة على الكرة في هذه النقطة هي وزنها.

$$F = ma$$

وحدة قياس القوة هي:

$$\text{kg m s}^{-2}$$

ب. الوحدة الدولية للكثافة هي  $\text{kg m}^{-3}$

والوحدة الدولية لـ:

$$k = \frac{F}{(\rho v^2)}$$

$m^2$  هي  $k$

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

