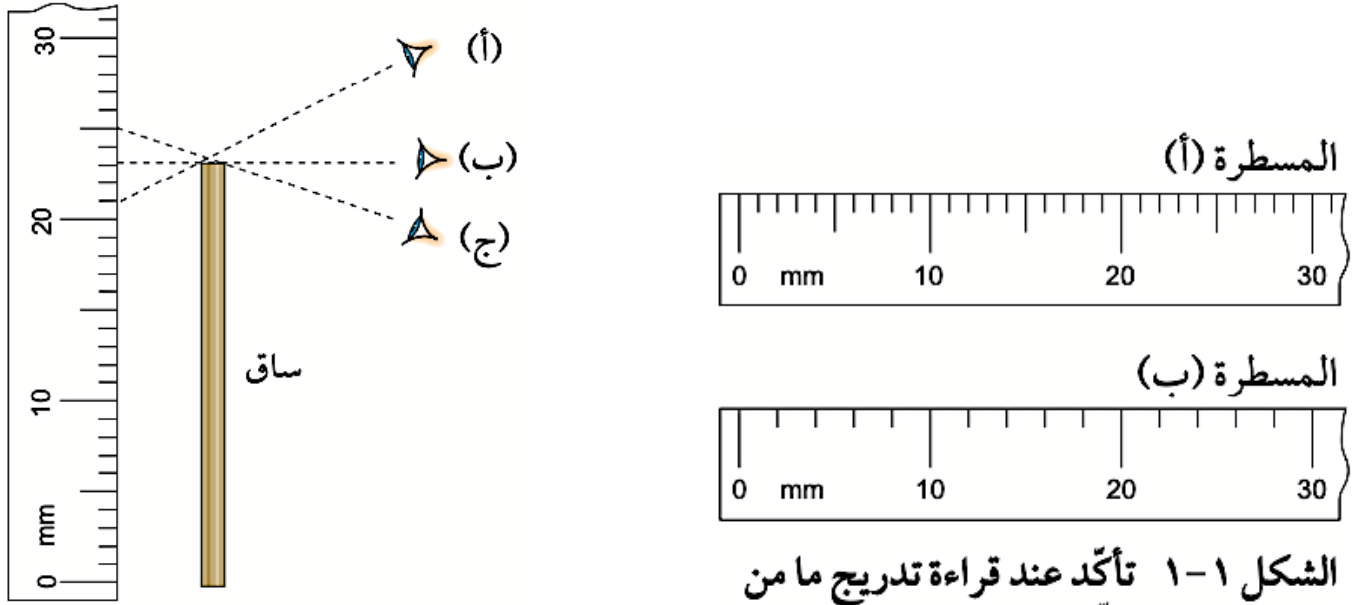


المهارات العملية

١-١ استخدام الأدوات واتباع التعليمات

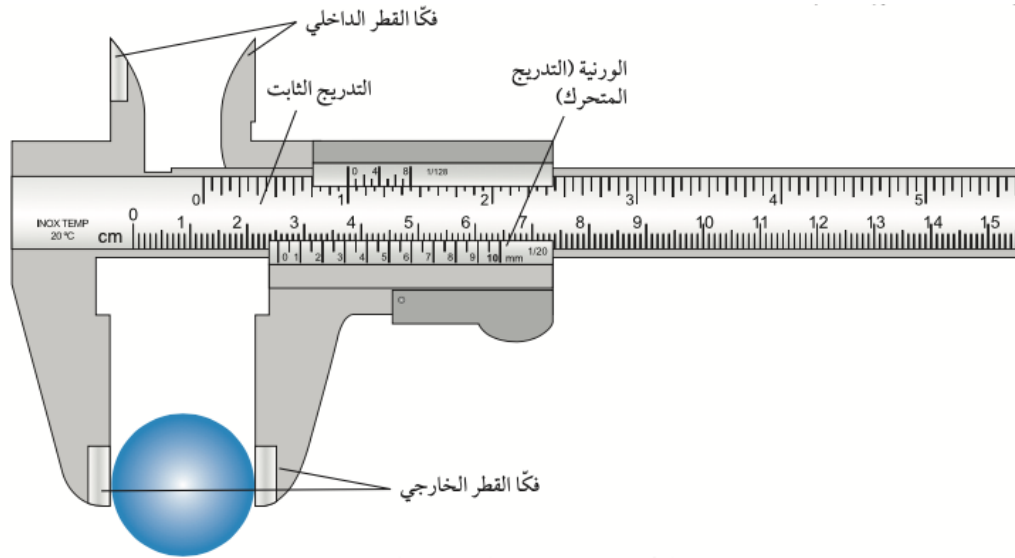
الشكلان التاليان يوضحان ما عليك الانتباه إليه عند استخدامك أدوات القياس.



الشكل ١-٢ خطأ اختلاف المنظر.

الشكل ١-١ تأكد عند قراءة تدريج ما من أنك تعرف ما يمثله كل قسم من التدريج.

هناك ما يسمى بخطأ اختلاف المنظر: وسببه عدم اختيار الموضع الصحيح للنظر وهو أن يكون عموديا على المسطرة.



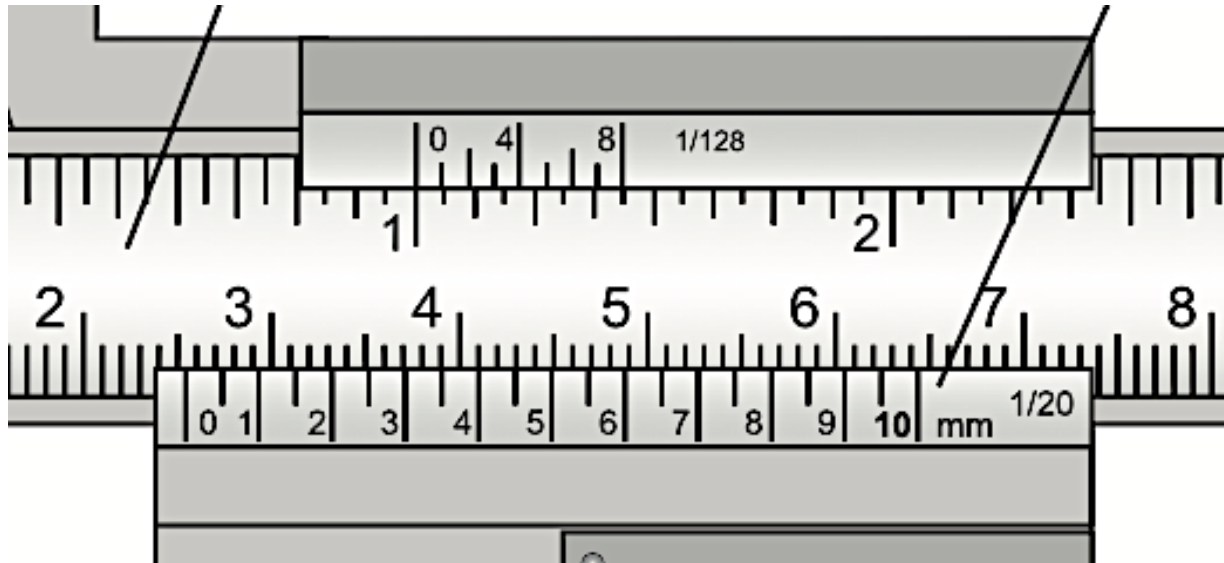
في المقدمة ذات الورنية الموضحة في الشكل أعلاه: أصغر تدريج في التدريج المتحرك هو (0.5 mm = 0.05 cm)

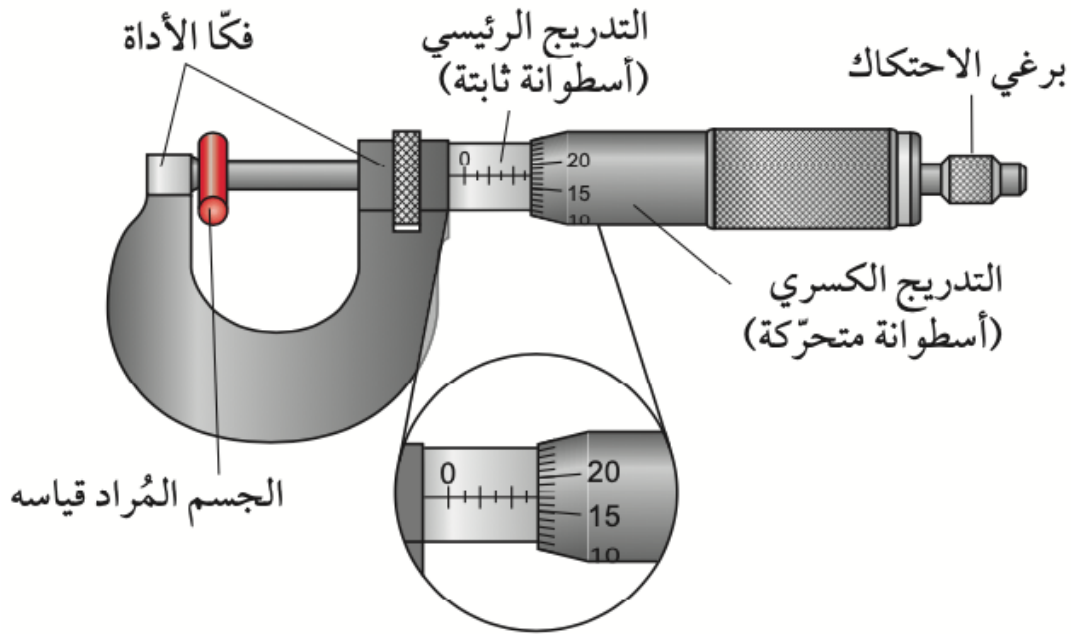
طريقة أخذ القراءة بها (تطبيقاً على الشكل التالي):

1. تحديد قراءة التدريج الثابت (في الشكل التالي بعد 2.5 cm).
2. تحديد قراءة التدريج المتحرك (في الشكل التالي 0.40 mm أي 0.040 cm)
3. جمع القراءتين (في هذا المثال: $2.5 + 0.040 = 2.540$ cm)

قراءة التدريج الثابت هي: مكان وقوع صفر التدريج المتحرك بالنسبة للتدريج الثابت

قراءة التدريج المتحرك هي: الخط على التدريج المتحرك الذي يحقق أفضل انطباق على أي خط من خطوط التدريج الثابت.





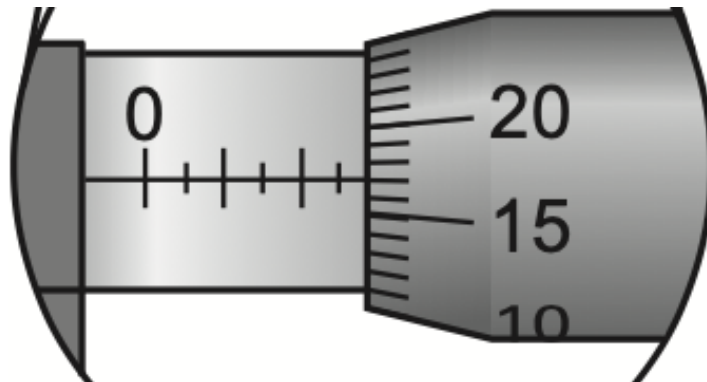
في الميكرومتر الموضح في الشكل أعلاه: أصغر تدريج على التدريج الرئيسي يساوي (0.5 mm) وأصغر تدريج على التدريج الكسري يساوي (0.01 mm).

طريقة أخذ القراءة بها (تطبيقاً على الشكل التالي):

1. تحديد قراءة التدريج الرئيسي (في الشكل التالي بعد 2.5 mm).
2. تحديد قراءة التدريج الكسري كجزء من مئة (في الشكل التالي 0.17 mm).
3. جمع القراءتين (في هذا المثال: $2.5 + 0.17 = 2.67 \text{ mm}$)

قراءة التدريج الرئيسي هي: آخر خط يمكن أن نراه على التدريج الرئيسي.

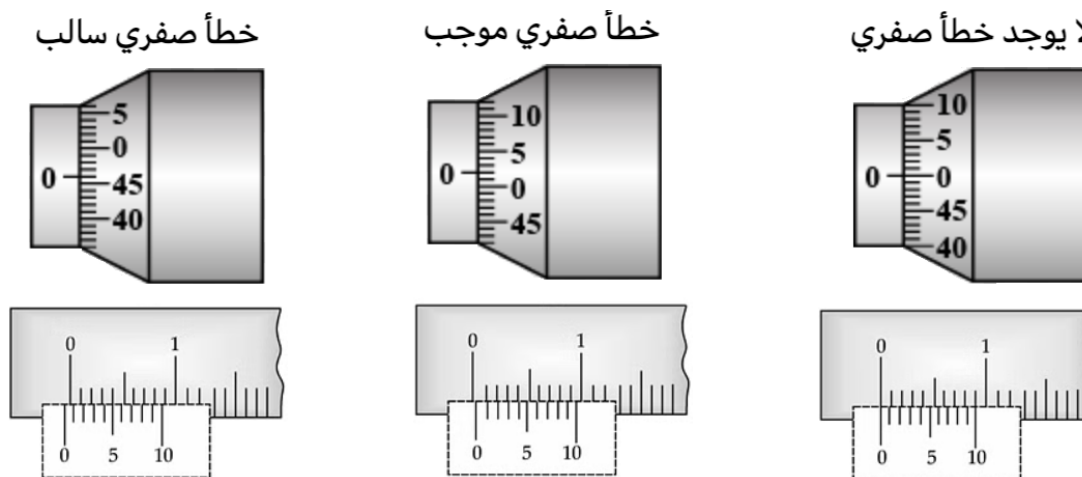
قراءة التدريج الكسري هي: الخط على التدريج الكسري الذي يمثل امتداد الخط الأفقي في التدريج الرئيسي.



الخطأ الصفري:

الشكل التالي يوضح أمثلة للخطأ الصفري في كل من الميكرومتر والقلم ذات الورنية.

يظهر الخطأ الصفري عندما تعطي أداة القياس البالية قراءة غير صفرية في حين أن القيمة الحقيقية صفر.



الخطأ الصفري الموجب عندما ينطبق الفكان، ولكن تعطي الأداة قراءة بعد الصفر، ولا بد من طرح مقدار هذا الخطأ من أي قراءة يتم أخذها بهذه الأداة.

الخطأ الصفري السالب عندما ينطبق الفكان، ولكن تعطي الأداة قراءة قبل الصفر، ولا بد من جمع مقدار هذا الخطأ من أي قراءة يتم أخذها بهذه الأداة.

٢-١ جمع الأدلة

يجب أن تأخذ قراءات تغطي المدى كاملاً بفواصل متساوية. فمثلاً، أفضل ست قراءات بين (0 N – 20 N) تكون عند الأثقال 0، 4، 8، 120، 160، 20.

سؤال



١) إذا كنت تستقصي كيفية اعتماد شدة التيار الكهربائي الذي يمر عبر مقاومة على مقدار تلك المقاومة عند توصيلها في دائرة كهربائية، وأعطيت مقاومات بالقيم الآتية:

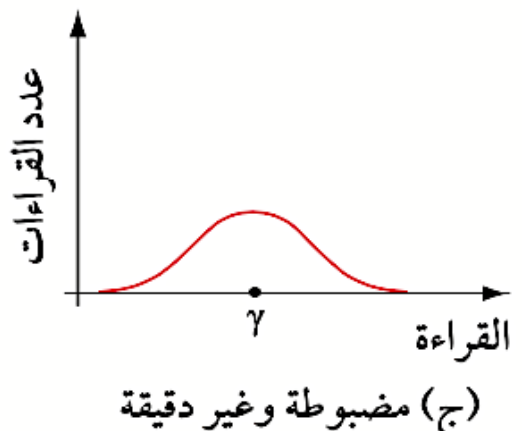
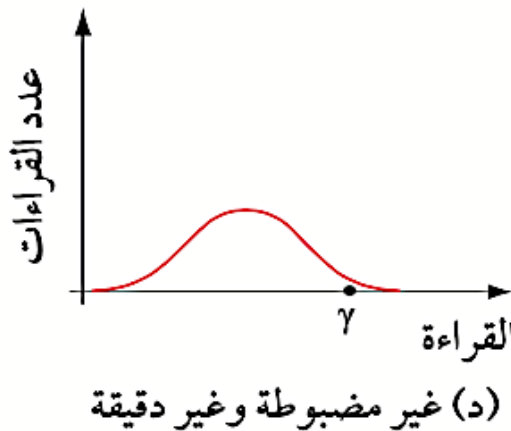
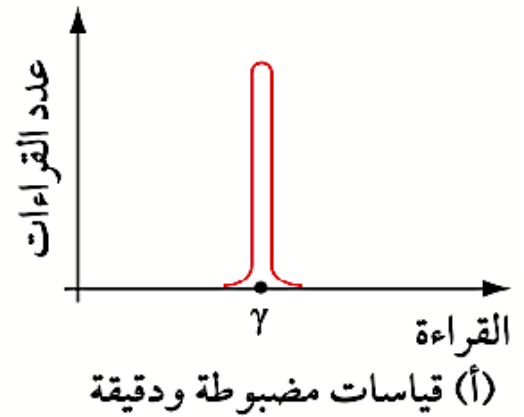
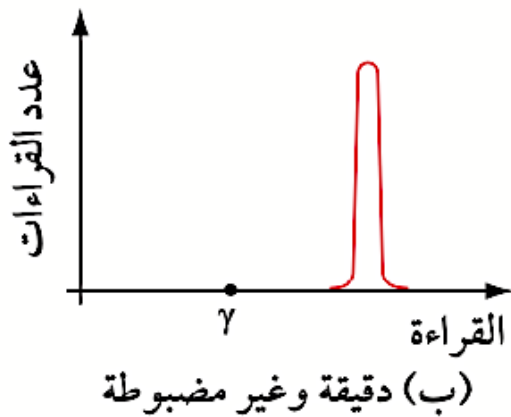
50 Ω ، 100 Ω ، 150 Ω ، 200 Ω ، 250 Ω ، 300 Ω ،

350 Ω ، 400 Ω ، 450 Ω ، 500 Ω

ثم طُلب إليك إجراء قياسات باستخدام ستّ من هذه المقاومات فقط، فأَيّ ستّ مقاومات ستختار؟ وضح إجابتك.

٣-١ الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين

الضبط	الدقة
هو مدى قرب القيمة المقاسة من القيمة الحقيقية.	هي مدى تقارب النتائج من متوسطها عند تكرار القياس.
 <p>قراءة مضبوطة، ولكنها غير دقيقة</p>	 <p>قراءة دقيقة، ولكنها غير مضبوطة</p>
<p>أسباب عدم الضبط:</p> <p>1 - خطأ في الإجراء التجريبي: مثلاً: توصيل أميتر بطريقة غير صحيحة، واختلاف زمن رد الفعل.</p> <p>2 - عيب في أداة القياس: مثلاً: وجود فقاعة هواء محصورة في سائل ميزان الحرارة.</p>	<p>سبب عدم الدقة: صعوبات عملية في إجراء القياسات.</p> <p>التعبير عن الدقة في النتائج:</p> <p>على سبيل المثال: «15 m» تعني أن الدقة (1 m)، بينما «15.0 m» تعني أن القراءة سجلت إلى أقرب (0.1 m).</p>



عدم اليقين

عدم اليقين: هو المدى الذي يتوقع أن تكون من ضمنها القيمة الحقيقية.
الخطأ: هو المشكلة التي تؤدي إلى اختلاف القراءة عن القيمة الحقيقية.

أسباب عدم اليقين: عدم سلامة أدوات وطريقة القياس.

يعتمد مقدار عدم اليقين على: دقة معايرة الأدوات التي تستخدمها وعلى القدرة على الملاحظة.

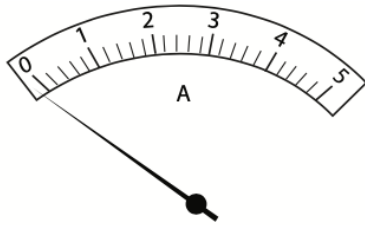
أنواع الأخطاء التي تسبب عدم اليقين:

الخطأ: هو المشكلة التي تؤدي إلى اختلاف القراءة عن القيمة الحقيقية.

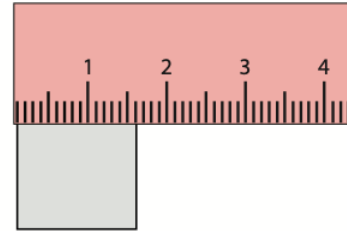
الخطأ النظامي: يحدث عندما تختلف القراءات حول القيمة الحقيقية بمقدار ثابت في كل مرة. أمثلة:

- فقاعة الهواء المحصورة في سائل ميزان الحرارة تجعل قراءة ميزان الحرارة أعلى من القيمة الحقيقية.
- المغناطيس في الأميتر قد يصبح أضعف مع مرور الزمن، وربما لا تتحرك الإبرة تماماً حول التدرج كما هو متوقع.
- أخطاء اختلاف المنظر.
- **الخطأ الصفري:** يحدث عندما تعطي الأداة قراءة غير صفرية في حين أن القيمة الحقيقية صفر. ولأن القراءة التي تعطيها الأداة ثابتة في كل مرة فإن الخطأ الصفري يعتبر من الخطأ النظامي.

يمكن تصحيح الأخطاء النظامية عبر إعادة معايرة أداة القياس أو عبر تصحيح التقنية المستخدمة في القياس.



الشكل ١-٨ هذا الأميتر له خطأ صفري تقريباً $-0.2 A$



الشكل ١-٧ خطأ صفري مع مسطرة مترية. صفر المسطرة هو $+0.1 \text{ cm}$

الخطأ العشوائي: يحدث عندما تختلف القراءات حول متوسط القيمة المقاسة بطريقة غير متوقعة.

يمكن تقليل الأخطاء العشوائية عبر إجراء قياسات متعددة وأخذ متوسط نتائجها.

فيما يأتي مثالان يُبينان كيف أن الصعوبات في الملاحظة سوف تحد من دقة قياساتك.

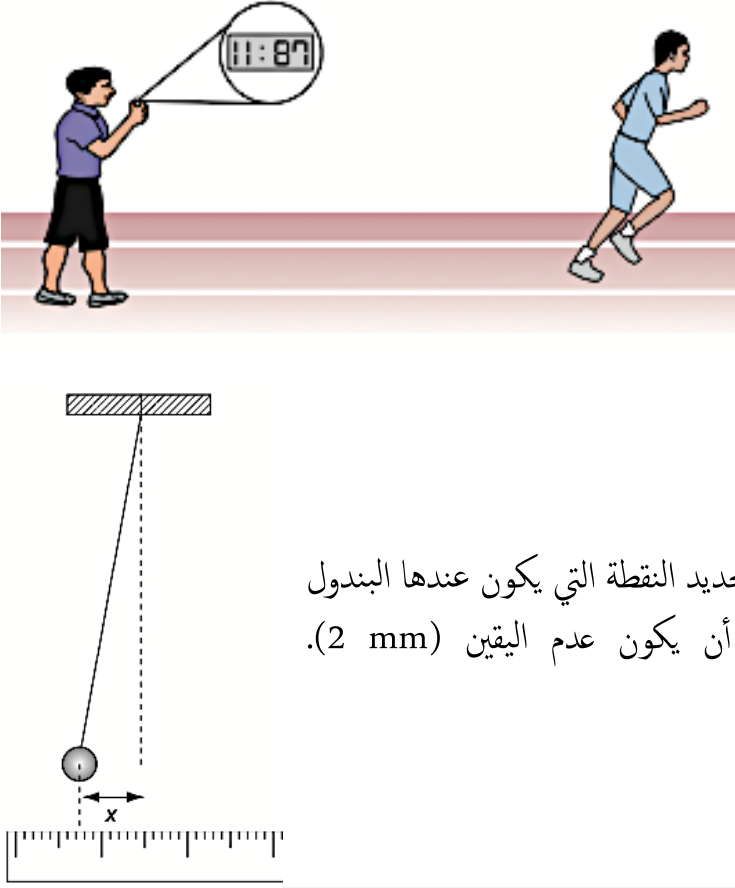
- مثال ١: عدم اليقين في استخدام ساعة الإيقاف.
- مثال ٢: عدم اليقين في قياس إزاحة البندول

مثال ١: عدم اليقين في استخدام ساعة الإيقاف.

من الأنسب أن تسجل قراء ساعة الإيقاف في الشكل المقابل ك (11.9 s) بسبب استحالة تحديد كل من لحظة إطلاق صفارة البداية والوصول للنهاية بدقة تصل إلى (0.01 s)، بالإضافة إلى ذلك، فإنه في بعض الأحيان يتم الضغط على زر تشغيل الساعة مبكراً وأحياناً متأخراً.

مثال ٢: عدم اليقين في قياس إزاحة البندول

بالإضافة إلى الـ (1 mm) من عدم يقين هناك أيضاً صعوبة في تحديد النقطة التي يكون عندها البندول عند أقصى إزاحة في الجهتين. لذلك يكون من الأنسب أن يكون عدم اليقين (2 mm).



٣) يمثل موقع الثقوب في الشكل ١-٥ محاولات لقياس موقع مركز الدائرة. أي شكل يُظهر أكبر خطأ عشوائياً؟ وأيها يُظهر أكبر خطأ نظامياً؟

٢) انظر إلى الشكل ١-٥. ارسم مخططات مشابهة لتمثيل:
أ. لوحة تصويب بحيث تكون الثقوب مضبوطة ودقيقة.
ب. لوحة تصويب بحيث تكون الثقوب غير دقيقة وغير مضبوطة.

٤-١ إيجاد عدم اليقين

غالبا ما يكتب عدم اليقين برقم معنوي واحد، أي، مثلاً: 0.5 cm وليس 0.50 cm.

لمحة عن الأرقام المعنوية

الأرقام المعنوية: هي أرقام ذات دلالة عددية وتجاهلها يغير القيمة المقاسة.

يمكنك أن تعتبر أن جميع الأرقام معنوية ماعدا الأصفار التي تقع على اليسار، حتى لو كان بينها علامة عشرية. أما الأصفار التي تقع على اليمين فلا يمكن تحديد ما إذا كانت معنوية أم لا إلا بعد كتابة الرقم بالترميز العلمي. فمثلاً إذا كتب الرقم (5000) كـ (5.0×10^3) علمنا أن به رقمين معنويين وهما (5.0) وصفرين غير معنويين.

عدد الأرقام المناسب كتابتها عند إجراء العمليات الحسابية: نختار أقل عدد من الأرقام المعنوية الموجودة في العملية الحسابية.

$$5.56 \times 2.456 = 13.7$$

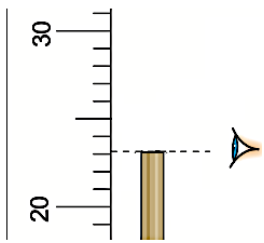
$$21.754 + 0.14 = 22$$

أمثلة:

طريقتان لإيجاد قيمة عدم اليقين:

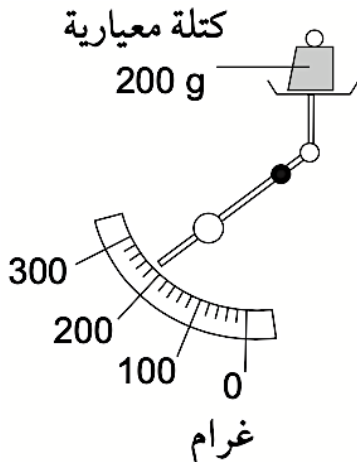
1 - أصغر تدرج على الأداة المستخدمة: إليك مثالان:

- في الشكل المقابل:



أصغر تدرج هو (1 mm) ولكن لأن سمك الخط أقل بكثير من المسافة بين علامات التدرج نستطيع أن نقول إن عدم اليقين قد يكون (0.5 mm). ولكن بسبب خطأ اختلاف المنظر سنعتبر أن (1 mm) مقدارا معقولا لعدم اليقين في هذه الحالة.

- في الشكل المقابل:



أصغر تدرج هو (20 g) ولا نستطيع أن نحدد مقدارا لعدم اليقين أقل من ذلك لأن سمك المؤشر يساوي تقريبا المسافة بين علامات التدرج. لذا ف (20 g) يعتبر مقدارا منطقيا لعدم اليقين على هذا الجهاز.

استثناء: مقدار عدم اليقين في الأجهزة الرقمية، غالبا ما يكون أكبر من أصغر تدرج.

2 - نصف مدى القراءات المقاسة:

نكرر القراءة عدة مرات ثم نحسب عدم اليقين كالتالي:

$$\text{قيمة عدم اليقين} = \frac{1}{2} (\text{القراءة القصوى} - \text{القراءة الدنيا})$$

تستخدم هذه الطريقة مع الأخطاء العشوائية لكنها لا تأخذ في الحسبان الأخطاء النظامية. لذلك إذا كانت القراءات المتكررة كلها متشابهة، فلا تعتقد أن قيمة عدم اليقين تساوي صفرا، وفي هذا الحالة سنعمد الطريقة الأولى حيث إنه لا يمكن أن تقل قيمة عدم اليقين أبدا عن نصف قيمة أصغر تدرج على المقياس.

١. يقاس طول ساق خمس مرّات بمسطرة أصغر تدريج عليها هو (0.1 cm) وتمّ الحصول على القراءات بوحدة (cm) وهي: 22.9 ، 22.7 ، 22.9 ، 23.0 ، 23.1. ما طول الساق؟ وما مقدار عدم اليقين؟

الخطوة ١: جد المتوسط بجمع القيم والقسمة على عدد القيم:

$$\frac{22.9 + 22.7 + 22.9 + 23.0 + 23.1}{5} = 22.92 \text{ cm}$$

وهذه الإجابة مكتوبة باستخدام أربعة أرقام معنوية. وأنت في هذه المرحلة لست متأكداً من عدد الأرقام التي يجب أن تكتب في الإجابة.

الخطوة ٢: القيمة القصوى هي (23.1) والقيمة الصغرى هي (22.7). استخدم هذه القيم لإيجاد نصف المدى.

$$\frac{23.1 - 22.7}{2} = 0.2 \text{ cm} \text{ نصف المدى}$$

الخطوة ٣: تحقق من أن عدم اليقين المحسوب في الخطوة ٢ أكبر من أصغر تدريج يمكنك قراءته على المقياس.

الخطوة ٤: اكتب متوسط القيمة، وعدم اليقين لعدد معقول من الأرقام المعنوية وكذلك وحدة القياس. من الواضح أن الرقم الأخير في 22.92 لا معنى له لأنه أصغر بكثير من عدم اليقين؛ لذلك يجب أن لا يُكتب.

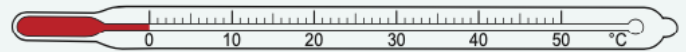
أي أن القيمة النهائية هي $(22.9 \pm 0.2) \text{ cm}$. عادة لا تُكتب القيمة النهائية من الإجابة بعدد من الكسور العشرية أكبر من عدم اليقين. وعادة ما يُقاس عدم اليقين بواحد أو ربّما اثنين من الأرقام المعنوية.

٤. يوضح الشكل ١-١ ميزاناً ذا ذراع، يظهر في البداية بدون وجود كتلة في كفتّه، ثم يظهر وفي كفتّه كتلة معيارية مقدارها (200 g).

اشرح أنواع الأخطاء التي قد تظهر عند استخدام هذه الأداة.

٥. قدّر قيمة عدم اليقين في القياس عندما يقيس طالب طول غرفة باستخدام شريط قياس معايير بالمليمترات.

٦. حدّد مقدار عدم اليقين عندما تقيس فتاة درجة حرارة ماء ساخن باستخدام ميزان الحرارة الموضح في الشكل ١-١٢.



الشكل ١-١٢ ميزان حرارة.

٧. يُطلب إلى أحد الطلبة قياس الطول الموجي لموجات في «حوض الموجات المائية» باستخدام مسطرة مترية مدرّجة بالمليمترات. قدّر عدم اليقين في قياسه.

٨. قدّر قيمة عدم اليقين عندما يحاول أحد الطلبة قياس زمن تأرجح واحد كامل لبندول ما.

٩. ما القيمة المتوسطة وعدم اليقين في مجموعات القراءات الآتية؟ رصدت جميع القراءات لتكون متّسقة مع أصغر تدريج مستخدم في أداة القياس.

أ. 20.8 ، 20.6

ب. 20 ، 30 ، 36

ج. 0.6 ، 1.0 ، 0.8 ، 1.2

د. 20.5 ، 20.5

٥-١ النسبة المئوية لعدم اليقين

$$\text{النسبة المئوية لعدم اليقين} = \frac{\text{قيمة عدم اليقين المطلق}}{\text{القيمة المقاسة}} \times 100 \%$$

مثال: إذا كان الزمن المقاس لتأرجح واحد كامل هو (1.4 s) وقيمة عدم اليقين له (0.2)، فإن النسبة المئوية لعدم اليقين مع رقم معنوي واحد هي (10 %).

وهنا يمكننا عرض قياساتنا بطريقتين:

1 - مع قيمة عدم اليقين المطلق زمن التأرجح الواحد الكامل = $(1.4 \pm 0.2 \text{ s})$.

2 - مع النسبة المئوية لعدم اليقين زمن التأرجح الواحد الكامل = $(1.4 \text{ s} \pm 10 \%)$.

يمكننا تقليل النسبة المئوية لعدم اليقين بتكرار التجربة 20 مرة، مثلاً، وعندها يكون الزمن الكلي المسجل (28.2 s) وتكون النسبة المئوية لعدم اليقين (0.7 %) فقط. كيف حدث ذلك؟ لقد وزعنا عدم اليقين المطلق على 20 تأرجحاً.

ب. تمّت معايرة المنقلة المُستخدمة في هذا القياس بالدرجات. اقترح سبب ثقة المستخدم في قراءته عند إعطاء القراءة بعدم يقين في حدود (2°).

١٢ قام طالب بقياس فرق جهد كهربائي بين قطبي بطارية فكانت النتيجة (12.4 V) وذكر أن النسبة المئوية لعدم اليقين في قياسه هي (2%). احسب قيمة عدم اليقين المطلق في قياسه.

١٠ قيس ارتفاع الماء في قنينة فكان (24.3 cm)، مع قيمة عدم يقين (0.2 cm). (يمكن كتابة هذا كالتالي $(24.3 \pm 0.2) \text{ cm}$). احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في هذا القياس.

١١ قيسَت الزاوية في حركة بندول بين موضع الاتزان وأقصى إزاحة له فكانت $(35 \pm 2)^\circ$. أ. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس هذه الزاوية.

٦-١ جمع قيم عدم اليقين

إذا جُمعت كميات أو طُرحت عليك جمع قيم عدم اليقين المطلق. مثال:

إذا كان لدينا عصا تمتد على الشريط المدرج من $(21 \pm 0.05 \text{ cm})$ إلى $(36 \pm 0.05 \text{ cm})$ فطولها مع عدم اليقين يساوي (15 $\pm 0.1 \text{ cm}$).

إذا ضُربت كميات أو قُسمت عليك جمع النسب المئوية لعدم اليقين. مثال:

إذا قطعت سيارة مسافة $(200 \pm 5 \text{ km})$ في $(4.0 \pm 0.2 \text{ h})$ فإن:

النسبة المئوية لعدم اليقين في المسافة تساوي (2.5 %)، وفي الزمن تساوي (5 %)، ومجموعهما يساوي (7.5 %). السرعة تساوي (50 km h^{-1}) .

عدم اليقين المطلق في مقدار السرعة يساوي $(50 \times 7.5 \% \approx 4)$.

وأخيراً: مقدار السرعة مع عدم اليقين يساوي $(50 \pm 4 \text{ km h}^{-1})$.

١٣) قيسَت الكمّيات الآتية:

$$B = (2.0 \pm 0.2) \text{ m}$$

$$A = (1.0 \pm 0.4) \text{ m}$$

$$D = (0.20 \pm 0.01) \text{ s}$$

$$C = (2.0 \pm 0.5) \text{ ms}^{-1}$$

احسب العمليات الحسابية الآتية مع قيمة عدم اليقين الخاص بها. يمكنك التعبير عن قيمة عدم اليقين التي حصلت عليها، إما كقيمة مطلقة أو كنسبة مئوية.

أ. $A + B$

ب. $B - A$

ج. $C \times D$

د. $\frac{B}{D}$

هـ. $2 \times A$

١٤) صُوِّرت رصاصة بندقية أثناء اختراقها الجوّ باستخدام وميضين ضوئيين (فلاشين) بينهما فاصل زمني $(1.00 \pm 0.02) \text{ ms}$. ظهر الخيال الأول للرصاصة على الصورة الفوتوغرافية بحيث يبدو أنها في موقع $(22.5 \pm 0.5) \text{ cm}$ على مقياس أسفل مسار الرصاصة؛ وظهر الخيال الثاني للرصاصة في موقع $(37.5 \pm 0.7) \text{ cm}$ على المقياس نفسه. جد سرعة الرصاصة وقيمة عدم اليقين المطلق لهذه السرعة.

١٥) إذا كانت $A = (2.0 \pm 0.2) \text{ cm}$ ، فجد مقدار A^2 وقيمة عدم اليقين لهذه الكمية. كيف تحسب قيمة عدم اليقين لمربع كمية ما؟

٧-١ تسجيل النتائج

ادرس جدول تسجيل النتائج المقابل ولاحظ ما يلي.

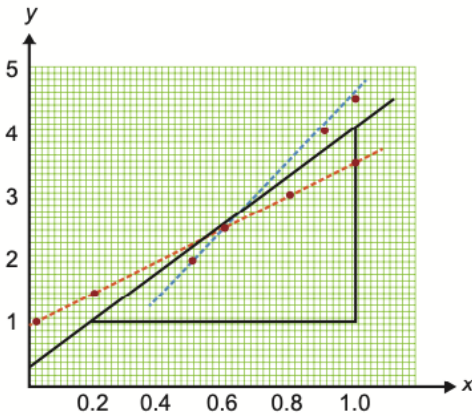
1 - الكميات المقاسة المذكورة مع وحداتها.

2 - قيم كل عمود سجلت بنفس الدقة (أي بنفس عدد المنازل العشرية).

3 - العمود الثالث محسوب من العمود الثاني لذا تحتوي قيمه أيضا على نفس عدد الأرقام المعنوية.

4 - عند تمثيل تلك النتائج بيانيا قد لا تقع جميع النقاط على استقامة واحدة، لذا لابد من تحري رسم أفضل خط ملائمة لتلك النقاط. في الشكل المقابل الخط الأسود يعتبر هو أفضل خط ملائمة للنقاط حيث تتوزع بالتساوي تقريبا فوقه وتحتّه.

5 - لحساب ميل هذا الخط نقسم فرق الصادات على فرق السينات.

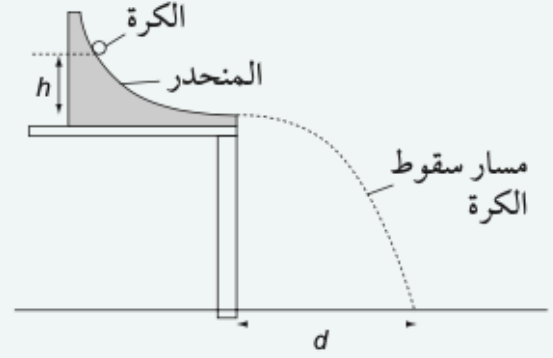


يُطلب إليك أيضًا إيجاد مربع المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة بعد أن تتخطى المنحدر. يبين الجدول ٢-١ النتائج الأولية للتجربة. انسخ الجدول وأكمّله.

الارتفاع h (cm)	المسافة d (cm)	مربع المسافة d^2 (cm ²)
1.0	18.0	
2.5	28.4	
4.0	35.8	
5.5	41.6	
7.0	47.3	
9.0	53.6	

الجدول ٢-١ بيانات المسافة (d) والارتفاع (h).

١٦ تركت كرة لتندرج على منحدر من نقاط بداية مختلفة. يبين الشكل ١٤-١ الأدوات المستخدمة. وُضع المنحدر على ارتفاع ثابت فوق الأرض. يُطلب إليك قياس الارتفاع الرأسى (h) لنقطة البداية، وكذلك المسافة الأفقية (d) التي تقطعها الكرة بعد أن تسقط من المنحدر.



الشكل ١٤-١ مسار كرة تدحرجت على منحدر.

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

جميع القياسات في العلوم والهندسة يجب أن تتم على قاعدة واحدة، بحيث يمكن مقارنة هذه القياسات التي يتم الحصول عليها من مختبرات مختلفة، وهذا ضروري لاعتبارات تجارية أيضًا.

الوحدات الأساسية والوحدات المشتقة

الوحدة الأساسية	الرمز	الكمية الأساسية
المتر (m)	s, l, x ، وغيرها	الطول
كيلوغرام (kg)	m	الكتلة
ثانية (s)	t	الزمن
أمبير (A)	I	شدة التيار الكهربائي
كلفن (K)	T	درجة الحرارة المطلقة

وهناك وحدات أخرى مشتقة من هذه الوحدات كوحدة السرعة ($m s^{-1}$) والتسارع ($m s^{-2}$) والقوة (N) والطاقة (J)، وغيرها.

على أنها وزن التفاحة. اكتب أكبر عدد ممكن من الأسباب التي تجعل هذا التعريف غير مفيد البتة.

١٧ قوّة الجاذبية الأرضية المؤثرة على تفاحة (وزنها) تساوي (1 N) تقريبًا. يحاول شخص ابتكار نظام دولي جديد للوحدات بواسطة تعريف وحدة القوة

البادئات والوحدات

الأجزاء			المضاعفات		
الأسّ العشري	الرمز	البادئة	الأسّ العشري	الرمز	البادئة
10^{-1}	d	ديسي	10^3	k	كيلو
10^{-2}	c	سنتي	10^6	M	ميغا
10^{-3}	m	ملي	10^9	G	جيجا
10^{-6}	μ	ميكرو	10^{12}	T	تيرا
10^{-9}	n	نانو			
10^{-12}	p	بيكو			

تربيع البادئة وتكعيها

على سبيل المثال:

$$1 \text{ cm}^2 = (10^{-2} \text{ m})^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

مثال

$$1 \text{ cm}^3 = 1 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

الخطوة ٢: استخدم هذه القيم لحساب كثافة الماء.

$$1.0 \text{ g cm}^{-3} = \frac{1.0 \times 1 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-6}} \\ = 1.0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$$

٣. تبلغ كثافة الماء (1.0 g cm^{-3}). احسب هذه القيمة بوحدة (kg m^{-3}).

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

الخطوة ١: جد تحويلات الوحدات.

$$1 \text{ g} = 1 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

(أ)، أو باستخدام النسبة المئوية المشتركة لعدم اليقين. جرّب كلا الطريقتين.

١٩) اكتب قيم هذه الكمّيات باستخدام الأسّ العشري.

أ. 60 pA

ب. 500 MW

ج. 20 000 mm

١٨) أ. جد مساحة صفحة واحدة من هذا الكتاب بوحدة cm^2 ثم حوّل القيمة بوحدة m^2 .

ب. إذا كانت قيمة عدم اليقين في قياس أحد جانبي الصفحة (0.1 cm)، فجد قيمة عدم اليقين في قياس المساحة. يمكن إجراء ذلك إمّا عن طريق أخذ القيمة الكبرى لكل جانب عند ضربهما معاً ثم إيجاد فرق القيمة التي حسبتهما في الجزئية

الأنشطة

مصطلحات علمية

عدم اليقين
Uncertainty : عدم
اليقين في القراءة
هو تقدير الفرق
بين القراءة والقيمة
الحقيقية للكمية
المقاسة.

نشاط ١-١ المقاييس وقيم عدم اليقين

يتيح لك هذا النشاط ممارسة جيدة في قراءة مقاييس عدد من الأدوات المختلفة وتقدير قيم عدم اليقين في القياسات.

يجب تحديد عدد الأرقام المعنوية الواردة في القراءة من خلال النظر إلى أداة القياس المستخدمة. على سبيل المثال، ليس من المعقول تسجيل المسافة المقاسة على مسطرة بتدريج مليمتر على أنها (3 cm) أو (3.00 cm)؛ بل يجب أن تسجل على أنها (3.0 cm).

١. أ. دوّن قراءة موضع كل من الحافتين اليمنى واليسرى للعملة المعدنية الموضوعة على المسطرة الآتية:



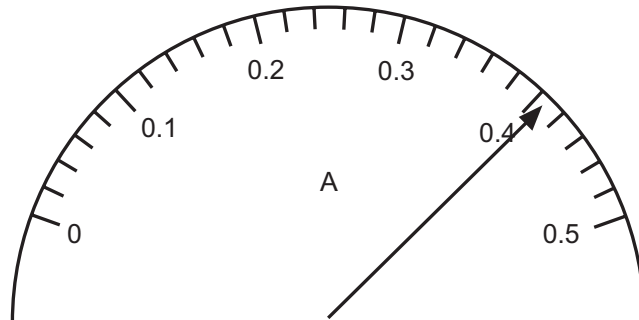
الشكل ١-١: للسؤال ١ (أ).

ب. دوّن قراءة درجة الحرارة الموضّحة على ميزان الحرارة في الشكل ٢-١.

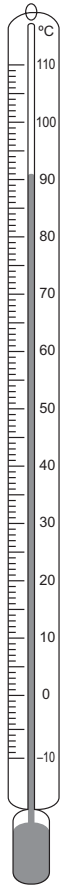
.....

ج. دوّن قراءة شدة التيار الكهربائي الموضّح على جهاز القياس التناظري في الشكل ٣-١.

.....



الشكل ٣-١: للسؤال ١ (ج).



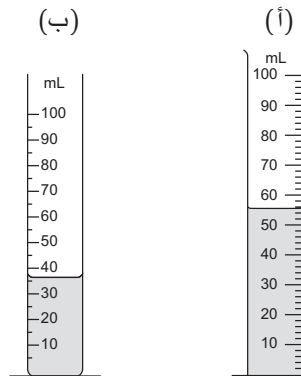
الشكل ٢-١: للسؤال ١ (ب).

العرض التناظري

:Analogue display

عرض مستمرّ يمثل
الكمية التي يتمّ قياسها
على واجهة مدرّجة أو
مقياس مدرّج.

د. دُونَ قراءة الحجم الموضَّح على المخبر المدرَّج (أ):

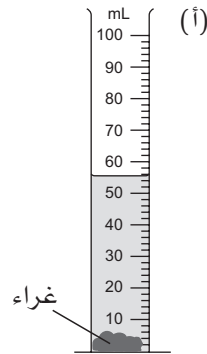


الشكل ١-٤: للسؤال ١ (د).

هـ. أي من المخبرين (أ) و (ب) أقل دقة؟ اشرح السبب.

.....
.....

و. تصلبت كمية صغيرة من الغراء حجمها (6 mL) تقريباً، في قاع المخبر (أ)، ولم يؤخذ في الاعتبار (الشكل ١-٥). يتسبب ذلك في خطأ صفري عند استخدام المخبر لقياس حجم سائل ما، الأمر الذي يجعل المخبر (أ) أقل دقة.



الشكل ١-٥: للسؤال ١ (و).

اشرح المقصود بالخطأ الصفري. كيف يُحتمل أن يكون المخبر (ب) في هذه الحالة أكثر دقة؟

.....
.....

مصطلحات علمية

الدقة Precision: مدى

تقارب نتائج القياس

عند تكرار قياس

الكمية نفسها عدة

مرات. والقياس الدقيق

هو القياس الذي يعطي

القيمة نفسها عدة

مرّات، أو قد تكون

مقاربة جداً، مع فارق

بسيط حول القيمة

المتوسطة.

الخطأ الصفري

Zero error: يحدث

عندما تعطي الأداة

قراءة غير صفريّة (لها

مقدار معيّن) وتكون

القيمة الحقيقية للكمية

صفرًا.

نشاط ٢-١ إيجاد عدم اليقين في قراءة ما

يأخذ هذا النشاط في الاعتبار طرائق مختلفة للتعبير عن عدم اليقين في القياسات وكيفية ظهورها.

يجب إعطاء الكميات المحسوبة عدد الأرقام المعنوية نفسها مثل الكمّية المقاسة الدقيقة قدر الإمكان (أو بزيادة رقم معنوي واحد)، إلا عندما يتم الحصول عليها من خلال الجمع أو الطرح.

١. عندما يسمع الطالب صوت صفارة الانطلاق في بداية السباق، يبدأ بتشغيل ساعة الإيقاف الخاصة به، ثم يوقفها عندما يرى العداء يعبر خط النهاية.

القراءة على ساعة الإيقاف الرقمية هي (26.02 s).

أ. ما القيمة التي يجب على الطالب تدوينها كأفضل تقدير للزمن ولعدم اليقين في قياس الزمن، بناءً على قراءة واحدة فقط؟

.....

ب. يسجل ثلاثة طلبة آخرون زمن السباق نفسه على ساعات إيقافهم، والقراءات هي:

25.90 s 26.34 s 26.14 s

احسب القيمة المتوسطة لجميع القراءات الأربع، واحسب مقدار عدم اليقين في قياس الزمن.

.....

.....

ج. القيمة الحقيقية للزمن هي (26.40 s). اشرح كيف تُظهر هذه القيمة أن في قراءات الطلبة خطأ نظاميًا.

.....

د. اذكر سببًا واحدًا لخطأ نظامي، وسببًا آخر لخطأ عشوائي في القراءات.

.....

.....

.....

العرض الرقمي

Digital display: عرض

يعطي المعلومات في شكل أحرف (أرقام أو أحرف).

مصطلحات علمية

الخطأ النظامي

Systematic error: يحدث

بسبب اختلاف القراءات

حول القيمة الحقيقية

بمقدار ثابت في كل مرة

تتم فيها القراءة.

الخطأ العشوائي

Random error: يحدث

بسبب اختلاف القراءات

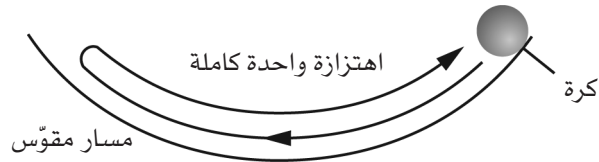
حول متوسط القيمة

المقاسة بطريقة غير

متوقعة من قراءة إلى

أخرى.

٢. تقيس طالبة زمن عدد من الاهتزازات الكاملة لكرة على طول مسار مقوَّس.



الشكل ١-٦: للسؤال ٢.

أجرت محاولتين لقياس زمن الاهتزازة الواحدة الكاملة وكانت القراءتان:

2.12 s

2.32 s

ثم أجرت محاولتين لقياس زمن عشر اهتزازات كاملة وكانت القراءتان:

21.20 s

21.32 s

زمن اهتزازة واحدة كاملة هو (T) .

أ. استخدم المجموعة الأولى من القراءتين لتحديد مقدار زمن اهتزازة واحدة

كاملة وقيمة عدم اليقين في (T) .

.....

ب. استخدم المجموعة الثانية من القراءتين لتحديد مقدار زمن اهتزازة واحدة

كاملة وقيمة عدم اليقين في (T) .

.....

ج. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قيمتي (T) اللتين حدّدتهما.

.....

.....

د. اقترح سبباً واحداً يجعل قياس زمن عدد كبير من الاهتزازات -200 اهتزازة،

على سبيل المثال- غير ممكن.

.....

مهم

يجب أن تجد أن النسبة المئوية لعدم اليقين في (T) التي تم الحصول عليها باستخدام عشر اهتزازات كاملة هي الأقل. يؤدي استخدام المزيد من الاهتزازات إلى نسبة مئوية أقل في عدم اليقين.

نشاط ٣-١ جمع قيم عدم اليقين

يساعدك هذا النشاط على فهم النسب المئوية لعدم اليقين والقيم المطلقة لعدم اليقين.

هناك قاعدتان بسيطتان:

- عند جمع الكميات أو طرحها، عليك أن تجمع القيم المطلقة لعدم اليقين لإيجاد إجمالي قيمة عدم اليقين المطلق.
- عند ضرب الكميات أو قسمتها، عليك أن تجمع النسب المئوية لقيم عدم اليقين لإيجاد النسبة المئوية الإجمالية لعدم اليقين.

١. أ. كم عدد الأرقام المعنوية في 0.0254 ؟

.....

ب. اكتب $s = (1.25578 \pm 0.1247)$ ، مع الاحتفاظ برقمين معنويين في عدم اليقين.

.....

ج. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين لـ $v = (12.25 \pm 0.25) \text{ m s}^{-1}$.

.....

.....

د. احسب قيمة عدم اليقين المطلق إذا كانت القيمة المقاسة (120 s) والنسبة المئوية لعدم اليقين هي (5%).

.....

.....

.....

٢. أ. أخذت هذه القياسات لكميات مختلفة.

$$T = 7.5 \text{ s} \pm 0.2 \text{ s}$$

$$L = 10.0 \text{ m} \pm 0.2 \text{ m}$$

$$D = 5.6 \text{ cm} \pm 4\%$$

حدّد القياس الذي يحتوي على أقل نسبة مئوية لعدم اليقين.

.....

ب. تمّ قياس الطول A والعرض B لورقة مستطيلة، فوجد أن $A = (29.5 \pm 0.1) \text{ cm}$ و $B = (21.0 \pm 0.1) \text{ cm}$ ومحيط الورقة C هو $2A + 2B$ ؛ احسب قيمة عدم اليقين المطلق لـ C .

ج. تمّ حساب الضغط (P) باستخدام المعادلة $P = \frac{F}{\pi r^2}$. النسبة المئوية لعدم اليقين هي $\pm 2\%$ في (F) و $\pm 1\%$ في (r). احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في (P).

٣. تُحسب المساحة A لدائرة نصف قطرها (r) بالمعادلة $A = \pi r^2$.

إذا كان قياس (r) هو $(10.0 \pm 0.2) \text{ cm}$ ، فاحسب:
أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس (r).

ب. النسبة المئوية لعدم اليقين في حساب A (r تم تربيعها وبالتالي يتم ضربها في نفسها؛ حيث إنه لا يوجد عدم يقين في π).

ج. قيمة عدم اليقين المطلق في A (التغيير من النسبة المئوية إلى قيمة عدم اليقين المطلق، سيحتاج إلى قيمة $A = 314 \text{ cm}^2$).

٤. تمّ الحصول على هذه القراءات في تجربة لقياس كثافة كرة فلزية صغيرة:

• الكتلة $(7.0 \pm 0.1) \text{ g}$

• الحجم $(1.20 \pm 0.05) \text{ cm}^3$

حصل أحد الطلبة على كثافة مقدارها $(5.8333 \text{ g cm}^{-3})$.

أ. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين لكل قراءة.

.....
.....

ب. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قيمة الكثافة.

.....
.....

ج. احسب قيمة عدم اليقين المطلق في الكثافة.

.....
.....

د. اكتب مقدار الكثافة وقيمة عدم اليقين مع عدد معقول من الأرقام المعنوية.

.....
.....

هـ. القياسات التي تم الحصول عليها عندما تسقط كرة مسافة (s) في زمن (t) هي:

• $s = (1.215 \pm 0.004) \text{ m}$

• $t = (0.495, 0.498, 0.503, 0.496, 0.501) \text{ s}$

متوسط قيمة (t) هو (0.499 s) وتسارع الجاذبية الأرضية (g) هو (9.77 m s^{-2}) (تمّ

حسابه باستخدام المعادلة: $g = \frac{2s}{t^2}$). احسب:

أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في (s).

.....
ب. المدى في قياسات (t).

.....
ج. قيمة عدم اليقين المطلق في القيمة المتوسطة (t).

.....
د. النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة المتوسطة (t).

.....
هـ. النسبة المئوية لعدم اليقين في (g).

.....
و. قيمة عدم اليقين المطلق في (g).

.....
.....

مهم

المدى Range: الفرق

بين أكبر قيمة وأصغر

قيمة في قياس كمية ما.

مهم

تذكر: بما أن $g = \frac{2s}{t \times t}$

فإنك تجمع النسبة

المئوية لعدم اليقين في

(t) مرتين إلى النسبة

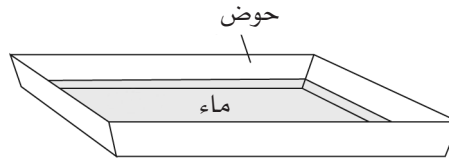
المئوية لعدم اليقين في

(s).

نشاط ١-٤ الجداول والتمثيلات البيانية والميل

يُدرِّبك هذا النشاط على جدولة النتائج ورسم منحنيات التمثيلات البيانية وإيجاد الميل.

١. تَتَحَقَّق إحدى الطالبات من سرعة موجات الماء في حوض يحوي مياهًا ضحلة كما في الشكل ٧-١.



الشكل ٧-١: للسؤال ١.

يتم رفع أحد طرفي الحوض ثم خفضه بسرعة، الأمر الذي يُولِّد موجة تتحرَّك عبر ماء الحوض عدَّة مرَّات إلى الأمام وإلى الخلف قبل أن تضمحل. تقيس الطالبة عمق الماء (d) والزمن (t) الذي تستغرقه الموجة للانتقال من أحد طرفي الحوض إلى الطرف الآخر والعودة مرَّةً أخرى. تكرر الطالبة قراءة الزمن (t) مع تغير عمق الماء (d) في كل مرة. المسافة التي تحركتها الموجة ذهابًا وإيابًا خلال الزمن (t) تساوي (5.00 m).

يوضح هذا الجدول قياسات الزمن عند قيم مختلفة لـ (d):

t_2 (s)	t_1 (s)	d (m)
22.3	22.2	0.005
16.0	15.9	0.010
13.1	12.9	0.015
11.4	11.3	0.020
10.1	10.1	0.025
9.3	9.2	0.030
8.4	8.5	0.035

الجدول ١-١: بيانات السؤال ١.

تمَّ حساب السرعة (v) لانتقال موجة الماء باستخدام المعادلة:

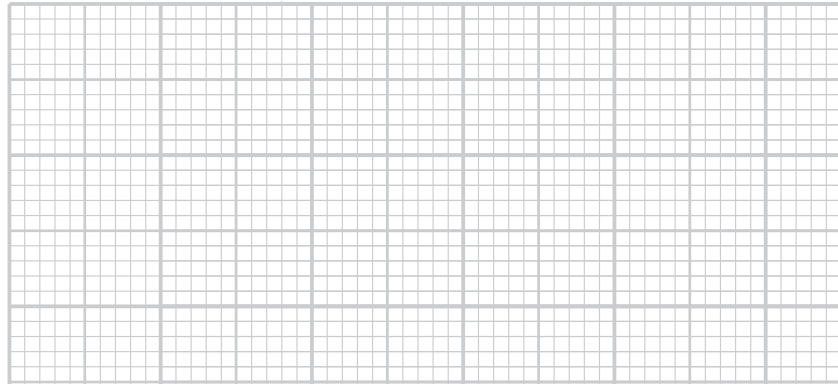
$$v = \frac{5.00}{t}$$

حيث (t) هي متوسط قيمتي (t_1) و (t_2).

عندما تقاس (t) بوحدة s، تعطي المعادلة قيمة (v) بوحدة m s^{-1} .

أ. ارسم جدولاً للقراءات يوضح العمق (d) بالمتر ومتوسط الزمن (t) والسرعة (v). ضمّن أيضاً قيم (v^2) في جدولك، ثم اكتب الوحدات المناسبة لجميع الكمّيات.

ب. ارسم تمثيلاً بيانياً لـ (v^2) على المحور (y) و (d) على المحور (x).



ج. ارسم الخط المستقيم الأفضل ملائمة، بحيث يمرّ بين النقاط.

د. احسب الميل ونقطة تقاطع هذا الخط مع المحور (y).

الميل = نقطة التقاطع =

هـ. الكمّيتان (v) و (d) مرتبطتان في المعادلة:

$$v^2 = Ad + B$$

حيث A و B ثابتان.

استخدم إجابتك في الجزئية (د) لتحديد قيم A و B . موضّحاً الوحدات المناسبة.

.....

٨. أكمل الجدول الآتي.

هل هناك احتمال للخطأ الصفري؟	شريط متري	مسطرة 30 cm	القدمة ذات الورنية	ميكروميتر	منقلة	فولتميتر	ساعة إيقاف	ميزان ذو كفة
ما أصغر تدريج في الأداة أو الجهاز؟								
ما قيمة عدم اليقين (افتراض عدم وجود خطأ صفري)								
ما أكبر قراءة ممكنة؟								
ما النسبة المئوية لعدم اليقين في أكبر قراءة ممكنة؟								

الجدول ١-٢: جدول تسجيل النتائج.

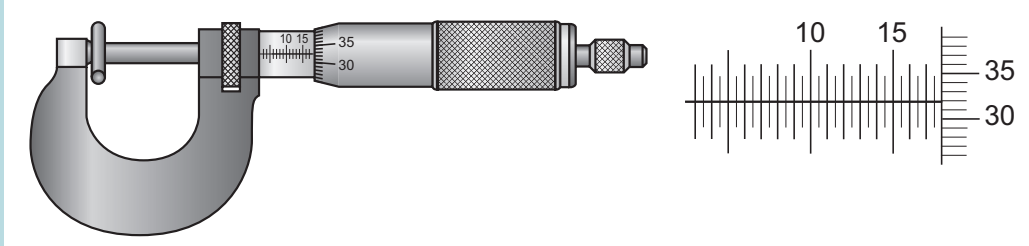
ملخص

القراءة الدقيقة هي القراءة التي يكون فيها مقدار عدم اليقين صغيراً جداً حول القيمة المتوسطة.
عدم اليقين في القراءة هو تقدير الفرق بين القراءة والقيمة الحقيقية للكمية المقاسة.
ينتج الخطأ النظامي من الاختلاف في القراءات حول القيمة الحقيقية، بمقدار ثابت، في كل مرة تتم فيها القراءة.
تنتج الأخطاء العشوائية من الاختلاف في القراءات حول متوسط القيمة المقاسة بطريقة غير مدروسة.
يحدث خطأ صفري عندما تعطي الأداة المستخدمة قراءة غير صفرية، بينما تكون القيمة الحقيقية للكمية المقاسة صفراً.
يمكن إيجاد قيمة عدم اليقين من أصغر تدرج على الأداة المستخدمة أو نصف مدى عدد من القراءات للقياس نفسه.
يجب تحديد الكمية، مع وحدة قياسها، في كل عمود من جدول تسجيل النتائج. وإذا تمت القراءة نسبةً إلى دقة الأداة، فغالباً ما تُكتب بعدد المنازل العشرية نفسها. قد يكون للكميات المحسوبة أرقام معنوية أكثر بواحد من القراءات المستخدمة.
إذا تم جمع الكميات أو طرحها، يتوجب جمع قيم عدم اليقين المطلق. ولكن إذا تم ضرب الكميات أو قسمتها، فيجب جمع النسب المئوية لعدم اليقين.

أسئلة نهاية الوحدة

- أي مما يأتي يُعدّ وحدة أساسية في النظام الدولي للوحدات (SI)؟
 - القوة
 - النيوتن
 - الكتلة
 - الثانية
- يسجل محمد أربع قيم للزمن في تجربة معينة:
 $(0.61 \text{ s}, 0.58 \text{ s}, 0.63 \text{ s}, 0.68 \text{ s})$. أي مما يأتي يجب أن يذكره محمد على أنه القيمة المتوسطة للزمن مع قيمة عدم اليقين فيه؟
 - $(0.61 \pm 0.02) \text{ s}$
 - $(0.61 \pm 0.05) \text{ s}$
 - $(0.63 \pm 0.02) \text{ s}$
 - $(0.63 \pm 0.05) \text{ s}$
- أي من الأدوات الآتية ينبغي استخدامها لقياس القطر الداخلي لأنبوب يبلغ (20 mm) تقريباً؟
 - مسطرة مترية
 - ميكروميتر
 - قدمة ذات الورنية
 - مسطرة قياس (30 cm)

٤ يوضح الرسم التخطيطي في الشكل ١-١٥ ميكروميترًا يستخدم لقياس قطر جسم ما وصورة مقرّبة للمقياس. ما القراءة الصحيحة على مقياس الميكروميتر؟



الشكل ١-١٥

- أ. 17.32 mm
ب. 17.82 mm
ج. 18.32 mm
د. 18.35 mm

٥ يقيس مصطفى كثافة شريحة زجاجية. يبلغ طول الشريحة نحو (12 cm) وعرضها نحو (20 mm) وسمكها نحو (4 mm). يتم قياس سمك الشريحة باستخدام ميكروميتر.

- أ. جد النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس سمك الشريحة باستخدام الميكروميتر.
ب. **صف** كيفية استخدام الميكروميتر لقياس سمك الشريحة.
ج. يوضح الجدول ٥-١ القراءات التي أخذها مصطفى.

الكمية	القراءات	القيمة المتوسطة
الطول (cm)	12.1 ، 12.5 ، 12.4 ، 12.2	12.3
العرض (mm)	22.4 ، 22.1 ، 22.2 ، 22.0	22.2
السمك (mm)	3.96 ، 3.94 ، 3.98 ، 3.96	

الجدول ٥-١

١. **احسب** القيمة المتوسطة لحجم الشريحة، مع العلم أن حجم الشريحة يُعطى بالعلاقة:

$$\text{الحجم (V)} = \text{الطول} \times \text{العرض} \times \text{السمك. أعط إجابتك بوحدة cm}^3.$$

٢. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة المتوسطة للحجم الذي حصل عليه مصطفى.

د. قاس مصطفى كتلة الشريحة الزجاجية فوجدها (25.6 g) مع عدم يقين مُهمَل. احسب كلاً من:

$$١. \text{كثافة الزجاج، إذا كانت الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$$

٢. قيمة عدم اليقين المطلق في كثافة الزجاج التي حصل عليها مصطفى.

أفعال إجرائية

صف Describe: قَدِّم الخصائص والميزات الرئيسية.

احسب Calculate:

استخلص، من الحقائق المعطاة، المعلومات أو الأرقام.

أفعال إجرائية

اقترح Explain: طبق

المعرفة والفهم على
المواقف التي تتضمن
مجموعة من الإجابات
الصحيحة من أجل
تقديم المقترحات.

٦ تقيس مريم تسارع مركز ثقل كرة تتدحرج على منحدر، وتستخدم ساعة إيقاف لقياس الزمن (t) الذي تستغرقه الكرة لتتدحرج نحو الأسفل من السكون ($u = 0$) مسافة (s) على طول المنحدر، فإذا كانت القراءات التي حصلت عليها مريم للزمن هي: (3.32 s ، 3.28 s ، 3.37 s ، 3.30 s ، 3.27 s). فاحسب، ما يأتي:

أ. ١. القيمة المتوسطة للزمن (t).
٢. النسبة المئوية لعدم اليقين في الزمن (t).
ب. قاست مريم المسافة (s) باستخدام مسطرة مترية ملاصقة للمنحدر، وسجلت قيمة $s = (0.800 \text{ m} \pm 0.002 \text{ m})$.

١. اقترح سبب اعتبار قيمة عدم اليقين التي قدمتها مريم قيمة معقولة.
٢. التسارع (a) لمركز ثقل الكرة مُعطى وفق المعادلة: $s = ut + \frac{1}{2} at^2$. احسب قيمة (a).
٣. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قيمة (a).

٧ يقيس إياد كثافة عملة معدنية ليرى ما إذا كانت مصنوعة من الذهب، حيث يبلغ قطر العملة (d) نحو (20 mm) .

أ. استخدم إياد قدمة ذات ورنية كالموجودة في الشكل ١-٣ لقياس قطر العملة المعدنية واستخدم ميكروميترًا لقياس سمكها.

١. حدّد النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس القطر باستخدام القدمة ذات الورنية.
٢. كرّر إياد القراءات. اذكر إحدى الاحتياطات الأخرى التي يمكن لإياد اتخاذها لضمان دقة القياس قدر الإمكان.

٣. تأكد إياد بعد أن فحص الميكروميتر أنه لا وجود لخطأ صفري في هذه الأداة. صف المقصود بـ «خطأ صفري».

٤. أجرى إياد قياس سمك العملة المعدنية (e) من مختلف جوانبها. اشرح السبب الذي أدّى إلى زيادة نسبة الدقة لمتوسط سمك العملة في القيمة التي تم الحصول عليها، الأمر الذي يجعلها قريبة من القيمة الحقيقية.

ب. القياسات التي حصل عليها إياد للعملة هي:

السمك (e): $(1.56, 1.58, 1.60) \text{ mm}$.

القطر (d): $(20.10, 20.10, 20.10) \text{ mm}$.

١. احسب متوسط قيمة حجم العملة، مع العلم أن المساحة تعطى

بالمعادلة: $\text{المساحة} = \frac{\pi d^2}{4}$. أعط إجابتك بوحدة cm^3 .

٢. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في حجم العملة.

٣. تبلغ كتلة العملة المعدنية (6.11 g) مع عدم يقين مهمّل. احسب كثافة

العملة المعدنية مستخدمًا المعادلة: $\text{الكثافة} = \frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$.

٤. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في كثافة العملة المعدنية.

أفعال إجرائية

حدّد Determine:

أجب استنادًا إلى
المعلومات المتاحة.

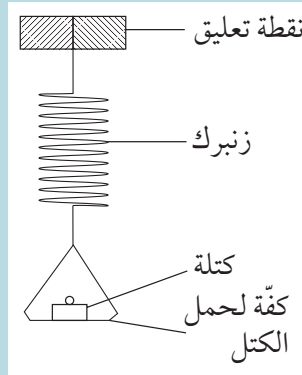
اشرح Explain: اعرض

الأهداف أو الأسباب
/ اجعل العلاقات بين
الأشياء واضحة /
توقع لماذا و/ أو كيف
وادعم إجابتك بأدلة
ذات صلة.

٥. تبلغ كثافة الذهب (19300 kg/m^3). احسب كثافة الذهب بوحدة قياس g/cm^3 واستخدم إجاباتك في (٣) و (٤) لتحديد ما إذا كانت العملة مصنوعة من الذهب أم لا.

٨

تُستقصى في تجربة ما العلاقة بين الزمن الدوري لاهتزاز زنبرك والكتلة (m) الموضوعة في كفة الكتل. يُطلب إلى أحد الطلبة تركيب الأدوات كما هو مبين في الشكل ١-١٦، باستخدام كتلة (200 g) تُوضع في الكفة.



الشكل ١-١٦

يُطلب إليه بعد ذلك تحريك الكفة إلى أسفل بمقدار (1 cm) تقريباً، وتحريرها بحيث تهتز باتجاه رأسي. ثم، يُطلب إليه تسجيل الزمن المستغرق لـ 20 اهتزازة كاملة للزنبرك، ثم يكرر الخطوات، باستخدام كتل تتراوح مقاديرها ما بين (20 g) و (200 g) حتى يتكوّن لديه ست مجموعات من القراءات. يُزوّد الجدول بعمودين للجذر التربيعي للكتلة (\sqrt{m}) والزمن الدوري للزنبرك (T). يوضح الجدول ١-٦ القراءات التي أخذها الطالب للكتل المختلفة.

الكتلة (g)	زمن 20 اهتزازة (s)	$\sqrt{m} (\text{g}^{\frac{1}{2}})$	$T (\text{s})$
20	12.2		
50	15.0		
100	18.7		
150	21.8		
190	24.0		
200	24.5		

الجدول ١-٦

أ. أكمل الجدول بوضع قيم (\sqrt{m}) و (T).

ب. مثل بيانياً الزمن الدوري (T) على المحور الصادي (y) مقابل (\sqrt{m}) على المحور السيني (x). ارسم الخط المستقيم الأكثر ملاءمة.

ج. جد الميل والجزء المقطوع من المحور الصادي (y) بهذا الخط.

د. ترتبط الكميات (T) و (m) بالمعادلة: $T = C + k \sqrt{m}$

حيث (C) و (k) هما ثابتان. جد قيم الثابتين (C) و (k). ثم أعط وحدات قياس مناسبة.

أفعال إجرائية

أعط/قدم Give:

استخرج إجابة من مصدر معين أو من الذاكرة.

قائمة تقييم ذاتي

بعد دراسة الوحدة، أكمل الجدول الآتي:

أستطيع أن	أراجع الموضوع	أحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	متمكن إلى حد ما	مستعد للمضي قدماً
أقرأ الأطوال بمقياس الميكروميتر والقدمة ذات الورنية.	١-١			
أتعرف على الأخطاء العشوائية، والنظامية، والصفرية.	٣-١			
أميز بين الدقة والضبط.	٣-١			
أقدر قيمة عدم اليقين المطلق.	٤-١			
أحسب النسبة المئوية لعدم اليقين.	٥-١			
أجمع بين قيم عدم اليقين.	٦-١			
أجري مجموعة متنوعة من القياسات وأعرض البيانات في جدول مناسب، وأرسم الخط المستقيم الأكثر ملاءمة في التمثيلات البيانية وأستنتج الميل وتقاطع منحنى التمثيل البياني مع المحور الصادي.	٧-١			
أربط الوحدات المشتقة بالوحدات الأساسية في النظام الدولي للوحدات (SI).	٨-١			
أتذكر مجموعة من البادئات وأستخدمها.	٨-١			

إجابات كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

١. 50 Ω، 100 Ω، 200 Ω، 300 Ω، 400 Ω، 500 Ω.

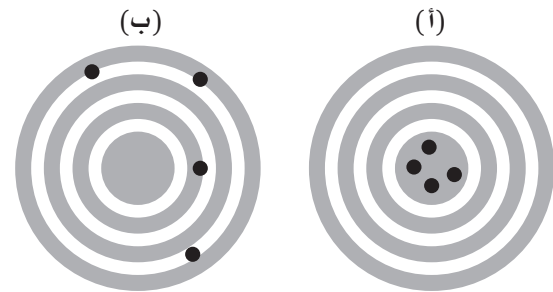
تغطي المدى الكامل مع فروقات متساوية تقريباً.

لاحظ أن القيم الأخرى مناسبة إذا تم اختيار

المدى الكامل للمقاومات وكانت الاختلافات بين

القيم متساوية تقريباً. على سبيل المثال:

50 Ω، 150 Ω، 250 Ω، 350 Ω، 450 Ω، 500 Ω.



٣. يمثل الرسم التخطيطي (أ) خطأ نظامياً.

يمثل الرسم التخطيطي (ب) خطأ عشوائياً.

٤. الخطأ صفري؛ لأن المؤشر لا يشير إلى الصفر

عندما لا تكون هناك كتلة على كفة الميزان؛ يعني

ذلك أن الجهاز غير معايير بشكل صحيح.

٥. أصغر تدريج على شريط القياس هو 1 mm بما

أن القراءة تؤخذ من كلا طرفي شريط القياس،

بالتالي قيمة عدم اليقين للقياس الواحد تساوي

2 mm ±؛ ولكن إذا كان القياس يتطلب القيام بعدة

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 تمّ شدّه بإحكام

ومن دون أن يتمدد طوله.

٦. 1.0 °C ±

٧.

بين 1 mm ± و 10 mm ± (إن 1 mm هو أصغر

تدريج للقياس على المسطرة، ولكن يمكن القول

إن قيمة عدم اليقين أكبر من 1 mm بسبب حركة

التموجات في حوض الموجات المائية).

٨.

بين 0.2 s ± و 0.5 s ± لأن هذا هو المدى القياسي

لزمّن 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:

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

$$= 29 \text{ (مع رقمين معنويين)}$$

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:

$$= 0.1 \text{ أو } 0.05$$

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

١٣-

(قيمة عدم اليقين مفترض أنها 0.1 لأن القيم قد أعطيت لمنزلة عشرية واحدة. ولكن اقبل عدم اليقين في حال كانت الإجابة 0.5).
(بما أن القراءات كلها متشابهة فإن أقل قيمة ممكنة لعدم اليقين لا تقل عن أصغر تدرّج أو نصفه).
القيمة النهائية:
 $= 20.5 \pm 0.1$

١٠- النسبة المئوية لعدم اليقين:

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

$\pm 0.8\%$ (مع رقم معنوي واحد)

١١- أ. النسبة المئوية لعدم اليقين =

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

$\pm 5.7\%$ أو $\pm 6\%$ (مع رقمين معنويين أو رقم معنوي واحد)

ب. لأن البندول يتحرك أثناء القياس الأمر الذي يجعل قراءة القياس صعبة. إذ من المحتمل أن تكون قيمة عدم اليقين أكبر من الحد الأدنى للتدرّج على المنقلة (درجة واحدة).

١٢- النسبة المئوية لعدم اليقين =

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

قيمة عدم اليقين = (النسبة المئوية لعدم اليقين

$$\times \frac{\text{القيمة المقاسة}}{100\%}$$

قيمة عدم اليقين:

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

$\pm 0.25 \text{ V}$ (مع رقمين معنويين)

تم تقريب قيم مربع المسافة (d^2) إلى 3 أرقام معنوية بحيث يتم تقديمها بشكل متناسق مع البيانات الخاصة بقيم المسافة (d)، والتي تُعطى أيضاً إلى 3 أرقام معنوية.

١٤- أ. $(3.0 \pm 0.6) \text{ m}$

ب. $(1.0 \pm 0.6) \text{ m}$

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 $\frac{B}{D}$:

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

$$\frac{B}{D} = \frac{2.0}{0.20} = 10(.0) \text{ m s}^{-1}$$

قيمة عدم اليقين في $\frac{B}{D}$:

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

بالتالي قيمة $\frac{B}{D}$:

$$(10(.0) \pm 1.5) \text{ m s}^{-1}$$

هـ. النسبة المئوية لعدم اليقين في A :

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

النسبة المئوية لعدم اليقين في $(2 \times A)$ 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 $2 \times A$:

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

بالتالي قيمة $2 \times A$:

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

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:

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

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 $A^2 = A \times A$:

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

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: 27.8 cm و 20.9 cm (ملاحظة:

يمكن لقياسات كتابك أن تختلف قليلاً عن

هذين القياسين للصفحة).

المساحة:

$$= 27.8 \times 20.9 = 581.02 \text{ cm}^2$$

$$= 0.05810 \text{ m}^2$$

المساحة $\approx 581 \text{ cm}^2$ أو 0.0581 m^2 (مع 3

أرقام معنوية).

ب. - باستخدام الطريقة الأولى:

القيمة القصوى للمساحة:

$$= 27.9 \times 21.0 = 585.9 \text{ cm}^2$$

قيمة عدم اليقين في المساحة:

$$= 585.9 - 581.0 = 4.9 \text{ cm}^2$$

أو 5 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:

$$= \frac{0.1}{27.8} \times 100\% = \pm 0.36\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في العرض:

$$= \frac{0.1}{20.9} \times 100\% = \pm 0.48\%$$

فإن النسبة المئوية لعدم اليقين في المساحة:

$$= 0.36\% + 0.48\% = \pm 0.84\%$$

وبالتالي، فإن قيمة عدم اليقين المطلق

للمساحة:

$$= \frac{(0.84\% \times 581.0)}{100\%} = 4.9 \text{ cm}^2$$

أو 5 cm^2 (مع رقم معنوي واحد)

١٩. 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. قيمة عدم اليقين المطلق: 0.01 mm من

التدريج.

النسبة المئوية لعدم اليقين:

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

ب. أطبق الفكّين أحدهما على الآخر للتحقق

من عدم وجود خطأ صفري، ثم افتح الفكّين

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:

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

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 معاً

عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها.

النسبة المئوية لعدم اليقين في الحجم:

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

د. ١. كثافة الزجاج:

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

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

عليه من تدرّيج 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 ممّا يأتي:

التحقق من أداة القياس بحثاً عن خطأ

صفرى. عدم الضغط بشدة على فكّي

القدمة.

٣. تعطي الأداة قراءة غير صفرية، عندما

يكون فكّا القدمة مطبقين أحدهما على

الآخر، بينما تكون القيمة الحقيقية للكمية

صفرًا.

٤. أحياناً لا يكون سمك العملة هو نفسه في

جميع أنحائها؛ لذا فإن أخذ قراءات من

مختلف جوانبها يزيد من الدقة لمتوسط

سمك العملة.

ب. ١. متوسط السمك (e):

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

$$\text{أو } 0.158 \text{ cm}$$

متوسط القطر (d):

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

$$\text{أو } 2.01 \text{ cm}$$

متوسط الحجم:

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

٢. النسبة المئوية لعدم اليقين في السمك:

$$1.27\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين في القطر =

0.25% (تم تحديدها باستخدام قيمة عدم

يقين قدرها 0.05 mm).

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:

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

ب. ١. الفكرة هي أن هناك قيمة عدم يقين

قدرها 1 mm عند كل من بداية ونهاية

مسطرة القياس، بالتالي قيمة عدم اليقين

التي قدمتها مريم قيمة معقولة.

٢. لحساب قيمة a نستخدم المعادلة:

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

وبما أن $u = 0$ ، بالتالي:

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

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

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

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

٣. النسبة المئوية لعدم اليقين في s:

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

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

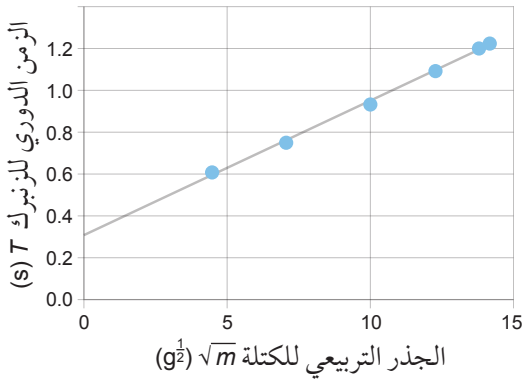
يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معاً

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)



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

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 = القيمة المعطاة لتقاطع الخط مع المحور
 y بوحدة s ، على سبيل المثال 0.31 s
 k = القيمة المعطاة لميل الخط مع وحدة
القياس، على سبيل المثال $0.063 \text{ s g}^{-\frac{1}{2}}$

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 في الكثافة:

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

لأن كتلة العملة المعدنية هي مع عدم يقين
مهمل.

٥. كثافة الذهب: 19.3 g cm^{-3}

قيمة عدم اليقين لكثافة العملة:

$$= \frac{12.2 \times 1.8\%}{100\%} = 0.22 \text{ g cm}^{-3}$$

أكبر قيمة مقاسة ممكنة = 12.42 g cm^{-3}
(آخذًا في الاعتبار عدم اليقين)، بالتالي
العملة المعدنية ليست ذهبية.

٨. أ. من المفروض 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.

يجب أن تكون المنازل العشرية في العمود
متسقة دائمًا. يجب أن تكون الأرقام المعنوية
في البيانات المعالجة متسقة مع البيانات
الأولية، ولكن رقمًا معنويًا إضافيًا يعتبر مقبولاً.

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

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ١-١: المقاييس وقيم عدم اليقين

١. أ. 31.4 cm و 34.2 cm

ب. 91 °C

ج. $\approx 0.41 \text{ A}$

د. $\approx 56 \text{ mL}$

هـ. للمخبار المدرج (ب) الدقة الأقل، لأن أصغر

تدريج له 5 mL، أكبر من أصغر تدريج 2 mL للمخبار (أ).

و. عندما لا يكون هناك سائل، تكون القراءة

6 mL وبالتالي عند وضع السائل يجب

تخفيض كل قراءة بمقدار 6 mL لأن جميع

القراءات ستكون أكبر بمقدار 6 mL عن

القيمة الحقيقية. هذا الخطأ الصفري أكبر

من أصغر تدريج (5 mL) الموضحة للمخبار

(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 s).

لاحظ أن أي قيمة لزمن رد الفعل بين 0.2 s

و 0.5 s ثانية مقبولة وقد تؤثر على الإجابة

النهائية.

ملاحظة: إن زمن رد الفعل البشري لا يقل عن

0.1 s، لذلك يمكن للطالب اختيار الزمن بين

0.1 s و 0.5 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:

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

ب. متوسط الزمن:

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

قيمة عدم اليقين = نصف المدى:

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

الزمن:

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

ج. جميع القراءات أقل من القيمة الحقيقية.

د. الزمن الذي يستغرقه الصوت للانتقال من

صفارة 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:

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

الزمن:

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

ب. متوسط الزمن لـ 10 اهتزازات كاملة:

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

قيمة عدم اليقين = نصف المدى:

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

(واحد)

الزمن المستغرق خلال 10 اهتزازات كاملة:

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

زمن اهتزازة واحدة كاملة:

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

ج. النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في المجموعة الأولى:

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

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 تضحلّ نهائياً.

نشاط ٣-١: جمع قيم عدم اليقين

١. أ. ثلاثة؛ تبدأ بالعد من أول رقم غير صفري 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:

$$= \frac{5\% \times 120}{100\%} = \pm 6 \text{ s}$$

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

$$= \frac{0.2}{7.5} \times 100\% = \pm 3\%$$

النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في (L):

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

النسبة المئوية لعدم اليقين للقيمة في (D):

$$= \pm 4\%$$

(L) لها أصغر نسبة مئوية في عدم اليقين.

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

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 معاً عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها.

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في (P):

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

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 (مضروبة).

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 معاً عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها.

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في الكثافة:

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

ج. قيمة عدم اليقين:

$$= \frac{5.6\% \times 5.8333}{100\%} = \pm 0.33 \text{ g cm}^{-3}$$

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 لـ (t)

= نصف المدى:

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

د. النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة

المتوسطة لـ (t):

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

هـ. بما أنه يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين

معاً 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):

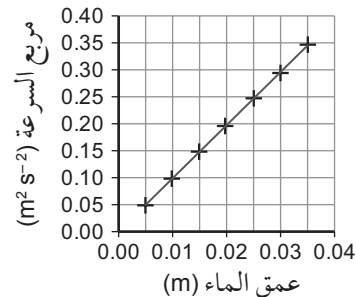
$$= \frac{1.9\% \times 9.77}{100\%} = \pm 0.19 \text{ m s}^{-2}$$

نشاط ١-٤: الجداول والتمثيلات البيانية والميل

١. أ.

$v^2 \text{ (m}^2 \text{ s}^{-2}\text{)}$	$v \text{ (m s}^{-1}\text{)}$	$t \text{ (s)}$	$d \text{ (m)}$
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

ب، ج.



د. الميل = 9.9 m s^{-2}

نقطة التقاطع مع (y) = $0 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$

هـ. $A = 9.9 \text{ m s}^{-2}$

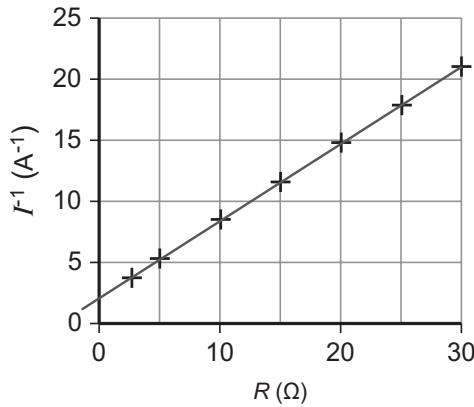
$B = 0 \text{ (m s}^{-2}\text{)}$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

$I^{-1} \text{ (A}^{-1}\text{)}$	$I \text{ (A)}$	$R \text{ (}\Omega\text{)}$
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

ب، ج.



د. الميل:

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

نقطة التقاطع = 2.2 A^{-1}

$$\varepsilon = \frac{1}{0.62} = 1.6 \text{ V} \quad \text{هـ.}$$

$$r = 2.2 \times 1.6$$

$$r = 3.5 \Omega$$

إجابات أسئلة الاستقصاءات العملية

استقصاء عملي ١-١: استخدام الميكروميتر والقدمة 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.

هل هناك احتمال للخطأ الصفري؟	شريط متري	مسطرة 30 cm	القدمة ذات الورنية	ميكروميتر	منقلة	فولتميتر	ساعة إيقاف	ميزان ذو كفة
نعم	نعم	نعم	نعم	نعم	كلًا	نعم	كلًا	نعم
ما أصغر تدرج في الأداة أو الجهاز؟	1 mm	1 mm	0.1 mm	0.01 mm	1°	متغير 0.2 V	متغير 0.01 s	متغير 0.01 g
ما قيمة عدم اليقين (افتراض عدم وجود خطأ صفري)	1 mm	1 mm	متغير 0.1 mm	متغير 0.01 mm	1°	متغير 0.2 V	متغير 0.01 s	متغير 0.01 g
ما أكبر قراءة ممكنة؟	100 cm	30 cm	متغير	متغير	180° 360°	متغير 10 V	متغير 100 min	متغير 300 g
ما النسبة المئوية لعدم اليقين في أكبر قراءة ممكنة؟	0.1%	0.3%	متغير	متغير	0.6% إذا كان الحد الأقصى 180°	2%	0.0002%	0.003%