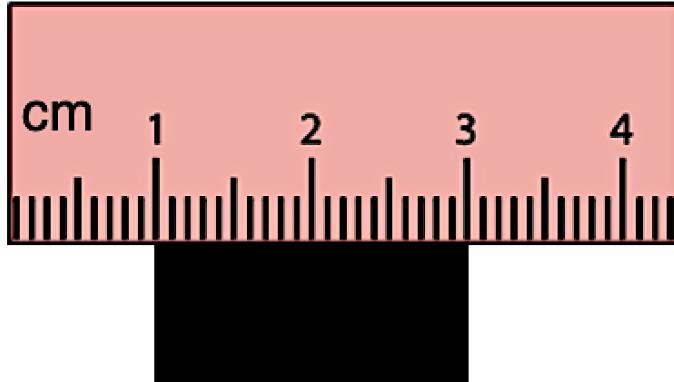


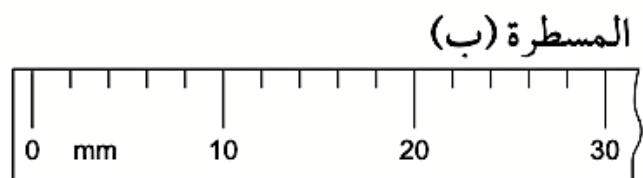
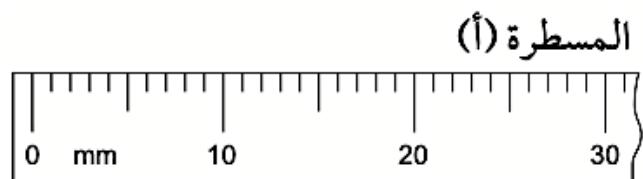
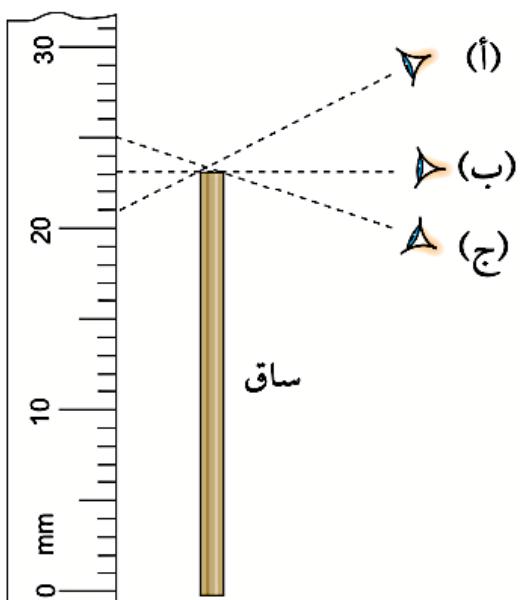
المهارات العملية

١- استخدام الأدوات واتباع التعليمات



ما هو طول المستطيل الموضح في الشكل المقابل؟

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

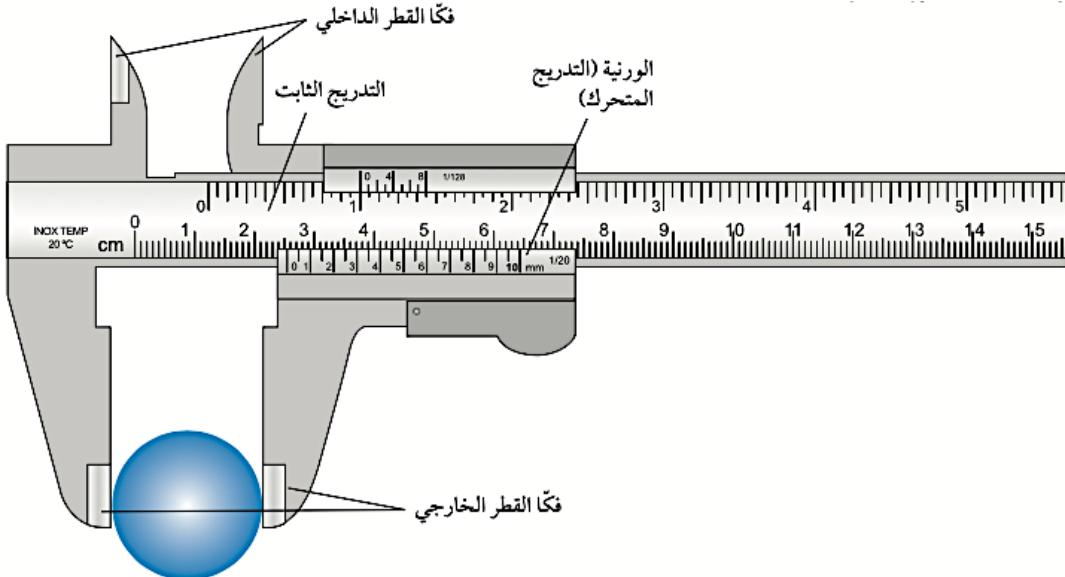


الشكل ١-٢ خطأ اختلاف المنظر.

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.

القدم ذات الورنية

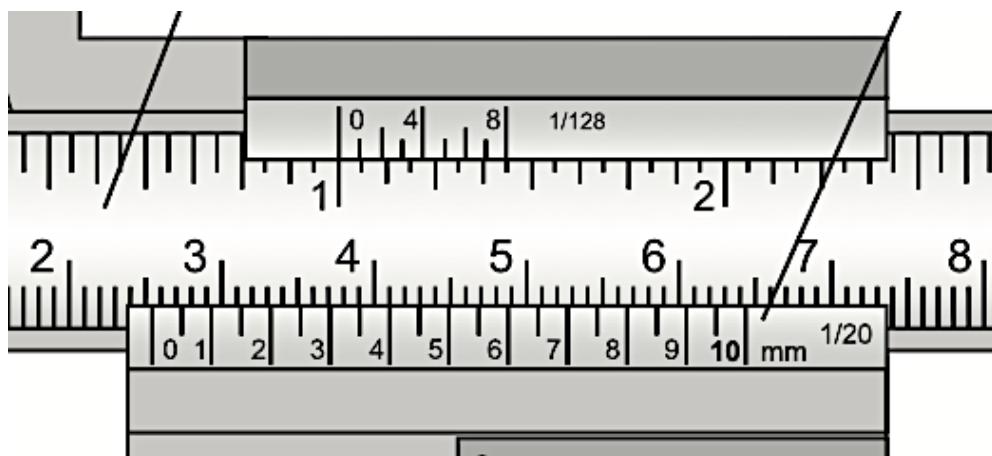


في القدم ذات الورنية الموضحة
في الشكل أعلاه: أصغر تدرج
في التدرج المتحرك هو:
 $(0.05 \text{ mm} = 0.005 \text{ cm})$

قراءة القدم هي: موضع صفر الورنية على القدمة.

قراءة الورنية هي: علامة عليها تحقق أفضل انطباق مع علامة على القدمة.

طريقةأخذ القراءة بها (تطبيقاً على الشكل التالي):



1. تحديد قراءة القدمة (في الشكل التالي بعد 2.5 cm).

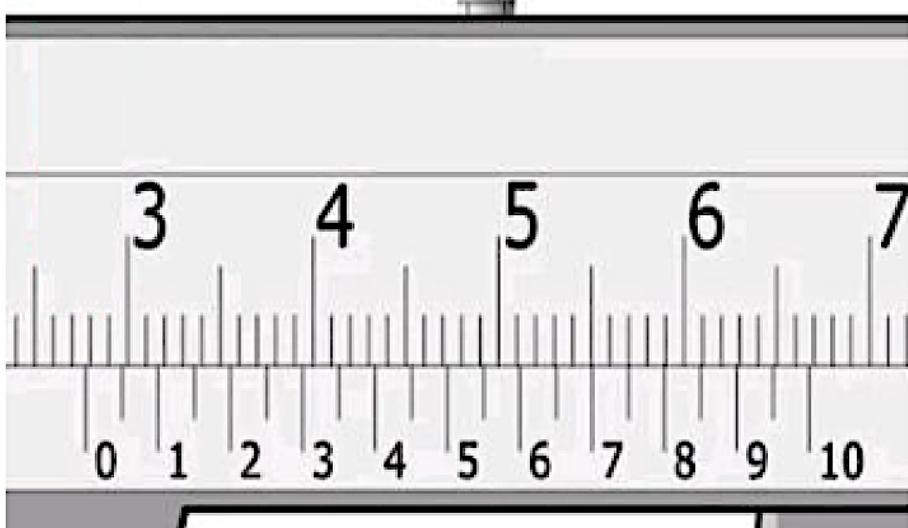
2. تحديد قراءة الورنية:

- أصغر تدرج في الورنية المستخدمة يساوي: $\frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$

- أفضل انطباق حدث عند (0.040 mm أي 0.40 cm)

3. جمع القراءتين (في هذا المثال: $2.5 + 0.040 = 2.540 \text{ cm}$)

مثال آخر:



1. تحديد قراءة القدمة (2.7 cm).

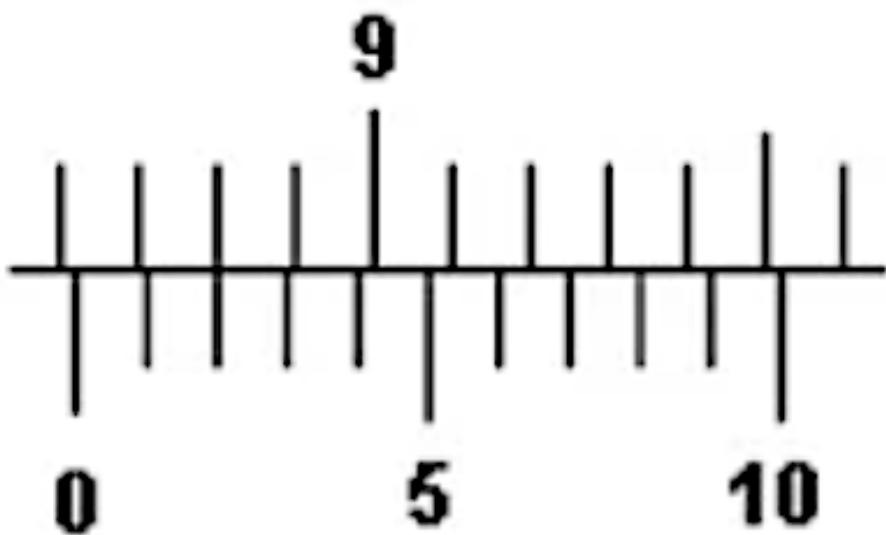
2. تحديد قراءة الورنية:

- أصغر تدرج: $\frac{1}{20} = 0.05 \text{ mm}$

- أفضل انطلاق (0.75 mm) أي (0.075 cm)

3. جمع القراءتين:
($2.7 + 0.075 = 2.775 \text{ cm}$)

مثال ثالث



1. تحديد قراءة القدمة (8.6 cm).

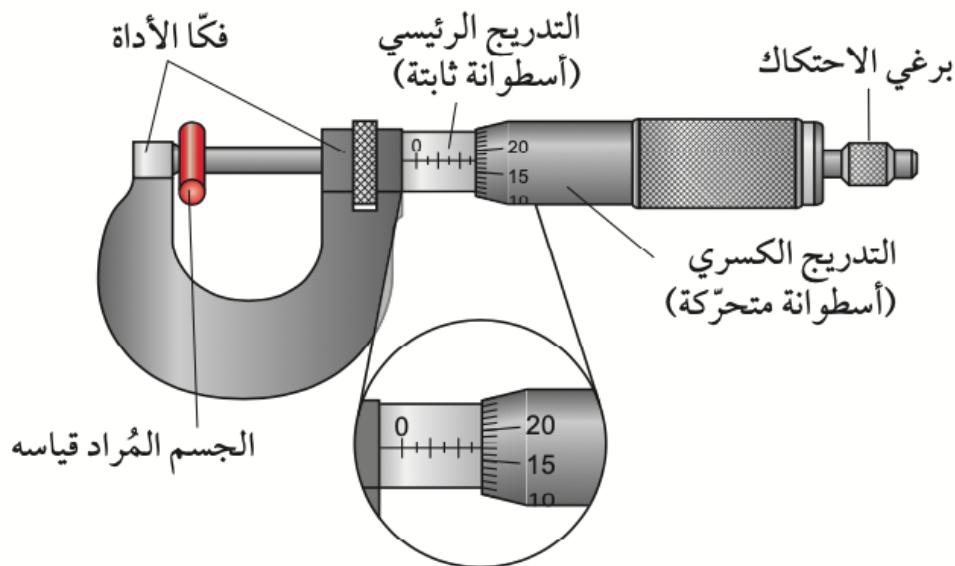
2. تحديد قراءة الورنية:

- أصغر تدرج: $\frac{1}{10} = 0.1 \text{ mm}$

- أفضل انطلاق (0.02 cm) أي (0.02 mm)

3. جمع القراءتين:
($8.6 + 0.02 = 8.62 \text{ cm}$)

الميكرومتر



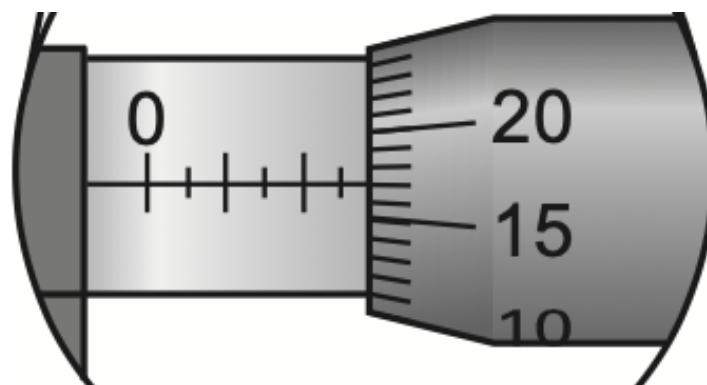
في الميكرومتر الموضح في الشكل أعلاه: أصغر تدرج على التدرج الرئيسي يساوي (0.5 mm) وأصغر تدرج على التدرج الكسرى يساوي (0.01 mm).

طريقة أخذ القراءة بها (تطبيقاً على الشكل التالي):

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

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

قراءة التدرج الكسرى هي: الخط على التدرج الكسرى الذي يمثل امتداد الخط الأفقي في التدرج الرئيسي.

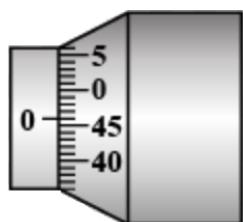


الخطأ الصفرى:

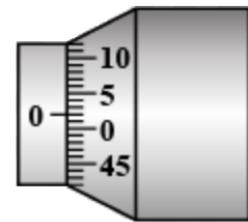
يظهر الخطأ الصفرى عندما تعطى أداة القياس البالية قراءة غير صفرية في حين أن القيمة الحقيقية صفر.

الشكل التالي يوضح أمثلة للخطأ الصفرى في كل من الميكرومتر والقدم ذات الورنية.

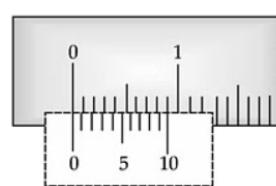
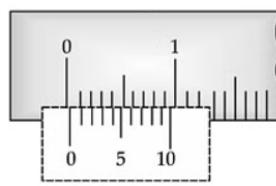
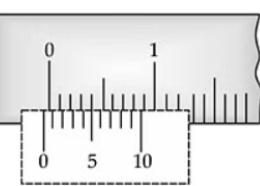
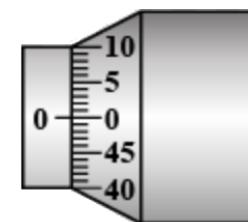
خطأ صفرى سالب



خطأ صفرى موجب



لا يوجد خطأ صفرى



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

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

٢-١ جمع الأدلة

يجب أن تأخذ قراءات تغطي المدى كاملا بفواصل متساوية. فمثلا، أفضل ست قراءات بين ($N - 0$) تكون عند الانتقال 0, 4, 8, 120, 160, 20.

سؤال

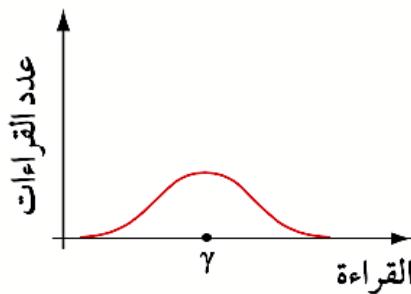
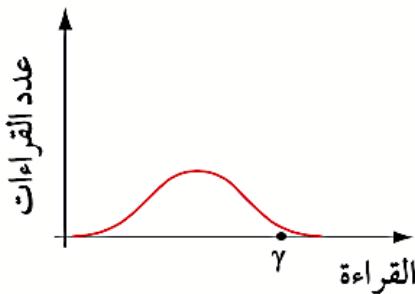
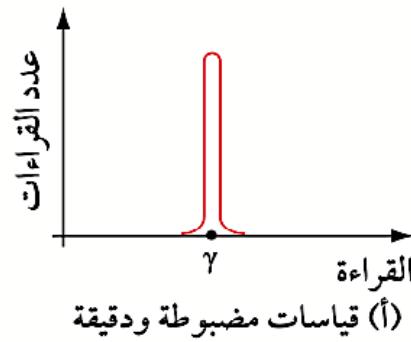
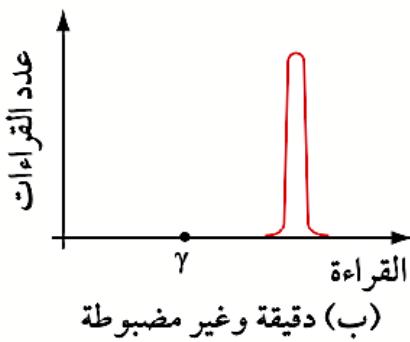
ثم طلب إليك إجراء قياسات باستخدام ست من هذه المقاومات فقط، فأيّ ست مقاومات ستختار؟ وضّح إجابتك.

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

, 300 Ω , 250 Ω , 200 Ω , 150 Ω , 100 Ω , 50 Ω
500 Ω , 450 Ω , 400 Ω , 350 Ω

٣-١ الدقة والضبط والأخطاء وعدم اليقين

الضبط	الدقة
هو مدى قرب القيمة المقاومة من القيمة الحقيقة.	هي مدى تقارب النتائج من متوسطها عند تكرار القياس.
	
قراءة مضبوطة، ولكنها غير دقيقة	قراءة دقيقة، ولكنها غير مضبوطة
أسباب عدم الضبط: 1 - خطأ في الإجراء التجريبي: مثلا: توصيل أميتر بطريقة غير صحيحة، واختلاف زمن رد الفعل. 2 - عيب في أداة القياس.	أسباب عدم الدقة: صعوبات عملية في إجراء القياسات. التعبير عن الدقة في النتائج: على سبيل المثال: «15 m» تعني أن الدقة (1 m)، بينما «15.0 m» تعني أن القراءة سجلت إلى أقرب (0.1 m).



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

عدم اليقين

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

أسباب عدم اليقين: عدم سلامة أدوات وطريقة القياس.

يعتمد مقدار عدم اليقين على: دقة معايرة الأدوات التي تستخدمها وعلى صحة طريقة القياس.

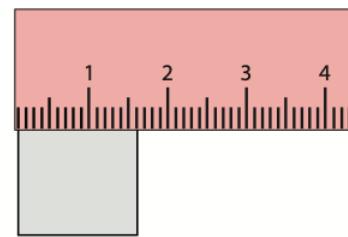
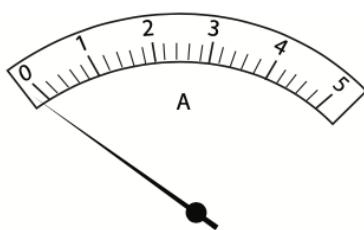
أنواع الأخطاء التي تسبب عدم اليقين:

1 - الخطأ النظامي: يحدث عندما تختلف القراءات عن القيمة الحقيقة بمقدار ثابت تقريباً في كل مرة. أمثلة:

- فقاوة الهواء المحصور في سائل ميزان الحرارة يجعل قراءة ميزان الحرارة أعلى من القيمة الحقيقة.
- المغناطيس في الأميتر قد يصبح أضعف مع مرور الزمن، وربما لا تتحرك الإبرة تماماً حول التدرج كما هو متوقع.
- أخطاء اختلاف المنظر عندما يكون موضع النظر ثابتاً ولكنه غير صحيح.

الخطأ الصفرى: يحدث عندما تعطي الأداة قراءة غير صفرية في حين أن القيمة الحقيقة صفر. ولأن القراءة التي تعطيها الأداة ثابتة في كل مرة فإن الخطأ الصفرى يعتبر من الخطأ النظامي.

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



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

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

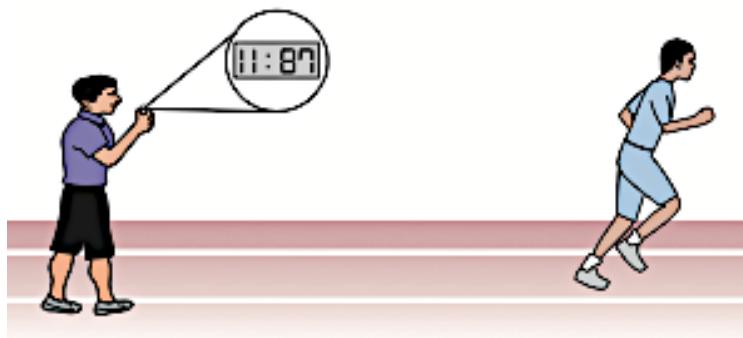
2 - الخطأ العشوائى: يحدث عندما تختلف القراءات حول متوسط القيمة المقاسة بطريقة غير متوقعة. أمثلة:

- الخطأ بسبب زمن رد الفعل البشري.
- أخطاء اختلاف المنظر عندما يكون هناك مواضع مختلفة للنظر.

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

٤- إيجاد عدم اليقين المطلق

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

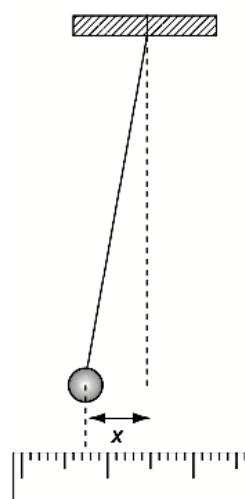


مثال ١: عدم اليقين في استخدام ساعة الإيقاف.

قراءة ساعة الإيقاف هذه كـ (s 11:87) ليست منطقية وذلك بسبب الصعوبات التالية:

- صعوبة تحديد كل من لحظة إطلاق صفاره البداية بدقة تصل إلى (0.01 s)، وذلك بسبب الزمن الذي يستغرقه صوت الصفارة حتى يصل إلى أذن الشخص.
- زمن رد الفعل البشري لا يقل عن (s 0.1)، والذي يجعل الضغط على زر تشغيل الساعة مبكراً أحياناً وأحياناً متأخراً.

لذا من الأنساب تسجيلها بنزلة عشرية واحدة، أي (s 11:9).



مثال ٢: عدم اليقين في قياس إزاحة البندول

مقدار عدم اليقين في قياس إزاحة هذا البندول قد يصل إلى (2 mm)، ويمكن إيجاد ذلك كما يلي:

- هناك (0.5 mm) من عدم اليقين بسبب حد الدقة للمسطرة، وذلك عند كل من بداية القياس ونهايته.
- هناك أيضاً صعوبة في تحديد النقطة التي يكون عندها البندول عند أقصى إزاحة في الجهتين، وهذا يضيف (0.5 mm) أخرى عند كل من بداية القياس ونهايته.

طريقتان لإيجاد قيمة عدم اليقين:

1 - عدم اليقين = أصغر تدرج على الأداة المستخدمة

تستخدم هذه الطريقة إذا كان لديك قراءة واحدة فقط. وإليك مثالان:

- في الشكل المقابل: عدم اليقين = أصغر تدرج = 1 mm.

- 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) مقداراً معقولاً لعدم اليقين في هذه الحالة.

كتلة معيارية

200 g

- في الشكل المقابل: عدم اليقين = أصغر تدرج = 20 g.

- لا نستطيع أن نحدد مقداراً لعدم اليقين أقل من ذلك لأن سمك المؤشر يساوي تقريباً المسافة بين علامات التدرج.

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

2 - عدم اليقين = نصف مدى القراءات المقاسة

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

- تستخدم هذه الطريقة إذا كان لديك عدة قراءات بها خطأ عشوائي.

- لا تعمد هذه الطريقة في حالة القراءات المتشابهة أو المتقاربة جداً لأنها ستعطينا مقداراً

صغيراً جداً لعدم اليقين، وفي هذه الحالة سنعتمد الطريقة الأولى حيث إنه لا يمكن أن تقل قيمة عدم اليقين أبداً عن نصف

قيمة أصغر تدرج على أداة القياس.

- هذه الطريقة لا تعالج الأخطاء النظامية لأنها لن تعطينا بعد القراءات عن القيمة الحقيقية.

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

لحة عن الأرقام المعنوية

الأرقام المعنوية: هي أرقام ذات دلالة عددية وتجاهلها يؤثر على دقة القيمة المقاسة.

يمكنك أن تتعذر 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: اختيار أقل عدد من الأرقام المعنوية الموجودة في العملية الحسابية.

$$5.56 \times 2.456 = 13.7 \quad 21.754 + 0.14 = 22 \quad \text{أمثلة:}$$

الخطوة ٣: تتحقق من أن عدم اليقين المحسوب في الخطوة ٢ أكبر من أصغر تدرج 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 يكتب.

أي أن القيمة النهائية هي 22.9 ± 0.2 cm. عادة لا تكتب القيمة النهائية من الإجابة بعدد من الكسور العشرية أكبر من عدم اليقين. وعادة ما يُقاس عدم اليقين بواحد أو ربما اثنين من الأرقام المعنوية.

١. يقاس طول ساق خمس مرات بمسطرة أصغر تدرج عليها هو (0.1 cm) وتم الحصول على القراءات بوحدة (cm) وهي: 22.9 ، 22.7 ، 23.0 ، 22.9 ، 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.

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

٧ يطلب إلى أحد الطلبة قياس الطول الموجي لموجات في «حوض الموجات المائية» باستخدام مسطرة متيرية مدرجة بالملليمترات. قدر عدم اليقين في قياسه.

٨ قدر قيمة عدم اليقين عندما يحاول أحد الطلبة قياس زمن تأرجع واحد كامل لبندول ما.

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

- أ. 20.8 ، 20.6
- ب. 36 ، 30 ، 20
- ج. 1.2 ، 0.8 ، 1.0 ، 0.6
- د. 20.5 ، 20.5

٤ يوضح الشكل ١١-١ ميزاناً ذا ذراع، يظهر في البداية بدون وجود كتلة في كفته، ثم يظهر وفي كفته كتلة معيارية مقدارها (200 g).

اشرح أنواع الأخطاء التي قد تظهر عند استخدام هذه الأداة.

٥ قدر قيمة عدم اليقين في القياس عندما يقيس طالب طول غرفة باستخدام شريط قياس معاير بالملليمترات.

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



الشكل ١٢-١ ميزان حرارة.

٥- 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 (s 1.4) وقيمة عدم اليقين له (0.2)، فإن النسبة المئوية لعدم اليقين مع رسم معنوي واحد هي (14%).

وهنا يمكننا عرض قياساتنا بطرفيتين:

١ - مع قيمة عدم اليقين المطلق زمن التأرجح الواحد الكامل = (1.4 ± 0.2 s).

٢ - مع النسبة المئوية لعدم اليقين زمن التأرجح الواحد الكامل = (1.4 s ± 10%).

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

بـ. تمّت معايرة المنقلة المستخدمة 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 بينقطي بطارية وكانت النتيجة (V 12.4) 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 ± 0.2 cm)). احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في هذا القياس.

١١ قيست الزاوية في حركة بندول بين موضع الاتزان وأقصى ازاحة له فكانت (35 ± 2)°.

أ. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس هذه الزاوية.

٦- جمع قيم عدم اليقين

إذا جمعت كيّات أو طرحت عليك جمع قيم عدم اليقين المطلق. مثال:

إذا كان لدينا عصا متعددة على الشريط المدرج من (cm 21 ± 0.05) إلى (cm 36 ± 0.05) فطولها مع عدم اليقين يساوي (15 ± 0.1 cm).

إذا ضربت كيّات أو قسمت عليك جمع النسب المئوية لعدم اليقين. مثال:

إذا قطعت سيارة مسافة (km 200 ± 5) في (h 4.0 ± 0.2) 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 ($50 \pm 4 \text{ km h}^{-1}$).

١٤ صُورت رصاصة بندقية أثناء اخترافها الجوً باستخدام ومضين ضوئيين (فلاشين) بينهما فاصل زمني

1.00 ± 0.02 ms). ظهر الخيال الأول للرصاصة على الصورة الفوتوغرافية بحيث يبدو أنها في موقع (22.5 ± 0.5) cm على مقياس أسفل مسار الرصاصة؛ وظهر الخيال الثاني للرصاصة في موقع (37.5 ± 0.7) cm على العقيas نفسه. جد سرعة الرصاصة وقيمة عدم اليقين المطلق لهذه السرعة.

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

١٣ قيست الكميات الآتية:

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

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

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

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

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. $2 \times A$

٧- تسجيل النتائج

ادرس جدول تسجيل النتائج المقابل ولاحظ ما يلي.

١- الكميات المقاسة مذكورة مع وحداتها.

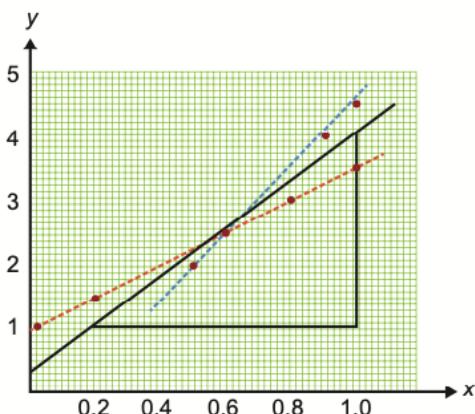
٢- قيم كل عمود سجلت بنفس الدقة (أي بنفس عدد المنازل العشرية).

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

٤- 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 وتحته.

٥- حساب ميل هذا الخط نقسم فرق الصادات على فرق السينات.

١ شدة التيار الكهربائي (A^{-1})	شدة التيار الكهربائي (A)	طول السلك (cm)
1.47	0.682	10.3
2.86	0.350	19.0

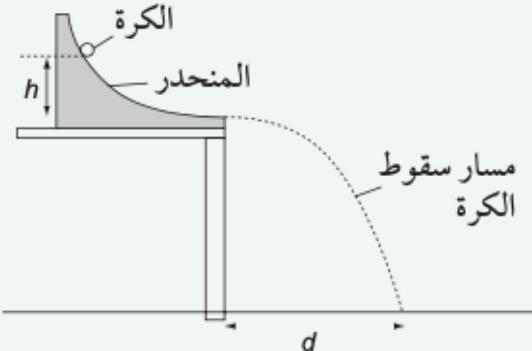


يُطلب إليك أيضًا إيجاد مربع المسافة الأفقية التي تقطعها الكرة بعد أن تتخبط المنحدر. ببین الجدول ٢-١ النتائج الأولية للتجربة. انسخ الجدول وأكمله.

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

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

١٦) تركت كرة لتدرج على منحدر من نقاط بداية مختلفة. ببین الشكل ١٤-١ الأدوات المستخدمة. وضع 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 تدرج على منحدر.

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

جميع القياسات في العلوم والهندسة يجب أن تم 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
(m) متر	x, l, s، وغيرها	الطول
(kg) كيلوغرام	m	الكتلة
(s) ثانية	t	الزمن
(A) أمبير	I	شدة التيار الكهربائي
(K) كلفن	T	درجة الحرارة المطلقة

وهناك وحدات أخرى مشتقة من هذه الوحدات كوحدات 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) قوة الجاذبية الأرضية المؤثرة على تفاحة (وزنها) تساوي (1 N) تقريبًا. يحاول شخص ابتكر نظام دولي جديد للوحدات بواسطة تعريف وحدة القوة

البادئات والوحدات

الأجزاء			المضاعفات		
الأسس العشرية	الرمز	البادئة	الأسس العشرية	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	ميکرو	10^{12}	T	تيرا
10^{-9}	n	نانو			
10^{-12}	p	بيکو			

ترتيب البادئات وتكليفها

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.

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

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

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

الخطوة ١: جد تحويلات الوحدات.

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

(أ)، أو باستخدام النسبة المئوية المشتركة لعدم اليقين. جرب كلا الطريقيتين.

(١٩) اكتب قيم هذه الكميات باستخدام الأسس العشرية.

- أ. 60 pA
- ب. 500 MW
- ج. $20\,000 \text{ mm}$

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

ب. إذا كانت قيمة عدم اليقين في قياس أحد جانبين الصفحة (0.1 cm), فجد قيمة عدم اليقين في قياس المساحة. يمكن إجراء ذلك إماً عن طريقأخذ القيمة الكبرى لكل جانب عند ضربهما معًا ثم إيجاد فرق القيمة التي حسبتها في الجزئية

< الأنشطة

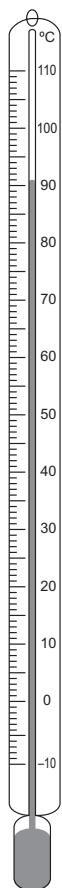
مصطلحات علمية

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

نشاط 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 (3.00 cm) أو (3 cm): بل يجب أن تسجّل على أنها (3.0 cm).



الشكل ١-١: للسؤال ١ (أ).

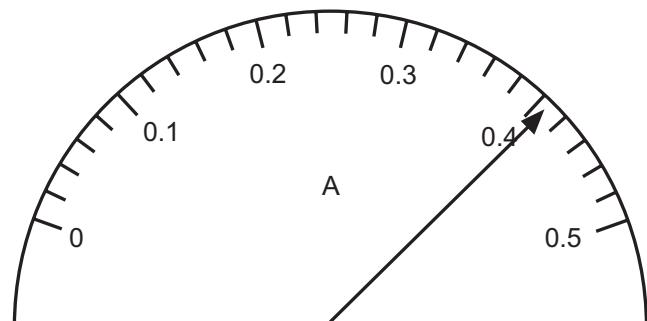
ب. دون قراءة درجة الحرارة الموضحة على ميزان الحرارة في الشكل ٢-١.

ج. دون قراءة شدة التيار الكهربائي الموضح على جهاز القياس التناضري في الشكل ٣-١.



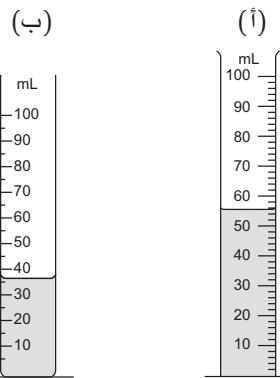
الشكل ٢-١: للسؤال ١ (ب).

العرض التناضري: **Analogue display**
عرض مستمر يمثل
الكمية التي يتم قياسها
على واجهة مدرجة أو
مقاييس مدرج.



الشكل ٣-١: للسؤال ١ (ج).

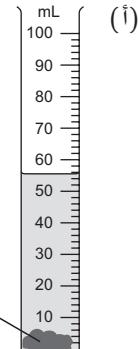
د. دون قراءة الحجم الموضّح على المخار المدرج (أ) :



الشكل ١-٤: لسؤال ١ (د).

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

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



الشكل ١-٥: لسؤال ١ (و).

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

نشاط ١-٢ 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 الكمية المقاسة الدقيقة قدر الإمكان (أو بزيادة رقم معنوي واحد)، إلا عندما يتم الحصول عليها من خلال الجمع أو الطرح.

١. عندما يسمع الطالب صوت صفارنة 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:

26.14 s 26.34 s 25.90 s

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

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.

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.

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



الشكل ٦-١: 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 سبيلاً 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- جمع قيم عدم اليقين

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

هناك قاعدتان بسيطتان:

- عند جمع الكميات أو طرحها، عليك أن تجمع القيمة 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 $L = (12.25 \pm 0.25) \text{ m s}^{-1}$

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. تم 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. تم 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 (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 : $A = 314 \text{ cm}^2$).

.....

.....

.....

٤. تم 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.

.....
.....

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

أ. النسبة المئوية لعدم اليقين في (s).
.....

ب. المدى في قياسات (t).
.....

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

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

ه. 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.

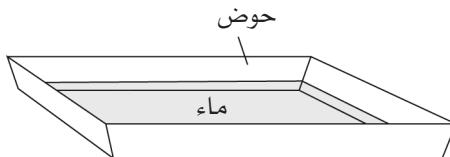
مهم

تذكّر: بما أن $\frac{2s}{t \times t}$ فإنك تجمع النسبة المئوية لعدم اليقين في (t) مررتين إلى النسبة المئوية لعدم اليقين في (s).

نشاط ٤- الجداول والتمثيلات البيانية والميل

يدرك هذا النشاط على جدول النتائج ورسم منحنيات التمثيلات البيانية وإيجاد الميل.

- تحقق إحدى طلبات من سرعة موجات الماء في حوض يحوي مياهاً ضحلة كما في الشكل ١-٧.



الشكل ١-٧: للسؤال ١.

يتم رفع أحد طرفي الحوض ثم خفضه بسرعة، الأمر الذي يولّد موجة تتحرّك عبر ماء الحوض عدّة مرات إلى الأمام وإلى الخلف قبل أن تصمّل.

تقيس الطالبة عمق الماء (d) والزمن (t) الذي تستغرقه الموجة لانتقال من أحد طرفي الحوض إلى الطرف الآخر والعودة مرّة أخرى. تكرّر الطالبة قراءة الزمن (t) مع تغيير عمق الماء (d) في كل مرة. المسافة التي تحرّكتها الموجة ذهاباً وإياباً 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.

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

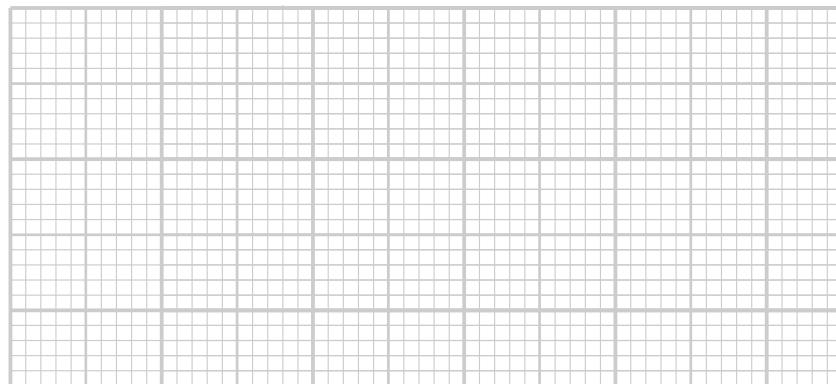
$$v = \frac{5.00}{t}$$

حيث (t) هي متوسط قيمي (t_1) و (t_2).

عندما تُقاس (t) بوحدة s، تعطى المعادلة قيمة (v) بوحدة $m s^{-1}$.

- أ. ارسم جدولًا للقراءات يوضح العمق (d) بالمتر ومتسط الزمن (t) والسرعة (v). ضمن أيضًا قيم (v^2) في جدولك، ثم اكتب الوحدات المناسبة لجميع الكميات.

- ب. ارسم تمثيلًا بيانيًّا لـ (v^2) على المحور (y) و (d) على المحور (x).



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

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

$$\text{الميل} = \dots \quad \text{نقطة التقاطع} = \dots$$

هـ. الكميات (v) و (d) مرتبطة في المعادلة:

$$v^2 = Ad + B$$

حيث A و B ثابتان.

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

.....

.....

.....

٨. أكمل الجدول الآتي.

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

الجدول ١-٢: جدول تسجيل التائج.

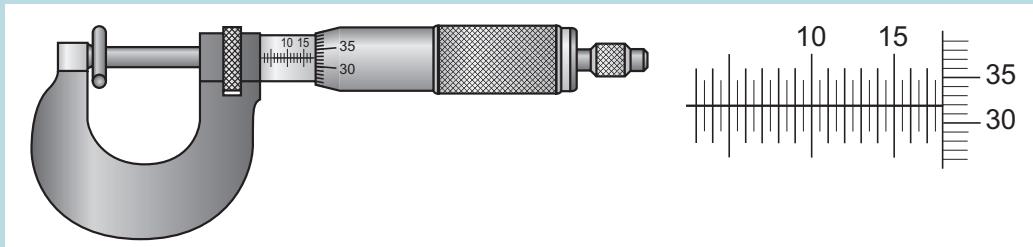
ملخص

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 النظمي 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 صفرى عندما تعطى الأداة المستخدمة قراءة غير صفرية، بينما تكون القيمة الحقيقية للكمية المقاسة صفرًا.
يمكن إيجاد قيمة عدم اليقين من أصغر تدرج على الأداة المستخدمة أو نصف مدى عدد من القراءات لليقاس نفسه.
يجب تحديد الكمية، مع وحدة قياسها، في كل عمود من جدول تسجيل النتائج. وإذا تم القراءة نسبة إلى دقة الأداة، فغالباً ما تكتب 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 المطلوب. ولكن إذا تم ضرب الكميات أو قسمتها، فيجب جمع النسب المئوية لعدم اليقين.

أسئلة نهاية الوحدة

- ١ أي مما يأتي يُعدّ وحدة أساسية في النظام الدولي للوحدات (SI)؟
- أ. القوّة
 - ب. النيوتون
 - ج. الكتلة
 - د. الثانية
- يسجل محمد أربع قيم للزمن في تجربة معينة:
- (0.61 s, 0.63 s, 0.58 s, 0.68 s). أي مما يأتي يجب أن يذكره محمد على أنه القيمة المتوسطة للزمن مع قيمة عدم اليقين فيه؟
- أ. (0.61 ± 0.02) s
 - ب. (0.61 ± 0.05) s
 - ج. (0.63 ± 0.02) s
 - د. (0.63 ± 0.05) s
- أي من الأدوات الآتية ينبغي استخدامها لقياس القطر الداخلي لأنبوب يبلغ (20 mm) تقريرياً؟
- أ. مسطرة متيرة
 - ب. ميكروميتير
 - ج. قدمة ذات الورنية
 - د. مسطرة قياس (30 cm)

- ٤ يوضح الرسم التخطيطي في الشكل ١٥-١ ميكروميتراً يستخدم لقياس قطر جسم ما وصورة مقرّبة للقياس. ما القراءة الصحيحة على مقياس الميكروميتراً؟



الشكل ١٥-١

- 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 سماكة الشريحة باستخدام ميكروميتراً.

- أ. جد النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس سماكة الشريحة باستخدام الميكروميتراً.
- ب. صِف كيفية استخدام الميكروميتراً لقياس سماكة الشريحة.
- ج. يوضح الجدول ٥-١ القراءات التي أخذها مصطفى.

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

الجدول ٥-١

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

أفعال إجرائية

صف *Describe*: قدّم الخصائص والميزات الرئيسية.

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

الحجم (V) = الطول × العرض × السماكة. أعطِ إجابتك بوحدة cm^3 .

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

٣. قاس مصطفى كتلة الشريحة الزجاجية فوجدها (25.6 g) مع عدم يقين

مُهمَل. احسب كلاً من:

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

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

٦

أفعال إجرائية

اقترح Explain: طلب المعرفة والفهم على المواقف التي تتضمن مجموعة من الإجابات الصحيحة من أجل تقديم المقترنات.

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

- القيمة المتوسطة للزمن (t).
- النسبة المئوية لعدم اليقين في الزمن (t).

ب. قاست مريم المسافة (s) باستخدام مسطرة متيرية ملائقة 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).

- استخدم إياد قدمه ذات ورنية كال الموجودة في الشكل ٣-١ لقياس قطر العملة المعدنية واستخدم ميكروميتراً لقياس سمكها.
- حدد** النسبة المئوية لعدم اليقين في قياس القطر باستخدام القدمة ذات الورنية.
- كرر إياد القراءات. اذكر إحدى الاحتياطات الأخرى التي يمكن لإياد اتخاذها لضمان دقة القياس قدر الإمكان.
- تأكد إياد بعد أن فحص الميكروميتراً أنه لا وجود لخطأ صفرى في هذه الأداة. صِف المقصود بـ «خطأ صفرى».
- أجرى إياد قياس سمك العملة المعدنية (e) من مختلف جوانبها. **اشرح** السبب الذي أدى إلى زيادة نسبة الدقة لمتوسط سمك العملة في القيمة التي تم الحصول عليها، الأمر الذي يجعلها قريبة من القيمة الحقيقية.

أفعال إجرائية

حدد Determine: أجّب استناداً إلى المعلومات المتاحة.

اشرح Explain: اعرض الأهداف أو الأسباب / أجعل العلاقات بين الأشياء واضحة / توقع لماذا و/ أو كيف وادعم إجابتك بأدلة ذات صلة.

ب. القياسات التي حصل عليها إياد للعملة هي:
السمك (e): (1.56 mm , 1.58 mm , 1.60 mm).
القطر (d): (20.10 mm , 20.10 mm).

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

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

٢. احسب النسبة المئوية لعدم اليقين في حجم العملة.

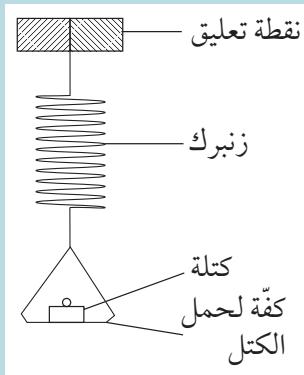
٣. تبلغ كتلة العملة المعدنية (6.11 g) مع عدم يقين مهملاً. احسب كثافة العملة المعدنية مستخدماً المعادلة: الكثافة = $\frac{\text{الكتلة}}{\text{الحجم}}$.

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

٥. تبلغ كثافة الذهب 19300 kg/m^3 . احسب كثافة الذهب بوحدة قياس g/cm^3 واستخدم إجاباتك في (٢) 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 مبيّن في الشكل ١٦-١، باستخدام كتلة (200 g) تُوضع في الكفة.



الشكل ١٦-١

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

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

الجدول ٦-١

- أ. أكمل الجدول بوضع قيم (\sqrt{m}) و (T) .
ب. مثل بيانيًّا الزمن الدوري (T) على المحور الصادي (y) مقابل (\sqrt{m}) على المحور السيني (x). ارسم الخط المستقيم الأكثر ملاءمة.

أفعال إجرائية

اعط/قدم :
استخرج إجابة من مصدر معين أو من الذاكرة.

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

د. ترتبط الكميات (T) و (m) بالمعادلة:

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

قائمة تقييم ذاتي

بعد دراسة الوحدة، أكمل الجدول الآتي:

مستعد للمضي قدما	متمكن إلى حد ما	تحتاج إلى بذل المزيد من الجهد	أراجع الموضوع	أستطيع أن
			١-١	اقرأ الأطوال بمقاييس الميكرومتر والقدم ذات الورنية.
			٢-١	أتعرّف على الأخطاء العشوائية، والنظامية، والصفرية.
			٣-١	أمّيز بين الدقة والضبط.
			٤-١	أقدر قيمة عدم اليقين المطلق.
			٥-١	أحسب النسبة المئوية لعدم اليقين.
			٦-١	أجمع بين قيم عدم اليقين.
			٧-١	أجري مجموعة متنوعة من القياسات وأعرض البيانات في جدول مناسب، وأرسم الخط المستقيم الأكثر ملاءمة في التمثيلات البيانية واستنتاج الميل وتقاطع منحنى التمثيل البياني مع المحور الصادي.
			٨-١	أربط الوحدات المشتقة بالوحدات الأساسية في النظام الدولي للوحدات (SI).
			٨-١	أتذكّر مجموعة من البادئات وأستخدمها.

إجابات كتاب الطالب

إجابات أسئلة موضوعات الوحدة

- .٧ بين $1 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ و $1 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ هو أصغر تدريج لليقين على المسطّرة، ولكن يمكن القول إن قيمة عدم اليقين أكبر من 1 mm بسبب حركة التموجات في حوض الموجات المائية).
- .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:

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

 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:

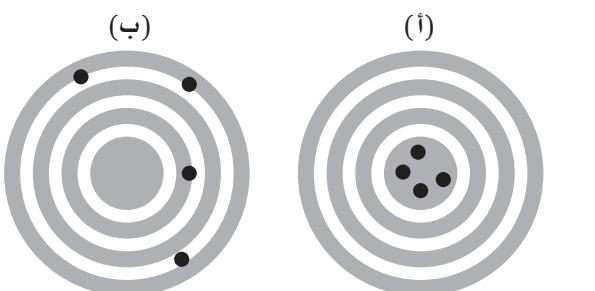
$$\frac{1.2 - 0.6}{2} = 0.3$$

 القيمة النهائية:
 $= 0.9 \pm 0.3$
- د. القيمة المتوسطة:

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

 قيمة عدم اليقين:
 $= 0.05 \text{ أو } 0.1$

- .١ .٥٠ Ω، 50 Ω، 100 Ω، 200 Ω، 300Ω، 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:
 $500 \Omega, 450 \Omega, 350 \Omega, 250 \Omega, 150 \Omega, 50 \Omega$



- .٢ يمثل الرسم التخطيطي (أ) خطأ نظامياً.
 يمثل الرسم التخطيطي (ب) خطأ عشوائياً.
- .٣ الخطأ صفرى؛ لأن المؤشر لا يشير إلى الصفر عندما لا تكون هناك كتلة على كفة الميزان؛ يعني ذلك أن الجهاز غير معاير بشكل صحيح.
- .٤ أصغر تدريج 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 بعدة قياسات من طرف الشريط إلى طرفة 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.
- .٥ $\pm 1.0^\circ\text{C}$

مربع المسافة d^2 (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

١٣-

(قيمة عدم اليقين مفترض أنها 0.1 لأن القيم قد أعطيت لمنزلة عشرية واحدة. ولكن قبل عدم اليقين في حال كانت الإجابة 0.5).
(بما أن القراءات كلّها متشابهة فإن أقل قيمة ممكنة لعدم اليقين لا تقل عن أصغر تدرج أو نصفه).

القيمة النهائية:

$$= 20.5 \pm 0.1$$

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 للتدرج على المنقلة (درجة واحدة).

١٢. النسبة المئوية لعدم اليقين =

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

قيمة عدم اليقين = (النسبة المئوية لعدم اليقين \times القيمة المقايسة) \div 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 متناقض مع البيانات الخاصة لقيمة 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 معًا 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 السرعة:

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

قيمة عدم اليقين في السرعة:

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

السرعة:

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

النسبة المئوية لعدم اليقين في A: ١٦.

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

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 المطلوب،

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

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. 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).

النسبة المئوية لعدم اليقين في D:

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

يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا 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 $\frac{B}{D}$:

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

٥. 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 $2 \times A$:

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

بالتالي قيمة $2 \times A$:

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

٦. 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:

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

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 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. 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:

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

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)

$$6 \times 10^{-11} \text{ A}$$

$$5 \times 10^8 \text{ W}$$

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

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. د

٢. د

٣. ج

٤. ب

٧. أ. قيمة عدم اليقين المطلق للقطر نحصل

عليه من تدريج القيمة ذات الورنية:

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

النسبة المئوية لعدم اليقين للقطر:

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

أي مما يأتي:

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

تعطي الأداة قراءة غير صفرية، عندما يكون فكا القدمة مطبقين أحدهما على الآخر، بينما تكون القيمة الحقيقية للكمية صفرًا.

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

ب. ١. متوسط السمك (e)

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

أو 0.158 cm

متوسط القطر (d):

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

أو 2.01 cm

متوسط الحجم:

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

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. 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

مسطورة القياس، وبالتالي قيمة عدم اليقين

التي قدمتها مريم قيمة معقولة.

٢. لحساب قيمة a نستخدم المعادلة:

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

وبما أن $u = 0$ ، 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 : $\pm 1.5\%$

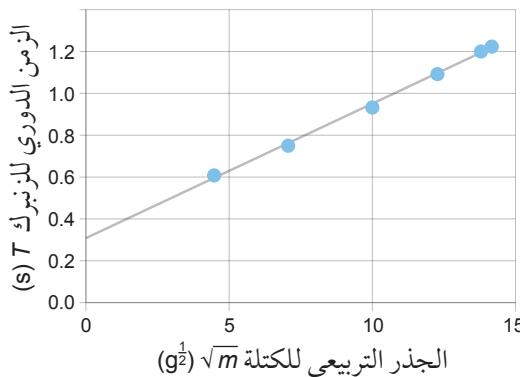
يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معاً

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)



. ب.

على أن يكون كل من المحورين المستخدمين معنويّين بكميّة معينة وبوحدتها، كما ينبغي رسم جميع النقاط في حدود نصف مربّع 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 التقادع مع المحور الصادي لا يزيد عن 0.32 و 0.30.

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

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

النسبة المئوية لعدم اليقين في الحجم:

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

(مع رقمين معنويّين)

٣. الكثافة:

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

٤. النسبة المئوية لعدم اليقين في الكثافة:

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

لأن كتلة العملة المعدنية هي مع عدم يقين مهمّل.

٥. كثافة الذهب:

$$\text{قيمة عدم اليقين لكتافة العملة:} \\ = \frac{12.2 \times 1.8\%}{100\%} = 0.22\ g\ cm^{-3}$$

أكبر قيمة مُقاسة ممكنة $= 12.42\ g\ cm^{-3}$
(أخذنا في الاعتبار عدم اليقين)، وبالتالي العملة المعدنية ليست ذهبية.

٦. 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 إضافيًّا يعتبر مقبولًا.

$T\ (s)$	$\sqrt{m}\ (g^{1/2})$	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

إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ١-١: المقاييس وقيمة عدم اليقين

- يجب تقرير 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:
- $$\frac{(26.34 - 25.90)}{2} = 0.2 \text{ s}$$
- (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 صفاراء البداية يعني أن ساعة الإيقاف تبدأ بالتسجيل متأخرة، وبالتالي تسجل قيمة أصغر من الزمن الحقيقي - خطأ نظامي.
- التباعين 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:
- $$(2.2 \pm 0.1) \text{ s}$$
- ب.** متوسط الزمن لـ 10 اهتزازات كاملة:
- $$\frac{(21.20 + 21.32)}{2} = 21.26 \text{ s}$$
- قيمة عدم اليقين = نصف المدى:
- $$\frac{(21.32 - 21.20)}{2} = 0.06 \text{ s}$$
- (مع رقم معنوي واحد)
- الزمن المستغرق خلال 10 اهتزازات كاملة:
- $$= (21.26 \pm 0.06) \text{ s}$$

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ١-١: المقاييس وقيمة عدم اليقين

- ١. أ.** 34.2 cm و 31.4 cm
- ب.** 91 °C
- ج.** $\approx 0.41 \text{ A}$
- د.** $\approx 56 \text{ mL}$
- ه.** للمحbar المدرج (ب) الدقة الأقل، لأن أصغر تدريج له 5 mL، أكبر من أصغر تدريج 2 mL للمحbar (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 الحقيقة. هذا الخطأ الصافي أكبر من أصغر تدريج (5 mL) الموضحة للمحbar (ب).

نشاط ١-٢: 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 0.2 s و 0.5 s.

قيمة عدم اليقين في توقيت السباق:

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

لذلك، قيمة عدم اليقين في محيط الدائرة:

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

- ج.** يتم جمع النسبة المئوية لعدم اليقين معًا 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 النسبة 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:

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

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

- يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين معًا 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:

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

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

زمن اهتزازة واحدة كاملة:

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

- 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 تضمحل نهائياً.

نشاط ٣-١: جمع قيم عدم اليقين

- ١. أ.** ثلاثة: تبدأ بالعد من أول رقم غير صافي بعد الفاصلة العشرية.

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

- ج.** النسبة المئوية لعدم اليقين:

$$= \frac{0.25}{12.25} \times 100\% = \pm 2(0.0)\%$$

- 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 معًا عند جمع الكميات معاً.

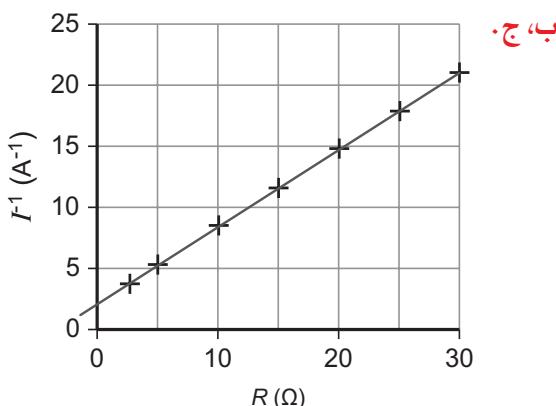


- د. الميل = 9.9 m s^{-2}
 نقطة التقاطع مع (y) = $0 (\text{m s}^{-2})$
 هـ. $A = 9.9 \text{ m s}^{-2}$
 $B = 0 (\text{m s}^{-2})$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. أ.

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



ب، ج.

د. الميل:

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

نقطة التقاطع = 2.2 A^{-1}

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

$$r = 2.2 \times 1.6$$

$$r = 3.5 \Omega$$

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

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

بـ. المدى في قياسات (t):

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

جـ. قيمة عدم اليقين في القيمة المتوسطة لـ (t):

= نصف المدى:

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

دـ. النسبة المئوية لعدم اليقين في القيمة

المتوسطة لـ (t):

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

هــ. بما أنه يتم جمع النسب المئوية لعدم اليقين

معًا عند ضرب الكميات معاً أو قسمتها،

لذلك، النسبة المئوية لعدم اليقين في (g):

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

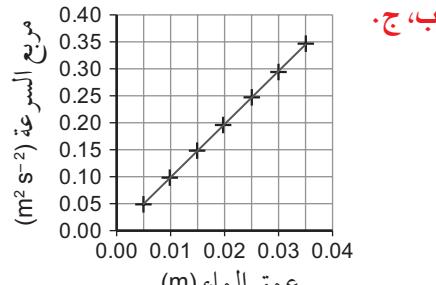
وـ. قيمة عدم اليقين في (g):

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

نشاط ٤: الجداول والتمثيلات البيانية والميل

١. أ.

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



بـ، جـ.

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 متري	
نعم	كلاً	نعم	كلاً	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 تدريج 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 ١٨٠°	متغير	متغير	0.3%	0.1%	ما النسبة المئوية لعدم اليقين في أكبر قراءة ممكنة؟