شارح: أدوات القياس

في هذا الشارح، سوف نتعلَّم كيف نحدِّد الأدوات المختلفة لقياس الكميات الفيزيائية الأساسية.

الكميات الفيزيائية الأساسية (وتُسمَّى أيضًا الكميات الأساسية) هي الكميات التي لا يمكن الحصول عليها من تجميعات كميات أساسية أخرى.

وفيما يلي قائمة بالكميات الأساسية في النظام الدولي للوحدات:

- الطول
- الزمن
- الكتلة
- كمية المادة
- درجة الحرارة المطلَقة
- التيار الكهربي
- شدة الإضاءة

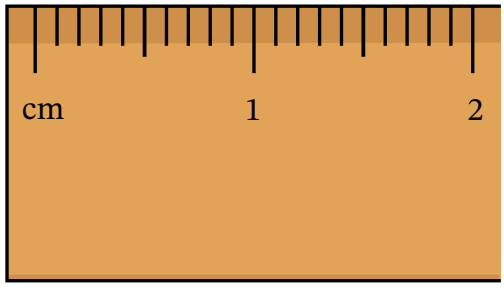
في هذا الشارح، سنتناول الطول والزمن والكتلة فقط.

سيتناول الشارح تحديدًا كيفية قياس الطول والزمن والكتلة باستخدام أدوات وأجهزة مختلفة.

يُقاس الطول باستخدام أداة مُدرَّجة بعلامات تُناظِر مضاعفات جزئية من وحدة الطول، يُقاس الطول في النظام الدولي للوحدات بوحدة المتر.

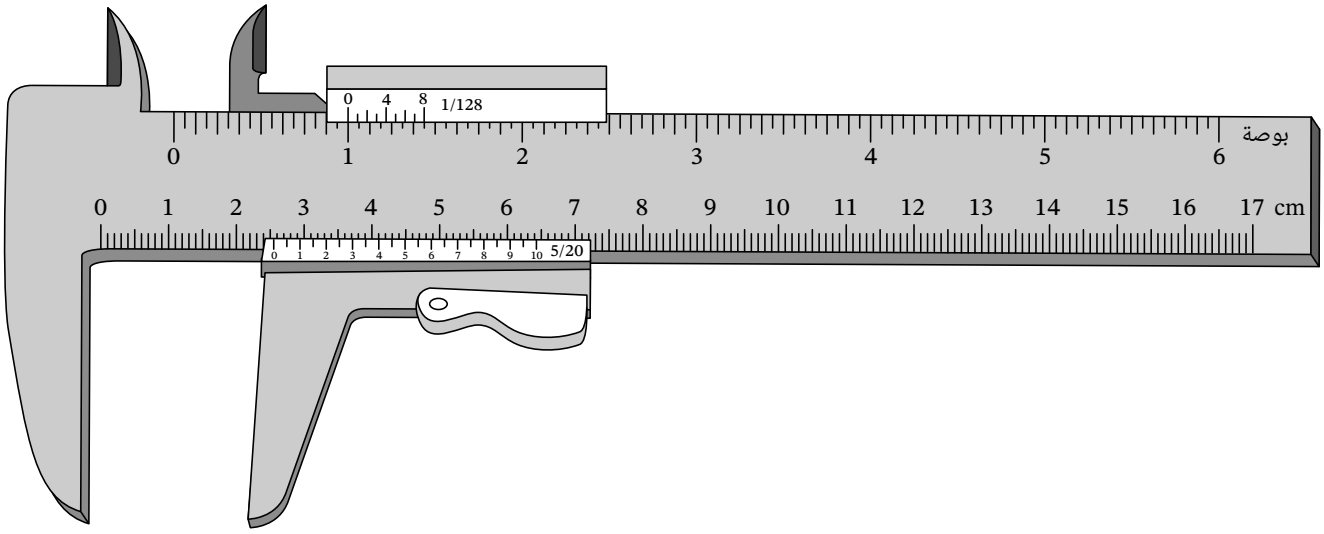
المسطرة هي عصا بحافة مستقيمة ذات علامات مُدرَّجة. لقياس طول جسمٍ ما نضعه بمحاذاة الحافة المستقيمة للمسطرة ثم نعدُّ العلامات بين طرفَي الجسم.

عادة ما يفصل بين كلِّ علامتين على المسطرة ملليمتر واحد (1 mm). غالبًا ما تكون العلامة كلَّ 5 mm أطول ليتمكَّن المستخدِم من عدِّ العلامات بسهولة. وأيضًا توجد علامة أطول بشكل أوضح كلَّ 10 mm، يفصل بين كلِّ اثنتين من هذه العلامات سنتيمتر واحد (1 cm). يوضِّح الشكل التالي جزءًا مُكبَّرًا من مسطرة يمكن رؤية العلامات عليه:

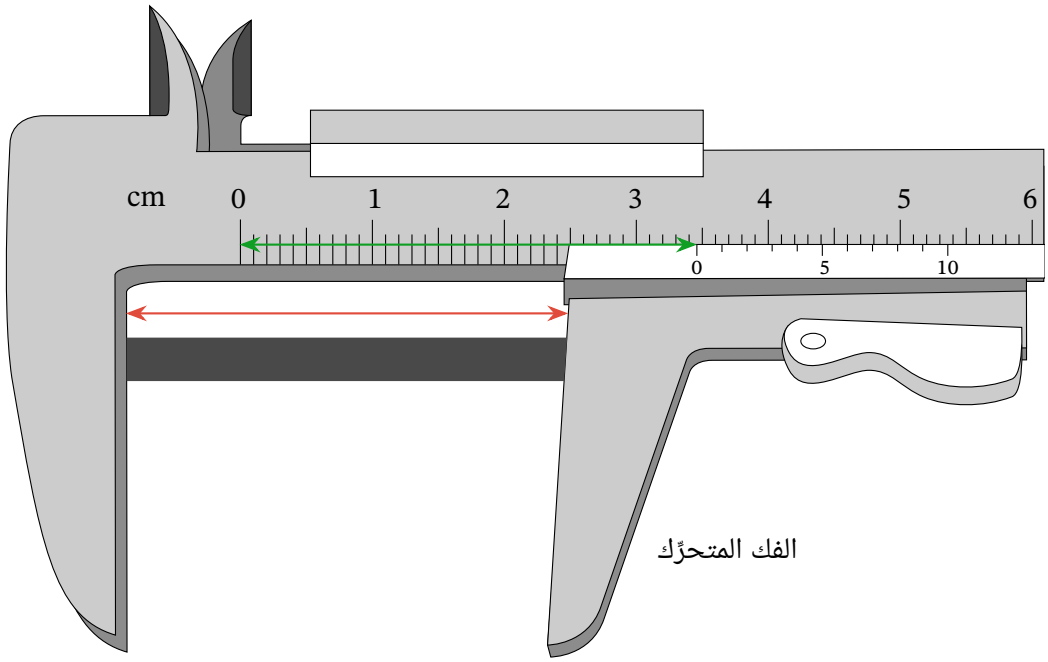


أقصى طول يمكن أن تقيسه مسطرة في عملية قياس واحدة هو طول المسطرة نفسها. أما أقل طول يمكن أن تقيسه مسطرة فهو أصغر تدريج على المسطرة نفسها، وعادة ما يكون 1 mm.

لقياس الأطوال الأصغر من 1 mm نحتاج إلى أدوات قياس مختلفة. إحدى هذه الأدوات هي القدمة ذات الورنية الموضَّحة في الشكل التالي:



الطول الذي تقيسه القدمة ذات الورنية هو المسافة بين فكَّي القدمة. يمكن أن يتحرَّك أحد فكَّي القدمة، ويُسمَّى الفك المتحرِّك، بعيدًا عن الفك الثابت؛ وبذلك يكون طول الجسم مساويًا للمسافة بين الفكين. يوضِّح الشكل التالي جسمًا موضوعًا بين فكَّي قدمة ذات ورنية:

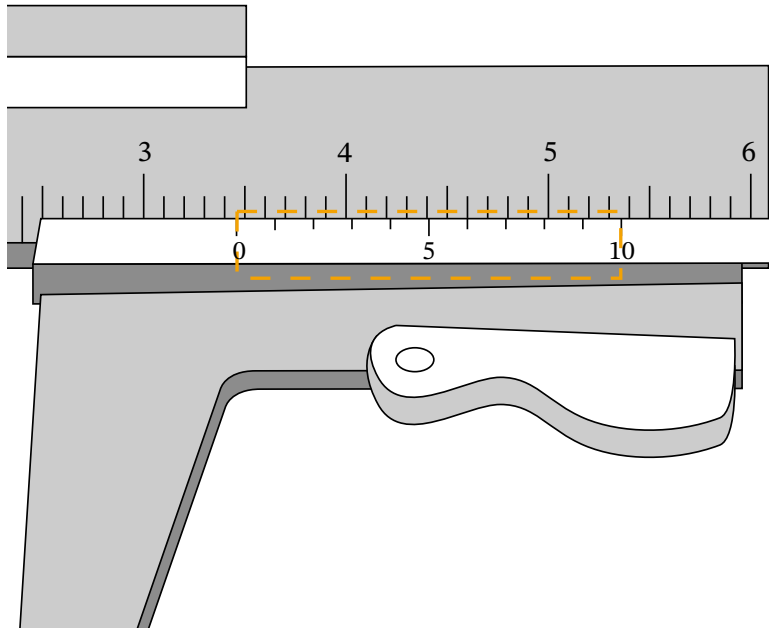


طول السهم الأحمر الواصل بين فكَّي القدمة يساوي طول الجسم الموضوع بين الفكين. يوجد أيضًا سهم أخضر بنفس طول السهم الأحمر على الجزء المُدرَّج من القدمة، ويُسمَّى التدريج الرئيسي.

التدريج الرئيسي للقدمة ذات الورنية هو نفسه تدريج المسطرة. يفصل بين كلِّ علامتَي تدريج 1 mm، وبعد كلِّ 10 علامات تظهر علامةُ سنتيمتر لتوضيح القياس بوحدة سنتيمتر.

بالنظر عن قرب إلى التدريج الرئيسي للقدمة، نجد أن الطول يقع بين 34 mm و35 mm. لا يمكن أن يقيس التدريج الرئيسي طولًا أقصر من هذا. لكن يوجد تدريج آخَر على القدمة يتحرَّك مع الفك المتحرِّك. يُسمَّى هذا التدريجُ تدريجَ الورنية.

يوضِّح الشكل التالي موضع التقاء التدريج الرئيسي مع تدريج الورنية. تدريج الورنية هو المحدَّد بمستطيل برتقالي متقطِّع:



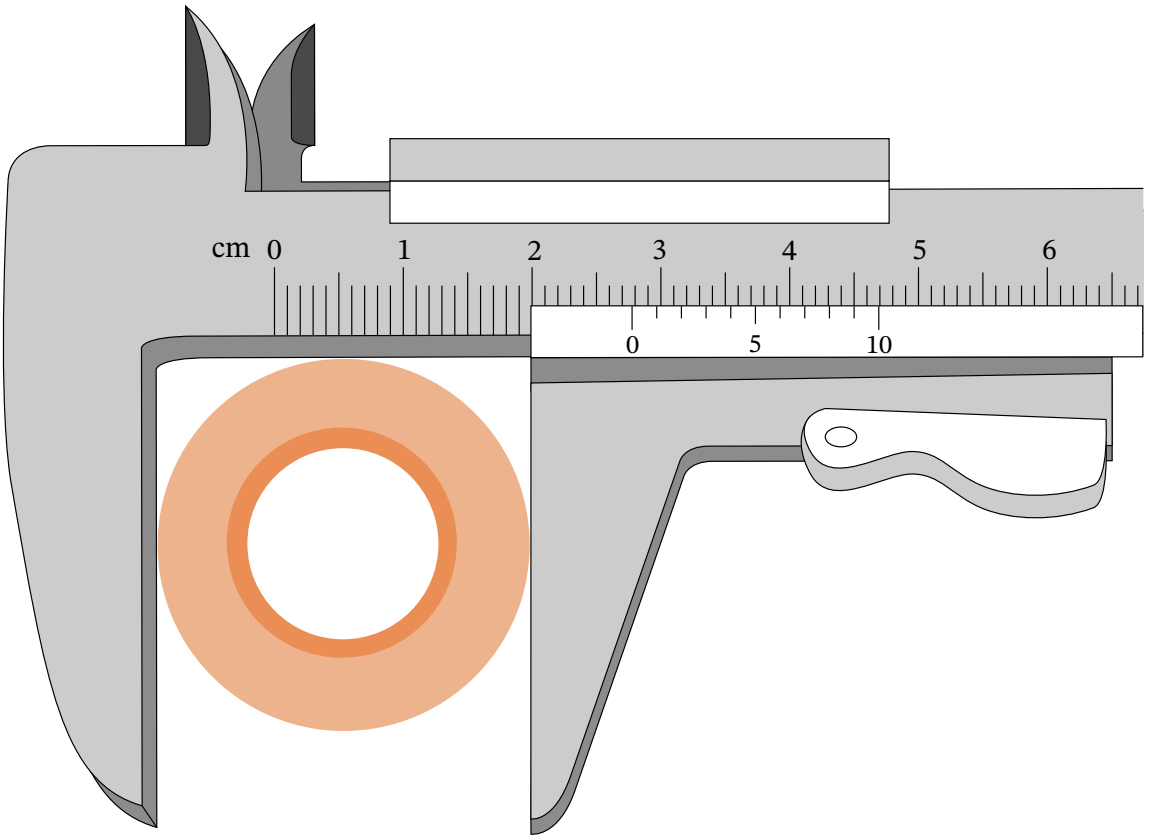
يتكوَّن تدريج الورنية من 10 علامات. تقع كلُّ علامة على تدريج الورنية على مسافة أفقية من أقرب علامة إليها على التدريج الرئيسي. لكنَّ هناك علامة على تدريج الورنية هي الأقرب لعلامة على التدريج الرئيسي من أيِّ علامة أخرى. هذه هي العلامة الأفضل محاذاة.

تُناظِر العلامة الأفضل محاذاة قيمة ما بين 0 و9 على تدريج الورنية. هذه القيمة تُناظِر طولًا معبَّرًا عنه بعُشر ملليمتر، فإذا كانت العلامة الأفضل محاذاة هي العلامة 3 على تدريج الورنية، فإن تدريج الورنية يوضِّح طولًا يساوي $\frac{3}{10}\,\text{mm}$. أي إن تدريج الورنية الموضَّح هنا يقيس أطوالًا صغيرة حتى عُشر ملليمتر.

هيا نتناول مثالًا تُستخدَم فيه القدمة ذات الورنية لقياس الطول.

مثال ١: قياس الطول باستخدام القدمة ذات الورنية

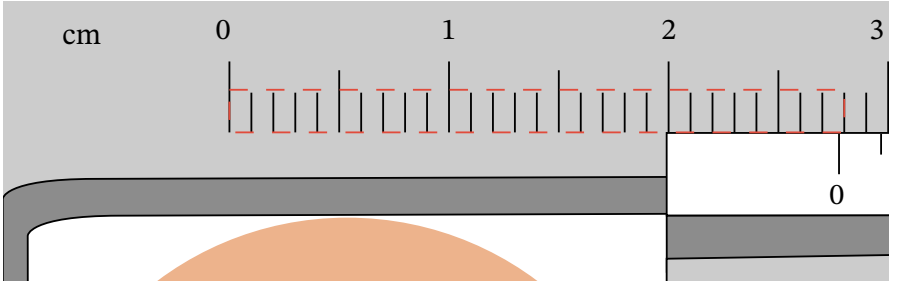
ما طول الجسم المقيس بواسطة القدمة ذات الورنية الموضَّحة في الشكل؟



الحل

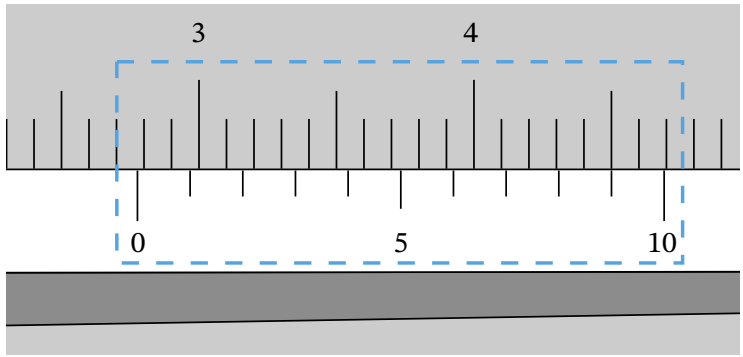
للحصول على قراءة القدمة ذات الورنية، علينا تسجيل القراءة من التدريج الرئيسي ومن تدريج الورنية.

في الشكل التالي، لدينا قراءة التدريج الرئيسي محدَّدة بمستطيل أحمر متقطِّع:

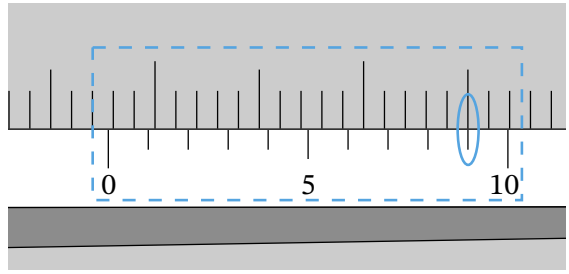


نلاحظ من التدريج الرئيسي أن هناك أكثر من 27 علامة بين بداية القراءة ونهايتها، ولكنها أقل من 28 علامة. القراءة أقرب إلى 28 علامة منها إلى 27 علامة. القراءة على التدريج الرئيسي هي: 27 mm أو 2.7 cm.

يوضِّح الشكل التالي تدريج الورنية بالكامل بمستطيل أزرق متقطِّع:



يحتوي تدريج الورنية على علامات تتراوح بين 0 و10. تناظر قراءة هذا التدريج العلامة التي تبعُد أقل مسافة أفقية؛ أي الأقرب لعلامة على التدريج الرئيسي. يوضِّح الشكل التالي العلامة المناسبة:



هذه هي العلامة التاسعة على تدريج الورنية. تناظر العلامات على تدريج الورنية أطوالًا مُعبَّرًا عنها بعُشر ملليمتر، إذن هذه القراءة تساوي 0.9 mm أو 0.09 cm.

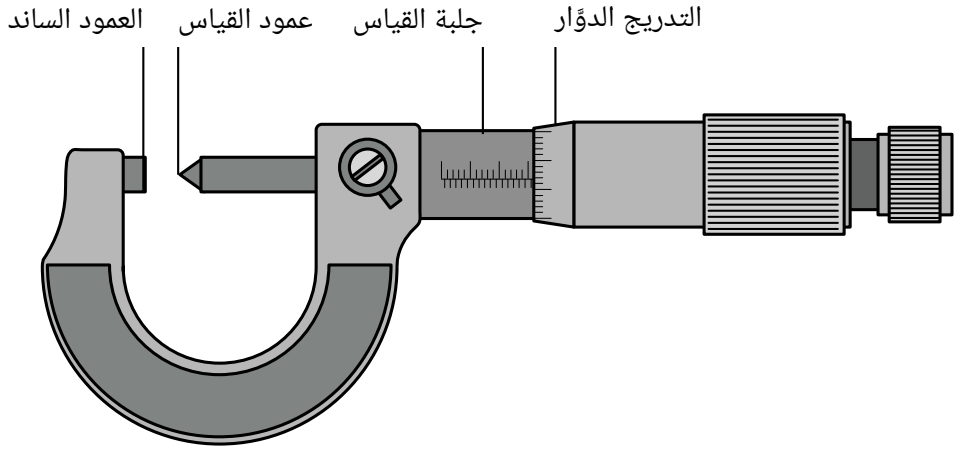
القراءة الكاملة على القدمة ذات الورنية، بوحدة السنتيمتر هي:

$$2.7 + 0.09 = 2.79 \text{ cm}.$$

ثمة أداة أخرى لقياس الأطوال يمكنها قياس مسافات أقل من 1 mm، وتُسمَّى الميكرومتر.

اسم هذه الأداة هو الاسم الذي يُطلَق على واحد على المليون من المتر، بما أن «ميكرو» يعني «واحدًا على المليون». لكنَّ ذلك غير مفيد لأن أداة الميكرومتر لا يمكنها قياس أطوال صغيرة تصل إلى واحد على المليون من المتر!

يوضِّح الشكل التالي الميكرومتر وأسماء أهمِّ أجزائه عند استخدامه لقياس الطول:



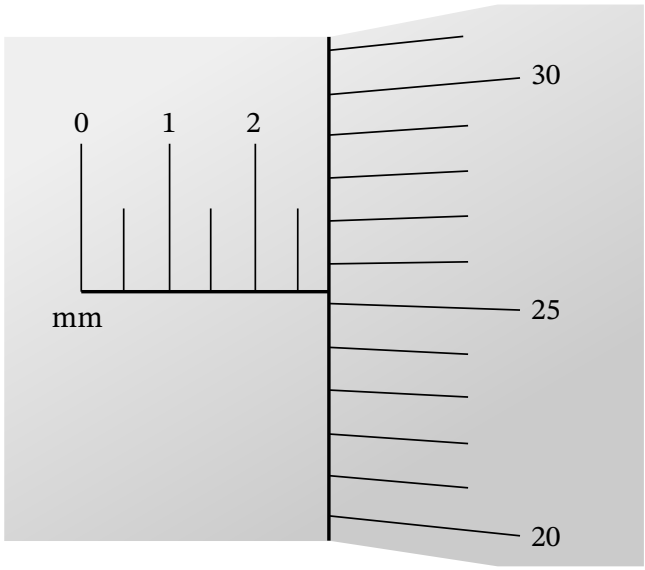
يُوضَع الجسم المراد قياس طوله بين العمود الساند وعمود القياس. بعد ذلك، نلفُّ التدريج الدوَّار حتى تكون المسافة بين العمود الساند وعمود القياس مساوية لطول الجسم.

أثناء لفِّ التدريج الدوَّار، يتحرَّك بطول جلبة القياس. يكون التدريج الرئيسي للميكرومتر مكتوبًا على جلبة القياس. أما التدريج الدوراني للميكرومتر فيكون على التدريج الدوَّار. وكما هو الحال في القدمة ذات الورنية، هناك علامة على التدريج الدوَّار ستكون الأقرب محاذاة لطرف التدريج الرئيسي، وتمثِّل هذه العلامة قراءة التدريج الدوراني.

هيا نتناول الآن مثالًا على استخدام الميكرومتر لقياس الطول.

مثال ٢: قياس الطول باستخدام الميكرومتر

ما قراءة الميكرومتر الموضَّح في الشكل؟



الحل

يوضِّح الشكل التدريج الرئيسي والتدريج الدوراني للميكرومتر. للحصول على قراءة الميكرومتر، علينا تسجيل القراءة من التدريج الرئيسي ومن التدريج الدوراني.

التدريج الرئيسي هو الخط الأفقي. يمكننا أن نلاحظ أنه يتكوَّن من علامات كبيرة مُرقَّمة تفصل بينها علامات صغيرة غير مُرقَّمة. يفصل بين كلِّ علامتين كبيرتين 1 mm، ويفصل بين كلِّ علامة صغيرة والعلامتين الكبيرتين على جانبيها 0.5 mm.

نلاحظ أن قراءة التدريج الرئيسي تتراوح بين 2.5 mm و3 mm.

التدريج الدوراني هو الخط الرأسي. لا يمكن رؤية التدريج الدوراني بالكامل بالنظر إلى الميكرومتر من الجانب؛ نظرًا لأن التدريج عبارة عن دائرة وليس خطًّا رأسيًّا، ويُغطِّي نصف التدريج الجانب غير المرئي من التدريج الدوَّار.

العدد الكلي للعلامات على التدريج الدوَّار هو 50. الدورة الواحدة من التدريج الدوَّار تغيِّر قراءة التدريج الرئيسي بمقدار 0.5 mm، في حين تظلُّ قراءة التدريج الدوَّار كما هي قبل الدورة وبعدها.

يُعطَى الطول المُناظِر لعلامة واحدة على التدريج الدوَّار كما يلي:

$$\frac{0.5\ \text{mm}}{50} = 0.01\ \text{mm}.$$

هذا أصغر طول يمكن أن يقيسه الميكرومتر. من المهمّ أن نعرف أن هذا الطول لا يساوي ميكرومترًا واحدًا (1 µm)، بل يساوي 10 µm.

يمكننا أن نلاحظ أن العلامة الأقرب محاذاة للتدريج الرئيسي على التدريج الدوراني هي العلامة 25.

إذن تُعطَى القراءة الكاملة للميكرومتر كالآتي:

$$2.5 + 25\,(0.01)\ \text{mm}$$

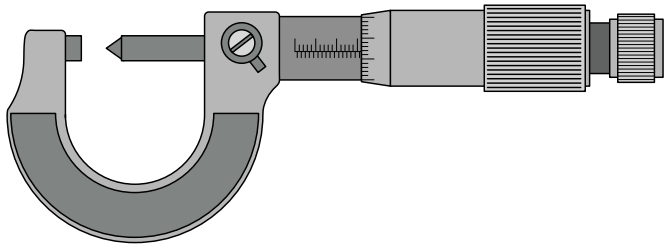
$$2.5 + 0.25\ \text{mm}$$

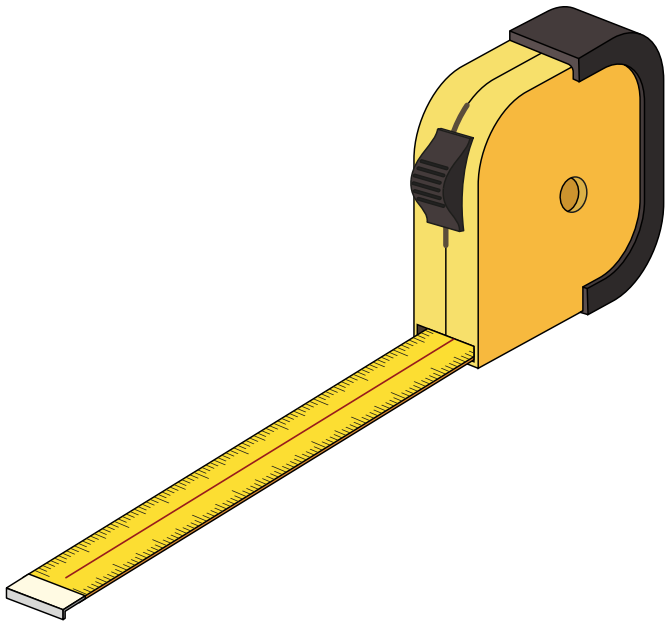
$$2.75\ \text{mm}.$$

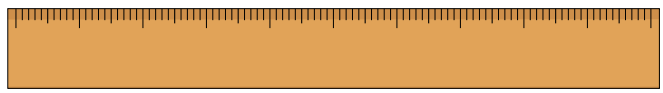
هيا نتناول الآن مثالًا يتضمَّن المقارنة بين ضبط أدوات القياس المُستخدَمة في قياس الأطوال.

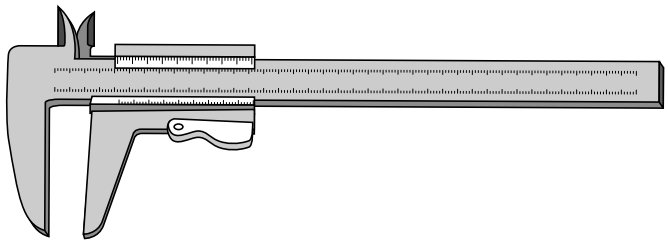
مثال ٣: مقارنة أدوات قياس الطول

أيُّ الأدوات الآتية هي الأداة الأكثر ضبطًا لقياس الطول؟









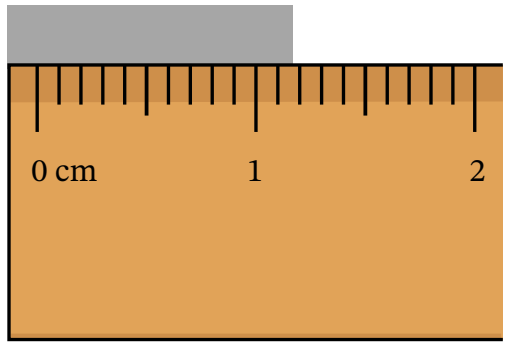
الحل

الأدوات الموضَّحة هي: الميكرومتر، وشريط القياس، والمسطرة، والقدمة ذات الورنية.

ضبط القياس يعني مدى اقتراب القيمة المقيسة من القيمة الحقيقية للكمية المقيسة.

أحد أوجه الاختلاف المهمَّة بين كلٍّ من الأدوات الموضَّحة هنا هو أصغر طول يمكن لكلٍّ منها قياسه.

افترض أن لدينا طولًا مقيسًا باستخدام مسطرة كما هو موضَّح في الشكل التالي:



قيمة الطول المقيس تساوي 1.1 cm أو 11 mm. لكننا نلاحظ أن طول الجسم أكبر من الطول المقيس. إن أداة القياس التي يمكنها قياس الجزء من المليمتر الزائد عن 11 mm ستعطي قياسًا قيمته أقرب لطول الجسم الحقيقي. ومن ثَمَّ؛ تكون الأداة التي يمكنها قياس أصغر طول هي الأداة الأكثر ضبطًا لقياس الطول.

تقيس المسطرة وشريط القياس الطول بحدٍّ أدنى 1 mm، أما القدمة ذات الورنية والميكرومتر فيمكن أن يقيسَا أطوالًا أقل من 1 mm.

أقل طول يمكن أن تقيسه القدمة ذات الورنية هو 0.1 mm. في حين أن أقل طول يمكن أن يقيسه الميكرومتر هو 0.01 mm.

إذن؛ الأداة الأكثر ضبطًا لقياس الطول هي الميكرومتر.

هيا نلقِ نظرة على مثال يتضمَّن أدوات قياس أخرى بخلاف المسطرة والقدمة ذات الورنية والميكرومتر.

مثال ٤: تحديد الكمية التي تقيسها أدوات مختلفة

أيٌّ من الكميات الفيزيائية الآتية يمكن قياسه باستخدام ساعة رملية، وساعة بندولية، وساعة رقمية؟

- الزمن
- الطول
- الكتلة

الحل

يشير مصطلح «الساعة» إلى أداة مألوفة لدى أغلب الناس، وهي أداة تعطي قراءة للزمن. يحتوي مصطلح «الساعة الرملية» على كلمة ساعة، وهي وحدة قياس للزمن. الزمن كمية فيزيائية.

يمكن تسجيل قراءة الأداة التي تقيس الزمن عند لحظتين مختلفتين لقياس الزمن المنقضي بين هاتين اللحظتين.

الكتلة من الكميات الأساسية في النظام الدولي للوحدات. عادة ما يتمُّ الخلط بين الكتلة والوزن وهو أحد الكميات المشتقة في النظام الدولي للوحدات.

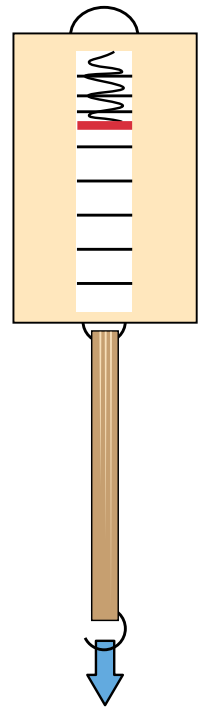
أدوات القياس التي تعطي قراءات بوحدات جرام أو كيلوجرام، نظنُّ أنها تقيس كتلة، لكنها في الحقيقة تقيس وزنًا.

بافتراض حمل هذه الأدوات إلى القمر واستخدامها لقياس كتلة نفس الجسم الذي تقيس كتلته على الأرض، سنجد أن نتيجة القياس مختلفة، لكنَّ كتلة الجسم ستكون في الواقع هي نفسها سواء أكانت على الأرض أم على القمر.

يمكن معايرة الأدوات التي تقيس الوزن لتقيس الكتلة، وبذلك تعطي قراءة صحيحة لكتلة الجسم على الأرض.

يوضِّح الشكل التالي أداة لقياس الوزن. ويشير السهم إلى اتجاه تأثير الوزن:

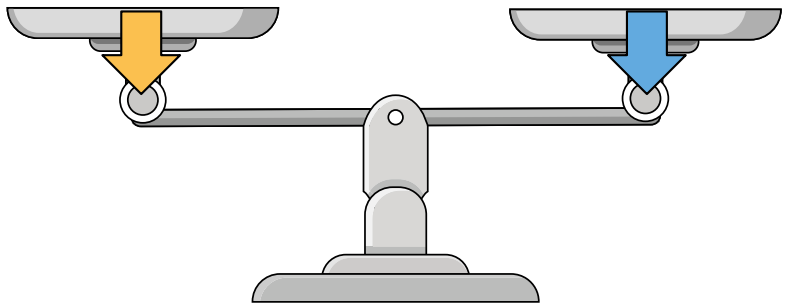
الميزان الزنبركي



يؤدِّي تأثير وزن الجسم المقيس إلى تمدُّد زنبرك الميزان. ويُستخدَم طول الزنبرك لقراءة الوزن.

يوضِّح الشكل التالي أداة أخرى مماثلة:

الميزان ذو الكفتين



في الميزان ذي الكفتين، يكون لدينا وزنان مؤثِّران، يُوضَع كلٌّ منهما على كفة. ويقارن الميزان بين هذين الوزنين. ينتج وزن إحدى الكفتين بمقارنته بجسم ذي كتلة معلومة.

هيا نلقِ نظرة الآن على مثال يتضمَّن هذه الأدوات.

مثال ٥: مقارنة أدوات قياس كميات مرتبطة

يُعدُّ الميزان ذو الكفتين، والميزان الزنبركي، والميزان الرقمي من أنواع أدوات القياس.

أيُّ كمية من الكميات الفيزيائية الآتية يمكن قياسها باستخدام الميزان ذي الكفتين والميزان الرقمي؟

- الكتلة
- الطول
- الزمن
- الوزن

أيُّ كمية من الكميات الفيزيائية الآتية يمكن قياسها باستخدام الميزان الزنبركي؟

- الوزن
- الكتلة
- الطول
- الزمن

الحل

لا تقيس الموازين الطول ولا الزمن، ومن ثَمَّ ستكون الإجابة إما الكتلة أو الوزن. جميع هذه الأدوات تقيس الوزن فعلًا، لكن يمكن معايرتها لإعطاء قياسات للكتلة أو الوزن.

يقارن الميزان ذو الكفتين بين وزن جسم ووزن جسم آخَر، وغالبًا ما يكون كتلة قياسية. عادة ما تتمُّ معايرة الميزان ذي الكفتين لقياس الكتلة. وتتمُّ معايرة الميزان الرقمي لقياس الكتلة أيضًا. يقيس الميزان الزنبركي تمدُّد الزنبرك الناتج عن الجسم المُعلَّق من الزنبرك. بديهيًا، نعرف أن هذا التمدُّد يرجع إلى وزن الجسم، وعادة ما تتمُّ معايرة الميزان الزنبركي لقياس الوزن.

هيا نلخِّص الآن ما تعلَّمناه في هذا الشارح.

النقاط الرئيسية

- نستخدم أدوات مختلفة لقياس الكميات الفيزيائية المختلفة.
- يمكن قياس الأطوال الأقل من ملليمتر واحد باستخدام القدمة ذات الورنية، وباستخدام الميكرومتر.
- يمكن تسجيل قراءة الأداة التي تقيس الزمن عند لحظتين مختلفتين لقياس الزمن المنقضي بين هاتين اللحظتين.
- أدوات قياس الكتلة تقيس الوزن في الأصل، ولكن يمكن معايرتها لقياس كُتَل الأجسام عند استخدامها على الأرض.