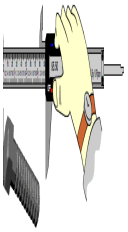
قياسُ Measurement

قياسُ مهارةٌ لا يقتصرُ استخدامُها في مجالِ العلومِ فقطْ، بلْ يُستخدمُ
قياسُ في مجالاتِ الحياةِ المختلفةِ؛ حيث إنَّ التعبيرَ عنِ الكميّات بالأرقامِ،
كثرُ دقَّةً منَ الاعتمادِ على الوصفِ النظريِّ. فوصفُ درجةِ حرارةِ الجسمِ بأنَّها
«مرتفعةٌ » لا يكونُ دقيقًا إذا ما قورنَ بالوصفِ الرقميِّ بالقولِ إنَّ درجةَ حرارةِ
جسمِ 39 C°، والطبيبُ لنْ يتمكَّن منْ تشخيصِ حالةِ المريضِ على نحوٍ دقيقٍ
بلَ أنْ يطلبَ فحوصًا تتضمنُ
جراءَ قياساتٍ لدرجةِ الحرارةِ، ومعدلِ ضرباتِ القلبِ، وضغطِ الدمِ، وغيرِها.



الشكل (2): عناصرُ القياسِ.

كنُ تعريفُ **القياسِ** Measurement بأنَّهُ وسيلةٌ للتعبيرِ بالأرقامِ عنْ كميّةٍ يزيائيّةٍ، عنْ طريقِ مقارنتِها بكميّةٍ معلومةٍ منَ النوعِ نفسِه تُسمَّى وَحدةَ القياسِ، مثلُ قياسِ طولِ قلمٍ بوحدةِ (cm). أو قياسِ درجةِ حرارةِ الغرفةِ
حدةِ درجةِ سلسيوس (C°).
تتضمَّن عمليةُ القياسِ ثلاثةَ عناصرَ رئيسةٍ هيَ:

- الكميَّةُ الفيزيائيَّةُ المرادُ قياسُها،
- أداةُ القياسِ،
- وحدةُ القياسِ.

يبيِّن الشكلُ (2) أحدَ أشكالِ الموازينِ المستخدمَ في الحياةِ اليوميّةِ لقياسِ الكتلةِ.

دواتُ القياسِ Measuring

تنوُّع أدواتُ القياسِ في أشكالِها؛ لتُناسبَ الغرضَ الذي صُمِّمتْ منْ أجلِه، ومنَ
لأمورِ الواجبِ أخذُها فيالحسبانِ في عمليّةِ القياسِ:

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

- اختيارُ الأداةِ المناسبةِ، ومعرفةُ أصغرِ تدريجٍ يقرؤُه الجهازُ أو الأداةُ. فمثلًا،

الطولُ كميَّةٌ فيزيائيَّةٌ يمكنُ قياسُها بأدواتٍ مختلفةٍ، منها المِسطرةُ؛ وهي من أبسطِ أدواتِ القياسِ المُستخدَمةِ في الحياةِ اليوميّةِ. هذهِ الأداةُ عادةً تكونُ مدرَّجةً بالمليمترِ، وأصغرُ تدريجٍ يظهرُ على المِسطرةِ (1 mm). وقد تكونُ المسطرةُ مناسبةً لقياسِ طولِ قلمٍ أو كتابٍ، لكنْ لا يمكنُ أنْ تكونَ أداةً مناسبةً لقياسِ سُمْكِ ورقةٍ أو صفيحةٍ رقيقةٍ. ويبيِّن الشكلُ (3) أداةً تُسمَّى الميكروميتر، تصلُ دقَّةُ القياسِ فيها إلى (0.01 mm)، ويمكنُ استخدامُها في قياسِ سُمكِ صفيحةٍ رقيقةٍ. أتأمَّل الشكلَ (4)، وأتعرَّف كيفيَّة تسجيلِ قراءةِ الميكروميتر مُتَّبعا الخطواتِ الآتيةَ:

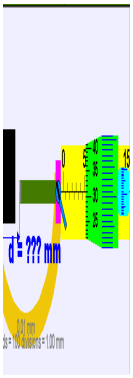
1-أسجِّل قراءةَ المقياسِ الطوليِّ العلويِّ ويكونُ بالمليمتر (7.0mm).

2-أسجِّل قراءةَ المقياسِ الطوليِّ السفليِّ ويكونُ بأنصافِ المليمتر .(0.5mm)

3-أسجِّل قراءةَ التدريجِ الدائريِّ بقراءةِ التدريجِ المنطبقِ على المقياسِ الطوليّ (24)، وضربه بقيمة المنزلة التي يمثلها التدريجِ الدائريِّ وهي) 0.01 (فتكون القراءة (0.24 mm).

4-أجمعُ القراءاتِ الثلاثَ فتمثِّل قراءةَ الميكروميتر.

الشكل (3) قياسُ سُمْكِ صفيحةٍ باستخدامِ الميكروميتر



الشكل (4): حسابُ قراءةِ الميكروميتر بوحدةِ (m)

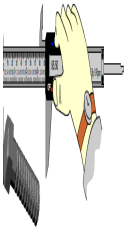
لأرقامُ المحدَّدةُ والأرقامُ المعنويةُ Exact Numbers and Significant Figures

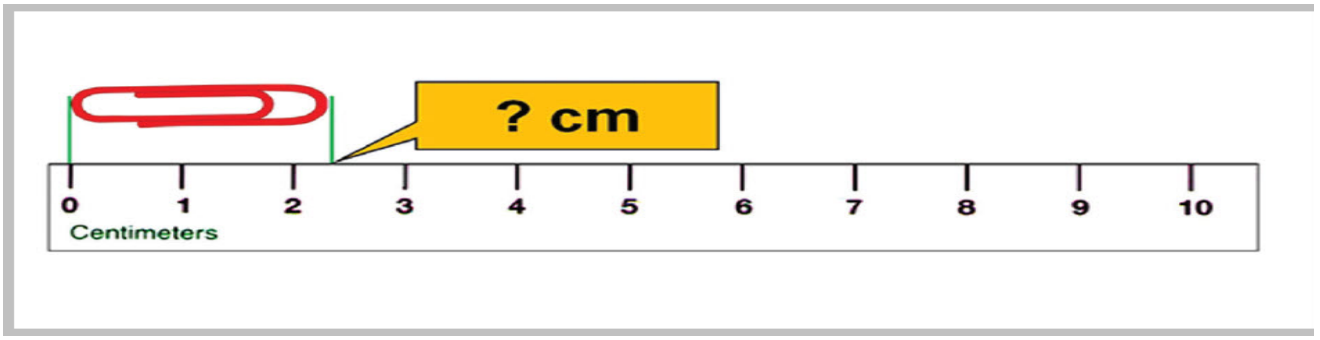
ستخدمُ الفيزيائيونَ الأرقامَ بطرائقَ مختلفةٍ. فقد تُستخدمُ الأرقامُ في عدِّ الأشياءِ، على نحوِ ما هو مُبيَّنٌ في الشكلِ (5)، حيثُ يظهرُ في الصورةِ (5) كتبٍ، وهذا الرقمُ حدَّدٌ Exact Number لا مجالَ للشكِّ فيهِ، فلا يمكنُ لأحدٍ أنْ يقولَ إنَّ عددَ الكتبِ ربَّما يكونُ (5.45) أو (5.5) كتابٍ مثلًا. وقد تُستخدمُ الأرقامُ في التعبيرِ عنِ العلاقةِ نَ وَحدتينِ من وَحداتِ القياسِ، فمثلً منَ المعلومِ أنَّ المترَ (1m) يساوي (100 cm)، أنَّ الساعةَ (1 hour) تساوي (60 min)، وفي هذهِ الحالةِ أيضًا، فإنَّ الأرقامَ المُستخدَمةَ كونُ ذاتَ قيمةٍ محدَّدة وثابتةٍ.

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

تُستخدمُ الأرقام أيضًا في التعبيرِ عنْ نتائجِ القياساتِ، وفي عمليةِ القياسِ لا يمكنُ لحصولُ على نتيجةٍ مؤكَّدةٍ تمامًا؛ فالقياسُ لا يعطي قيمةً محدَّدة تعبُّر تمامًا عنِ لقيمةِ الحقيقيّة. فمثلاً يبيُّن الشكلُ (6) مِسطرةً مدرَّجةً بوحدةِ السنتيمتر؛ أيْ إنَّ صغرَ تدريجٍ يظهرُ على المسطرةِ (1 cm)، فالمسطرةُ استُخدِمتْ لقياسِ طولِ شبكِ ورقٍ، وعلى نحوِ ما يظهرُ في الشكلِ، فإنَّهُ منَ المؤكَّدِ أنَّ طولَ المِشبكِ كبرُ منْ (2 cm)، فإذا طُلِبَ إلى شخصينِ تسجيلُ طولِ المِشبكِ، فقدْ يُقدِّرُ أحدُهما نَّهُ (2.3 cm)، في حينِ قد يُقدُّر الآخرُ بأنَّهُ (2.4 cm). ومنَ المُلاحَظِ أنَّ نتيجةَ القياسِ ضمَّنتْ رقمًا مؤكَّدا قُرِئَ منْ تدريجِ المسطرةِ مباشرةً وهو (2 cm).ورقمًا تقديريًّا شكوكًا فيه وهو (0.3)، أو (0.4) اختُلِفَ في تقديرُه منْ شخصٍ إلى آخرَ.

الشكل (5) يظهرُ في الصورةِ عددٌ محدَّدٌ منَ الكتبِ وهو (5) كتبٍ.





شكل (6): قياسُ طولِ مشبكٍ باستخدامِ مسطرةٍ مدرجةٍ بالسنتيمتر.

يطلق على الأرقام المؤكدة إضافة إلى الرقم التقديري التي تنتج عن عملية القياس

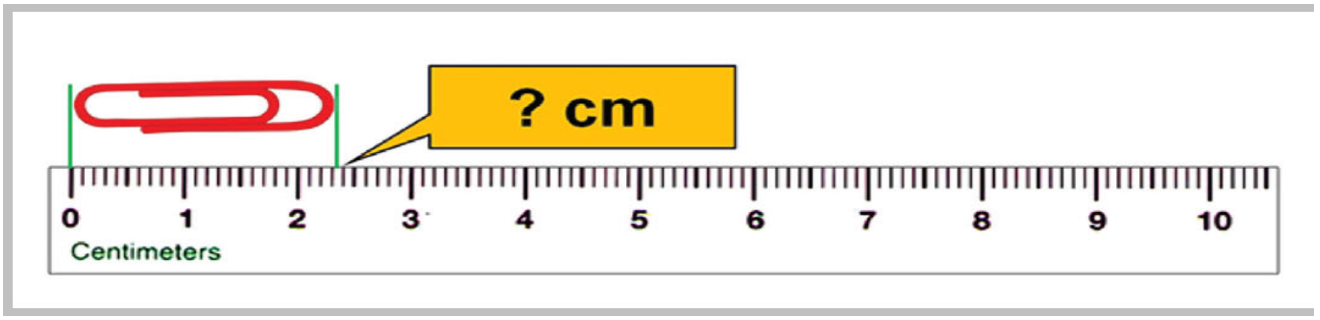
ب**الأرقام المعنوية** Significant Figures .وهذا يعني أن قياس طول مشبك الورق

ستخدامِ المسطرةِ المبينةِ في الشكلِ (6) يتضمَّن رقمينِ معنويينِ.

عتمدُ عددُ الأرقامِ المعنويّة في القياسِ على مقدارِ أصغرِ تدريجٍ يظهرُ على أداةِ القياسِ.

فالمِسطرةُ المُبيَّنةُ في الشكلِ (7) مدرَّجةٌ بأجزاءِ السنتيمترِ (المليمترات)، لذا فإنَّ استخدامَها في قياسِ طولِ مِشْبكِ الورقِ نفسِه يُعطي قياسًا أكثرَ دقةً، فالمِسطرةُ تؤكِّد رقمينِ هما (2.3 cm)، وتسمحُ بتقديرِ أجزاءِ المليمترِ، إذْ يمكنُ تقديرُ أنَّ طولَ لمِشبكِ (2.33 cm) أو (2.34 cm)، وفي هذهِ الحالةِ فإنَّ القياسَ يتضمَّن (3) أرقامٍ عنويةٍ؛رقمينِ مؤكَّدينِ، ورقمًا مشكوكًا فيهِ. وبوجهٍ عامٍّ، يكونُ الرقمُ الأبعدُ إلى اليمينِ ي نتيجةِ القياسِ مشكوكًا فيهِ، ولا يمكنُ تأكيدُه إلّا باستخدامِ أداةِ قياسٍ أخرى أكثرَ دقّةً.

كلّما زادَ عددُ الأرقامِ المعنويّة زادتْ دقّةُ القياسِ.

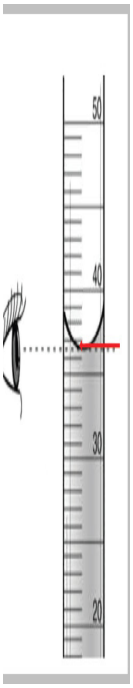


شكل (7): قياسُ طولِ مِشبكٍ باستخدامِ مسطرةٍ مُدرَّجةٍ بأجزاءِ السنتيمتر.

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

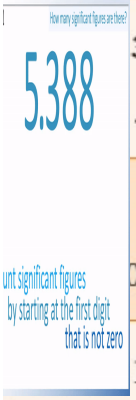
واعدُ التعامُلِ معَ الأرقامِ المعنويّةِ Rules for dealing with significant figures

تُعَدُّ جميعُ الأرقامِ غيرِ الصفريّةِ التي تظهَر في القياسِ أرقامًا معنويَّة، أمّا الصفرُ فربَّما يكونُ معنويًّا أو غيرَ معنويٍّ. فمثلاً يُبيِّن الشكلُ (8) مقطعًا من مخبارٍ مدرَّجٍ بوحدةِ المللتر (mL)،فإذا كانَ ارتفاعُ الماءِ في المخبارِ ينطبقُ تمامًا عندَ التدريجِ (37)، فعندئذٍ يمكنُ التعبيرُ عنِ القياسِ بالصورة (37.0 mL)، وحينئذٍ يُعَدُّ الصفرُ رقمًا معنويًّا. أمّا الأصفارُ المُستخدَمةُ في تحديدِ موقعِ الفاصلةِ العشريةِ فلا تُعدُّ أرقامًا معنويَّة، كما في القياسِ (0.003) الذي يحتوي على رقمٍ معنويٍّ واحدٍ فقطْ. ولتجنُّبِ الوقوعِ في الخطأِ في حالةِ الأصفارِ في نهايةِ الرقمِ الصحيحِ، يُكتبُ القياسُ بالصورةِ العلميّة، فمثلً عندَ كتابةِ القياسِ (3000) بالصورةِ (3×10^3) سيبدو واضحًا أنَّ القياسَ يحتوي على رقمٍ معنويٍّ واحدٍ. أمّا إذا كُتبَ القياسُ على الصورةِ (3.0×10^3)، فسيكونُ فيهِ رقمانِ معنويّان، وهذا يدلُّ على أنَّ أداةَ القياسِ المُستخدَمةَ في الحالةِ الثانيةِ أكثرُ دقَّة. والجدولُ الآتي يوضِّح القواعدَ الواجبَ العملُ بمقتضاها عندَ تحديدِ عددِ الأرقامِ المعنويّةِ في القياسِ.



الشكل (8): قياسُ الحجمِ باستخدامِ المخبارِ المدرَّجِ.

القاعدةُ	أمثلةٌ (عددُ الـ
1) الأعدادُ غيرُ الصفريّةِ كلُّها تُعدُّ أرقامًا معنويّةً.	3.45 .475
2) الأصفارُ الواقعةُ بينَ الأعدادِ غيرِ الصفريّةِ تُعدُّ أرقاماً معنويّةً.	205 0308
3) الأصفارُ التي تُكتبُ في نهايةِ الرقمِ بعدَ الفاصلةِ العشريّةِ أرقامٌ معنويّةٌ.	14.0 2.500
4) الأصفارُ التي تُكتبُ إلى يسارِ أولِ عددٍ غيرِ صفريٍّ بعدَ الفاصلةِ العشريّةِ ليستْ أرقامًا معنويّةً.	0.02 0035
5) الأصفارُ في نهايةِ الرقمِ الصحيحِ دونَ وجودِ فاصلةٍ عشريّةٍ ليستْ أرقامًا معنويّةً.	3000 0700



أربعة أرقام معنوية)

خمسة أرقام معنوية

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

خمسة أرقام معنوية

ثلاثة أرقام معنوية

مثال محلـ

اسَ طالبٌ طولَ قلمٍ مستخدمًا مسطرةً، وعبّرَ عنْ نتيجةِ القياسِ بأنَّهُ (10.35 cm).

جيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

. ما أصغرُ تدريجٍ يظهرُ على المسطرةِ التي استخدمَها الطالبُ؟

ب . ماعددُ الأرقامِ المعنويّةِ في القياسِ الذي كتبَهُ الطالبُ؟

حل

أ . يمكنُ معرفةُ أصغرِ تدريج للمسطرةِ منْ آخرِ رقمٍ مؤكَّدٍ سجّلَه

لاحظُ أنَّ آخِرَ رقمٍ مؤكَّدٍ في القياسِ هو الرقمُ (3)، ويقعُ في منزلةِ جزء من العشرة، أيْ أنَّ أصغرَ تدريجٍ للمسطرةِ هو (0.1 cm)، ويساوي (1 mm).

ب . عددُ الأرقامِ المعنويّةِ (4).

رين

حدِّد عددَ الأرقامِ المعنويّة في كلٍّ منَ القياساتِ الآتيةِ:

. 202 mm

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com

ب . 1.250 cm

ج. 0.050 mL

د . 6.01×10^{-3} m

جراءُ العمليّات الحسابيّة باستخدامِ الأرقامِ المعنويّة

Significant Figures in Calculations

ندَ إجراءِ العمليّاتِ الحسابيّةِ باستخدامِ الأرقامِ المعنويّةِ، يجبُ العملُ بمقتضى القواعدِ الآتيةِ:

1. الجمعُ والطرحُ: أتّبعُ الخطواتِ المبيَّنةَ في المثالِ الآتي:

- أحدّدُ عددَ المنازلِ العشريّةِ (بعدَ الفاصلةِ) للكميّاتِ المطلوبِ جمعُها أو طرحُها:

$$1.367 + 13.2 = \mathbf{14.567} = 14.6$$

الجوابُ (منزلةٌ عشريّةٌ واحدةٌ)

هذا الرقمُ أكبرُ منْ (5) ؛ لذلكَ يُضافُ واحدٌ إلى الرقمِ الذي يسبقُه.

2. الضربُ والقسمةُ: أتّبعُ الخطواتِ المبيَّنةَ في المثالِ الآتي:

- أحدّدُ عددَ الأرقامِ المعنويّةِ في الكميّاتِ المعطاةِ.
- أحسُبُ ناتجَ عمليّةِ الضربِ أو القسمةِ، وأُدوِّرُ الناتجَ ليكونَ عددُ الأرقامِ المعنويّةِ فيهِ مساويًا لعددِ الأرقامِ في القياسِ الذي يشتملُ على العددِ الأقلِّ منَ الأرقامِ المعنويّةِ .

$$4.6 \times 13.2 = \mathbf{60.72}$$

الناتجُ يُقرَّبُ إلى رقمينِ معنويينِ.

رقمانِ معنويانِ

3 أرقامٍ معنويّةٍ

أتّبعُ القاعدةَ التي تعلّمْتُها في الرياضياتِ لتدويرِ الأرقامِ.

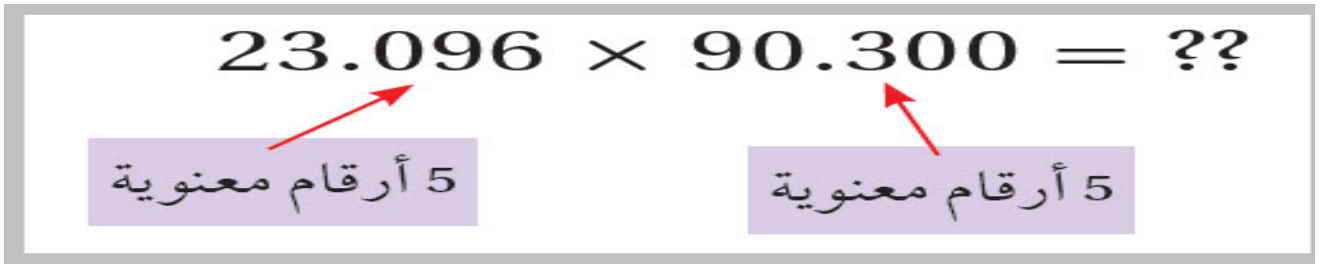
$$4.6 \times 13.2 = \mathbf{60.72} = 61$$

هذا الرقمُ أكبرُ منْ (5) لذا؛ يُضافُ واحدٌ إلى الرقمِ الذي يسبقهُ.

3. إجراءُ العمليّاتِ الحسابيّةِ باستخدامِ الآلةِ الحاسبةِ:

ندَ إجراءِ العمليّاتِ الحسابيّةِ باستخدامِ الآلةِ الحاسبةِ، فإنَّ الإجابةَ قد لا تحتوي على العددِ الصحيحِ ن الأرقامِ المعنويّةِ، لذا تُستخدمُ القواعدُ السابقةُ نفسُها في تدويرِ الإجابةِ إلى العددِ الصحيحِ منَ لأرقامِ المعنويّةِ، على نحوِ ما يتضحُ في المثالِ الآتي:

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com



عندَ استخدامِ الآلةِ الحاسبةِ فإنَّ الإجابةَ تساوي (2085.5688)، لذا يلزمُ تدويرُ الإجابةِ إلى (5) أرقامٍ معنويّةٍ، فتكونُ الإجابةُ النهائيّةُ (2085.6)

مثال محـ

أجدُ ناتجَ الطرحِ، وأعبّرُ عنِ النتيجةِ بالعددِ المناسبِ منَ الأرقامِ المعنويّةِ وبالصيغةِ العلميّةِ :

$2.38 \times 103\ cm - 19\ cm$

الحلُّ:

الخطوةُ (1): كتابةُ العددينِ بالصيغةِ العلميّةِ على أنْ يكونَ لهما الأسُّ نفسُه.

$2.38 \times 103\ cm - 0.019 \times 103\ cm$

الخطوةُ (2): إيجادُ ناتجِ الطرحِ:

$(2.38 - 0.019) \times 103 = 2.361 \times 103$

لخطوةُ (3): تدويرُ الجوابِ إلى عددِ المنازلِ العشريّةِ الأقلِّ في الكميّاتِ المُعطاةِ (منزلتين)،

التعبيرُ عنِ الجوابِ بالصيغةِ العلميّةِ: $2.36 \times 103\ cm$

مثال محـ

استْ طالبةٌ أبعادَ قطعةَ كرتونٍ، فكانَ طولُها (24.1cm) وعرضُها (9.7cm). أحسُبُ مساحةَ القطعةِ مستخدمًا العددَ الصحيحَ منَ الأرقامِ المعنويّةِ.

لحلُّ:

لخطوةُ (1): أحسُبُ المِساحةَ باستخدامِ العلاقةِ:

$$A = l \times w = 24.1 \times 9.7 = 233.77$$

لخطوةُ (2): أكتبُ الإجابةَ بالصيغةِ العلميّةِ: 2.3377×102

لخطوةُ (3): ألاحظُ أنَّ أقلَّ عددٍ منَ الأرقامِ المعنويةِّ في الكميّاتِ المعطاةِ هو رقمانِ،

وأدور الإجابة إلى رقمينِ معنويّينِ، وأعبّرُ عنِ النتيجةِ بالصورةِ الآتيةِ $2.3 \times 102\ cm2$

Convert web pages and HTML files to PDF in your applications with the Pdfcrowd HTML to PDF API | Printed with Pdfcrowd.com