

## Significant figures (أوالأرقام الموثوق بها)

Question: What is the difference between 50 Riyal, 50. Riyal and 50.0 Riyal ?

ما هو الفرق بين 50 ريال , 50. ريال و 50.0 ريال ؟

Answer: Mathematically they are the same, but they have different number of significant figures (or digits).

لا فرق بينهم رياضياً، لكن لهم أرقام معنوية مختلفة.

The higher the measurement precision, the larger the number of significant figures in the measurement result.

كلما زادت دقة القياس ، كلما زاد عدد الأرقام النوعية في نتيجة القياس.

# Rules for **counting** significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

### Rule 1 (القاعدة 1):

All non-zero digits are significant.

كل الأرقام غير الصفرية تُعتبر معنوية.

العدد **253 km** به ثلاث أرقام نوعية غير صفرية وهي 2 و 3 و 5.

Example 1

The number **253 km** has three non-zero significant digits

العدد **9.88876 g** به 6 أرقام نوعية غير صفرية وهي 9 و 7 و 8 و 8 و 8 و 6.

Example 2

The number **9.88876 g** has six non-zero significant digits

العدد **122.2** به 4 أرقام نوعية غير صفرية وهي 1 و 2 و 2 و 2.

Example 3

The number **122.2** has four non-zero significant digits

حدد عدد الأرقام النوعية في **1111.1111**

:Exercise

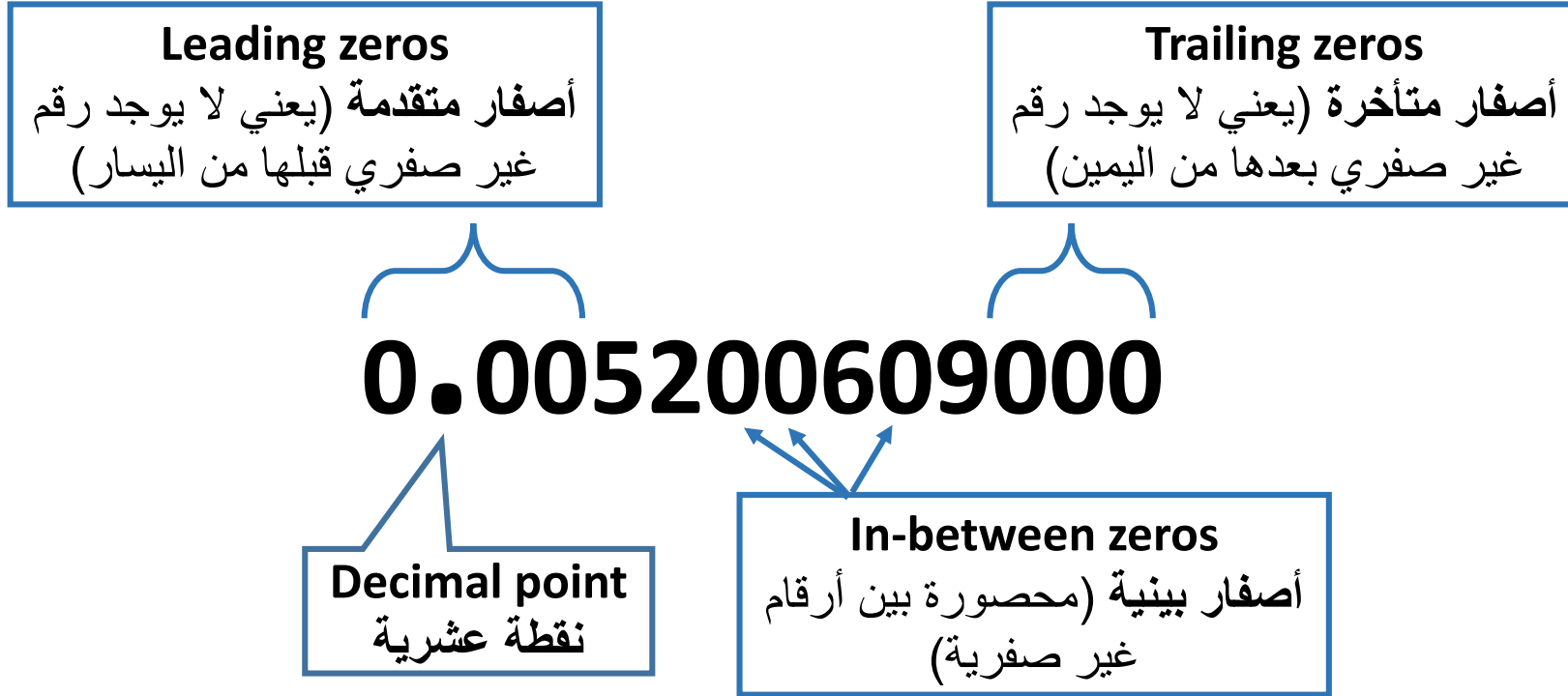
Determine the number of significant figures in **1111.1111**

تمرين

# Rules for counting significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

القواعد من 2 إلى 5 خاصة بالأصفار. لذلك سنبدأ بتعريف المواقع المختلفة للأصفار في العدد قبل دراسة القواعد 2-5.



..... zero ? → 0.300 :Exercise  
تمرين  
..... zeros ?

# Rules for counting significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

Rule 2 (القاعدة 2):

Zeros between non-zero digits are significant.

الأصفر الواقعة بين الأرقام غير الصفرية (أو المعنوية) تُعتبر معنوية.

Example 1 العدد **307.5001 km** به 7 أرقام نوعية: 4 منها غير صفرية وثلاث أصفار بينية.

The number **307.5001 km** has seven significant digits: four non-zero digits and 3 in-between zeros

Example 2 العدد **900007** به 6 أرقام نوعية: إثنان منها غير صفرية وأربع أصفار بينية.

The number **900007** has six significant digits: two non-zero digits and four in-between zeros

حدد عدد الأرقام النوعية في **2000.5607008**

:Exercise

Determine the number of significant figures in **2000.5607008**

تمرين

# Rules for counting significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

Rule 3 (القاعدة 3):

Leading zeros are not significant

الأصفار المتقدمة ليست نوعية.

Example 1 العدد **0.007 cm** به رقم نوعي واحد غير صفري. الأصفار المتقدمة يسار الرقم 7 غير نوعية.

The number **0.007 cm** has one non-zero significant digit. The leading zeros are not significant.

Example 2 العدد **0.600711** به 6 أرقام نوعية: أربعة منها غير صفرية (وهي 6,7,1,1) وإثنان منها أصفار بينية. الأصفار المتقدمة يسار الرقم 6 غير معنوي.

The number **0.600711** has six significant digits: four non-zero digits and two in-between zeros. The leading zero is not significant.

حدد عدد الأرقام النوعية في **00000033.004400077**

:Exercise

Determine the number of significant figures in **00000033.004400077**

تمرين

# Rules for counting significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

Rule 4 (القاعدة 4):

Trailing zeros in a number without decimal point is not significant.

الأصفار المتأخرة لاتعتبر نوعية إذا كانت موجودة في عدد بدون نقطة عشرية.

Example 1 العدد **9000 cm** به رقم نوعي واحد غير صفري. الثلاث اصفار المتأخرة يمين الرقم 9 غير نوعية لان العدد 9000 ليس به نقطة عشرية.

The number **9000 cm** has one non-zero significant digit. The trailing zeros are not significant because 9000 has no decimal point.

Example 2 العدد **30500 kg** به ثلاث أرقام نوعية. الصفران المتأخران يمين الرقم 5 غير نوعيان لان العدد 30500 kg ليس به نقطة عشرية.

The number **30500 kg** has three significant digits. The trailing zeros are not significant because 30500kg has no decimal point.

حدد عدد الأرقام النوعية في **001100**

:Exercise

Determine the number of significant figures in **001100**

تمرين

# Rules for counting significant figures

## قواعد عد الأرقام المعنوية

Rule 5 (القاعدة 5):

Trailing zeros in a number with a decimal point is significant.

الأصفار المتاخرة تعتبر نوعية إذا كانت موجودة في عدد به نقطة عشرية.

Example 1  
العدد **9000. cm** له أربع أرقام نوعية وهي 9 بالإضافة للثلاث أصفار المتاخرة يمين ال 9 وذلك لأن العدد **9000. cm** به نقطة عشرية.

The number **9000. cm** has four significant digits. The trailing zeros are significant because **9000. cm** has got a decimal point.

Example 2  
العدد **0.0530000 g** له 6 أرقام نوعية وهي 3 و 5 بالإضافة لأربع أصفار متاخرة يمين ال 3 وذلك لأن العدد **0.0530000 cm** به نقطة عشرية.

The number **0.05300 g** has six significant digits. The trailing zeros are significant because **0.05300 g** has got a decimal point.

حدد عدد الأرقام النوعية في **0.001001003000**

:Exercise

Determine the number of significant figures in **0.001001003000**

تمرين

## Example:

1. The number of significant figures in (23.20) is:

A	1
B	2
C	3
D	4

2. The number of significant figures in (0.062) is:

A	1
B	2
C	3
D	4

3. The number of decimal places (المنازل العشرية) in (0.062) is:

A	1
B	2
C	3
D	4



## Trailing zeros: special case حالة خاصة للأصفار المتاخرة

- A whole number (*without decimal point*) preceded by the word **about (approximately, etc ...)** ⇒ **don't count zeros**

• العدد الكامل (من غير نقطة عشرية) مسبق بكلمة تقريبا أو حوالي أو غيرها لا يعتبر معنوي

About 80 cm  
↑ ×

Implying ±10 cm uncertainty

About 1300 km  
↑ ↑ × ×

Implying ±100 km uncertainty

- A whole number (*without decimal point*) preceded by the word **precisely (accurately, etc ...)** ⇒ **Count zeros**

• العدد الكامل (من غير نقطة عشرية) مسبق بكلمة تأكيد مثل بدقة أو بالضبط أو غيرها يعتبر معنوي

precisely 80 cm  
↑ ↑

Implying ±1 cm uncertainty

precisely 1300 km  
↑ ↑ ↑ ↑

Implying ±1 km uncertainty

# Significant figure:

*mathematical operations* العمليات الحسابية

Carry out intermediate calculations without rounding. Only round the final answer (outcome) according to the following rules:

## 1. Multiplications and divisions

عمليات الضرب والقسمة

Final result presented with *significant figures* similar to that for the number with *least significant figure* used in the operation.

تكتب نتيجة عملية الضرب أو القسمة بأرقام نوعية مساوية لأقل عدد من الأرقام النوعية المستخدمة في المسألة.

$$11.3 \text{ cm} \times \underset{\uparrow}{2}.\underset{\uparrow}{0} \text{ cm} = 22.6 \text{ cm}^2 \xrightarrow[\text{قرب}]{\text{Round}} \underset{\uparrow}{2}\underset{\uparrow}{3} \text{ cm}^2$$

SUGGESTION: Use the significant figures rule, but consider the % uncertainty too, and add an extra digit if it gives a more realistic estimate of uncertainty. See page 6 in your book for more details

# مثال Example

عملیات  $\times$  و  $\div$   
operations

Sig. Fig.      Sig. Fig.  
②                      ③  
Least                      Most  
أقل                              أكثر

$2.0_{\text{cm}} \times 2.00_{\text{cm}}$

$= 4.000000_{\text{cm}^2}$   
⑦ sig. fig.

round  
قریب

$\approx 4.0_{\text{cm}^2}$   
② sig. fig.



# Significant figure: *mathematical operations* العمليات الحسابية

## Glossary معاني بعض المصطلحات

Multiplication: عملية ضرب

Product: حاصل أو ناتج الضرب

Division: عملية القسمة

Quotient: حاصل أو ناتج القسمة

Subtraction: عملية الطرح

Subtraction=Difference: الفرق

Summation or addition: عملية الجمع

**مثال:** إذا سُئلت عن حساب مساحة (area) المستطيل (rectangle) مثلاً, فستعتبر هذه عملية ضرب بين الطول (Length) والعرض (Width). لذلك استخدم قاعدة عملية الضرب لكتابة نتيجة المساحة.

**مثال:** إذا سُئلت عن حساب محيط (circumference or perimeter) المستطيل (rectangle) مثلاً, فستعتبر هذه عملية جمع بين الطولين والعرضين. لذلك استخدم قاعدة عملية الجمع لكتابة نتيجة المحيط.

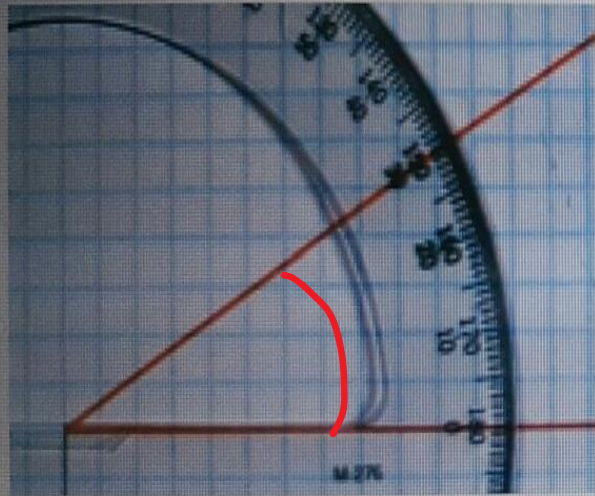


FIGURE 1.5

Example 1.2. A protractor used to measure an angle.

$\pm 1^\circ$

## CONCEPTUAL EXAMPLE 1.2

مستقل

تاریخچه

**Significant figures.** Using a protractor (Figure 1.5), you measure an angle to be  $30^\circ$ . (a) How many significant figures should you quote in this measurement? (b) Use a calculator to find the cosine of the angle you measured.

### Response

(a) If you look at a protractor, you will see that the precision with which you can measure an angle is about one degree (certainly not  $0.1^\circ$ ). So you can quote two significant figures, namely,  $30^\circ$  (not  $30.0^\circ$ ). (b) If you enter  $\cos 30^\circ$  in your calculator, you will get a number like 0.866025403. However, the angle you entered is known only to two significant figures, so its cosine is correctly given by 0.87; i.e., you must round your answer to two significant figures.

# Check your understanding

حسابه 3 2 منطيق

20. The area of a (10.0 cm × 6.5 cm) rectangle is correctly given as:

A	65 cm <sup>2</sup> ✓
B	65.0 cm <sup>2</sup>
C	65.00 cm <sup>2</sup>
D	65.000 cm <sup>2</sup>

23. Taking accuracy into account, the difference  $D = A - B$  between two numbers,  $A = 3.6$  and  $B = 0.57$ , is correctly written as:

A	<del>3.93</del>
B	<del>3.90</del>
C	<del>3.03</del>
D	3.0✓

① Least ② Most