

## Laboratorio 1

### *Cifras Significativas*

En el laboratorio, las magnitudes medidas se informan como un intervalo, fijado por su valor de medición o valor más probable (si se hace un estudio estadístico) y su incerteza.

**La incerteza nos fija el número de cifras que tiene sentido dar cuando se escribe el valor de una magnitud.** Qué sentido tiene informar que  $X=32.000002$  cm cuando en realidad sólo se sabe que se encuentra comprendido entre 31.9 cm y 32.1 cm (lo que corresponde a  $\Delta X=0.1$ cm)?. En éste caso, solo tiene sentido decir que  $X=32.0$  cm  $\pm$  0.1 cm y para ello hemos empleado 3 cifras: el 3, el 2 y el 0. Incluimos sólo hasta un número después del “.” ya que la incerteza  $\Delta X$  corresponde a ese orden de magnitud.

**El valor cero de una lectura** (Introducción a las mediciones de laboratorio – Maiztegui y Gleiser)

La aritmética nos dice

$$9 \text{ mm} = 9,0 \text{ mm}$$

Pero la Física nos dice que en el laboratorio

$$9 \text{ mm} \neq 9,0 \text{ mm}$$

¿Cómo entender estas afirmaciones? A partir del concepto de estimación de una lectura. Cuando un observador escribe:  $X = 9,0$  mm con una incerteza de  $\Delta X = 0,1$  mm. Simbólicamente se expresa así:

$$X = 9,0 \pm 0,1 \text{ mm}$$

El cero tiene información sobre la cifra de las décimas.

Si se escribe 9 mm, en Física se sobreentiende que no hay información sobre la cifra de las décimas; si se escribe 9,0 mm se está informando sobre la cifra de las décimas.

Otro observador, trabajando con otro instrumento de medición puede informar sólo hasta 1 mm; entonces su lectura de la misma cantidad será, por ejemplo:

$$X = 9 \pm 1 \text{ mm}$$

Aritméticamente las dos lecturas son iguales pero físicamente no lo son: la primera informa sobre las décimas y la segunda, no.

## Criterios

- Los ceros a la izquierda **no son** significativos, indican la colocación del punto decimal; así, 0.000345 tiene TRES cifras significativas.
- Los ceros a la derecha y después del punto decimal **si son** significativos; como ejemplo, 3.4120 tiene CINCO cifras significativas.

## Ejemplos

1,8345                    tiene 5 cifras significativas

3,90345x10<sup>-6</sup>        tiene 6 cifras significativas

0,0004                   tiene 1 cifra significativa.

**1-** Los ceros a la izquierda (del primer dígito distinto de cero) **no son** significativos, indican la colocación del punto decimal. Ejemplos:

<i>Número</i>	<i>Cantidad de cifras significativas</i>
0.0026	2
0.0619	3
0.000003	1

**2-** Los ceros a la derecha (del primer dígito distinto de cero) y después del punto decimal **si son** significativos. Ejemplos:

<i>Número</i>	<i>Cantidad de cifras significativas</i>
21	2
21.00	4
3.4520	5
0.00600	3
0.30080	5

**3-** Todos los ceros entre dígitos significativos son significativos. Ejemplos:

<i>Número</i>	<i>Cantidad de cifras significativas</i>
9.052	4
9.052	4
206	3

## Cambio de unidades

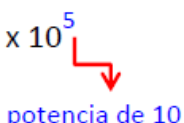
Si medimos una longitud de **1.21 m** esto se expresará como **1.210.000  $\mu\text{m}$** . Esto podría interpretarse como que medimos con una incerteza del orden de 1  $\mu\text{m}$  y no es así. Para evitar confusiones se emplea la notación científica, **1.21  $10^6 \mu\text{m}$** , entendiéndose que todas las cifras expresadas son significativas.

4- Un número que no tiene punto decimal y que termina con uno o más ceros (como 42000), los ceros posteriores a la última cifra distinta de cero pueden o no considerarse significativos. Esta ambigüedad se evita utilizando la notación científica. Cuando están expresados en esta forma, todos los dígitos se interpretan como significativos. Ejemplos:

Número	Cantidad de cifras significativas
$4.2 \times 10^4$	2
$4.20 \times 10^4$	3
$4.200 \times 10^4$	4
$7 \times 10^{-3}$	1
$7.0 \times 10^{-3}$	2

## **Notación Científica**

Una forma más compacta de escribir un resultado es expresarlo en su equivalente *notación científica*. Un número en notación científica se escribe como el producto de un número (entero o decimal) y una potencia de 10 como se muestra en el siguiente ejemplo:

Número	Notación científica	
342000	$3,42 \times 10^5$  potencia de 10	$3,42 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 342000$

Esta notación es útil para expresar números muy grandes o muy pequeños.

---

## Cómo reportar magnitudes experimentales?

- En las mediciones que efectuemos en este laboratorio la **incerteza absoluta** va a tener una, o como máximo, dos cifras significativas.
- Las cifras del error (incerteza) que tengan como último dígito un 5 o más de 5 se redondearán hacia arriba.

$$X = (320 \pm 2) \text{ m} \quad (\text{incerteza absoluta con 1 cifra significativa})$$

$$X = (321,22 \pm 0,14) \text{ m} \quad (\text{incerteza absoluta con 2 cifras significativas})$$

$$X = (325,1 \pm 2,3) \text{ m} \quad (\text{incerteza absoluta con 2 cifras significativas})$$

$$X = (320,326 \pm 0,003) \text{ m} \quad (\text{incerteza absoluta con 1 cifra significativa})$$

Valores incorrectos	Valores correctos
$3,418 \pm 0,123$	$3,4 \pm 0,1$
$6,3 \pm 0,09$	$6,30 \pm 0,09$
$46288 \pm 1551$	$(4,6 \pm 2) \times 10^3$
$428,351 \pm 0,27$	$428,4 \pm 0,3$
$0,01683 \pm 0,0058$	$0,017 \pm 0,006$

(fijarse con cuidado que hay un error intencional!)

### Desafío para el estudiante

1- Reescribir (en caso de ser necesario) las siguientes velocidades con dos cifras significativas.

- a-  $v_1 = (1,7581 \pm 0,1123) \text{ m/s}$
- b-  $v_2 = (1,68 \pm 1,26) \text{ m/s}$
- c-  $v_3 = (0,89385 \pm 0,0012) \text{ m/s}$
- d-  $v_4 = (2 \pm 0,11) \text{ m/s}$
- e-  $v_5 = (2,00 \pm 0,11) \text{ m/s}$

2- Suponga que, a partir del cálculo con las cantidades medidas, se obtuvieron los siguientes valores de la cantidad  $F_0$  y su correspondiente incertidumbre  $\Delta F$ . Expresa de manera correcta el valor de la cantidad medida con su respectivo error (de la forma que lo presentaría en un informe de laboratorio).

- a-  $F_0 = 51251 \text{ m}$ ,  $\Delta F = 325 \text{ m}$
- b-  $F_0 = 11,023 \text{ m/s}^2$ ,  $\Delta F = 0,278 \text{ m/s}^2$
- c-  $F_0 = 39,4683 \text{ g/cm}^3$ ,  $\Delta F = 0,9631 \text{ g/cm}^3$

### Más sobre cifras significativas...

Las cifras significativas son los dígitos de un número que consideramos no nulos.

Norma	Ejemplo
Son significativos todos los dígitos distintos de cero.	<b>8723</b> tiene <b>cuatro</b> cifras significativas
Los ceros situados entre dos cifras significativas son significativos.	<b>105</b> tiene <b>tres</b> cifras significativas
Los ceros a la izquierda de la primera cifra significativa no lo son.	<b>0,005</b> tiene <b>una</b> cifra significativa
Para números mayores que 1, los ceros a la derecha de la coma son significativos.	<b>8,00</b> tiene <b>tres</b> cifras significativas
Para números sin coma decimal, los ceros posteriores a la última cifra distinta de cero pueden o no considerarse significativos. Así, para el número 70 podríamos considerar una o dos cifras significativas. Esta ambigüedad se evita utilizando la notación científica.	<b><math>7 \cdot 10^2</math></b> tiene <b>una</b> cifra significativa <b><math>7,0 \cdot 10^2</math></b> tiene <b>dos</b> cifras significativas