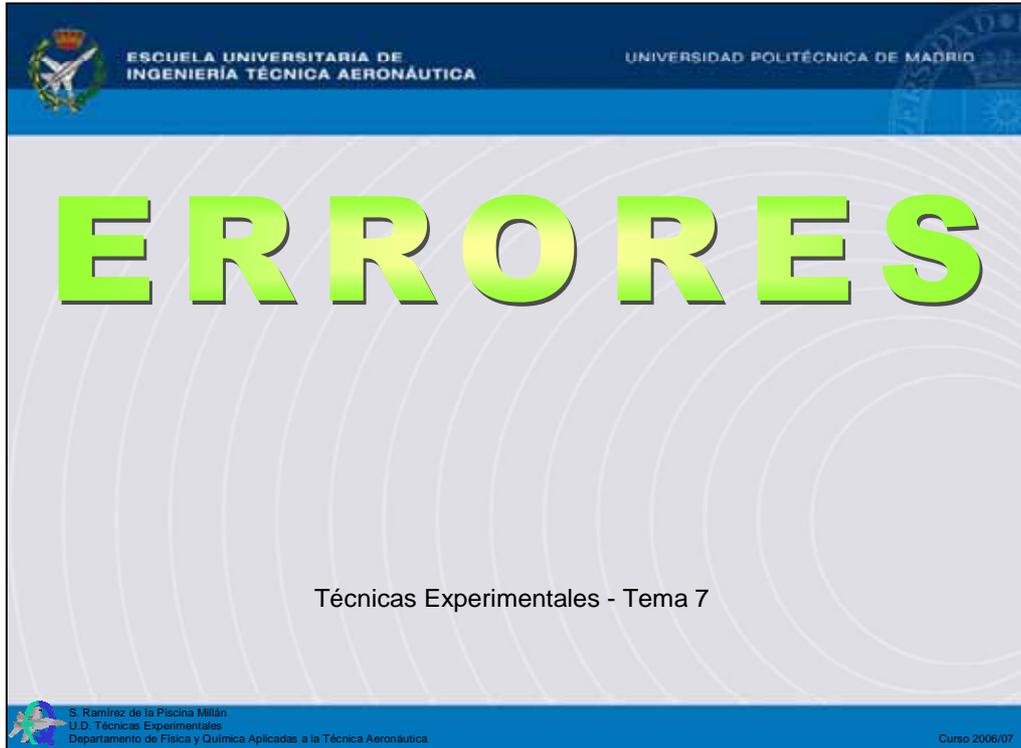


Tema 7-1



ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERÍA TÉCNICA AERONÁUTICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ERRORES

Técnicas Experimentales - Tema 7

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-2



MEDIDA DE MAGNITUDES

- La Física, ciencia experimental, es un compendio de leyes basadas en la observación de la Naturaleza
- Todas las leyes de la Física han de ser comprobadas, lo que implica la MEDICIÓN de diferentes magnitudes físicas
- Como ningún aparato de medida es absolutamente perfecto, hay que informar de lo fiable que es la medida con él realizada
- En definitiva, hay que expresar correctamente la medida

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-3

**EXPRESIÓN CORRECTA
DE UNA MEDIDA**

(MEDIDA \pm ERROR) UNIDAD

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-4

MEDIDAS DIRECTAS E INDIRECTAS

- Una medida es **directa** cuando el valor de la magnitud que busca el experimentador viene directamente indicado en el aparato de medida
- Una medida es **indirecta** cuando el valor de la magnitud se obtiene midiendo los valores de otras magnitudes relacionadas con ella mediante alguna fórmula o ley

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-5

ERRORES EN LAS MEDIDAS

Desde el punto de vista de la Teoría de Errores, se pueden clasificar en:

- **SISTEMÁTICOS**
- **ACCIDENTALES**



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-6

ERRORES SISTEMÁTICOS

- Aparecen en todas las medidas que se hagan de la misma magnitud y con el mismo aparato
- Son del mismo sentido
- No son fáciles de detectar
- No existe una teoría general para tratarlos
- Para evitarlos hay que calibrar los aparatos siempre que se vayan a utilizar



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-7

ERRORES ACCIDENTALES

- Se deben, en general, a pequeñas variaciones en las condiciones del experimento
- Se pueden minimizar si se repite la medida un número suficiente de veces
- Serán los que trataremos en todo lo que sigue, denominándolos simplemente **ERRORES**



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-8

CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS DE MEDIDA

- **ESCALA**

Representación gráfica (o numérica) sobre la que se leen los valores de medida

- **RANGO DE MEDIDA**

Valores que puede medir, entre el mínimo y el máximo

- **RESOLUCIÓN**

Mínimo valor que puede distinguir

- **CURVA DE CALIBRADO**

Es una curva que representa el verdadero valor de la magnitud medida en función de las lecturas en el aparato

- **LINEALIDAD**

Cuando la curva da calibrado es una recta



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-9

CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS DE MEDIDA

- **SENSIBILIDAD**
Es la pendiente de la curva de calibrado. El aparato es más sensible cuanto menores sean las variaciones que aprecia
- **EXACTITUD**
*Un aparato es más exacto cuanto menor sea la posibilidad de tener errores sistemáticos. **Mínimo error absoluto***
- **FIDELIDAD**
*Un aparato es fiel cuando se obtiene la misma lectura al realizar varias medidas de lo mismo. **Mínimo error relativo***
- **PRECISIÓN**
*Precisión equivale a **exacto y fiel***

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-10

EXPRESIÓN DEL ERROR

Realizar una medida consiste en obtener **un número** (con unidades) que se aproxime lo más posible al valor verdadero de la magnitud, **junto con una estimación del error** cometido en su determinación

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-11

EXPRESIÓN DEL ERROR

Hay dos formas de cuantificar este error:

CALCULANDO UNA COTA DEL ERROR

UTILIZANDO TEORÍA ESTADÍSTICA

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-12

EXPRESIÓN DEL ERROR

En cualquier caso, según se exprese, este error recibe el nombre de:

ERROR ABSOLUTO

ERROR RELATIVO

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-13

ERROR ABSOLUTO

Es la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-14

ERROR ABSOLUTO

- No se puede conocer el error absoluto si no se conoce el valor verdadero
- Si se conoce el valor verdadero para qué se quiere medir
- Se toma como valor verdadero la media aritmética de un número suficiente de mediciones
- En el caso de una única medida se toma ésta como valor verdadero
- En algunas ocasiones no proporciona suficiente información sobre la calidad de la medida

 S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-15

ERROR ABSOLUTO

- Longitud automóvil = **431** cm = **4310** mm
 - Con error absoluto = **1** cm = **10** mm

$$L = (431 \pm 1) \text{ cm} = (431 \pm 1) \text{E-2 m}$$

- Diámetro émbolo = **75,5** mm
 - Con error absoluto = **0,5** mm

$$L = (755 \pm 5) \text{E-1 mm} = (755 \pm 5) \text{E-3 m}$$

¿QUÉ MEDIDA ES “MEJOR”?


 S. Ramírez de la Piscina Millán
 U.D. Técnicas Experimentales
 Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-16

ERROR RELATIVO

Es el cociente entre el
 error absoluto y el valor
 verdadero


 S. Ramírez de la Piscina Millán
 U.D. Técnicas Experimentales
 Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-17

ERROR RELATIVO

- Longitud automóvil = 431 cm
 - Error absoluto = **1** cm
 - Error relativo = $1/431 = 2,32E-3 = \mathbf{0,23\%}$

- Diámetro émbolo = 75 mm
 - Error absoluto = **0,5** mm
 - Error relativo = $0,5/75,5 = 6,62E-3 = \mathbf{0,66\%}$

Tema 7-18

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

- Son aquellas que aportan algún tipo de información
- Hay que “redondear” los números hasta conseguir que sólo contengan cifras significativas
- Son significativas aquellas cifras que ocupan una posición igual o superior a la más significativa del error
- Antes de redondear una cantidad hay que decidir qué cifras del error son significativas



Tema 7-19

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

- Existen convenios para establecer cuántas cifras significativas puede contener el error
- El error se **aproxima**, siempre **por exceso**, a una sola cifra significativa, o a dos cifras cuando éstas sean 1 y 5
- El número que expresa el valor de la medida se **redondea** hasta el orden de las cifras del error siguiendo los criterios habituales



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-20

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

¿QUÉ PASA CON LOS CEROS?

- Si aparecen como primeras cifras de una cantidad **NUNCA** son significativos
- **57** g y **0,057** kg expresan la misma cantidad en diferentes unidades y en ambos casos tienen **DOS** cifras significativas



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-21

CIFRAS SIGNIFICATIVAS
¿QUÉ PASA CON LOS CEROS?

- Si aparecen como últimas cifras de una cantidad podrán ser o no significativas
- **740** mm puede tener **TRES** o **DOS** cifras significativas

Medida realizada con un aparato capaz de apreciar 1 mm

La medida original era 74 cm, fue realizada con un aparato que apreciaba 1 cm y hemos efectuado un simple cambio de unidades

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-22

CIFRAS SIGNIFICATIVAS
¿QUÉ PASA CON LOS CEROS?

- ¿Cómo determinamos el número de cifras significativas si no conocemos la procedencia de la cantidad que estamos analizando?
- Expresando siempre las cantidades en notación científica
- Si la cantidad anterior sólo tiene **DOS** cifras significativas la expresaremos como $(7,4 \times 10^2)$ mm o también $(7,4E2)$ mm

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-23

NOTACIÓN CIENTÍFICA

- Representación de los números en función de las potencias de 10
- Se acostumbra a expresar un número en notación científica con el dígito significativo de mayor peso a la izquierda del punto decimal
- Existe una notación científica normalizada que exige que todos los dígitos significativos aparezcan a la derecha del punto decimal



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-24

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

EJEMPLO:

- ERROR1 = 0,03121 u
- ERROR2 = 0,03723 u

ERROR1 = **0,04**

Primera cifra significativa \longrightarrow 3 $\xrightarrow[\text{POR EXCESO}]{\text{REDONDEO}}$ 4
 Segunda cifra significativa \longrightarrow 1

ERROR2 = **0,04**

Primera cifra significativa \longrightarrow 3 $\xrightarrow[\text{POR EXCESO}]{\text{REDONDEO}}$ 4
 Segunda cifra significativa \longrightarrow 7



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-25

EXPRESIÓN DE LA MEDIDA

EJEMPLO: CENTÉSIMAS

- ERROR = 0,04 u
- MEDIDA1 = 6,0723 u

MEDIDA1 = **6,07**

Última cifra significativa $\xrightarrow{\text{CENTÉSIMAS}}$ 7 $\xrightarrow{\text{REDONDEO}}$ 7

Primera cifra no significativa \longrightarrow 2

La expresión correcta de la MEDIDA1 será:

$$M = 6,07 \pm 0,04 \text{ Unidades SI}$$

o mejor:

$$M = (607 \pm 4) \cdot 10^{-2} \text{ Unidades SI}$$

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-26

EXPRESIÓN DE LA MEDIDA

EJEMPLO: CENTÉSIMAS

- ERROR = 0,04 u
- MEDIDA2 = 6,0774 u

MEDIDA2 = **6,08**

Última cifra significativa $\xrightarrow{\text{CENTÉSIMAS}}$ 7 $\xrightarrow{\text{REDONDEO}}$ 8

Primera cifra no significativa \longrightarrow 7

La expresión correcta de la MEDIDA1 será:

$$M = 6,08 \pm 0,04 \text{ Unidades SI}$$

o mejor:

$$M = (608 \pm 4) \cdot 10^{-2} \text{ Unidades SI}$$

S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



Tema 7-27

CIFRAS SIGNIFICATIVAS

EJEMPLO:

- ERROR3 = 0,0121 u
- ERROR4 = 0,0173 u

ERROR3 = 0,015

Primera cifra significativa \longrightarrow 1 $\xrightarrow[\text{POR EXCESO}]{\text{REDONDEO}}$ 15

Segunda cifra significativa \longrightarrow 2

ERROR4 = 0,02

Primera cifra significativa \longrightarrow 1 $\xrightarrow[\text{POR EXCESO}]{\text{REDONDEO}}$ 2

Segunda cifra significativa \longrightarrow 7



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07

Tema 7-28

EXPRESIÓN DE LA MEDIDA

EJEMPLO:

- ERROR3 = 0,015 u
- MEDIDA3 = 6,0723 u

MEDIDA3 = 6,072

Última cifra significativa $\xrightarrow[\text{REDONDEO}]{\text{MILÉSIMAS}}$ 2

Primera cifra no significativa \longrightarrow 3

La expresión correcta de la MEDIDA3 será:

M = 6,072 ± 0,015 Unidades SI

o mejor:

M = (6072 ± 15).10⁻³ Unidades SI



S. Ramírez de la Piscina Millán
U.D. Técnicas Experimentales
Departamento de Física y Química Aplicadas a la Técnica Aeronáutica

Curso 2006/07



EXPRESIÓN DE LA MEDIDA

EJEMPLO:

- $\text{ERROR}_4 = 0,02 \text{ u}$

- $\text{MEDIDA}_4 = 6,0776 \text{ u}$

$\text{MEDIDA}_4 = 6,08$

Última cifra significativa $\xrightarrow{\text{CENTÉSIMAS}}$ 7 $\xrightarrow{\text{REDONDEO}}$ 8
 Primera cifra no significativa \longrightarrow 7

La expresión correcta de la MEDIDA₄ será:

$$M = 6,08 \pm 0,02 \text{ Unidades SI}$$

o mejor:

$$M = (608 \pm 2) \cdot 10^{-2} \text{ Unidades SI}$$

