

# laboratorio de física 1

curso de verano 2020

clase #2  
contenidos

# contenidos de hoy

- mediciones directas, parte 2
- tipos de incertezas/errores en mediciones
- evaluación de fuentes de error
- *cómo redactar un informe de laboratorio*

# tipos de errores en mediciones

- **errores sistemáticos**
- **errores estadísticos**



WIKIPEDIA The Free Encyclopedia

- Main page
Contents
Featured content
Current events
Random article
Donate to Wikipedia
Wikipedia store

Interaction

- Help
About Wikipedia
Community portal
Recent changes
Contact page

Tools

- What links here
Related changes
Upload file
Special pages
Permanent link
Page information
Wikidata item
Cite this page

In other projects

Wikimedia Commons

Print/export

- Download as PDF
Printable version

Article Talk

Read Edit View history

Search Wikipedia

# Mars Climate Orbiter

From Wikipedia, the free encyclopedia

The Mars Climate Orbiter (formerly the Mars Surveyor '98 Orbiter) was a 638-kilogram (1,407 lb) robotic space probe launched by NASA on December 11, 1998 to study the Martian climate, Martian atmosphere, and surface changes and to act as the communications relay in the Mars Surveyor '98 program for Mars Polar Lander. However, on September 23, 1999, communication with the spacecraft was lost as the spacecraft went into orbital insertion, due to ground-based computer software which produced output in non-SI units of pound-force seconds (lbf·s) instead of the SI units of newton-seconds (N·s) specified in the contract between NASA and Lockheed. The spacecraft encountered Mars on a trajectory that brought it too close to the planet, and it was either destroyed in the atmosphere or re-entered heliocentric space after leaving Mars' atmosphere.

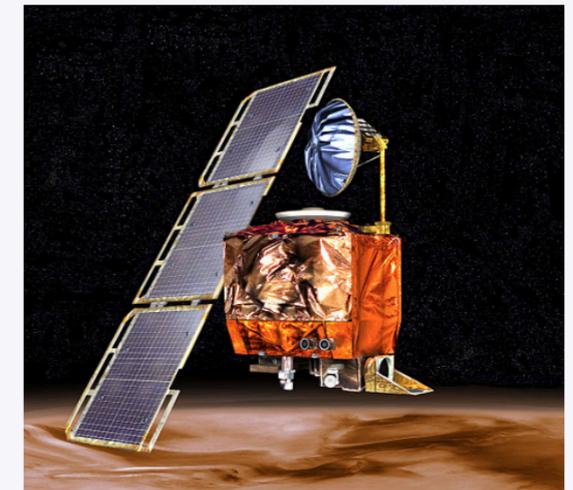
Contents [hide]
1 Mission background
1.1 History
1.2 Spacecraft design
1.2.1 Scientific instruments
2 Mission profile
2.1 Launch and trajectory
2.2 Encounter with Mars
3 Cause of failure
4 See also
5 Notes
6 References
7 External links

## Mission background [edit]

### History [edit]

After the loss of Mars Observer and the onset of the rising costs associated with the future International Space

### Mars Climate Orbiter



Artist's conception of the Mars Climate Orbiter

Table with mission details: Mission type (Mars orbiter), Operator (NASA / JPL), COSPAR ID (1998-073A), SATCAT no. (25571), Website (mars.jpl.nasa.gov/msp98/orbiter/), Mission duration (286 days, Mission failure), Spacecraft properties (Manufacturer: Lockheed Martin, Launch mass: 638 kilograms, Power: 500 watts), Start of mission (Launch date: 11 December 1998).

# tipos de errores en mediciones

- **errores sistemáticos**
- **errores estadísticos**

# tipos de errores en mediciones

- **errores sistemáticos**
- **errores instrumentales**
- **errores estadísticos**

# ¿cómo informar resultados?

$\left( \begin{array}{c} \text{mejor} \\ \text{estimación} \end{array} \pm \text{incerteza} \right) \text{ unidad}$

# Ejemplo simple

dato nro	valor medido
1	4
2	3
3	5

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i = \frac{12}{3} = 4.000000000000000$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} = 0.816496580927726$$

$x = (4.000000000000 \dots \pm 0.816496580927726 \dots)$  unidades

**qué valores numéricos concretos deberíamos reportar?**

$$x = (4.000000000000 \dots \pm 0.816496580927726 \dots) \text{ unidades}$$

**qué valores numéricos concretos deberíamos reportar?**

Para que los datos experimentales **no digan más de lo que pueden asegurar**, de acuerdo con las condiciones de medida en que fueron obtenidos, es importante tener cuidado con el **número de cifras** que se emplean para expresar el resultado de una medición

de acuerdo a esto, en el laboratorio en general vale:

$$9 \text{ mm} \neq 9.0 \text{ mm}$$

La idea es incluir sólo aquellas cifras que tienen algún significado experimental concreto (y, por lo tanto, aportan alguna información)

Tales cifras reciben el nombre de **cifras significativas**

# Criterio para cifras significativas

## Comenzaremos por considerar la incertidumbre

- A la incertidumbre de una medición la expresaremos, en general, con una (máximo **dos**) cifras significativas (la primera cifra diferente de cero ubicada más a la izquierda).

Esta limitación al número de cifras significativas impone la necesidad de redondear el resultado final, hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de cuál sea el número más próximo.

Las cifras del error que tengan como último dígito un 5 o más de 5 se redondearán hacia arriba. Las restantes se redondearán hacia abajo.

$$x = (4.000000000000 \dots \pm 0.816496580927726 \dots) \text{ unidades}$$

# Tres reglas sencillas

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

Los ceros a la derecha (del primer dígito distinto de cero) y después del punto decimal **son significativos**

Todos los ceros entre dígitos significativos **son significativos**

Determinación	# Cifras Signif
0.0026	2
0.0619	3
0.000003	1

21	2
21.00	4
3.4520	5
0.00600	3
0.30080	5

9.052	4
3.005	5
206	3

Cuántas cifras significativas tienen estas determinaciones?

**1234    123.4    123400    1001**

**1000.    10.10    0.0001010    100.0**

# Notación científica

## Ambigüedad !

En una determinación que no tiene punto decimal y que termina con uno o más ceros, los ceros posteriores a la última cifra distinta de cero **pueden o no** considerarse significativos

**42000**

Esto se evita utilizando la notación científica. Cuando están expresados en esta forma, todos los dígitos se interpretan como significativos

Determinación	# 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

# Ejemplos

Fijamos la cantidad de cifras significativas del error al criterio que estemos empleando y luego ajustamos la cantidad de decimales de la determinación con ella

Con 1 cifra significativa:	$x = (320 \pm 2) \text{ m}$	(error absoluto con 1 cifra significativa)
Con 2 cifras significativas:	$x = (321,22 \pm 0,14) \text{ m}$	(error absoluto con 2 cifras significativas)
Con 2 cifras significativas:	$x = (325,1 \pm 2,3) \text{ m}$	(error absoluto con 2 cifras significativas)
Con 1 cifra significativa:	$x = (320,326 \pm 0,003) \text{ m}$	(error absoluto con 1 cifra significativa)
Con 1 cifra significativa:	$x = (4,6 \pm 0,1) \text{ }^\circ\text{C}$	(error absoluto con 1 cifra significativa)

$$x = (4.000000000000 \dots \pm 0.816496580927726 \dots) \text{ unidades}$$

**qué valores numéricos concretos deberíamos reportar?**

# Ejemplo 1

$$g = (9.82 \pm 0.02385) \text{ m/s}^2$$

convención:  
reportamos las incertezas experimentales  
redondeadas a una (1) cifra significativa

$$g = (9.82 \pm 0.02) \text{ m/s}^2$$

# Ejemplo 2

$$v = (6051.78 \pm 30.16) \text{ m/s}$$

$$v = (6051.78 \pm 30) \text{ m/s}$$

ahora consideramos las cifras significativas en la determinación del valor medido

$$v = (6050 \pm 30) \text{ m/s}$$

la última cifra significativa en la determinación debe ser del mismo orden de magnitud (posición decimal) que la incerteza

¿estos tienen sentido?

$(9.1 \pm 0.1) \text{ mm}$

$(9.1 \pm 0.156585) \text{ mm}$

$(9.15687 \pm 0.5) \text{ mm}$

# Propuesta para hoy

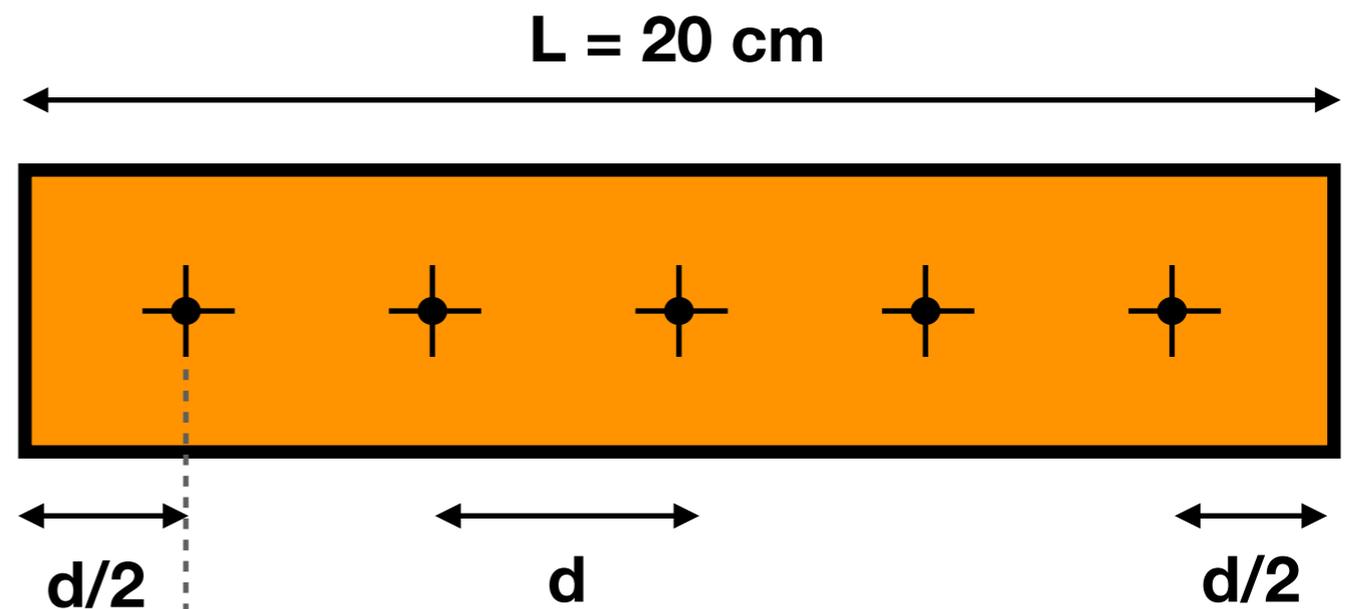
**mediciones directas intentando  
evitar los errores sistemáticos**

**construimos un instrumento de  
medida (regla) y empleamos una  
estrategia de medición diferente\***

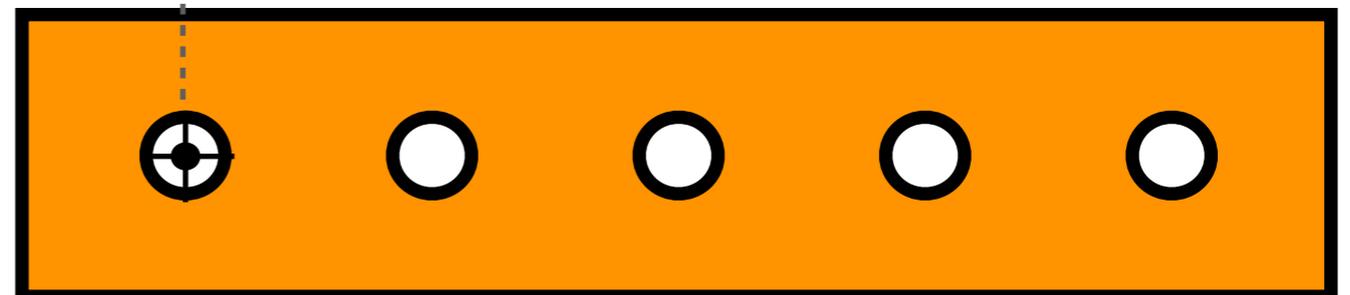
# Construcción de la regla

Construir regla de 20 cm de largo  
con 11 agujeros perforados a distancias regulares

(1) marcar el papel que  
constituirá la regla a  
intervalos equiespaciados



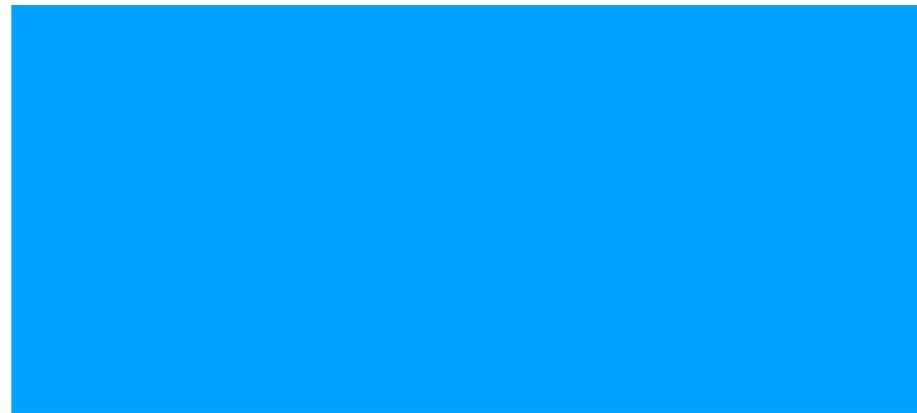
(2) perforar agujeros con  
centro en donde realizaron  
las marcas



# Medición 'ortodoxa'

**cómo procederíamos para medir con nuestra regla  
usándola con una regla común ?**

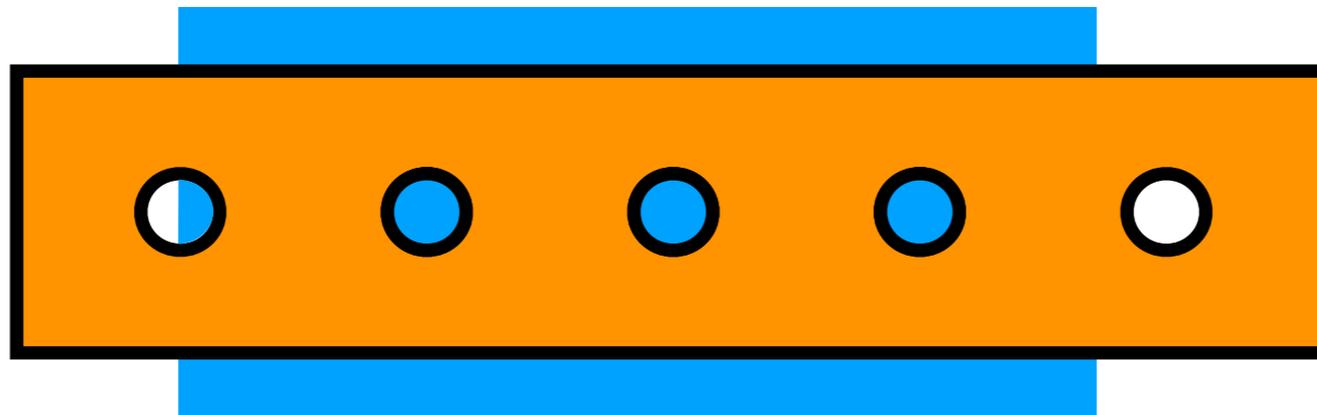
**objeto cuyo lado mayor buscamos medir**



# Medición 'ortodoxa'

cómo procederíamos para medir con nuestra regla  
usándola con una regla común ?

objeto cuyo lado mayor buscamos medir



notemos que esto introduce un error sistemático de truncación

sólo podemos afirmar  
que la longitud del objeto se encuentra comprendida  
entre el último agujero cubierto y el primero que aparece libre

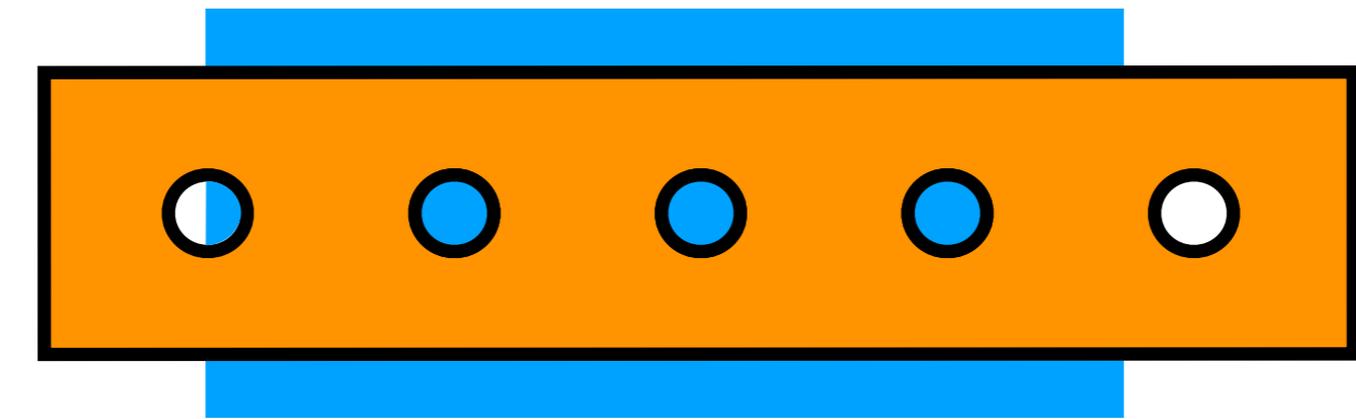
# **Cómo podríamos evitar incurrir en este error sistemático?**

## **Medición ‘heterodoxa’**

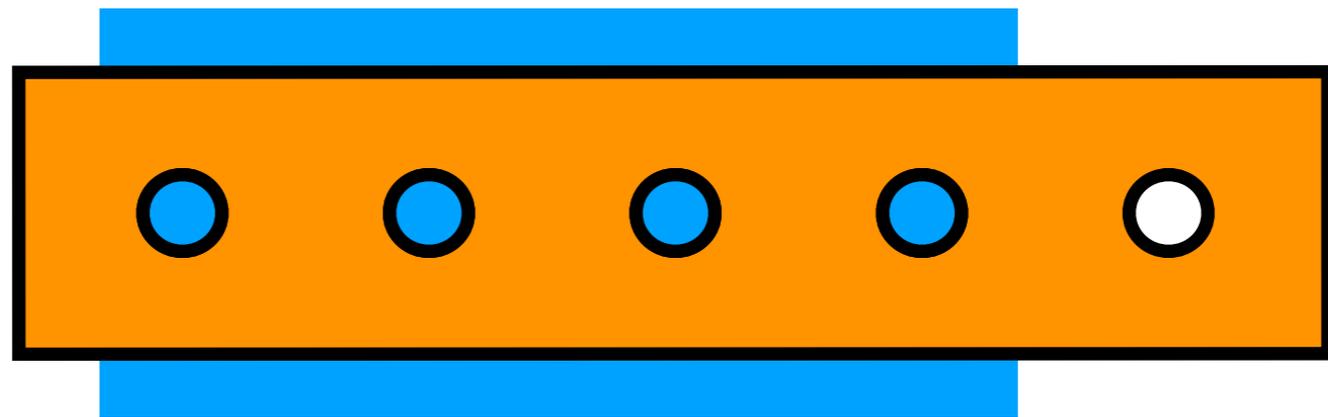
**arrojemos la regla al azar  
convirtiendo el error sistemático en estadístico**

**notar que al hacer esto estamos cambiando el  
sistema/protocolo de medición**

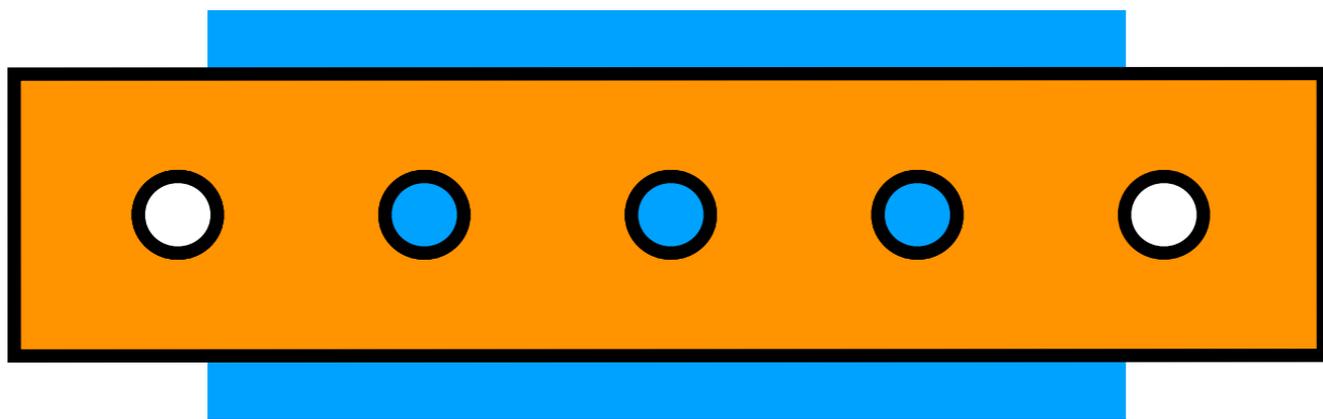
# Más configuraciones 'intermedias' posibles



medición  
ortodoxa



resultado 1  
(nuevo)



resultado 2  
(nuevo)

# Propuesta (parte 1)

- Construir 1 'regla de agujeros' por grupo
- **Cada integrante** arrojará la regla de agujeros 200 veces sin hacer puntería [sugerencia: dejarla caer desde una altura superior a la de sus ojos]
- Determinar la longitud del objeto y su error (piense en las fuentes de error que tiene el experimento)
- Medir la longitud del objeto con la regla que emplearon para construir la regla de agujeros (i.e., valor e incerteza)
- Comparen los valores obtenidos por los dos integrantes de cada grupo
- Qué pueden afirmar al comparar los resultados obtenidos para las dos reglas usadas?

# Puesta en común (de la clase pasada)

- Estudiar la equivalencia y compatibilidad de las mediciones hechas por cada integrante de cada grupo:
  1. Hacer histograma de resultados de cada integrante y compararlos. Se pueden unir en un único histograma?
  2. Construir un histograma conjunto con las 400 (o 600) mediciones.
  3. Comparar los valores para la desviación estándar asociada a las mediciones de cada integrante y aquella asociada a todas las mediciones juntas.
  4. Compare las diferencias entre los promedios de cada integrante y la desviación estándar de cada integrante.

# distribución de errores estadísticos

# errores estadísticos



## Modelo de errores estadísticos (al azar)

Si se trata de errores estadísticos:

- no dependen de la orientación del sistema de coordenadas
- errores en direcciones perpendiculares son independientes entre sí
- errores grandes son menos probables que errores pequeños

# errores estadísticos

## Modelo de errores estadísticos (al azar)

Si se trata de errores estadísticos:

- no dependen de la orientación del sistema de coordenadas
- errores en direcciones perpendiculares son independientes entre si
- errores grandes son menos probables que errores pequeños

