UADE – Departamento de Ciencias Básicas

Introducción a la Física– 3.1.045

Guía de problemas Nro: 1

Errores de medición
Estática

Bibliografía sugerida para esta guía en particular:

- Baird, D.C; Experimentación: Una introducción a la teoría de las mediciones y al diseño de experimentos. Edit. Prentice-Hall, 1991.
- Iolman. J. P. Métodos experimentales para ingenieros. Edit. Mc. Graw Hill, 1992.
- Roederer, Juan G., Mecánica elemental; Buenos Aires: EUDEBA, 2002. 245 p. Manuales. Código de Biblioteca: 531/R712.

Para el estudio de la materia:
Básica

- Resnick, Robert y Halliday, David y Krane, Kenneth S. *Física*; Edición: 5a ed. México: Patria, c2007. 2 v.: il. ISBN: 9789702402572978970240326 5.

- Serway, Raymond y Vuille, Chris. Fundamentos de Física. Novena edición, Vol 1 y Vol 2. México: Cengage 1230p. ISBN 13-978-607481781-2.

Complementaria

- Tipler, Paul Allen. *Física para la ciencia y la tecnología*; 6ta ed. Barcelona: Reverté, c2010. vol.1. ISBN: 9788429144284.

- Bueche, Frederick J. *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería;* 3. ed. en español México, D.F.: McGraw Hill, 1992. ISBN: 9789684221161.

- Sears, Francis W. y Zemansky, Mark W. y Young, Hugh D. *Física universitaria;* 6a ed. en español Delaware: Addison Wesley Iberoamericana, 1988. xxi, 1110 p. ISBN: 9780201640137.

Objetivo de la guía:

que el alumno aprenda:

- a expresar el valor numérico de una magnitud física (intervalo de confianza) junto con su correspondiente unidad.
- a propagar errores en mediciones indirectas.
- a resolver gráfica y analíticamente, situaciones donde intervienen magnitudes vectoriales como la fuerza.

Nota: Se considera el error de apreciación la mínima división del instrumento de medida. En algunos problemas la respuesta corresponde a haber considerado la mitad de dicha división. Analizar en cada caso.

Problema 1

Suponiendo que la mayor incertidumbre absoluta que se obtiene al medir con un instrumento es media división de su escala, ¿con cuál instrumento mediría el largo de una lapicera de aproximadamente 12 cm de longitud con una incertidumbre porcentual menor de 0,45%?

a) ¿Una regla de sastre dividida en centímetros?
b) ¿Una regla milimetrada de 30 cm de longitud?
c) ¿Una tarjeta milimetrada de 5 cm de longitud?
d) ¿Un calibre que aprecia 0,01 cm?
e) ¿Un calibre que aprecia 0,001 cm?

Rta.: No sirve la regla de sastre ni la tarjeta milimetrada. Los calibres se pueden usar, pero es absurdo para este tipo de medidas.

Problema 2

Al usar un metro de madera para medir la longitud de un escritorio se está seguro que no es menor de 145,4 cm y no mayor de 145,8 cm. Enuncie esa medición como un valor central ± un valor de incertidumbre. ¿Cuál es la incertidumbre relativa porcentual de la medición?

Rtas.: (145,6 ± 0,2) cm y 0,14%.

Problema 3

a) Determinar si los siguientes pares de medidas son diferentes:

i) $A_1 = (1,45 \pm 0,03)$ cm y $A_2 = (1,42 \pm 0,01)$ cm
ii) $A_1 = (20,32 \pm 0,01)$ cm y $A_2 = (20,33 \pm 0,01)$ cm
iii) $A_1 = (19,1 \pm 0,1)$ cm y $A_2 = (19,3 \pm 0,1)$ cm
iv) $A_1 = (18,131 \pm 0,001)$ cm y $A_2 = (18,148 \pm 0,001)$ cm

Rtas.: i) y ii) no se puede asegurar que sean distintas, iii) dudosa, iv) distintas.

b) Justificar porqué están ***mal escritas*** las siguientes mediciones. Escribirlas correctamente e indicar cuál es la más precisa.

i) $l = (\ 12,3 \pm 5)\ mm$ ii) $T = (\ 123 \pm 0,5)\ ºC$ iii) $F = (\ 1,23 \pm 0,2)\ N$

Rta.: la temperatura es la medición más precisa.

Problema 4 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

Se supone que el menor error absoluto que podemos cometer con una regla graduada en mm es de 0,5 mm. Hallar la mínima longitud a partir de la cual podrá medirse con un error máximo de 0,65%.

Rta.: 76,9 mm.

Problema 5

Se puede leer un termómetro de columna con una incertidumbre absoluta de ±0,1ºC, ¿cuál es la temperatura más baja que se puede medir para que la incertidumbre relativa no exceda de: a) 1%, b) 0,5%.

Rtas.: a) 10 ºC; b) 20 ºC.

Problema 6

Para calcular el perímetro de una pequeña placa circular se mide su diámetro con un micrómetro, obteniéndose: D = (5,38 ± 0,01) mm. Hallar el perímetro justificando el número de cifras que considera para π. (Sugerencia: Tomar π = 3.14).

Rta.: P = (16,89 ± 0,03) mm.

Problema 7

En el escritorio medido en el problema 2, se mide el ancho, y se está seguro que la medida cae entre 68,2 y 68,4 cm. ¿Cuál es la incertidumbre absoluta en el área calculada de la cubierta del escritorio? Escribir la medida del área.

Rtas.: 28 cm^2 y (9944±28) cm^2.

Problema 8

Un observador que mide con una balanza de incerteza absoluta 0,1 g una muestra de bicarbonato de sodio, 102,5 g. La densidad del compuesto es de (2,20±0,01) g/cm^3. Calcular la expresión del volumen de la muestra. "La incerteza relativa porcentual del volumen es menor al 0,7 %" ¿es verdadero o falso? Justifique.

Rta: (46,6±0,3) cm^3 y verdadero.

Problema 9

Una esfera tiene un diámetro de (2,00±0,01) cm. Calcular el volumen y su error absoluto. Considerar el valor de π de tal forma que su error por aproximación no influya en la medida pedida.

Rta.: (4,19 ± 0,06) cm^3.

Problema 10

Se utiliza un péndulo simple y con él se puede determinar experimentalmente el período de una oscilación completa "T" o la aceleración de la gravedad del lugar "g", teniendo en cuenta la longitud "L" del péndulo con la siguiente expresión:

$$T = 2\pi\sqrt{L/g}$$

a) Siendo: L = (1,10±0,06) m y g = (9,78±0,02) m/s^2, calcular el período de oscilación.

b) Siendo: L = (1,25±0.02) m y T = (2,240±0,001) s, calcular la aceleración de la gravedad del lugar.

Nota: Considerar el valor de π de tal forma que su error por aproximación no influya en la medida pedida.

Rtas.: a) (2,11±0,06) s. b) (9,8±0,2) m/s^2

Problema 11 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

En un experimento para medir la densidad "δ" de un objeto macizo y cilíndrico se utiliza la ecuación: $\delta = m / (r^2 L\pi)$ donde:

m (masa) = (12,90±0,05) g; r (radio)=(8,5±0,1) mm y L (largo)= (21,4±0,1) mm

¿Cuál es la incertidumbre absoluta del valor calculado de la densidad en g/cm^3?

Rta.: ϵ_δ = 0,09 g/cm^3. Según el valor obtenido de la densidad, investiga de qué material podría estar construido el cilindro.

Problema 12 (12b RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

Sobre un punto actúan simultáneamente el siguiente sistema de fuerzas, calcular en cada caso la fuerza resultante (componentes e intensidad)

a) $\overrightarrow{F_1} = (2; 3{,}5)N$ y $\overrightarrow{F_2} = (3; 1{,}5)N$

b) $\overrightarrow{F_1} = (-2; 5)N$; $\overrightarrow{F_2} = (6; 1)\ N$ y $\overrightarrow{F_3} = (1; -2{,}5)N$

c) $\overrightarrow{F_1} = (3; 1; -4)N$ y $\overrightarrow{F_2} = (-2; 2;\ 1{,}5)N$

Nota: resolver a) y b) analítica y gráficamente, c) sólo analíticamente.

Rtas.: a) $\vec{R} = (5; 5)N\ |R| = 7{,}07\ N$; b) $\vec{R} = (5; 3{,}5)N\ |R| = 6{,}1\ N$

c) $\vec{R} = (1; 3;\ -2{,}5)N\ \ |R| = 4{,}03\ N$

Problema 13

Dos hermanos empujan hacia adelante un automóvil, cada uno aplica su fuerza apoyado sobre cada guarda barro trasero del auto. Lo hacen con fuerzas de 200N y 250 N respectivamente ¿Cuál es la fuerza resultante?

Rta.: 450 N

Problema 14

Un cable tensor realiza como máximo una fuerza de 4500 N. Un extremo está atado a la parte superior de un poste, el otro anclado al suelo. El cable forma 65º con el suelo. Obtener las componentes horizontal y vertical de la fuerza que realiza el cable.

Rta.: (1901,78; 4078,38) N

PROBLEMAS RESUELTOS

Se supone que el menor error absoluto que podemos cometer con una regla graduada en mm es de 0,5 mm. Hallar la mínima longitud a partir de la cual podrá medirse con un error máximo de 0,65%.

Solución:

Regla graduada

$\varepsilon_a = 0{,}5\,mm$

$\varepsilon_{r\%}\ (máx) = 0{,}65\%$

$l_0 = ?$

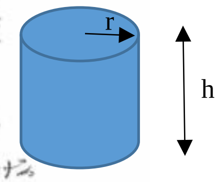
$\boxed{\varepsilon_{r\%} = \frac{\varepsilon_a}{l_0} \cdot 100} \Rightarrow l_0 = \frac{0{,}5\,mm}{0{,}65} \cdot 100$

$\boxed{l_0 = 76{,}9\,mm}$

En un experimento para medir la densidad "δ" de un objeto macizo y cilíndrico se utiliza la ecuación: $\delta = m / (r^2 L \pi)$ donde:
m (masa) = (12,90±0,05) g; r (radio)=(8,5±0,1) mm y L (largo)= (21,4±0,1) mm
¿Cuál es la incertidumbre absoluta del valor calculado de la densidad en g/cm^3?

Solución:

(11) Densidad de un cuerpo cilíndrico $\delta = \frac{masa}{vol} \Rightarrow \delta = \frac{m}{\pi r^2 L}$



masa $m = (12{,}90 \pm 0{,}05)\,g$ $\quad \varepsilon\% = 0{,}39\%$

radio $r = (8{,}5 \pm 0{,}1)\,mm \Rightarrow r = (0{,}85 \pm 0{,}01)\,cm$ $\quad \varepsilon\% = 1{,}18\%$

largo $L = (21{,}4 \pm 0{,}1)\,mm \Rightarrow L = (2{,}14 \pm 0{,}01)\,cm$. $\quad \varepsilon\% = 0{,}47\%$

uso $\pi = 3{,}14 \rightarrow \varepsilon_\pi\% = 0{,}05\%$

valor más probable de la densidad $\delta_0 = \frac{12{,}9\,g}{3{,}14 \cdot (0{,}85\,cm)^2 \cdot 2{,}14\,cm} \Rightarrow \delta_0 = 2{,}6571\,\frac{g}{cm^3}$

propagando errores $\epsilon_\delta = |\delta'_m| \cdot \epsilon_m + |\delta'_r| \cdot \epsilon_r + |\delta'_L| \cdot \epsilon_L$

$$\epsilon_\delta = \left|\frac{1}{\pi r^2 L}\right| \cdot \epsilon_m + \left|\frac{-2m}{\pi L r^3}\right| \cdot \epsilon_r + \left|-\frac{m}{\pi r^2 L^2}\right| \cdot \epsilon_L$$

$$\epsilon_\delta = \left[\left|\frac{1}{3{,}14 \cdot 0{,}85^2 \cdot 2{,}14}\right| \cdot 0{,}05 + \left|-\frac{2 \cdot 12{,}9}{3{,}14 \cdot 2{,}14 \cdot 0{,}85^3}\right| 0{,}01 + \left|-\frac{12{,}9}{3{,}14 \cdot 0{,}85^2 \cdot 2{,}14^2}\right| \cdot 0{,}01\right] \frac{g}{cm^3}$$

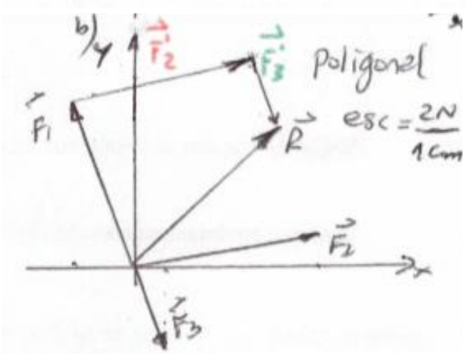
$\epsilon_\delta = 0{,}085\,\frac{g}{cm^3}$

$\delta = (2{,}6571 \pm 0{,}085)\,\frac{g}{cm^3} \Rightarrow \boxed{\delta = (2{,}66 \pm 0{,}09)\,\frac{g}{cm^3}}$ se aprox. a la densidad del Aluminio $2{,}7\,\frac{g}{cm^3}$.

Sobre un punto actúan simultáneamente el siguiente sistema de fuerzas, calcular en cada caso la fuerza resultante (componentes e intensidad) analítica y gráficamente
b) $\vec{F_1} = (-2; 5)N$; $\vec{F_2} = (6; 1)\,N$ y $\vec{F_3} = (1; -2{,}5)N$

Solución:

$\mathbb{R}^2$ b) $\vec{R} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} = (5;\ 3{,}5)\,N = \vec{R}$ y $|\vec{R}| = 6{,}1\,N$



Para obtener la resultante del gráfico se debe medir su longitud y multiplicar por la escala elegida:

R= 3 cm. 2N / 1 cm = 6 N

El resultado analítico es de mayor precisión que el gráfico, pero los resultados deben ser semejantes.