DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS
COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA
EXAMEN COLEGIADO DE FÍSICA EXPERIMENTAL
PRIMER EXAMEN FINAL SEMESTRE 2016 – 1
Martes 1 de diciembre de 2015, 8:00 horas

Universidad Nacional Autónoma de México

Resolución

1. En un laboratorio se desea caracterizar un termómetro, para ello se midieron varias temperaturas (T_L) de un fluido compresible cuyo comportamiento se puede analizar como gas ideal. Se calcularon los valores teóricos de temperatura (T_P) y se llenó la tabla que se muestra. Determine:

a) La sensibilidad del instrumento de medición.
b) El porcentaje de precisión de las mediciones del valor patrón T_P = 5 [°C].
c) La incertidumbre asociada al conjunto de mediciones para el valor patrón del inciso anterior.

T_P [°C]	$\overline{T}_L$ [°C]						
– 40	– 39.2						
– 25	– 25.75						
– 10	– 9.95	T_{L1} [°C]	T_{L2} [°C]	T_{L3} [°C]	T_{L4} [°C]	T_{L5} [°C]	T_{L6} [°C]
5	4.95	5.0	4.8	5.1	4.7	5.0	5.1

a) $\mathrm{T_L = \mathfrak{m}T_b + b}$; $\mathfrak{m} = \mathrm{S}$ (sensibilidad del instrumento) ;

con base en el método de mínimos cuadrados, tenemos que: $\mathfrak{m} = 0.9883\ [1]$ y $\mathrm{b} = -0.1917$ [°C];

entonces: $\mathbf{S = 0.9883}\ \left[\frac{\mathbf{°C}}{\mathbf{°C}}\right]$

b) $\%\mathrm{P} = 100 - \%\mathrm{EP}$; $\%\mathrm{EP} = \left|\frac{\overline{\mathrm{T}}_\mathrm{L} - \mathrm{T_{m.a.}}}{\overline{\mathrm{T}}_\mathrm{L}}\right| \times 100 = \left|\frac{4.95 - 4.7}{4.95}\right| \times 100$;

entonces: $\%\mathrm{EP} = 5.0505\ \%$; de donde $\%\mathrm{P} = 100 - 5.0505$; $\%\mathbf{P} = \mathbf{94.9495}\ \%$

c) para el cálculo de la incertidumbre, tenemos que $\Delta\mathrm{T} = \pm\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$; n = 6 lecturas,

$$\sigma = \pm\left[\frac{1}{6-1}\left[(2)(4.95-5)^2 + (4.95-4.8)^2 + (2)(4.95-5.1)^2 + (4.95-4.7)^2\right]\right]^{\frac{1}{2}}\ [°\mathrm{C}]$$

$$\sigma = \pm 0.1643\ [°\ \mathrm{C}]\ ; \qquad \Delta\mathrm{T} = \pm\frac{0.1643\ [°\ \mathrm{C}]}{\sqrt{6}}\ ; \qquad \mathbf{\Delta T = \pm 0.0671}\ [°\mathbf{C}]$$

2. En un experimento de Mecánica clásica, se midió la rapidez de una partícula, en caída libre, en diferentes instantes y se obtuvo la tabla que se muestra. Sabiendo que la trayectoria de dicha partícula era una línea recta y que en t_0 = 0 [s] tenemos x_0 = 0, determine en el SI:

t [cs]	3	6
v [m/s]	0.3	0.6

a) El modelo matemático lineal que relaciona a las variables del experimento, considere que el tiempo fue la variable independiente.
b) La aceleración gravitatoria (experimental) del lugar y la rapidez inicial del móvil.

c) El porcentaje de error de exactitud en la aceleración gravitatoria experimental si se sabe que el valor teórico es g = 9.78 [m/s^2].

a) $v(t) = at + v_0$; $v(t) = \mathfrak{m}t + b$;

$$\mathfrak{m} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{(0.6 - 0.3)\left[\frac{m}{s}\right]}{(6 - 3) \times 10^{-2}\ [s]} \ ; \quad \mathfrak{m} = 10\ \left[\frac{m}{s^2}\right]$$

$$b = v_2 - \mathfrak{m}t_2 = \left(0.6\ \left[\frac{m}{s}\right]\right) - \left(10\ \left[\frac{m}{s^2}\right]\right)(0.06\ [s]) = 0\ \left[\frac{m}{s}\right]$$

$$\mathbf{v}\left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}\right] = \mathbf{10}\ \left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}\right]\mathbf{t}[\mathbf{s}]$$

b) $\mathfrak{m} = a$; en este caso $a = g$; entonces $\mathbf{g_{exp}} = \mathbf{10}\ \left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s^2}}\right]$ y $\mathbf{v_0} = \mathbf{0}\ \left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}\right]$

c) $$\%EE = \left|\frac{g_T - g_{exp}}{g_T}\right| \times 100 = \left|\frac{(9.78 - 10)\left[\frac{m}{s^2}\right]}{9.78\ \left[\frac{m}{s^2}\right]}\right| \times 100, \qquad \%\mathbf{EE} = \mathbf{2.2495}\ \%$$

3. En un tanque esférico, con radio de 0.4 [m], abierto en su parte superior a la atmósfera, se tiene un líquido a 18 [°C]; la presión absoluta en el fondo del mismo es 82.32 [kPa], la aceleración gravitatoria del lugar es 9.78 [m/s^2] y la presión atmosférica del lugar es 77 000 [Pa]. Considerando que la densidad del agua es 10^3 [kg/m^3] y que el líquido ocupaba la mitad del tanque, determine:
a) La densidad del líquido contenido en el tanque.
b) La masa del líquido.
c) La altura barométrica H que se tendría en el lugar, si para medir la presión atmosférica, se empleara un tubo con agua.

a) $$P_f = \rho_L\, g\, R + P_{atm} \ ; \quad \rho_L = \frac{(82\ 320 - 77\ 000)[Pa]}{\left(9.78\left[\frac{m}{s^2}\right]\right)(0.4\ [m])}, \qquad \boldsymbol{\rho_L} = \mathbf{1\ 359.9182}\ \left[\frac{\mathbf{kg}}{\mathbf{m^3}}\right]$$

b) $$\rho_L = \frac{m_L}{V_L} \ ; \quad V_L = \frac{1}{2}\left(\frac{4}{3}\ \pi\, R^3\right) = \frac{2}{3}\pi\, R^3 = \left(\frac{2}{3}\pi\right)(0.4\ [m])^3 = 0.134\ [m^3]$$

$$m_L = \rho_L v_L = \left(1\ 359.9182\ \left[\frac{kg}{m^3}\right]\right)(0.134\ [m^3\ ]), \qquad \mathbf{m_L} = \mathbf{182.2852}\ [\mathbf{kg}]$$

c) $$P_{atm} = \rho_a g\, h_{bar} \ ; \quad h_{bar} = \frac{P_{atm}}{\rho_a g} = \frac{77\ 000\ [Pa]}{\left(10^3\ \left[\frac{kg}{m^3}\right]\right)\left(9.78\ \left[\frac{m}{s^2}\right]\right)}, \qquad \mathbf{h_{bar}} = \mathbf{7.8732}\ [\mathbf{m}]$$

4. En el laboratorio de Física Experimental se elevó la temperatura de una sustancia líquida, cuidando que no cambiara de fase. La potencia del resistor de inmersión utilizado era de 50 [W] y la masa de la sustancia 650 [g]. Se obtuvo la tabla que se muestra, determine:

t [s]	272	544
T [°C]	20	25

a) La capacidad térmica específica de la sustancia cuya temperatura se modificó.
b) La temperatura de equilibrio que se alcanzó, si al llegar a 25 [°C], dicha sustancia se mezcló con 810 [g] de la misma, pero a 44 [°C] en un calorímetro de capacidad térmica específica despreciable.

a) $Q = P\Delta t$; por otra parte, $Q = \mathfrak{m}\Delta T + b$

$$Q_1 = (50\ [W])(272\ [s]) = 13\ 600\ [J]\ , \quad Q_2 = (50\ [W])(544\ [s]) = 27\ 200\ [J]$$

entonces:

T[°C]	Q[J]	ΔT [°C]
20	13 600	0
25	27 200	5

$$\mathfrak{m} = mc \ , \quad c = \frac{\mathfrak{m}}{m} \ ;$$

$$\mathfrak{m} = \frac{\Delta Q}{\Delta(\Delta T)} = \frac{(27\,200 - 13\,600)\ [\mathrm{J}]}{(5-0)\ [°\mathrm{C}]} = 2\,720 \left[\frac{\mathrm{J}}{°\mathrm{C}}\right]$$

$$c = \frac{2\,720 \left[\frac{\mathrm{J}}{°\mathrm{C}}\right]}{0.65\ [\mathrm{kg}]} \ , \quad \mathbf{c = 4\,184.6154} \left[\frac{\mathbf{J}}{\mathbf{kg{\cdot}°C}}\right]$$

b) considerando el contenido del calorímetro como un sistema aislado: $Q_A + Q_B = 0$;

$$m_A c(T_{eq} - T_{iA}) + m_B c(T_{eq} - T_{iB}) = 0 \ ; \quad T_{eq} = \frac{m_A T_{iA} + m_B T_{iB}}{m_A + m_B}$$

$$T_{eq} = \frac{(0.65\ [\mathrm{kg}])(25\ [°\mathrm{C}]) + (0.81\ [\mathrm{kg}])(44\ °\mathrm{C})}{(0.65 + 0.81)[\mathrm{kg}]} \ , \qquad \mathbf{T_{eq} = 35.5411}\ [°\mathbf{C}]$$

5. En un experimento de electromagnetismo se colocó un conductor perpendicular a las líneas de un campo magnético cuyo valor era 450 [mT]. Se varió la corriente (I) en dicho conductor y se midieron indirectamente las magnitudes de las fuerzas magnéticas (F) que actuaban en él, obteniéndose la tabla que se muestra. Calcule:

I [A]	F [mN]
1.5	10.1
2.5	12.2
3.5	14.7
4.5	17.0

a) El modelo matemático lineal que relaciona a las variables del experimento. Considere que la variable independiente fue la corriente eléctrica.
b) La longitud del conductor en el sistema FPS gravitatorio.

a) $F = f(i)$, $F = \mathfrak{m}i + b$; con base en el método de mínimos cuadrados:

$\mathfrak{m} = 0.00232 \left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}}\right]$ y $b = 0.0065\ [\mathrm{N}]$, por lo tanto:

$$\mathbf{F[N] = 0.00232} \left[\frac{\mathbf{N}}{\mathbf{A}}\right] \mathbf{i[A] + 0.0065\ [N]}$$

b) $\mathfrak{m} = B\ell \operatorname{sen}(\alpha)$, $\alpha = 90°$ entonces: $\mathfrak{m} = B\ell$

$$\ell = \frac{\mathfrak{m}}{B} = \frac{0.00232 \left[\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{A}}\right]}{450 \times 10^{-3}\ [\mathrm{T}]} = 0.0052\ [\mathrm{m}] \left(\frac{1\ [\mathrm{ft}]}{0.3048\ [\mathrm{m}]}\right), \qquad \boldsymbol{\ell} = \mathbf{0.0169\ [ft]}$$

6. En un experimento de ondas se varió la frecuencia y se midieron las longitudes de onda correspondientes, obteniéndose la tabla que se muestra. Determine:

λ [dm]	f [Hz]
3	97
4	72

a) El modelo matemático lineal que relaciona a las variables del experimento. Considere en el eje de las ordenadas a la variable longitud de onda (λ).
b) El valor de la rapidez de la onda en el experimento.
c) La expresión dimensional de cada variable de la tabla así como la de la rapidez de onda del inciso anterior.

a) $\lambda = \mathfrak{m}\ \tau$, donde $\tau = \frac{1}{f}$, entonces,
con el método de mínimos cuadrados:
$\mathfrak{m} = 27.7778 \left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right]$ y $b = 0.012\ [\mathrm{m}]$

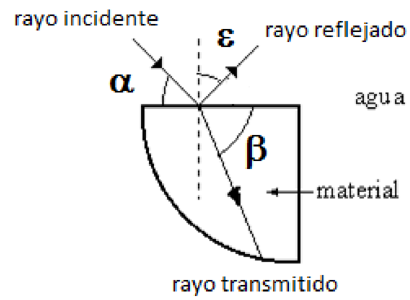
τ [s]	λ [m]
0.0103	0.3
0.0139	0.4

$$\boldsymbol{\lambda}\mathbf{[m] = 27.7778} \left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}\right] \boldsymbol{\tau}\mathbf{[s] + 0.012\ [m]}$$

b) ɱ = v ; por lo tanto: $\mathbf{v = 27.7778}\ \left[\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}\right]$

c) $\mathbf{dim}\ (\boldsymbol{\lambda}) = \mathbf{L}$; $\mathbf{dim}\ (\mathbf{f}) = \mathbf{T^{-1}}$; $\mathbf{dim}(\mathbf{v}) = \mathbf{LT^{-1}}$

7. En una muestra de un material transparente (n_m = 1.45 [1]), rodeado de agua, se hizo incidir un rayo de luz como se indica en la figura en la cual se muestra que una parte de la energía se refleja y otra se transmite. Si el ángulo α es 30 [°], determine en grados:



a) El ángulo β.
b) El ángulo ε.

$n_{material} = 1.45$
$n_{agua} = 4/3$
$c = 3\times10^8$ [m/s]

a) $\theta_i = 90° - \alpha = 90° - 30° = 60°$;
con base en la ley de Snell: $n_a \text{sen}\theta_i = n_m \text{sen}\ \theta_t$

$$\text{sen}\ \theta_t = \frac{n_a}{n_m}\text{sen}\ \theta_i \ ; \qquad \theta_t = \text{ang sen}\left(\frac{n_a}{n_m}\text{sen}\ (\theta_i)\right) = \text{ang sen}\left[\frac{\frac{4}{3}}{1.45}\text{sen}(60°)\right] = 52.78\ °$$

por lo tanto: $\beta = 90° - \theta_t$, $\boldsymbol{\beta = 37.22}$ [°]

b) $\theta_r = \theta_i$, por lo tanto: $\theta_r = 60\ ° = \varepsilon$, $\boldsymbol{\varepsilon\ = 60}$ [°]

8. La magnitud del campo magnético en el centro de una bobina circular de radio a colocada en el vacío, está dada por la expresión: $B = \dfrac{\mu_0 iN}{2a}$,en la cual μ_0 = permeabilidad magnética del vacío, a = radio de la bobina, N = número de espiras de la bobina, e i = corriente eléctrica en la bobina. Determine en el SI:

a) La expresión dimensional del campo magnético B (puede apoyarse en el problema 5 de este examen).
b) La expresión dimensional de la permeabilidad magnética del vacío. Considere que el número 2 que aparece en la expresión es una constante adimensional.

a) sabemos que la fuerza de origen magnético en un conductor está dada por $F = B\ i\ \ell\ \text{sen}(\alpha)$

de donde: $B = \dfrac{F}{i\ \ell\ \text{sen}(\alpha)}$; con base en ello, tenemos que $[B]_u = \dfrac{N}{A\cdot m(1)} = \dfrac{kg\cdot m}{s^2\cdot A\cdot m} = \dfrac{kg}{s^2\cdot A}$

por lo tanto, $\mathbf{dim(B) = MT^{-2}I^{-1}}$

b) de la expresión: $B = \dfrac{\mu_0 iN}{2a}$, tenemos que $\mu_0 = \dfrac{2\ a\ B}{i\ N}$, entonces

$$\dim(\mu_0) = \frac{(1)(L)\left(MT^{-2}I^{-1}\right)}{I\ (1)} \ , \qquad \text{simplificando:}\quad \mathbf{dim(\boldsymbol{\mu_0}) = LMT^{-2}I^{-2}}$$