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

Resolución

1. Para caracterizar un manómetro de Bourdon se realizaron varias mediciones de presión (P) de un gas en un tanque. Parte de las mediciones se muestran en la tabla, determine, en el SI:

a) El porcentaje de error de exactitud del manómetro para el valor patrón P_P = 15 000 [Pa].
b) El porcentaje de precisión del instrumento para el valor patrón P_P = 25 000 [Pa].
c) La ecuación de la curva de calibración.
d) La sensibilidad del instrumento.

P_P [Pa]	$\overline{P}_L$ [kPa]	P_{L1} [kPa]	P_{L2} [kPa]	P_{L3} [kPa]	P_{L4} [kPa]
15 000	14.9	14.9	15	14.9	14.8
20 000	20.075	20	20.1	20.1	20.1
25 000	25.025	24.9	25	25.1	25.1
30 000	30.05	30.1	30	30.1	30

a) $\%\mathrm{EE} = \left|\frac{\mathrm{P_P} - \overline{\mathrm{P}}_\mathrm{L}}{\mathrm{P_p}}\right| \times 100 = \left|\frac{15 - 14.9}{15}\right| \times 100 = 0.6667\ \%$, $\qquad \%\mathbf{EE} = \mathbf{0.6667}\%$

b) $\%\mathrm{P} = 100 - \%\mathrm{EP}$; $\qquad \%\mathrm{EP} = \left|\frac{\overline{\mathrm{P}}_\mathrm{L} - \mathrm{P_{ma}}}{\overline{\mathrm{P}}_\mathrm{L}}\right| \times 100 = \left|\frac{25.025 - 24.9}{25.025}\right| \times 100$

$\%\mathrm{EP} = 0.5\ \%$, $\quad \%\mathrm{P} = 100 - 0.5,$ $\qquad \%\mathbf{P} = \mathbf{99.5}\ \%$

c) $\mathrm{P_p} = m\mathrm{P_L} + \mathrm{b}$; con el método de los mínimos cuadrados:

$m = 1.008 \left[\frac{\mathrm{Pa}}{\mathrm{Pa}}\right]$, $\quad = -0.1675$ [kPa] , $\qquad$ entonces $\mathbf{P_p[Pa] = 1.008 \left[\frac{Pa}{Pa}\right] P_L[Pa] - 167.5\ [Pa]}$

d) Sensibilidad = S = m , $\qquad \mathbf{S = 1.008 \left[\frac{Pa}{Pa}\right]}$

2. Se realizó un experimento en un plano inclinado que formaba 18[°] con respecto a la horizontal y que tenía 75 [cm] de longitud. En dicho experimento se soltaron diferentes masas (m) desde el reposo y se midió la magnitud de la fuerza (F) que impulsaba a cada una de dichas masas, obteniéndose la tabla que se muestra. Considerando que la fricción es despreciable, determine:

a) El modelo matemático lineal que relaciona a la fuerza en función de la masa. Considere que la ordenada al origen es despreciable.
b) La aceleración gravitatoria experimental.
c) El tiempo que empleo cada masa en recorrer el plano en toda su longitud.

m [kg]	F [N]
0.125	0.375
0.175	0.530

a) Sea la fuerza en función de la masa: $\mathrm{F} = \mathrm{f(m)}$, entonces el modelo tendrá la forma: $\mathrm{F} = m\ \mathrm{m}$

donde $\mathcal{m} = a$, $\mathcal{m} = \frac{\Delta F}{\Delta m} = \frac{0.53 - 0.375\ [N]}{0.175 - 0.125\ [kg]} = 3.1\ \left[\frac{m}{s^2}\right]$; $\mathbf{F[N] = 3.1\ \left[\frac{m}{s^2}\right] m[kg]}$

b) $a = g\ \text{sen}\ \alpha$, $a = \mathcal{m}$, $g = \frac{a}{\text{sen}\ \alpha} = \frac{\mathcal{m}}{\text{sen}\ \alpha} = \frac{3.1\ \left[\frac{m}{s^2}\right]}{\text{sen}\ (18°)}$, $\mathbf{g = 10.0318\ \left[\frac{m}{s^2}\right]}$

c) $x = \frac{1}{2}at^2 + v_o t + x_o$, $v_o = 0$, $x_o = 0$, por lo tanto: $x = \frac{1}{2}at^2$

$$t = \sqrt{\frac{2x}{a}} = \left[\frac{2(0.75\ [m])}{3.1\ \left[\frac{m}{s^2}\right]}\right]^{\frac{1}{2}} , \qquad \mathbf{t = 0.6956\ [s]}$$

3. En un tanque cilíndrico de 4.5 [dm] de diámetro que contiene un líquido en reposo, se tomaron lecturas de presión absoluta (P) en función de la profundidad (z), las cuales se muestran en la tabla. Sabiendo que el tanque estaba completamente lleno y que estaba abierto a la atmósfera en su parte superior, determine, en el SI:

z [m]	P [Pa]
0.15	78 510
0.25	79 520
0.35	81 550
0.45	82 570

a) El modelo matemático lineal que relaciona a la presión absoluta en función de la profundidad; es decir P = f (z).
b) La magnitud del vector peso específico del líquido contenido en el tanque.
c) El valor de la presión atmosférica del lugar.

a) $P = f(z)$, $P = \mathcal{m}\, z + b$; con el método de los mínimos cuadrados:

$\mathcal{m} = 14\ 210\ \left[\frac{Pa}{m}\right]$, $b = 76\ 274.5\ [Pa]$, por lo tanto: $\mathbf{P[Pa] = 14\ 210\ \left[\frac{Pa}{m}\right] z[m] + 76\ 274.5\ [Pa]}$

b) $\gamma = \mathcal{m}$, $\boldsymbol{\gamma} = \mathbf{14\ 210\ \left[\frac{N}{m^3}\right]}$

c) $P_{abs} = P_{atm}$ para $z = 0$, por lo tanto : $P_{atm} = b$, entonces: $\mathbf{P_{atm} = 76\ 274.5\ [Pa]}$

4. Un calentador solar de agua, formado por tubos de aluminio (c_{Al} = 910 [J/(kg·Δ°C)]) se encuentra vacío a temperatura ambiente de 35 [°C]. Se llena con 15 litros de agua a 20 [°C] provenientes de un tinaco y la temperatura de equilibrio es 22 [°C]. Sabiendo que el volumen específico del agua es 0.001 [m^3/kg] y que su capacidad térmica específica es 4186 [J/(kg·ΔK)], determine:
a) La masa de agua en el calentador.
b) La masa de aluminio de dicho calentador.
c) La cantidad de energía que el calentador con agua debe recibir del Sol para que su temperatura vuelva a ser de 35 [°C].

a) $v = \frac{V}{m}$, $V_a = 15\ \ell = 0.015\ [m^3]$; $m_a = \frac{V_a}{v_a} = \frac{0.015\ [m^3]}{0.001\ \left[\frac{m^3}{kg}\right]}$, $\mathbf{m_a = 15\ [kg]}$

b) Con base en la primera ley de la termodinámica para un sistema aislado: $Q_{Al} + Q_{agua} = 0$

$$Q_A + Q_a = 0\ ; \quad m_A c_A\left(T_{eq} - T_{iA}\right) + m_a c_a\left(T_{eq} - T_{ia}\right) = 0$$

$$m_A = \frac{-m_a c_a\left(T_{eq} - T_{ia}\right)}{c_A\left(T_{eq} - T_{iA}\right)} = \frac{-\,(15\ [\text{kg}])\left(4186\ \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}\right]\right)(22-20)\ [°\text{C}]}{910\ \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}\right]\ (22-35)\ [°\text{C}]}\ , \qquad \mathbf{m_A = 10.6154\ [kg]}$$

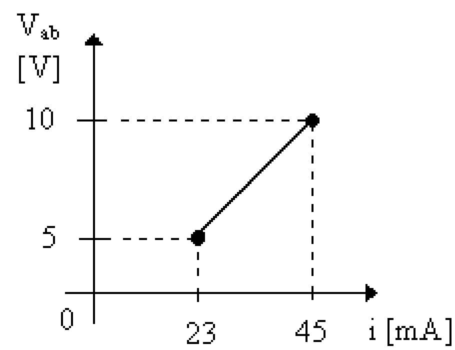
c) A partir de la primera ley de la termodinámica para un sistema cerrado:

$$Q_s = Q_A + Q_a = (m_A c_A + m_a c_a)(\Delta T)$$

$$Q_s = \left[(10.6154\ [\text{kg}])\left(910\ \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}\right]\right) + (15\ [\text{kg}])\left(4186\ \left[\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot°\text{C}}\right]\right)\right](35-22)[°\text{C}]$$

$$\mathbf{Q_s = 941\,850.182\ [J]}$$

5. Con un conductor recto de resistencia R y 15 [cm] de longitud se arma un circuito eléctrico y se hacen mediciones de corriente eléctrica en el conductor y diferencia de potencial aplicada al mismo, obteniéndose la gráfica que se muestra:



Posteriormente se introduce el circuito con el conductor recto en un campo magnético de 65 [mT]. Con base en ello, determine en las unidades del SI:

a) La resistencia del conductor.
b) La magnitud de la fuerza de origen magnético máxima que puede obtenerse para una unidad de corriente eléctrica en el conductor.

a) Del modelo gráfico: $V_{ab} = m\ i\ ;\qquad m = \frac{\Delta V_{ab}}{\Delta i} = \frac{(10-5)\ [\text{V}]}{(45-23)10^{-3}\ [\text{A}]} = 227.2727\ [\Omega]$

como $m = \text{R}$, entonces $\mathbf{R = 227.2727\ [\Omega]}$

b) $F = i\,\ell\,B\,\text{sen}(\alpha)$, como $F_{máx}$ para $\alpha = 90°$, entonces: $F_{máx} = i\,\ell\,B$

$$F_{máx} = (1\ [\text{A}])\ (0.15\ [\text{m}])\ (0.065\ [\text{T}]) = 0.00975\ [\text{N}]\ , \qquad \mathbf{F_{máx} = 9.75\ [mN]}$$

6. En un laboratorio se obtuvieron los resultados de la tabla en un experimento con ondas transversales generadas en una cuerda tensa e inextensible de 4 [m] de longitud y 13 [g] de masa, variando la longitud de onda. Con base en ello, determine:

a) El modelo matemático lineal que relaciona a las variables del experimento. Considere en el eje de las abscisas a la longitud de onda.
b) La rapidez experimental de las ondas.
c) La magnitud de la fuerza de tensión a la que estuvo sometida la cuerda.

λ [m]	f [Hz]	τ [s]
1	20.4	0.049
2	9.8	0.102
3	6.7	0.1492
4	5.3	0.1887

a) $\tau = m\,\lambda + b$;   con base en el método de los mínimos cuadrados:

$m = 0.0466\ \left[\frac{s}{m}\right]$, $b = 0.0057\ [s]$; por lo tanto el modelo es: $\boldsymbol{\tau[s] = 0.0466\ \left[\frac{s}{m}\right]\lambda[m] + 0.0057\ [s]}$

b) $m = \frac{1}{v}$, $v = \frac{1}{m} = \frac{1}{0.0466\ \left[\frac{s}{m}\right]}$, $\boldsymbol{v = 21.4592\ \left[\frac{m}{s}\right]}$

c) $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, $\mu = \frac{m_{cuerda}}{\ell_{cuerda}}$, $\mu = \frac{0.013\ [kg]}{4\ [m]} = 0.00325\ \left[\frac{kg}{m}\right]$

$$T = v^2\mu = \left(21.4592\ \left[\frac{m}{s}\right]\right)^2\left(0.00325\ \left[\frac{kg}{m}\right]\right), \qquad \mathbf{T = 1.4966\ [N]}$$

7. Un rayo de luz incide, con un ángulo de 45 [°] sobre una placa de caras paralelas de un material X, con 6 [cm] de espesor. La cara del material X donde incide el rayo es paralela al piso y el ángulo de transmisión dentro del material X es 30 [°]. Considerando que el material se haya rodeado de aire ($n \approx 1$), determine:

a) El índice de refracción del material X.
b) La desviación lateral "d" que experimenta el rayo citado al cruzar el material.

Recuerde que: $\tan\theta_t = \dfrac{\operatorname{sen}\theta_i - \frac{d}{e}}{\cos\theta_i}$

a) $\theta_i = 45\,°$; $\theta_t = 30\,°$;   con base en la ley de Snell: $n_a \operatorname{sen}\theta_i = n_x \operatorname{sen}\theta_t$

$$n_x = \frac{n_a\ \operatorname{sen}\theta_i}{\operatorname{sen}\theta_t} = \frac{\operatorname{sen}(45°)}{\operatorname{sen}(30°)}; \qquad \mathbf{n_x = 1.4142\ [1]}$$

b) De la expresión: $\tan\theta t = \dfrac{\operatorname{sen}\theta_i - \frac{d}{e}}{\cos\theta_i}$,   se tiene: $d = e\,(\operatorname{sen}\theta_i - \tan\theta_t\cos\theta_i)$

$$d = (0.06\ [m])[\operatorname{sen}(45°) - \tan(30°)\cos(45°)] = 0.0179\ [m]\,, \qquad \mathbf{d = 1.79\ [cm]}$$