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

Universidad Nacional Autónoma de México

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.
e) La incertidumbre asociada al valor patrón del último renglón de la tabla.

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) $\%\mathrm{EE} = \left|\dfrac{P_P - \overline{P}_L}{P_p}\right| \times 100 = \left|\dfrac{15 - 14.9}{15}\right| \times 100 = 0.6667\ \%$, $\quad \%\mathbf{EE} = \mathbf{0.6667}\%$

b) $\%\mathrm{P} = 100 - \%\mathrm{EP}$; $\quad \%\mathrm{EP} = \left|\dfrac{\overline{P}_L - P_{ma}}{\overline{P}_L}\right| \times 100 = \left|\dfrac{25.025 - 24.9}{25.025}\right| \times 100$

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

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

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

d) Sensibilidad $= \mathrm{S} = m$, $\quad \mathbf{S = 1.008 \left[\dfrac{Pa}{Pa}\right]}$

e) $\Delta \mathrm{P} = \pm \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$, $\quad n = 4$, $\quad \sigma = \pm \left[\dfrac{1}{n-1} \sum (\overline{P}_L - p_i)^2\right]^{\frac{1}{2}}$

$$\sigma = \pm \left[\frac{1}{4-1}\left[(30.05 - 30.1)^2\,(2\,) + (30.05 - 30)^2(2)\right]\right]^{\frac{1}{2}} = \pm 0.0577\ [\mathrm{kPa}]$$

$\Delta \mathrm{P} = \pm \dfrac{0.0577\ [\mathrm{kPa}]}{\sqrt{4}},$ $\quad \mathbf{\Delta P = \pm 0.0289\ [kPa]}$

2. 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.
d) La densidad y la densidad relativa de la sustancia contenida en el tanque.
e) La presión manométrica que se tendría a 5 [cm] de profundidad en el líquido.

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

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

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

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

d) $\gamma = \rho g$, $\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{14\,210 \left[\frac{N}{m^3}\right]}{9.78 \left[\frac{m}{s^2}\right]}$, $\boldsymbol{\rho} = \mathbf{1452.9652 \left[\frac{m^3}{kg}\right]}$

$\delta = \frac{\rho}{\rho_{ref}} = \frac{1452.9652}{10^3}$, $\boldsymbol{\rho} = \mathbf{1.4529\,[1]}$

e) $P_{abs} = 14\,210 \left[\frac{\text{Pa}}{\text{m}}\right](0.05\,[\text{m}]) + 76\,274.5\,[\text{Pa}] = 76\,985\,[\text{Pa}]$

$P_{man} = P_{abs} - P_{atm} = (76\,985\,[\text{Pa}]) - (76\,274.5\,[\text{Pa}])$, $\mathbf{P_{man} = 710.5\,[Pa]}$

3. 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].
d) La forma de transmisión de calor asociada al inciso anterior. Justifique su respuesta.
e) El tipo de sistema termodinámico que forma el calentador con agua durante el proceso del inciso c, justificando su respuesta.

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

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

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

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

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

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

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

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

d) Se trata de transmisión por **radiación** ya que el Sol distribuye su energía a través de ondas electromagnéticas.

e) Es un **sistema termodinámico cerrado** ya que la masa es constante pero hay un intercambio de energía en las fronteras del sistema.

4. 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 densidad lineal de la cuerda.
d) La magnitud de la fuerza de tensión a la que estuvo sometida la cuerda.
e) La frecuencia que se tendría para una longitud de onda de 0.5 [m].

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:

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

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

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

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

e) $\tau = \left(0.0466\ \left[\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{m}}\right]\right)(0.5\ [\mathrm{m}]) + 0.0057\ [\mathrm{s}] = 0.029\ [\mathrm{s}]$

$f = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{0.029\ [\mathrm{s}]}$, $\qquad \mathbf{f = 34.4828\ [Hz]}$