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

VNIVERSIDAD NACIONAL AVPNMA DE MEXICO

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) El modelo matemático de la curva de calibración.
b) La sensibilidad del instrumento de medición.
c) El porcentaje de precisión de las mediciones del valor patrón T_P = 5 [°C].
d) El porcentaje de exactitud para el valor patrón del inciso anterior.
e) La incertidumbre asociada al conjunto de mediciones para el valor patrón del inciso c.

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) $T_L = ɱ T_b + b$; con base en el método de mínimos cuadrados: $ɱ = 0.9883\ [1]$ y $b = -0.1917$ [°C]

$$\mathbf{T_L[°C] = 0.9883\ \left[\frac{°C}{°C}\right] T_p[°C\,] - 0.1917\ [°C]}$$

b) $S = \dfrac{\Delta T_L}{\Delta T_P}$ $S = ɱ$, $\mathbf{S = 0.9883\ \left[\frac{°C}{°C}\right]}$

c) $\%P = 100 - \%EP$, $\%EP = \left|\dfrac{\overline{T_L} - T_{m.a.}}{\overline{T_L}}\right| \times 100 = \left|\dfrac{4.95 - 4.7}{4.95}\right| \times 100$

$\%EP = 5.0505\ \%$, $\%P = 100 - 5.0505$, $\%\mathbf{P = 94.9495}\ \%$

d) $\%E = 100 - \%EE$, $\%EE = \left|\dfrac{\overline{T_L} - T_p}{\overline{T_L}}\right| \times 100 = \left|\dfrac{4.95 - 5}{4.95}\right| \times 100$

$\%EE = 1.0101\ \%$, $\%E = 100 - 1.0101$, $\%\mathbf{E = 98.9899}\ \%$

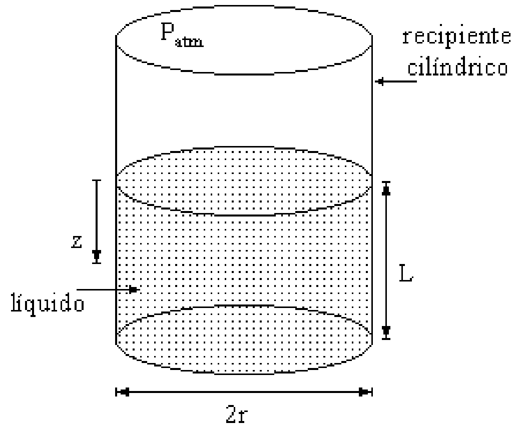
e) $\Delta T = \pm\ \dfrac{\sigma}{\sqrt{n}}$, $n = 6$;

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

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

2. En un recipiente cilíndrico, abierto en su parte superior a la atmósfera se tiene un líquido como se muestra en la figura. Se midieron presiones absolutas (P_{abs}) dentro del líquido a diferentes profundidades (z), parte de las mediciones se muestran en la tabla. Si se sabe que la aceleración gravitatoria del lugar es 9.8 [$m{\cdot}s^{-2}$] y que la masa del líquido es 4.82 [kg] determine, en el SI:

a) El modelo matemático que relaciona a la presión absoluta (P_{abs}) en función de la profundidad (z).
b) La magnitud del vector peso específico del líquido así como su densidad.
c) El radio de la base del recipiente cilíndrico, es decir el valor de r de la figura.
d) La presión absoluta y la manométrica del entorno del tanque.
e) La altura barométrica que se tendría si se hiciera el experimento de Torricelli (con mercurio) en el mismo lugar donde está el recipiente cilíndrico.



$\rho_{Hg} = 13\,600$ [kg/m^3]
L = 0.5 [m]

P_{abs} [Pa]	z [dm]
90 325	2.2
90 510	2.4
90 660	2.6
90 840	2.8

a) $P_{abs} = mz + b$; con base en el método de mínimos cuadrados:

$$m = 8\,475 \left[\frac{Pa}{m}\right] \quad y \quad b = 88\,465\ [Pa]; \ \text{por lo tanto:} \ \mathbf{P_{abs}[Pa] = 8\,475 \left[\frac{Pa}{m}\right] z[m] + 88\,465\ [Pa]}$$

b) $m = \gamma$, entonces: $\gamma = 8\,475 \left[\frac{N}{m^3}\right]$, por otra parte, $\gamma = \rho g$ de donde $\rho = \dfrac{\gamma}{g}$

$$\rho = \frac{8\,475 \left[\frac{N}{m^3}\right]}{9.8 \left[\frac{m}{s^2}\right]} = 864.7959 \left[\frac{kg}{m^3}\right] \ ; \quad \boldsymbol{\gamma = 8\,475 \left[\frac{N}{m^3}\right]} \ \mathbf{y} \quad \boldsymbol{\rho = 864.7959 \left[\frac{kg}{m^3}\right]}$$

c) $\rho = \dfrac{m}{V}$, $V = \dfrac{m}{\rho} = \dfrac{4.82\ [kg]}{864.7959 \left[\frac{kg}{m^3}\right]} = 0.005574\ [m^3]$, $V = \pi r^2 L$,

$$r = \sqrt{\frac{V}{\pi L}} = \left[\frac{0.005574\ [m^3]}{\pi(0.5\ [m])}\right] , \quad \mathbf{r = 0.0596\ [m]}$$

d) $P_{entorno} = P_{abs}(z = 0)$; $\quad (\mathbf{P_{entorno}})_{\mathbf{abs}} = \mathbf{b = 88\,465\ [Pa]}$, $\quad (\mathbf{P_{entorno}})_{\mathbf{man}} = \mathbf{0\ [Pa]}$

e) $P_{atm} = P_{ent} = \rho_{Hg} g h_{bar}$; $\quad h_{bar} = \dfrac{P_{atm}}{\rho_{Hg} g} = \dfrac{88\,465\ [Pa]}{\left(13\,600 \left[\frac{kg}{m^3}\right]\right)\left(9.8 \left[\frac{m}{s^2}\right]\right)}$, $\quad \mathbf{h_{bar} = 0.6638\ [m]}$

3. En el laboratorio de Física Experimental se elevó la temperatura de una sustancia líquida contenida en un recipiente de paredes adiabáticas, a través de un resistor de inmersión. La potencia de dicho resistor era de 50 [W], la masa de la sustancia 650 [g] y se obtuvo la tabla que se muestra. Con base en ello, determine:

t [s]	272	544
T [°C]	20	25

a) El modelo matemático del calor suministrado (Q) en función de la temperatura (T) de la sustancia.
b) La capacidad térmica específica de la sustancia cuya temperatura se modificó y su expresión dimensional en el SI.
c) La capacidad térmica de la sustancia del inciso anterior y su expresión dimensional en el SI.
d) 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 recipiente de paredes adiabáticas.

e) Considerando como sistema el contenido del recipiente del inciso anterior, indique qué tipo de sistema termodinámico es. Justifique su respuesta.

a) $Q = P\,\Delta t$

T [°C]	Q [J]
20	13 600
25	27 200

$Q = \text{ɱ}T + b$; con base en el método de los mínimos cuadrados, tenemos que: $\text{ɱ} = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = 2\,720\left[\frac{J}{°C}\right]$ y $b = -40\,800\,[J]$

entonces: $\mathbf{Q[J] = 2\,720\left[\frac{J}{°C}\right] T[°C] - 40\,800\,[J]}$

b) $\text{ɱ} = m\,c$; $c = \frac{\text{ɱ}}{m} = \frac{2\,720\left[\frac{J}{°C}\right]}{0.65\,[kg]}$, $\mathbf{c = 4\,184.6154\left[\frac{J}{kg \cdot K}\right]}$, $\mathbf{dim(c) = L^2T^{-2}\Theta^{-1}}$

c) $C = \frac{Q}{T} = \text{ɱ}$; $\text{ɱ} = 2\,720\left[\frac{J}{°C}\right]$; $\mathbf{C = 2\,720\left[\frac{J}{°C}\right]}$; $\mathbf{dim(C) = ML^2T^{-2}\Theta^{-1}}$

d) $Q_A + Q_B = 0$; $m_Ac_A(T_{eq} - T_{iA}) + m_Bc_B(T_{eq} - T_{iB}) = 0$;

como $c_A = c_B$, tenemos que $T_{eq} = \frac{m_AT_{iA} + m_BT_{iB}}{m_A + m_B} = \frac{(0.65\,[kg])(25\,[°C]) + (0.81\,[kg])(44\,°C)}{(0.65 + 0.81)[Kg]}$

$\mathbf{T_{eq} = 35.5411\,[°C]}$

e) dado que la masa es constante y no hay intercambio de energía con el entorno, se trata de un **sistema termodinámico aislado**.

4. 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) Con base en el modelo del inciso anterior, el valor de la frecuencia que se tendría para una longitud de onda de 8 [dm].
c) La frecuencia angular asociada a la frecuencia del inciso anterior.
d) El valor de la rapidez de la onda en el experimento.
e) La expresión dimensional de las dos variables de la tabla así como la de la rapidez de onda del inciso anterior.

a) para que la relación sea lineal, se efectúa un cambio de variable: $\tau = \frac{1}{f}$

τ [s]	λ [m]
0.0103	0.3
0.0139	0.4

$\lambda = \text{ɱ}\tau + b$; $\text{ɱ} = \frac{\Delta\lambda}{\Delta T} = \frac{(0.4 - 0.3)[m]}{(0.0139 - 0.0103)[s]} = 27.7778\left[\frac{m}{s}\right]$

$$b = \lambda_1 - \text{ɱ}T_1 = 0.3\,[m] - \left(27.7778\left[\frac{m}{s}\right]\right)(0.0103\,[s]) = 0.0139\,[m]$$

entonces: $\lambda[m] = 27.7778\left[\frac{m}{s}\right]\tau[s] + 0.0139\,[m]$

b) $\lambda = \text{ɱ}\tau + b$, $\tau = \dfrac{\lambda - b}{\text{ɱ}} = \dfrac{(0.8\ [m]) - (0.0139\ [m])}{27.7778\ \left[\frac{m}{s}\right]} = 0.0283\ [s]$

$$f = \frac{1}{0.0283\ [s]}\ , \qquad \mathbf{f = 35.3362\ [Hz]}$$

c) $\omega = 2\pi f = 2\pi\ [rad]\ (35.3362\ [s^{-1}])$, $\boldsymbol{\omega} = \mathbf{222.024}\ \left[\mathbf{\frac{rad}{s}}\right]$

d) $\text{ɱ} = v$, entonces: $\mathbf{v = 27.7778}\ \left[\mathbf{\frac{m}{s}}\right]$

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