

TÉCNICAS EXPERIMENTALES DE TERMODINÁMICA

PROBLEMAS. CURSO 2004/2005

TEMA 1

1.1.- En un lugar en el que la presión atmosférica es de 760 mm Hg se introduce un termómetro centígrado en hielo fundente, y posteriormente, en vapor de agua hirviendo. El termómetro, mal graduado, marca 2°C en el primer caso, y 102,5 en el segundo.

- a) Determina la fórmula de corrección que deberá emplearse para calcular la temperatura real.
 - b) Determina la temperatura real cuando el termómetro marca 50°C.
 - c) Determina si existe alguna temperatura a la cual sería correcta la lectura del termómetro.
-

1.2.- a) Convierte las siguientes temperaturas desde °F a °C: 70 °F, 0°F, -30°F, 500°F, 212°F, -459.67°F. ¿Existe alguna temperatura para la cual coincidan ambas escalas?

- b) Convierte cada una de las temperaturas anteriores a la escala Kelvin.
-

1.3.- En la tabla adjunta, los números de la fila superior representan la presión de un gas contenido en el depósito de un termómetro de gas a volumen constante, cuando el depósito se halla sumergido en una célula para producir el punto triple del agua. La fila inferior contiene las lecturas correspondientes a la presión cuando el depósito está rodeado de una sustancia a una temperatura constante desconocida.

p_{PT} (mm Hg)	1000,00	800,00	500,00	200,00	100,00
p (mm Hg)	1296,02	1036,86	648,11	259,30	129,66

Calcula la temperatura de esa sustancia en la escala del gas ideal, con una precisión de 0,01 K.

1.4.- Un cuerpo está rodeado de un ambiente cuya temperatura permanece constante e igual a 20° C. Inicialmente, el cuerpo está a 100° C y al cabo de 5 minutos se observa que su temperatura pasa a ser de 75° C. Suponiendo válida la ley de enfriamiento de Newton, calcula la temperatura del cuerpo cuando hayan transcurrido otros 12 minutos.

1.5.- Un termómetro tiene una constante de tiempo de 9 segundos. Al introducirlo en un baño de agua indicaba 0,18° C y después de mucho tiempo en ella, mide 5,35° C. ¿Cuánto tiempo tiene que transcurrir para que la temperatura indicada por el termómetro sea la del baño menos:

- a) 1 grado
 - b) 0,1 grado
 - c) 0,01 grado?
-

TEMA 2

2.1.- La fuerza electromotriz E de un par termoelectrico y la resistencia eléctrica R del hilo de un termómetro de platino vienen dadas, respectivamente, por las expresiones

$$E \text{ (mV)} = 0,66 t - 4,9 \times 10^{-4} t^2$$

$$R \text{ (k}\Omega) = 12,0 + 36,2 \times 10^{-2} t + 9,1 \times 10^{-4} t^2$$

siendo t la temperatura en la escala Celsius. Para medir E disponemos de un milivoltímetro graduado en mV y para medir R de un óhmetro graduado en kΩ. ¿Cuál de los dos termómetros debería utilizarse para medir una temperatura que se halla en el intervalo 620°C-640°C?

2.2.- La resistencia de un cristal de Ge dopado con As obedece a la ecuación

$$\ln R = 4,697 - 3,917 \ln T$$

- En un criostato de helio líquido se mide una resistencia de $218 \pm 1 \Omega$. ¿Cuál es la temperatura? ¿Cuál sería la temperatura si la resistencia medida fuera de $30 \pm 1 \text{ k}\Omega$?
 - ¿Cuál es la expresión del coeficiente de temperatura de la resistencia?
 - ¿Con qué sensibilidad se debería medir la resistencia en los dos casos anteriores si se quiere determinar la temperatura con una sensibilidad de $0,001 \text{ }^\circ\text{C}$?
-

2.3.- La resistencia de un termistor varía con la temperatura (medida con un termómetro graduado en grados y décimas) según la tabla siguiente:

t (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
R (kΩ)	146,5	116,5	93,0	75,0	61,0	50,0	41,0	34,0	28,5	24,0	20,0

Representa gráficamente R en función de t y lnR en función de 1/T. A partir de estos gráficos, calcula:

- Las constantes A y B de la ley de variación de la resistencia del termistor con la temperatura. $R = A \exp(B/T)$
 - El coeficiente de temperatura de la resistencia del termistor a 10°C .
 - La temperatura que correspondería a una resistencia de $65,3 \text{ k}\Omega$.
-

2.4.- En la Escala Práctica Internacional de Temperaturas, versión 1968, la temperatura está definida desde $630,74^\circ\text{C}$ hasta $1064,43^\circ\text{C}$ por la ecuación:

$$E(t) = a + bt + ct^2$$

donde E(t) es la fuerza electromotriz del termopar Pt/Pt-Rh cuando una de las soldaduras está a 0°C y la otra a la temperatura t. Sabiendo que en la calibración del termopar se han obtenido los valores $E(630,74) = 5552 \mu\text{V}$, $E(961,93) = 9153 \mu\text{V}$ y $E(1064,43) = 10340 \mu\text{V}$, ¿qué temperatura nos mide este termómetro cuando la fuerza electromotriz es de $6345 \mu\text{V}$?

2.5.- Suponemos que tanto el Sol como el filamento incandescente de una bombilla se comportan como cuerpos negros a las temperaturas de 5800 K y 2400 K respectivamente. Calcula para ambas fuentes de energía radiante el poder emisivo total y el poder emisivo monocromático máximo.

2.6.- Según la ITS, por encima del punto de congelación de la plata, la T_{90} se define por la ecuación

$$\frac{L_\lambda(T_{90})}{L_\lambda[T_{90}(X)]} = \frac{\exp(c2[\lambda T_{90}(X)]^{-1}) - 1}{\exp(c2[\lambda T_{90}]^{-1}) - 1}$$

donde $T_{90}(X)$ se refiere a uno de los puntos de congelación de la plata, el oro o el cobre, indistintamente, L es la radiancia espectral en el vacío a esa temperatura y $c2 = 0,014388 \text{ m K}$. Calcula la temperatura a la cual, para una longitud de onda de 2000 nm la radiancia sería el doble que la correspondiente al punto de congelación del oro.

TEMA 3

3.1.- Completa la siguiente tabla

	Pa	atm	bar	torr	PSI	kg*
presión 1		25				
presión 2				4,58		
presión 3			1024×10^{-3}			

* Recuerda que *kg de presión* corresponde a una unidad técnica (1 atmósfera técnica = 1 kg peso/cm²)

3.2.- Con un barómetro de mercurio calibrado a 0°C se ha leído una altura de la columna de $756,05 \pm 0,05$ mm Hg a una temperatura ambiente de $22,3 \pm 0,1$ °C. Teniendo en cuenta la tabla adjunta realiza la correspondiente corrección debida a la temperatura y expresa la presión correcta, con su error, en unidades del SI.

t (°C)	Altura observada (mm Hg)		
	750	760	770
21	2,56	2,60	2,63
22	2,69	2,72	2,76
23	2,81	2,84	2,88

3.3.- El psicrómetro del laboratorio marca 15°C en el termómetro seco y 9°C en el termómetro húmedo. Utilizando el diagrama psicrométrico, determina la humedad relativa, la humedad específica y la temperatura de rocío.

3.4.- La información meteorológica local indica que a las 12 de la mañana la temperatura de la ciudad es de 25°C, la humedad relativa es del 50% y la presión atmosférica es de 1024 mbar. Con ayuda de la tabla que indica las propiedades del agua saturada (líquido-vapor), calcula la presión de vapor, la humedad específica y la temperatura de rocío. ¿Cuál será la humedad relativa a las 8 de la tarde, cuando la temperatura haya bajado a 20°C?

TEMA 4

4.1.- Calcula la pérdida de calor por minuto y metro cuadrado de superficie del cuerpo de un hombre, suponiendo que su piel se halla a 28°C, la temperatura exterior es de 8°C y va recubierto de un tejido de lana de 4 mm de espesor. La conductividad térmica de la lana es $k = 0.044 \text{ kcal/ m h } ^\circ\text{C}$.

4.2.- Calcula la velocidad en mm/h con que aumenta de espesor una capa de hielo de 20 cm de gruesa cuando la superficie inferior está en contacto con agua a 0°C y la superior con aire a -40°C. La conductividad térmica del hielo es de 0,005 cal/cm s grado, su calor latente de 80 cal/g y su densidad de 0,9 g/cm³.

4.3.- La tabla siguiente indica propiedades de algunas sustancias a 20°C.

- Comenta las diferencias respecto a la conducción de calor en estos materiales.
- Calcula las difusividades correspondientes.

<i>Material</i>	$\rho \text{ (kg/m}^3\text{)}$	$c_p \text{ (J/kg K)}$	$k \text{ (W/m K)}$
Aluminio	2702	896	236
Agua	998,2	4182	0,597
Aire seco	1,164	1012	0,0251

4.4.- Las medidas experimentales de la resistencia de un termistor en dos puntos de una barra metálica calentada de forma intermitente en uno de sus extremos, se han ajustado a funciones periódicas de la forma (“ondas térmicas”):

$$x = 8 \text{ cm} \quad R - R_m = (17.9 \pm 0.8) \text{ sen } [0.042 t - (0.34 \pm 0.08)]$$

$$x = 16 \text{ cm} \quad R - R_m = (5.7 \pm 0.5) \text{ sen } [0.042 t + (0.66 \pm 0.18)]$$

donde R_m es el valor medio de la resistencia R , ambas medidas en Ω y t es el tiempo medido en segundos. Calcula la difusividad del metal a partir del coeficiente de amortiguamiento de las ondas (con la relación de amplitudes).