



Conducción de calor (10 puntos)

Objetivo: determinar el coeficiente de conducción de calor de un vaso de paredes dobles y estimar la temperatura de equilibrio del agua.

Elementos

1. Un recipiente grande.
2. Un vaso de paredes dobles (un vaso plástico dentro de otro).
3. Un recipiente (jarra) para transportar agua.
4. Un cronómetro.
5. Dos termómetros.
6. Un soporte para los termómetros y los recipientes.
7. Agua (disponible en los depósitos).
8. Calentador eléctrico de agua. **PRECAUCIONES:** conéctelo o desconéctelo sólo cuando esté totalmente sumergido en el agua. No toque **ni el calentador ni el agua** mientras esté conectado. El termómetro y el calentador no deben tocarse entre sí.

Introducción

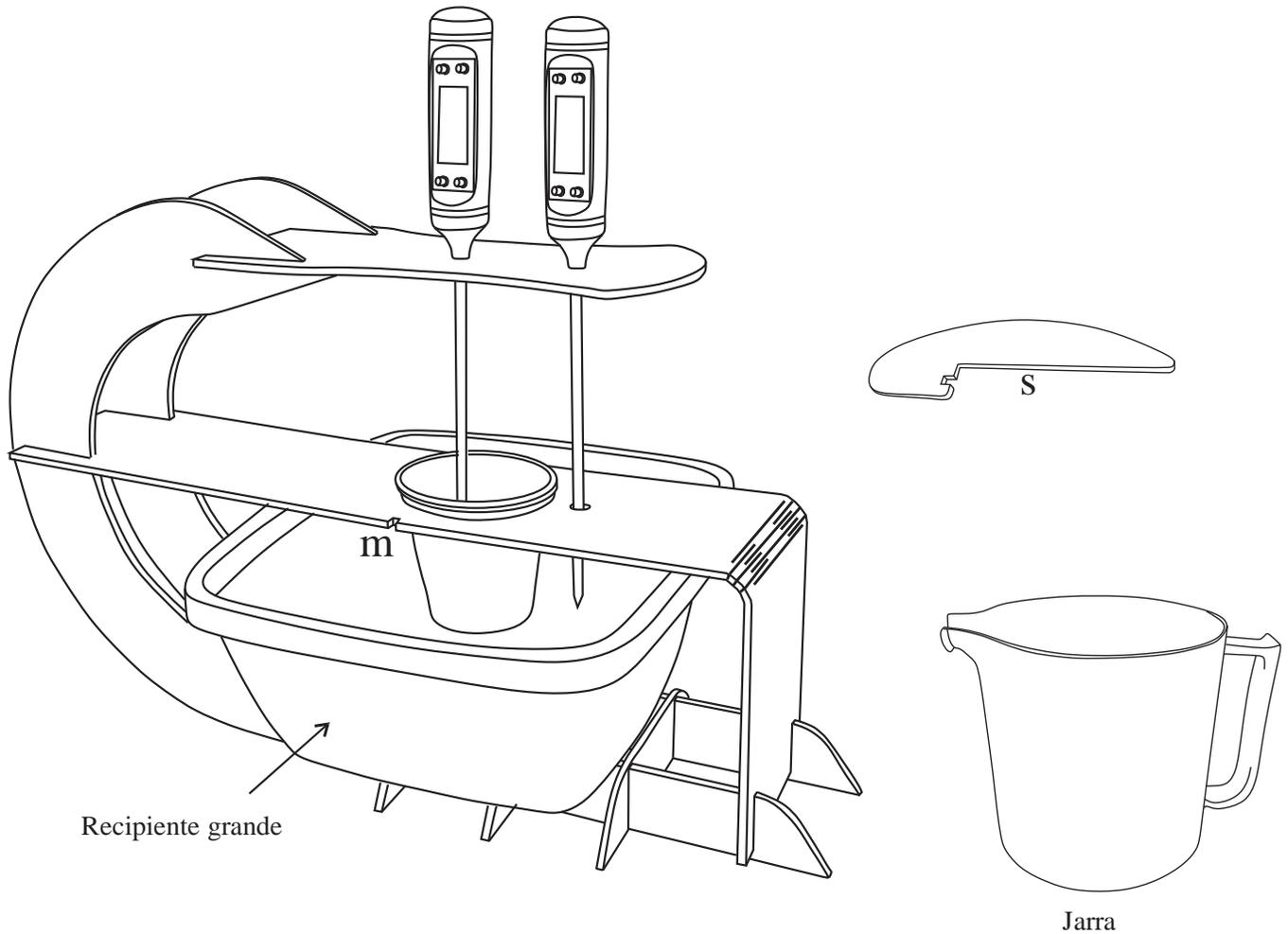
La ley de Fourier establece que el calor ΔQ que pasa a través de una pared en un intervalo de tiempo Δt es proporcional a la diferencia ΔT entre las temperaturas a ambos lados de la pared:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = B \Delta T \quad (1),$$

en donde el coeficiente de conducción de calor B de la pared depende del grosor, la forma, el material, etc., de la pared.

Procedimiento

1. Arme el montaje de la figura. La pieza s encaja en la muesca m para sujetar el vaso (su uso es opcional).
2. El recipiente grande debe contener agua caliente y el vaso de paredes dobles debe contener agua fría. Los dos niveles de agua deben coincidir con la marca del vaso. Inicialmente la temperatura del agua caliente debe ser un poco mayor que $60\text{ }^\circ\text{C}$ y la del vaso la menor posible. La marca en el vaso corresponde a 150 ± 2 ml de agua.
3. Mida simultáneamente la temperatura del agua fría T_f y la temperatura del agua caliente T_c en función del tiempo t . Efectúe estas medidas mientras la temperatura del agua caliente esté, aproximadamente, en el intervalo de $60\text{ }^\circ\text{C}$ a $50\text{ }^\circ\text{C}$. *No agite los líquidos*



Tareas

1. Coeficiente de transmisión de calor del vaso de paredes dobles

- 1.1 [3 ptos.] Registre en la tabla 1 los valores de t , T_c , T_f y los demás que considere pertinentes.
- 1.2 [2 ptos.] Construya las gráficas de T_c y T_f en función de t (gráfica 1).
- 1.3 [3 ptos.] Construya una segunda gráfica (gráfica 2) a partir de la cual pueda determinar el coeficiente B con su incertidumbre. Al modelo descrito por la ecuación (1) debe sumarse un término constante asociado con la transferencia de calor al ambiente. No tiene que calcular esta constante.



2. Temperatura de equilibrio

2.1 [1 pto.] En un solo sistema de ejes construya las gráficas de $\Delta T = T_c - T_f$ en función de T_c y en función de T_f (gráfica 3).

2.2 [1 pto.] A partir de la gráfica 3, estime la temperatura a la cual se alcanzaría el equilibrio térmico entre el agua de los dos recipientes. En este punto no se requiere cálculo de incertidumbre.

Masa molar	μ	$0.018 \text{ Kg} \cdot \text{mol}^{-1}$
Presión de vapor	P_v	$3.17 \times 10^3 \text{ Pa}$
Densidad	ρ	$1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
Acidez	pK_a	13.99
Capacidad calorífica específica	c	$4.18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Conductividad térmica	λ	$0.61 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Índice de refracción	n	1.33
Viscosidad	η	$8.9 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

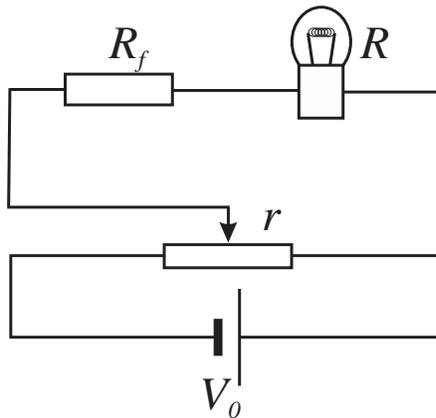


Radiación de calor

Objetivo: determinar la longitud y el diámetro del filamento de una lámpara incandescente (bombilla).

Elementos

1. Una fuente de corriente continua (*debe usarse siempre en la posición de $V_0 = 6\text{ V}$*).
2. Una placa de pruebas electrónicas (Protoboard) con un resistor ajustable, una bombilla y un resistor fijo de valor $R_f = 1\ \Omega$, conectados entre sí como se muestra en la figura.
3. Un multímetro (*debe usarse solamente como voltímetro; está prohibido utilizar el multímetro para medir resistencia y/o intensidad eléctrica*).
4. Un destornillador (*se usa para manipular el valor de la resistencia ajustable*).
5. Tres pares de cables de conexión.



Introducción

El filamento en cuestión es un delgado alambre de tungsteno en forma helicoidal, que alcanza la incandescencia con el paso de la corriente eléctrica, irradiando luz y calor. La resistencia óhmica R del filamento aumenta linealmente con la temperatura absoluta T , es decir:

$$\frac{\Delta R}{\Delta T} = \alpha R_0 \quad (1),$$

en donde R_0 es la resistencia del filamento a temperatura ambiente y $\alpha = 5,1 \times 10^{-3}\text{ K}^{-1}$ es el coeficiente térmico de resistividad del tungsteno. La resistividad del tungsteno a 20 °C es $\rho_0 = 5,5 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$.



Procedimiento y tareas

1. Características del filamento

El valor r de la resistencia ajustable se manipula girando el tornillo que sobresale en ésta. Debido a la naturaleza de la resistencia ajustable, su sensibilidad al giro del tornillo varía sustancialmente en el rango de medición; esto no significa que tenga averías.

1.1 Conecte a la fuente los cables que salen de la Protoboard para construir el circuito indicado en la figura.

1.2 [2,5 pts.] Cambiando el valor de r , mida la tensión V en la bombilla: haciendo al menos diez mediciones entre 0,030 V y 0,100 V y al menos otras diez entre 0,100 V y 5,60 V. Simultáneamente mida otra(s) tensión(es) en el circuito, a partir de la(s) cual(es) pueda calcular la intensidad de la corriente eléctrica I en la bombilla, su resistencia óhmica R y la potencia disipada P en la bombilla. Escriba sus datos en la tabla 1.

1.3 [0,5 pts.] Construya la curva característica de I en función de V de la bombilla (gráfica 1).

1.4 [0,5 pts.] Construya la curva de P en función de R (gráfica 2).

2. Resistencia de la bombilla a temperaturas cercanas a la ambiente

A temperaturas cercanas a la ambiente se puede despreciar la variación de la resistencia óhmica del filamento con la temperatura.

2.1 [1 pto.] A partir de la gráfica 1 determine la resistencia R_0 a temperaturas cercanas a la ambiente, con su incertidumbre.

3. Relación entre la potencia disipada y la resistencia a temperaturas altas

A temperaturas altas la energía del filamento se disipa principalmente por radiación. En este caso la potencia disipada es:

$$P = A\sigma T^4 \quad (2),$$

donde A es el área del filamento y $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ es la constante de Stefan–Boltzman.

3.1 [1,5 pts.] A partir de las ecuaciones (1) y (2) encuentre una expresión que relacione la potencia disipada P con la resistencia R del filamento.

3.2 [2 pts.] Grafique una linealización de la expresión encontrada en 3.1 (gráfica 3).

4. Longitud y diámetro del filamento

4.1 [1 pto.] Determine la longitud del filamento, con su incertidumbre.

4.2 [1 pto.] Determine el diámetro del filamento, con su incertidumbre.