



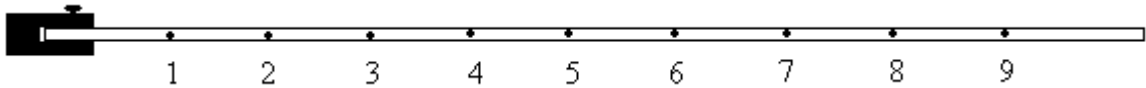
FLUJO DE CALOR

Objetivo

1. Observar diferentes formas de transmisión de calor, y la visualización y medida de campos de temperatura.
2. Aprender a calcular flujos de calor a partir de medidas del campo de temperaturas.
3. Conocer el fundamento de los medidores de flujo de calor (resistencias térmicas calibradas de pequeño espesor, con termopilas). Aplicaciones HVAC en edificación, en agricultura y en medicina.

Actividades

1. **Aletas.** Medida de la conducción-convección a lo largo de una varilla metálica de 4 mm de diámetro y 0,32 m de longitud, calentada por un extremo con un calentador de 28 W.



$$\frac{dH}{dt} = \dot{Q}_{net} \longrightarrow \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - \frac{ph}{Ak}(T - T_{\infty}) + \frac{\phi}{k} \xrightarrow{\partial/\partial t=0} \frac{T - T_{\infty}}{T_0 - T_{\infty}} = \frac{\cosh[m(L-x)]}{\cosh(mL)}$$

NOTA: empezar la grabación; al medio minuto enchufar el soldador, y dedicarse a otras actividades SIN OLVIDAR apagar el soldador al cabo de 20 minutos y la grabación tras otros 20 minutos.

2. **Conducción.** Estudio experimental cualitativo de la conducción térmica en distintos metales, observando el tiempo que tardan en fundir gotitas de cera.
3. **Convección (visualización).** Estudio experimental cualitativo de la convección térmica en aguas estratificadas. Poner sendos cubitos de hielo teñido en dos vasos, uno con agua dulce y otro salada, y observar las corrientes de convección generadas y el tiempo que tarda en derretirse el hielo.
4. **Radiación.** Medida del rendimiento luminoso de una bombilla en un calorímetro de agua, por substracción de las potencias térmicas absorbidas en agua transparente y en agua opaca.
5. **Simulación.** Simulación numérica y comprobación experimental del problema de conducción-convección en la varilla.
6. **Flujómetro.** Medida de la convección natural al aire de un vaso con agua caliente (a no más de 40 °C; pesar el agua y tapanlo), con un medidor de flujo de calor Omega HFS-4: $\varphi=2,1 \cdot 10^{-6}$ V/(W/m²), $q_{max}<100$ W/m², $T_{max}<200$ °C. Balance energético del agua. Mapa de temperaturas con cámara termográfica.

$$\dot{Q} = m_w c_w \frac{dT_w}{dt} = KA(T_w - T_a) \simeq h_a A(T_w - T_a) = \dot{q}A$$

$$\dot{q} = h_w(T_w - T_{w1}) = \frac{k}{L}(T_{w1} - T_{w2}) = h_a(T_{w2} - T_a)$$

Equipos

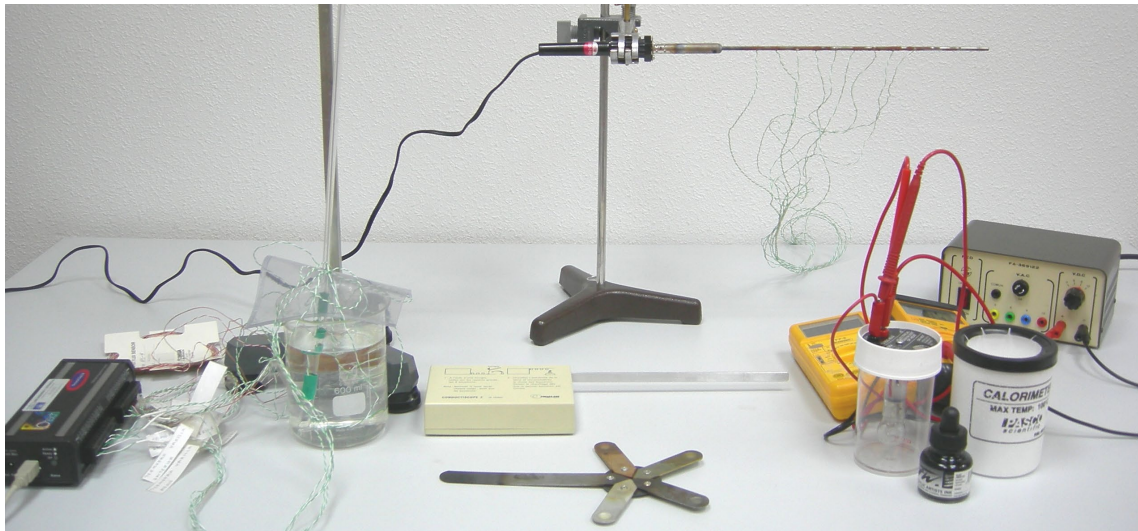


Fig. 1. Montajes de la práctica.



Fig. 2. Dispositivos para el estudio cualitativo de la conductividad térmica.



Fig. 3. Equipo para medida del rendimiento luminoso de una bombilla.

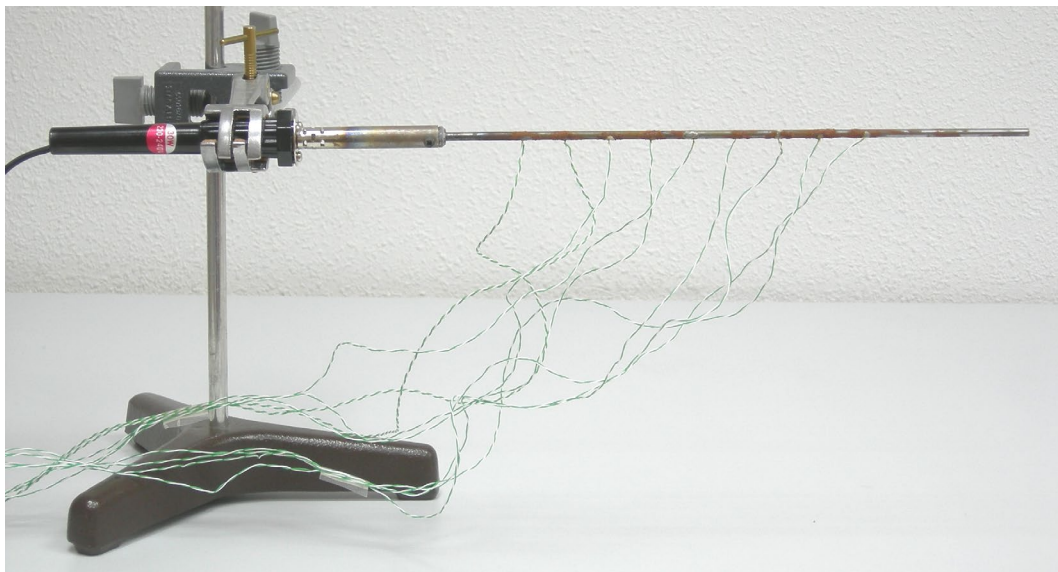


Fig. 4. Varilla instrumentada para el estudio de la conducción-convección.

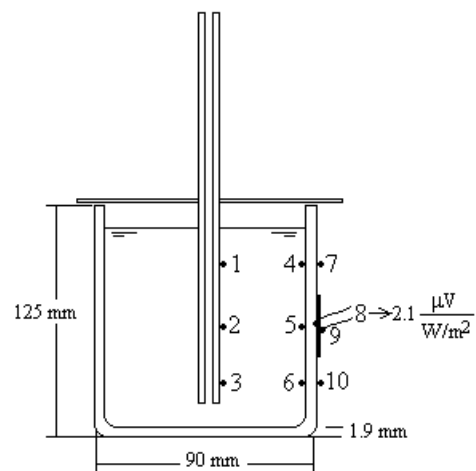
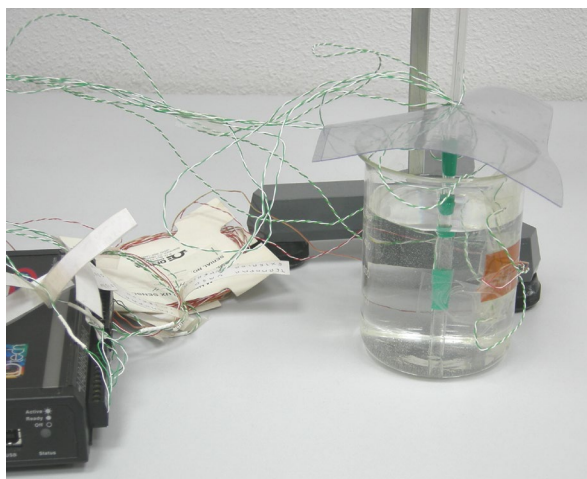


Fig. 5. Foto y esquema del montaje para la medida de la convección natural.

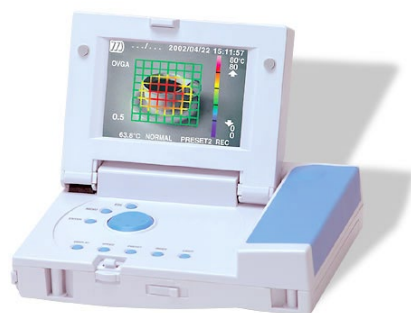


Fig. 6. Cámara termográfica de 64 puntos.

Notas y datos

Tabla 1. Características del sensor de flujo de calor modelo HFS-4 de Omega..

Características	Valor	Unidad
Sensibilidad	2,1	$\mu\text{V}\cdot\text{m}^2/\text{W}$
Límite superior de temperatura	450	K
Flujo máximo de calor recomendado	95	W/m^2
Tiempo de respuesta	0,7	s
Resistencia térmica	$3,5\cdot 10^{-3}$	$\text{m}^2\text{K}/\text{W}$
Espesor nominal	$0,23\cdot 10^{-3}$	m
Ancho nominal	$28,5\cdot 10^{-3}$	m
Largo nominal	$35,1\cdot 10^{-3}$	m
Capacidad térmica superficial	1020	$\text{J}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Resistencia del sensor	300	Ω
K sensor	284	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
K aproximada del kapton	$65\cdot 10^{-3}$	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
Número de termopilas	40	-

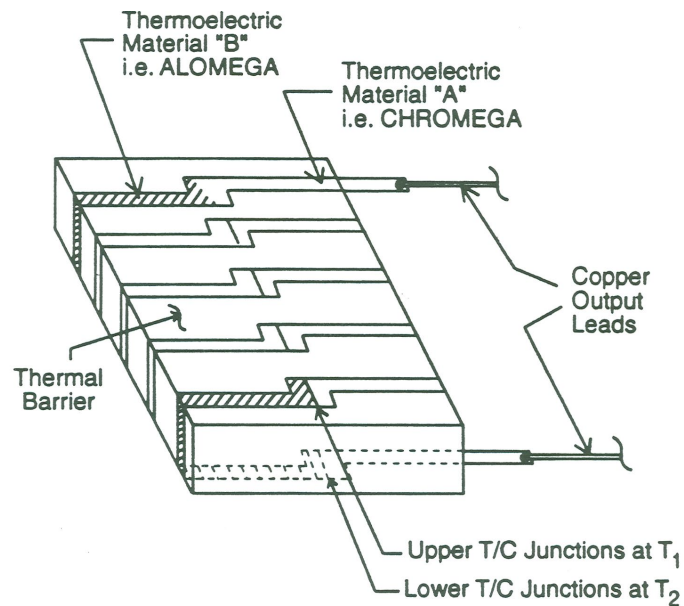


Fig. 7. Estructura del sensor de flujo de calor.

[Back to lab](#)