Conductividad térmica de metales

Física > Termodinámica / Termodinámica > Temperatura y calor

Física > Termodinámica / Termodinámica > Energía térmica

ciencia aplicada > Ingeniería > Ciencias de los Materiales > Propiedades térmicas y eléctricas

ciencia aplicada

Ingeniería > Energías renovables > Principios básicos > ciencia aplicada

Ingeniería > Fotónica > Principios básicos

Nivel de dificultad	Tamaño del grupo	Tiempo de preparación	Tiempo de ejecución
medio	2	45+ minutos	45+ minutos

This content can also be found online at:

http://localhost:1337/c/6075e027033aae0003f55565

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Información general

Ejecución

Fig. 1: Montaje experimental

La conductividad térmica de los metales tiene muchas aplicaciones, como los disipadores de calor.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Información adicional (1/2)

PHYWE

Conocimiento previo

Los conocimientos previos para este experimento se encuentran en la sección de teoría.

Principio general

La conductividad térmica del cobre y del aluminio se determina en un gradiente de temperatura constante a partir del flujo de calor medido calorimétricamente.

Información adicional (2/2)

PHYWE

Objetivo de aprendizaje

El objetivo de este experimento es investigar la conductividad térmica del cobre y del aluminio.

Tareas

1. Determinar la capacidad calorífica del calorímetro en un experimento de mezcla como prueba preliminar. Medir la calefacción del agua a una temperatura de 0 °C en un calorímetro por la acción de la temperatura ambiente en función del tiempo.
2. Para empezar, establecer un gradiente de temperatura constante en una varilla metálica con el uso de dos depósitos de calor (agua hirviendo y agua helada) Después de retirar los trozos de hielo, medir la calefacción del agua fría en función del tiempo y determinar la conductividad térmica de la varilla metálica.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Instrucciones de seguridad

Precaución:

Mantener el nivel de agua de manera que el calentador de inmersión esté siempre suficientemente sumergido, seguir rellenando el agua evaporada durante el experimento - el calentador se destruirá por sobrecalentamiento, si el nivel de agua es demasiado bajo.

Teoría (1/2)

Si existe una diferencia de temperatura entre distintos lugares de un cuerpo, se produce una conducción de calor. En este experimento existe un gradiente de temperatura unidimensional a lo largo de una varilla. La cantidad de calor dQ transportado con el tiempo dt es una función del área de la sección transversal A y el gradiente de temperatura dT/dx perpendicular a la superficie.

$$\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t} = -\lambda A \cdot \left(\frac{\partial T}{\partial x}\right) \quad (1)$$

La distribución de la temperatura en un cuerpo es, por lo general, una función del lugar y del tiempo y se ajusta a la ecuación de transporte de Boltzmann

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \cdot \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}\right) \quad (2)$$

Dónde ρ es la densidad y c es la capacidad calorífica específica de la sustancia.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Teoría (2/2)

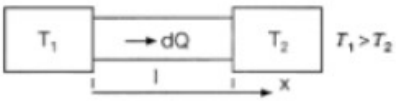
Después de un tiempo, un estado estable

$\frac{\partial T}{\partial t} = 0$(3)

se consigue si los dos extremos de la varilla metálica que tiene una longitud l se mantienen a temperaturas constantes T_1 y T_2. respectivamente, por dos depósitos de calor.

Sustituyendo la ecuación (3) en la ecuación (2), se obtiene la siguiente ecuación:

$T(x) = \frac{T_2 - T_1}{l} \cdot x + T_1$(4)



PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Equipo

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	RECIPIENTE DE 500ML P.CALORIMETRO	04401-10	1
2	RECIPIENTE CALORIM.,C.CONEX.CALOR	04518-10	1
3	VARILLA CONDUCTORA DE CALOR CU	04518-11	1
4	VARILLA CONDUCTORA DE CALOR AL	04518-12	1
5	Medidor de temperatura digital, 4-2	13618-00	1
6	Fuente de alimentación universal, 600mA 3/4,5/5/6/7,5/9/12V, incl. 9 adaptadores	11078-99	1
7	SONDA D.IMMERSION, -50/400 C	13615-03	1
8	SONDA SUPERFICIAL NICR-NI	13615-04	2
9	HERVIDOR DE INMERSION, 220...250V	05947-93	1
10	Agitador magnético sin calefactor, 3 l, 230 V	35761-99	1
11	Varilla para agitador magnético, cilíndrica, 30 mm	46299-02	1
12	PASTA CONDUCTIVA	03747-00	1
13	MANGUITO AISLANTE	04408-00	1
14	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	1
15	Base trípode PHYWE	02002-55	1
16	Pinza para mesa Expert	02011-00	1
17	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 750 mm	02033-00	1
18	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 1000 mm	02034-00	1
19	Pinza universal	37715-01	4
20	Doble nuez	02054-00	6
21	Bloque para soporte 105x105x57 mm	02073-00	1
22	V.D.PRECIP.,BAJO,BORO 3.3,400ml	46055-00	1
23	BALANZA PORTÁTIL OHAUS CX2200	48921-00	1

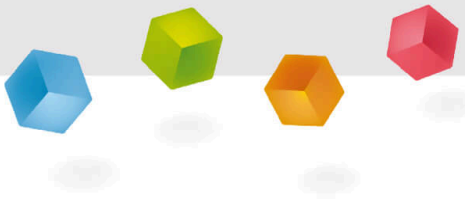
PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

PHYWE



Montaje y Ejecución

Montaje (1/5)

PHYWE

1. Medición de la capacidad calorífica del calorímetro inferior
   - Pesar el calorímetro a temperatura ambiente.
   - Medir y registrar la temperatura ambiente y la temperatura del agua precalentada suministrada.
   - Después de llenar el calorímetro con agua caliente, determinar la temperatura de mezcla en el calorímetro.
   - Pesar el calorímetro para determinar la masa de agua que contiene.
   - Calcular la capacidad calorífica del calorímetro.
   - Determinar la influencia del calor del entorno en la calefaccion del agua (0 °C sin trozos de hielo) midiendo el cambio de temperatura en un periodo de 30 minutos.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Montaje (2/5)

PHYWE

2. Determinación de la conductividad térmica

- Realizar el montaje experimental según la figura 1.
- Pesar el calorímetro inferior vacío.
- Introducir el extremo aislado de la varilla metálica en el recipiente superior del calorímetro. Para mejorar la transferencia de calor, cubrir el extremo de la varilla metálica con pasta de conducción de calor.
- Fijar la varilla metálica al soporte de manera que el calorímetro inferior pueda retirarse por debajo de él.
- La altura del calorímetro inferior puede modificarse con la ayuda del bloque de soporte. Al hacerlo, hay que tener cuidado de que el extremo no aislado de la varilla permanezca completamente sumergido en el agua fría durante el experimento.

Montaje (3/5)

PHYWE

- La sonda de temperatura de superficie debe colocarse lo más cerca posible de la varilla.
- Las hendiduras más externas de la varilla (separación: 31,5 cm) se utilizan para medir la diferencia de temperatura en la varilla. Para mejorar la transferencia de calor entre la varilla y la sonda de superficie, utilice pasta de conducción de calor.
- Con un calentador de inmersión, llevar el agua del calorímetro superior a ebullición y mantenerla a esta temperatura.

Precaución: Mantener el nivel de agua de manera que el calentador de inmersión esté siempre suficientemente sumergido, seguir rellenando el agua evaporada durante el experimento - el calentador se destruirá por sobrecalentamiento, si el nivel de agua es demasiado bajo.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Montaje (4/5)

PHYWE

- Asegurarse de que el calorímetro superior esté bien lleno para evitar un descenso de la temperatura debido al rellenado contingente con agua.
- Mantener el agua en el calorímetro inferior a 0°C con la ayuda de hielo (en una bolsa de gasa).
- La medición puede iniciarse cuando se ha establecido un gradiente de temperatura constante entre las sondas de la superficie superior e inferior, es decir, cuando no se producen cambios durante la medición diferencial.
- Al inicio de la medición, retirar el hielo del calorímetro inferior.
- Medir y registrar el cambio de la temperatura diferencial y la temperatura del agua en el calorímetro inferior durante un período de 5 minutos.
- Pesar el calorímetro lleno de agua y determinar la masa del agua. Ajustes del dispositivo de medición de la temperatura 4-2:

Montaje (5/5)

PHYWE

En la primera pantalla del aparato de medición se muestra la temperatura del calorímetro inferior.

En la segunda pantalla se muestra la medición diferencial entre la sonda de superficie superior y la inferior.

- A partir de los resultados de las mediciones se puede determinar la conductividad térmica de diferentes metales.

PHYWE

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen

Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107

info@phywe.de
www.phywe.de

Evaluación

Tarea 1

La capacidad calorífica del calorímetro se obtiene a partir de los resultados del experimento y de la siguiente fórmula:

$$C = c_{\mathrm{W}} \cdot m_{\mathrm{W}} \cdot \left(\frac{\vartheta_{\mathrm{W}} - \vartheta_{\mathrm{M}}}{\vartheta_{\mathrm{M}} - \vartheta_{\mathrm{R}}} \right) \text{(5)}$$

c_W = Capacidad calorífica específica del agua, m_W = Masa del agua, ϑ_W = Masa del agua, ϑ_W = Temperatura de mezcla, ϑ_R = Temperatura ambiente

La medición proporciona un valor de aproximadamente 78 J/K ±25%. Las grandes variaciones en los resultados son consecuencia de la forma en que se realiza el experimento y del montaje experimental.

La adición de calor del entorno se calcula a partir del aumento de temperatura ΔT del agua fría en el calorímetro.

$\Delta Q = (c_{\mathrm{W}} \cdot m_{\mathrm{W}} + C) \cdot \Delta T$(6) T_0 = Temperatura en el momento t = 0

Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Tarea 2 (1/4)

PHYWE

La energía térmica suministrada al calorímetro inferior puede calcularse mediante la ecuación (6). Los valores y la variación de la diferencia de temperatura en la varilla metálica se trazan en función del tiempo.

En el diagrama que ilustra la diferencia de temperatura, se puede ver que la temperatura permanece esencialmente constante. Por consiguiente, se puede considerar que la ecuación 3 se ha satisfecho. Para calcular la energía térmica transportada por la varilla metálica según la ecuación 1, hay que restar la fracción de calor ambiental.

$$\frac{\mathrm{d}Q_{\mathrm{rod}}}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}Q_{\mathrm{tot}}}{\mathrm{d}t} - \frac{\mathrm{d}Q_{\mathrm{surr}}}{\mathrm{d}t} \quad (7)$$

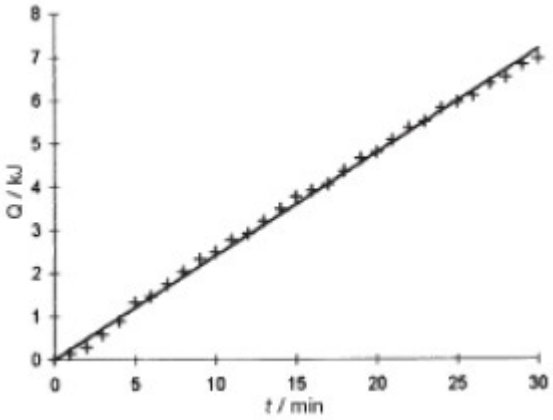


Fig. 2: Diagrama: Calentamiento del entorno a lo largo del tiempo.

Tarea 2 (2/4)

PHYWE

dQ/dt para el calor ambiental se puede calcular a partir de la pendiente del gráfico de la Fig. 2. dQ/dt para todo el montaje se puede calcular a partir de la pendiente de la gráfica de Q en t en las figuras 3 y 4. Con los valores de la longitud de la varilla (Δx = 31,5 cm), el área (A = $4.91 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m}^2$ y la temperatura media en la varilla metálica, el número de conducción de calor puede calcularse mediante la ecuación (1). El siguiente resultado como los valores promedio:

λ_{Al} = 254 W/Km, λ_{Cu} = 447 W/Km

Los valores de la literatura son: λ_{Al} = 220 W/Km, λ_{Cu} = 384 W/Km

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de

Tarea 2 (3/4)

PHYWE

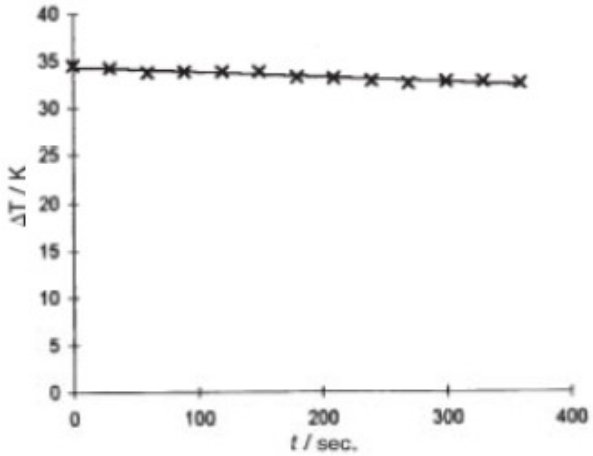


Fig. 3a: ΔT en función del tiempo para el aluminio.

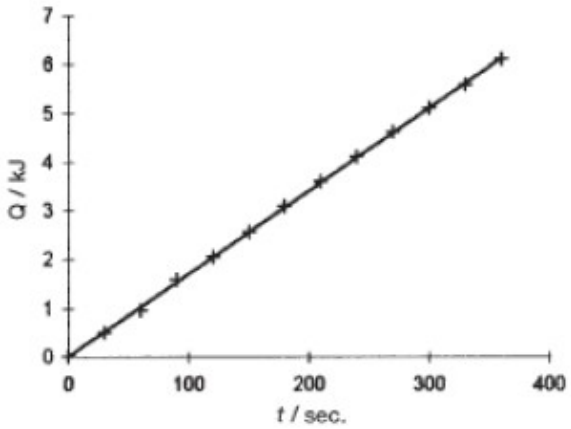


Fig. 3b: *Q* en función del tiempo para el aluminio.

Tarea 2 (4/4)

PHYWE

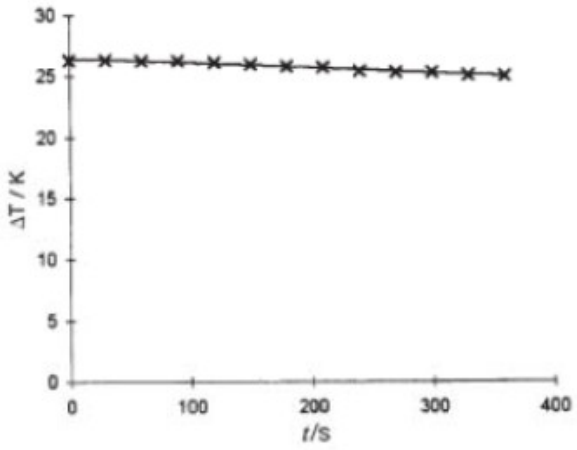


Fig. 4a: ΔT en función del tiempo para el cobre.

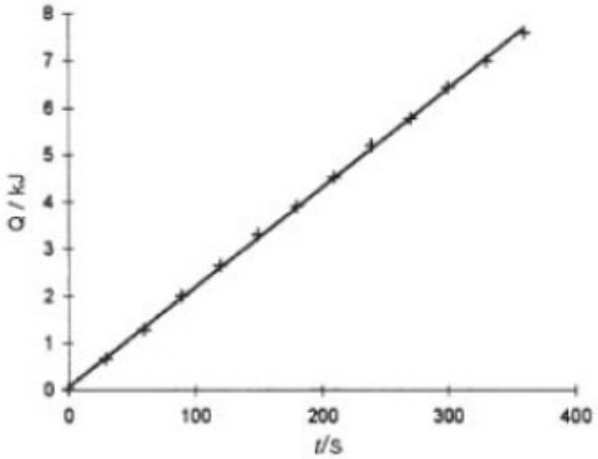


Fig. 4b: *Q* en función del tiempo para el cobre.

PHYWE
Robert-Bosch-Breite 10
37079 Göttingen
Tel.: 0551 604 - 0
Fax: 0551 604 - 107
info@phywe.de
www.phywe.de