

Coeficiente de conducción de calor de metales



P1043200

Física

Termodinámica / Termodinámica

Transporte de Calor



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

10 minutos



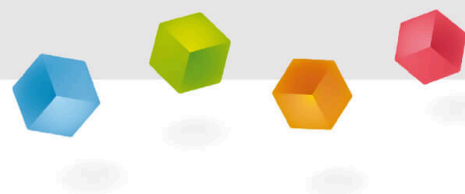
Tiempo de ejecución

10 minutos

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/6176a3e6dfbc4200037834a3>

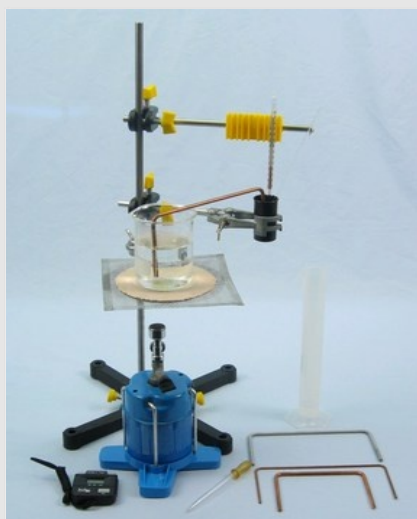
PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Montaje del experimento

La energía puede transferirse por flujo de calor, radiación de calor o conducción de calor.

Cuanto mayor sea la conductividad térmica de un material, mejor podrá conducir el calor. Sin embargo, el flujo de calor a lo largo de una varilla depende además de sus proporciones.

Los alumnos aprenderán estas conexiones con la ayuda de este experimento.

Información adicional para el profesor (1/5)

PHYWE



Conocimiento previo

Los estudiantes deben estar familiarizados con un quemador de butano.



Principio

Una varilla metálica en forma de U se sumerge en agua hirviendo por un lado y en agua fría por el otro. A partir del calentamiento del agua fría, se pueden hacer afirmaciones cualitativas y cuantitativas sobre la influencia del material, la longitud y el diámetro de la varilla en el flujo de calor.

Información adicional para el profesor (2/5)

PHYWE



Objetivo

Los alumnos deben aprender la influencia del material, la longitud y el diámetro de la varilla en el flujo de calor.

Con la ayuda de las tareas adicionales, se puede hacer la conexión con el coeficiente de conducción de calor.



Tareas

Investigar la conducción del calor en los metales en función del material y de las dimensiones de la varilla.

Colocar una varilla metálica entre dos vasos de agua caliente y fría y medir el cambio de temperatura en el agua fría.

Información adicional para el profesor (3/5)

PHYWE

Información adicional

Dado que la realización del experimento requiere mucho tiempo, las mediciones deben llevarse a cabo en una división del trabajo: Se forman al menos cuatro grupos de trabajo. Un grupo de trabajo realiza el experimento con una sola varilla a la vez y los resultados de todos los grupos de trabajo se recopilan para su evaluación.

Sobre el montaje y la ejecución:

1. El vaso de precipitados y el vaso de metal deben estar dispuestos de manera que la varilla de metal pueda colocarse fácilmente sobre ambos cuando el agua esté hirviendo. Sin embargo, ¡no existe durante la fase de calentamiento del agua!
2. Al leer las temperaturas, se deben estimar también los valores intermedios de 0,5 °C; En el vaso de precipitados metálico, agitar regularmente.
3. Para este experimento, se recomienda un termómetro con una graduación de 1/10 grados, ya que hay que evaluar diferencias de temperatura muy pequeñas (véase la lista de materiales).

Información adicional para el profesor (4/5)

PHYWE

Sobre las tareas adicionales:

Con las tareas adicionales, se lleva a cabo la confirmación cuantitativa de la fórmula del flujo de calor. No se realiza el cálculo de la conductividad térmica específica, ya que los resultados están sujetos a grandes errores por las razones mencionadas a continuación.

El flujo de calor a través de una varilla metálica depende de su longitud, de su sección transversal y de la diferencia de temperaturas en ambos lados de la varilla. El factor de proporcionalidad es la conductividad térmica específica λ del material.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \lambda \cdot (T_w - T_k) \cdot \frac{A}{l} = \lambda \cdot (T_w - T_k) \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \frac{d^2}{l}$$

Así, $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ = flujo de calor a través de la varilla, T_w = temperatura del agua hirviendo, T_k = temperatura del agua fría, l = longitud de la varilla, A = área de la sección transversal de la barra, d = Diámetro de la varilla

Información adicional para el profesor (5/5)

PHYWE

Sobre las tareas adicionales:

La dependencia del flujo de calor de d_2 y de $\frac{1}{l}$ puede demostrarse de forma impresionante a partir de los resultados de las mediciones de los alumnos. En cada caso, la varilla de cobre con $d_0 = 5\text{mm}$ y $b_0 = 175\text{mm}$ tomada como varilla de comparación.

Valores de la literatura para las conductividades térmicas específicas:

Cobre: $384\text{ J/m}^\circ\text{C}$

Aluminio: $220\text{ J/m}^\circ\text{C}$

La desviación del valor determinado a partir de la medición con respecto al valor de la literatura es relativamente grande porque la varilla es muy fina en relación con su longitud y, por tanto, desprende mucho calor al entorno. Sin embargo, la comparación de las varillas en las mismas condiciones experimentales es bastante acertada: la conductividad térmica específica del aluminio es sólo la mitad de la del cobre. Este es también el resultado de la medición.

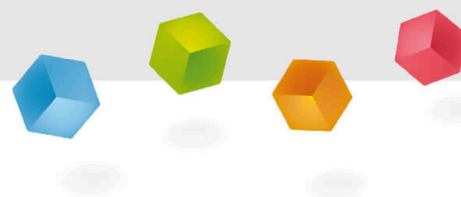
Instrucciones de seguridad

PHYWE



Las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias se aplican a este experimento.

PHYWE



Información para el estudiante

Motivación

PHYWE



Olla con asas de plástico duro

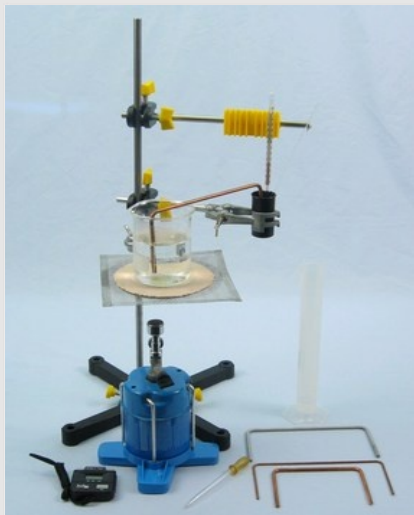
Si tocamos un cristal en verano después de que el sol haya brillado sobre él, está tibio, pero de ninguna manera caliente. La situación es diferente con una placa metálica o un tubo de cobre (por ejemplo, un canalón). Si los tocamos después de un día de sol, podemos sufrir una quemadura en el peor de los casos.

Seguro que también has tenido una olla en la cocina que se calentaba en las asas mientras otra tenía las asas frías.

Estas diferencias se deben a la diferente conductividad térmica de las sustancias, que se observará con más detalle en el siguiente experimento.

Tareas

PHYWE



Montaje del experimento

Investigar la conducción del calor en los metales en función del material y de las dimensiones de la varilla.

Colocar una varilla metálica entre dos vasos de agua caliente y fría y medir el cambio de temperatura en el agua fría.

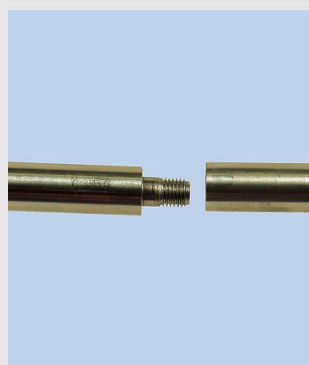
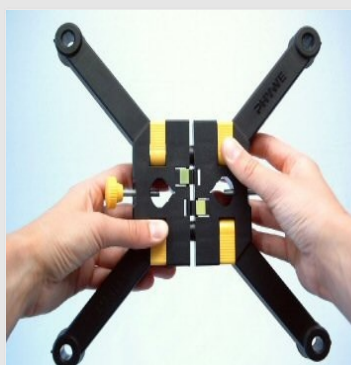
Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Base soporte, variable	02001-00	1
2	Varilla de acero inoxidable, 18/8, 250 mm	02031-00	1
3	Varilla de acero inoxidable 18/8, 600 mm, d=10 mm	02037-00	1
4	Nuez	02043-00	2
5	Soporte para tubos de vidrio	05961-00	1
6	Anillo de soporte con pinza, diám. int. 100 mm	37701-01	1
7	Rejilla con porcelana, 160 x 160 mm	33287-01	1
8	Pinza universal	37715-01	1
9	AGITADOR	04404-10	1
10	COPA, BRILLANTE	05903-00	1
11	VARILLA DE ALUMINIO EN U	05910-00	1
12	VARILLA DE COBRE EN U	05910-01	1
13	VARILLA DE COBRE EN U, D3MM, L175MM	05910-03	1
14	VARILLA D. COBRE EN U, D5MM, L120MM	05910-04	1
15	Vaso de precipitación, forma baja, BORO 3.3, 250 ml	46054-00	1
16	Pipeta con perita de goma	64701-00	1
17	Cilindro graduado, plástico, 100 ml	36629-01	1
18	Termómetro de estudiantes, -10...+110°C, l = 180 mm	38005-02	1
19	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	1
20	Cinta métrica, l = 2 m	09936-00	1
21	Quemador de butano p. cartuchos, Labogas 206	32178-00	1
22	Cartucho de butano, 190 g	47535-01	1
23	Piedrecitas para fácil ebullición, 200 g	36937-20	1

Montaje (1/3)

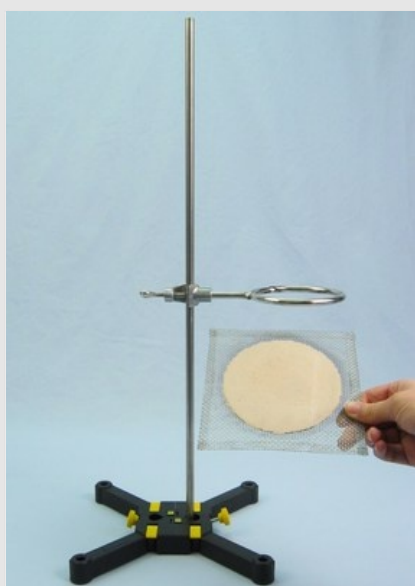
PHYWE

Preparar el experimento según las ilustraciones en orden de izquierda a derecha.

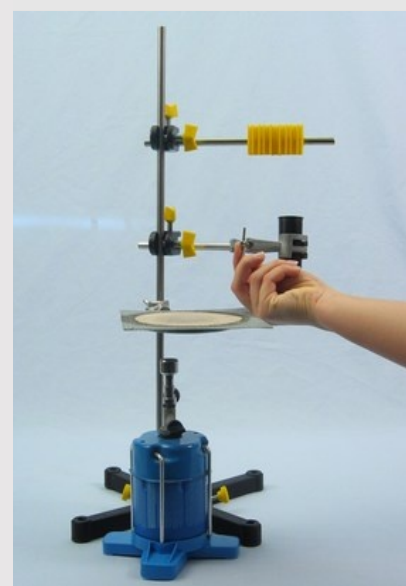


Montaje (2/3)

PHYWE



- Llenar el vaso de precipitados con 200 ml de agua y añadir dos piedras hirviendo.
- Colocar el anillo de soporte y el vaso de la pieza en bruto con la abrazadera universal de forma que la varilla metálica con la que se va a realizar la medición pueda colocarse entre ellos (véase la figura derecha).



Montaje (3/3)

PHYWE

Sostener el termómetro de manera que su punta de medición esté aproximadamente 1 cm por encima del fondo del vaso.

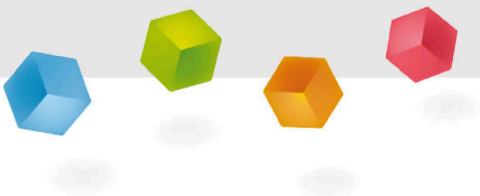


Ejecución

PHYWE

- Calentar el agua hasta que hierva y luego bajar ligeramente el fuego. Observar el material, el grosor d y la longitud b de la varilla metálica examinada en la Tabla 1 de Resultados.
- Llenar el vaso de precipitados metálico con 20 ml de agua (Medir exactamente con una probeta y una pipeta) (véase la figura de la derecha) y medir la temperatura del agua en el vaso y anotarla en la tabla 1 en $t = 0$ min.
- Colgar la varilla metálica con una pata en el agua hirviendo, con la otra en el vaso con agua fría y poner en marcha el cronómetro. Remover el agua en el vaso de precipitados regularmente.
- Medir y registrar la temperatura del agua en el vaso cada minuto y detener la medición después de 12 minutos.





Resultados

Tarea 1



Introducir las lecturas de temperatura del agua T en la mesa en los momentos adecuados.

Se aplican las siguientes designaciones: Diámetro d , longitud b

- Cu₁ (Cobre, $d=5\text{mm}$, $b=175\text{mm}$)
 - Al (Aluminio, $d=5\text{mm}$, $b=175\text{mm}$)
- Cu₂ (Cobre, $d=3\text{mm}$, $b=175\text{mm}$)
 - Cu₃ (Cobre, $d=5\text{mm}$, $b=120\text{mm}$)

Cu ₁ Al Cu ₂ Cu ₃					Cu ₁ Al Cu ₂ Cu ₃				
t en min.	T en °C	T en °C	T en °C	T en °C	t en min.	T en °C	T en °C	T en °C	T en °C
0					2				
1					La tabla continúa en la página siguiente.				

Tarea 2

PHYWE

	Cu ₁	Al	Cu ₂	Cu ₃
<i>t</i> en min.	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C
3				
4				
5				
6				
7				

	Cu ₁	Al	Cu ₂	Cu ₃
<i>t</i> en min.	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C	<i>T</i> en °C
8				
9				
10				
11				
12				

Tarea 3

Representar todos los valores medidos en un diagrama tiempo-temperatura.

¿Por qué la temperatura del agua sólo aumenta ligeramente en los dos primeros minutos?

- ☐ El calor se necesita primero para calentar la barra de metal.
- ☐ Sólo cuando se ha establecido una relación de temperatura más o menos constante por encima de la varilla metálica se pueden hacer afirmaciones sobre la conducción del calor a partir de los valores medidos.
- ☐ El termómetro tarda en ajustarse a un cambio de temperatura.
- ☐ En los primeros minutos, se pierde mucho calor en el ambiente. Hay que esperar este periodo.

Tarea 3

PHYWE

Representar todos los valores medidos en un diagrama tiempo-temperatura.

¿Por qué la temperatura del agua sólo aumenta ligeramente en los dos primeros minutos?

- ☐ El calor se necesita primero para calentar la barra de metal.
- ☐ Sólo cuando se ha establecido una relación de temperatura más o menos constante por encima de la varilla metálica se pueden hacer afirmaciones sobre la conducción del calor a partir de los valores medidos.
- ☐ El termómetro tarda en ajustarse a un cambio de temperatura.
- ☐ En los primeros minutos, se pierde mucho calor en el ambiente. Hay que esperar este periodo.

Tarea 4

PHYWE

¿Cómo de grande es el aumento de la temperatura ΔT en el período comprendido entre $t_1 = 2 \text{ min}$ y t_2 ¿12 minutos?

Material	d en mm	b en mm	ΔT en °C
Cu	5	175	
Al	5	175	
Cu	3	175	
Cu	5	120	

¿Qué metal conduce mejor el calor?

- ☐ El cobre conduce el calor aproximadamente dos veces mejor que el aluminio.
- ☐ Cobre
- ☐ Aluminio
- ☐ El cobre conduce el calor aproximadamente la mitad que el aluminio.
- ☐ El aluminio conduce el calor

Tarea 5

PHYWE

Arrastrar las palabras a los espacios correctos.

Tanto el como la de la varilla afectan al flujo de calor a través de la misma. Cuanto más grande sea el diámetro de la varilla, mayor será el flujo de calor. Cuanto más grande sea la longitud de la varilla, menor será el flujo de calor.

longitud

diámetro

☒ Verificar

Tarea 6

PHYWE

Tareas adicionales

Por lo tanto, se aplica $l = b + s_1 + s_2$. Utilizar para completar la tabla (¡todos los valores con índice 0 son válidos para la barra de comparación! Los valores de ΔT se han tomado de la tabla de la pregunta 2).

Material	d en mm	b en mm	l en mm	$(d/d_0)^2$	l_0/l	ΔT en °C	$\Delta T/\Delta T_0$
Cu	5	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Al	5	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cu	3	175	260	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Cu	5	120	205	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Tarea 7

PHYWE

Tareas adicionales

Expresar la relación entre el flujo de calor (cantidad de calor por unidad de tiempo) y las dimensiones de la varilla con una proporcionalidad.

¿Qué influencia tiene la diferencia de temperatura entre los dos extremos de la varilla en el flujo de calor que la atraviesa? (Si es necesario, realizar el experimento correspondiente manteniendo un extremo de la varilla directamente en la llama en lugar del agua hirviendo y midiendo después el aumento de temperatura del agua fría. Precaución. La varilla se calentará mucho).