

Expansión lineal de los cuerpos sólidos



P1291500

Física

Termodinámica / Termodinámica

Temperatura y calor



Nivel de dificultad

medio



Tamaño del grupo

-



Tiempo de preparación

20 minutos



Tiempo de ejecución

30 minutos

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/64e684de7c5df40002fa14a0>

PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Fig. 1: Montaje experimental

Todo cuerpo sólido ocupa un espacio determinado a una temperatura dada. Tiene un volumen determinado. Si la temperatura de un cuerpo sólido cambia, su volumen, es decir, su longitud, anchura y altura, generalmente también cambia.

Incluso en el caso de cuerpos sólidos largos, como tuberías, puentes de acero, vías férreas, calzadas de hormigón de autopistas o líneas eléctricas de alta tensión, el volumen y, por tanto, las dimensiones cambian cuando varía la temperatura.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



Conocimiento previo

Los alumnos deben tener conocimientos de dilatación térmica y estar familiarizados con la definición de los términos "coeficiente de dilatación lineal". α debería resultarle familiar.



Principio

Un sólido cambia sus dimensiones geométricas bajo la influencia del calor, lo que se denomina dilatación térmica. En este experimento, varios tubos metálicos se calientan con vapor y se examina su dilatación lineal. El cambio de longitud se ilustra mediante un puntero sobre un eje rodante sobre el que puede moverse el tubo. La dilatación lineal de los distintos metales se compara cualitativamente.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo

Los distintos materiales se dilatan en grados diferentes bajo la influencia del calor. La dilatación lineal puede describirse mediante el coeficiente de dilatación lineal α específico del material. Además, hay que explicar el funcionamiento del puntero de laminación.



Tareas

1. Comparación cualitativa de la dilatación lineal de diferentes tubos metálicos.
2. Derivación geométrica de la función del puntero de rodillo.
3. Cálculo del coeficiente de dilatación lineal α específico del material.

Instrucciones de seguridad

PHYWE



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

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	PHYWE Tablero DEMO-Física con soporte	02150-00	1
2	Soporte en forma de abrazadera, regulable, d=28-36 mm	02151-06	1
3	Soporte de sujeción magnético, regulable, d=0-13 mm	02151-07	1
4	Regla para demostración	02153-00	1
5	Flechas/punteros para demostración en tablero, 4 unidades	02154-01	1
6	Placa para soporte con fijación magnética	02155-00	1
7	Soporte para mechero, fijación magnética	02162-00	1
8	Soporte de gasa y alambre con fijación magnética	02163-00	1
9	Rejilla con porcelana, 160 x 160 mm	33287-01	1
10	NUEZ PARA EXPANSION LINEAL	04231-55	1
11	TUBO DE LATON	04234-11	1
12	TUBO DE HIERRO	04234-12	1
13	TUBO DE ALUMINIO	04234-13	1
14	EJE MOVIL CON AGUJA DE INDICACION	04236-01	1
15	Matraz Erlenmeyer, lecho de tapón, 100 mlSB 29	MAU-EK17082301	1
16	Tubo de vidrio, l= 80 mm, 10 unidades	MAU-16074541	1
17	Tapón de goma, 26/32 mm, 1 perforación de 7 mm	39258-01	1
18	TUBO DE SILICONA, DIAM.INT. 6 mm	47530-00	1
19	Mechero Bunsen con cartucho de gas, 220 g	32180-00	1
20	Glicerina, 250ml	30084-25	1
21	Piedrecitas para fácil ebullición, 200 g	36937-20	1
22	SONDA D.IMMERSION, -50/400 C	13615-03	1
23	Multímetro analógico Demo ADM3: corriente, voltaje, resistencia y temperatura	13840-00	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje (1/4)

PHYWE



Fig. 2: Materiales

Colocar el soporte magnético para el quemador de butano en la parte inferior izquierda de la placa de demostración. (Fig. 3)

Fijar el soporte de red con red metálica en la marca 240 (soplete de butano) o en la marca 180 (soplete Bunsen).

Llenar el matraz Erlenmeyer hasta la mitad con agua y añadir dos piedras hirviendo.

Introducir el tubo de vidrio de 80 mm en el tapón de goma con ayuda de glicerina y cerrar con él el matraz Erlenmeyer.

Montaje (2/4)

PHYWE

Colocar el tubo de silicona en el extremo del tubo de vidrio.

Colocar el matraz Erlenmeyer en la placa sobre el mechero Bunsen utilizando el soporte de pinza (28 a 36 cm) y bajarlo sobre la rejilla metálica.

Preparar la instalación de los tubos metálicos. Introducir los tubos a través de dos muescas a una distancia de $l = 500 \text{ mm}$ y un extremo biselado. Como se muestra en la fig. 3, bloquear en la muesca del extremo biselado el casquillo de soporte para la dilatación longitudinal y en la otra muesca la abrazadera de sujeción (0 a 13 mm). Empezar con el tubo de aluminio, por ejemplo.



Fig. 3: Montaje experimental

Montaje (3/4)

PHYWE
excellence in science

Ahora colocar la parte plana hacia arriba en el lado derecho del tablero. Colocar el tubo en el centro del tablero y conectarlo con el tubo de silicona por los extremos rectos. Apoyar sobre el lado derecho del tablero.

9. la tubería debe tener una ligera inclinación hacia la derecha para que pueda evacuarse el agua de condensación.

Montar ahora el eje de balanceo (fig. 4). Pasar el puntero con el lado del contrapeso por el orificio de la base. El eje de rodadura se apoya entonces sobre la superficie. Asegurarse de que el eje de rodadura se encuentra en ángulo recto con respecto al tablero para que el puntero no roce con el tablero y pueda moverse libremente.

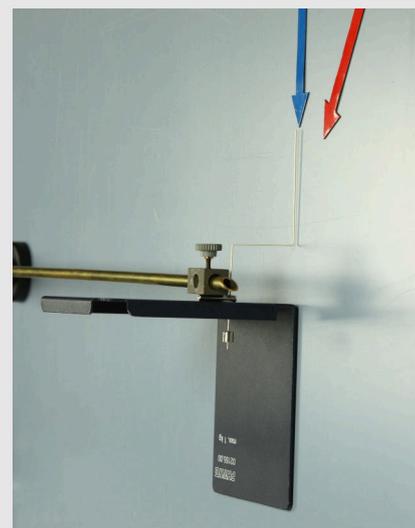


Fig. 4: Puntero de rodillo

Montaje (4/4)

PHYWE

Girar el tubo en el extremo con la abrazadera con el casquillo de apoyo sobre el eje del rodillo, de modo que se garantice una presión de apoyo suficiente. La posición del eje del rodillo puede optimizarse cuidadosamente más adelante.

Conectar el enchufe del sensor de temperatura al ADM 3. Utilizar el ADM 3 para medir la temperatura ambiente.



Fig. 5: Montaje experimental

Ejecución (1/2)

PHYWE



Atención. Tanto el tubo como el vapor de agua que saldrá al final están calientes. Existe riesgo de quemaduras.

Colocar el puntero verticalmente y marcar su posición inicial cerca del puntero con una flecha azul. No golpear el tubo ni el puntero durante el experimento.

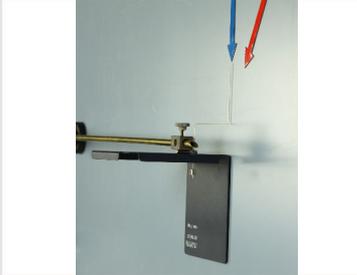
Encender el mechero Bunsen, llevar el agua a ebullición y esperar a que salga vapor por el extremo del tubo. Colocar un vaso de precipitados debajo para recoger la condensación.

Observar el puntero y esperar hasta que deje de moverse. Marcar la posición final con una flecha roja cerca del puntero.

4. medir la distancia s entre las flechas roja y azul.

Ejecución (2/2)

PHYWE



Dejar que el tubo se enfríe un poco y retirarlo con la ayuda de un trapo.

Repetir el experimento con los tubos de materiales diferentes.

También:

Determinar la temperatura ambiente con el ADM 3.

2. medir la longitud del puntero α desde el centro del eje de rodadura hasta la punta.

PHYWE



Resultados

Observaciones

PHYWE

El puntero del rodillo se mueve a medida que el tubo se calienta y alcanza la deflexión máxima.

El aluminio provoca la mayor deformación máxima, el acero la menor.

Resultados (1/6)

PHYWE

Material	s en mm
Aluminio	23
Latón	19
Acero	12

Tab. 1

A continuación se ofrecen ejemplos de los resultados de las mediciones (Tabla 1):

Longitud de los tubos metálicos = 500 mm

Radio del eje de rodadura = 2 mm

Longitud del puntero = 102 mm

Temperatura ambiente = 23 °C

Temperatura de ebullición = 100 °C

Resultados (2/6)

PHYWE

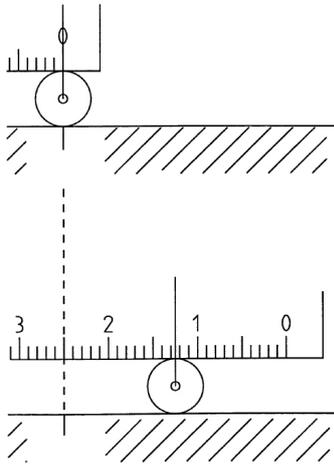


Fig. 10: Movimiento de rodadura

a) Geometría del puntero de rodillo

1. Debe establecerse una relación entre la desviación del puntero del rodillo s y la expansión lineal Δl puede derivarse.

Las figuras 10 y 11 ayudan

Resultados (3/6)

PHYWE

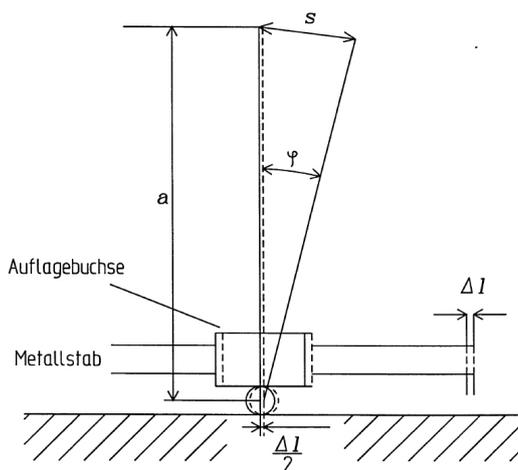


Fig. 11: Geometría del puntero de rodillo

2. Para familiarizarse con su funcionamiento, hacer que los alumnos utilicen una regla (que representa el tubo con el casquillo de apoyo) para girar el eje de rodadura 360° sobre un borde. El resultado se muestra en la Fig. 10:

Desplazamiento de la regla 2,5 cm

Movimiento del puntero del rodillo 1,25 cm

Circunferencia del puntero del rodillo 1,25 cm

Resultados (4/6)

PHYWE

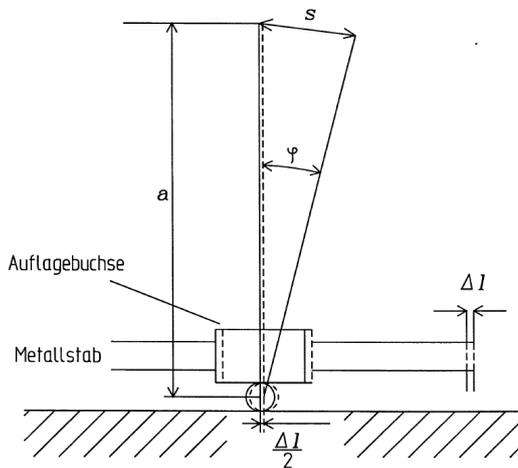


Fig. 12: Geometría del puntero de rodillo

3. La regla se desplaza alrededor de la distancia Δl el puntero del rodillo se mueve alrededor de la distancia $\Delta l/2$. La distancia rodada puede medirse sobre la circunferencia del eje. $2\pi r$ en relación con el ángulo de desviación ϕ ser fijado:

$$\Delta l/2 = 2\pi \cdot r \cdot \frac{\phi}{360^\circ}$$

4. Ahora la pista s en relación con el ángulo. Corresponde al arco de círculo que forma el ángulo ϕ oído. De este modo, la ruta $\Delta l/2$ no se tiene en cuenta. (Un cálculo mediante la tangente o el seno del ángulo de rotación arrojaría los mismos resultados dentro del margen de precisión de la medición).

$$\phi = s \cdot \frac{360^\circ}{2\pi a}$$

Resultados (5/6)

PHYWE

b) Ahora la expansión lineal será Δl y se puede calcular el coeficiente de dilatación α .

1. La dilatación lineal depende de la diferencia de temperatura ($T_1 - T_0$) y la longitud de la tubería sujeta l_0 . Ambas magnitudes vienen determinadas por el coeficiente de dilatación lineal. α relacionados:

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot (T_1 - T_0)$$

2. Las fórmulas anteriores pueden combinarse en una fórmula final:

$$\alpha = s \cdot \frac{2 \cdot r \cdot s}{a \cdot l_0 \cdot (T_1 - T_0)}$$

Los resultados finales se muestran en la Tabla 2, al igual que el valor de α en la literatura:

Resultados (6/6)

PHYWE

Material	s en mm	ϕ en grados	Δl en mm	α en 10^{-6} I/K	Valor literario α en 10^{-6} I/K
Aluminio	23	12,9	0,90	23	23,7
Latón	19	10,7	0,75	19	18,3
Acero	12	6,7	0,47	12	10

Tab. 2