

Termogenerador semiconductor



Física

Termodinámica /
Termodinámica

Energía térmica

Física

Electricidad y Magnetismo

La corriente eléctrica y su efecto

ciencia aplicada

Ingeniería

Ingeniería eléctrica

Propiedades de los componentes
eléctricos

ciencia aplicada

Ingeniería

Energías renovables

Calor



Nivel de dificultad

difícil



Tamaño del grupo

2



Tiempo de preparación

45+ minutos



Tiempo de ejecución

45+ minutos

This content can also be found online at:


<https://www.curriculab.de/c/60662eeaf1639a0003d1aae7>

PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



Fig. 1: Montaje experimental para medir la tensión en vacío y la corriente de cortocircuito en función de la diferencia de temperatura.

Los semiconductores se utilizan ampliamente como detectores. Como tales, tienen aplicaciones industriales en cámaras.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE

Conocimiento
previo

El conocimiento previo para este experimento se encuentra en la sección de principio.



Principio

En un termogenerador de semiconductores, la tensión en vacío y la corriente de cortocircuito se miden en función de la diferencia de temperatura. Se determinan la resistencia interna, el coeficiente de Seebeck y la eficiencia.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo

El objetivo de este experimento es investigar el efecto Seebeck.



Tareas

Para poder medir voltaje sin carga U_o y corriente de cortocircuito I_s a diferentes diferencias de temperatura y para determinar el coeficiente de Seebeck.

Para poder medir corriente y voltaje a una diferencia de temperatura constante pero con diferentes resistencias de carga, y para determinar la resistencia interna R_i de los valores medidos.

Determinar la eficiencia de conversión de energía, a partir de la cantidad de calor consumido y la energía eléctrica producida por unidad de tiempo.

Principio

PHYWE

Si se crea una caída de temperatura a lo largo de una rama sin corriente de un conductor compuesto de diferentes materiales, el calor fluye desde la región más cálida a la más fría. Los portadores de carga que participan en esta transferencia de calor están distribuidos de manera desigual a lo largo del conductor. Se configura una intensidad de campo interno, que se puede demostrar que es la fem. U_o . En los extremos abiertos de la conductora (efecto Seebeck).

El nivel de voltaje depende de la diferencia de temperatura y de los materiales utilizados. En una primera aproximación, el voltaje se puede escribir:

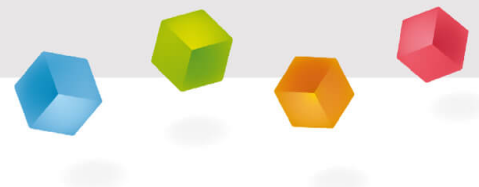
$$U_o = \alpha_{1,2}(T_h - T_c) = \alpha_{1,2}\Delta T$$

Donde $\alpha_{1,2}$ es el coeficiente de Seebeck de la combinación de materiales utilizados, T_h es la temperatura del lado caliente y T_c la temperatura del lado frío.

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1	Termogenerador con 2 baños de agua	04366-00	1
2	CAMBIADOR TERMICO	04366-01	2
3	PASTA CONDUCTIVA	03747-00	1
4	CAJA DE CONEXION	06000-00	1
5	REOSTATO, 33 OHMS, 3,1A	06112-02	1
6	Multímetro digital, 3 1/2-visualizado de caracteres	07122-00	2
7	CRONOMETRO DIGITAL, 24 h, 1/100 s y 1 s	24025-00	1
8	Termostato de inmersión Alpha A, hasta 100°C, 230 V	08493-93	1
9	Kit de circulación externa para Termostato Alpha A	08493-02	1
10	CUBETA PARA TERMOSTATO, 6 LITROS	08487-02	1
11	Termómetro de laboratorio, -10...+110 °C	38056-00	1
12	Termómetro de laboratorio, -10...+50°C	38034-00	1
13	RESISTENCIA 2 OHM 5%, 2W, G1	06055-20	1
14	RESISTENCIA 1 OHM 2%, 2W, G1	06055-10	1
15	RESISTENCIA 5 OHM 2%, 2W, G1	06055-50	1
16	RESISTENCIA 10 OHM 2%, 2W, G1	06056-10	1
17	Manguera de conexión, d int = 6 mm, l = 1 m	39282-00	4
18	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, rojo	07361-01	3
19	Cable de conexión, 32 A, 500 mm, azul	07361-04	2
20	Conector de tubo recto, diámetro interior=6-10 mm	47516-01	2

PHYWE



Montaje y ejecución

Ejecución (1/2)

PHYWE

- Asegurar los intercambiadores de calor de tipo flujo a cada lado del termogenerador. Llenar el lado frío con agua del grifo y ajustar la temperatura del lado caliente en el termostato. Las dos temperaturas se miden utilizando los orificios del termogenerador previstos para tal fin. La corriente de cortocircuito y la tensión sin carga se miden directamente, sin tener en cuenta la resistencia interna del equipo de medida.

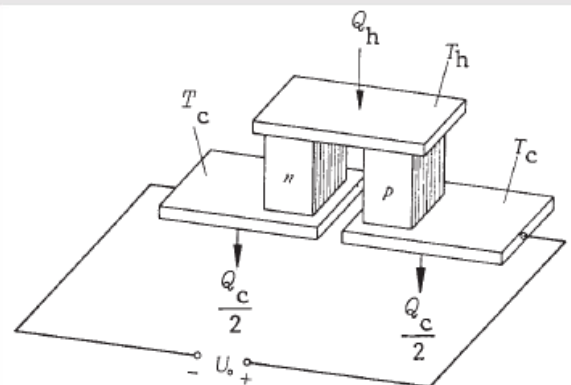


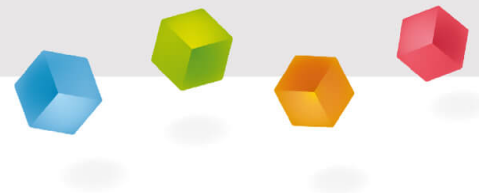
Fig. 2: Construcción de un elemento semiconductor Seebeck. Generalmente, varios elementos están conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo.

Ejecución (2/2)

PHYWE

- Conectar el reostato R_{ext} al termogenerador a una diferencia de temperatura media constante. Mida la corriente y el voltaje en diferentes configuraciones y trace los resultados en un gráfico.
- Retirar el intercambiador de calor que estaba conectado al termostato y colocar un baño de agua a rebosar de agua hirviendo en su lugar.. Medir la temperatura del lado caliente $T_h = f(t)$ y del lado frío $T_c = f(t)$ en función del tiempo. Medir la corriente y el voltaje a través de una resistencia externa de aproximadamente el mismo valor que la resistencia interna.

PHYWE



Resultados

Tarea 1

PHYWE

Aplicar la expresión de regresión $U_o = a + b\Delta T$

a los valores medidos en Fig. 3, Obtenemos

$$b = 0.0587 \frac{\text{V}}{\text{K}}$$

con el error estándar $s_b = 0.0006 \frac{\text{V}}{\text{K}}$

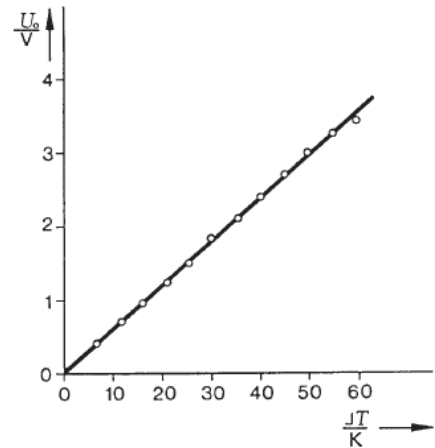


Fig. 3: Tensión en vacío en función de la diferencia de temperatura.

Tarea 1 (parte 2)

PHYWE

El termogenerador consta de 142 elementos conectados en serie. Por tanto, el coeficiente de Seebeck de la combinación de semiconductores utilizada es

$$\alpha_{1,2} = 4.13 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}}$$

con el error estándar

$$s_{\alpha_{1,2}} = 4.04 \cdot 10^{-4} \frac{\text{V}}{\text{K}}$$

Como el cortocircuito también aumenta linealmente con la temperatura, la resistencia interna del termogenerador es constante en el rango de temperatura considerado.

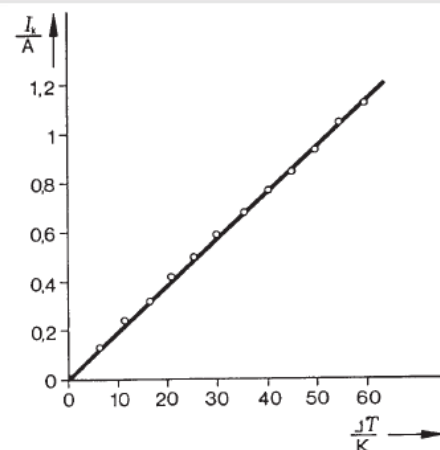


Fig. 4: Corriente de cortocircuito en función de la diferencia de temperatura.

Tarea 2

PHYWE

Aplicar la expresión de regresión $U = a + bI$ a los valores medidos desde Fig. 5 obtenemos

$$a = U_o = 2.34 \text{ V } s_a = s_{U_o} = 0.01 \text{ V}$$

$$\text{y } |b| = R_i = 2.80 \text{ } \Omega \text{ } s_b = s_{R_i} = 0.02 \text{ } \Omega$$

y la corriente de cortocircuito $I_s = \frac{U_o}{R_i} = 0.84 \text{ A}$ with $s_{I_s} = 0.01 \text{ A}$

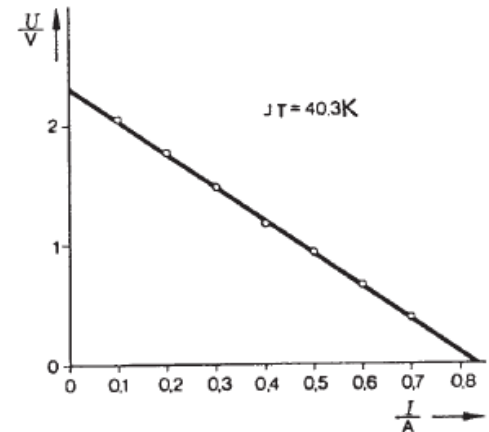


Fig. 5: Tensión terminal en función de la intensidad de la corriente de una diferencia de temperatura constante.

Tarea 3

PHYWE

De la Fig. 6 determinamos la pendiente de la curva (descendente) en un punto dibujando una tangente o por regresión lineal.

A una diferencia de temperatura ΔT de 40 K obtenemos lo siguiente para los valores medidos más cercanos, utilizando la expresión de regresión $\Delta T = a + bt$:

$$b = \frac{d\Delta T}{dt} = -0.0361 \frac{\text{K}}{\text{s}}$$

Por lo tanto, podemos calcular la cantidad de calor Q que fluye a través del generador en tiempo unitario de acuerdo con

$$\frac{dQ}{dt} = P_{th.} = C \cdot \left(\frac{d\Delta T}{dt} \right)$$

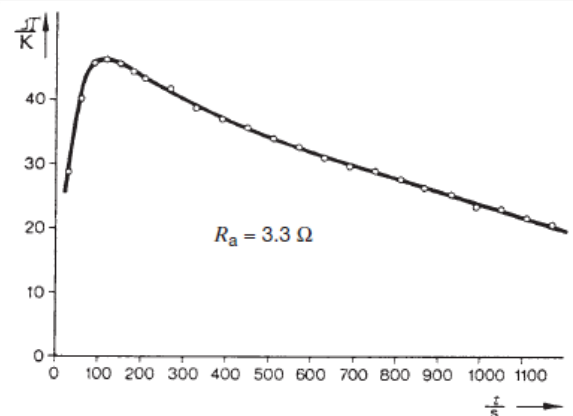


Fig. 6: Diferencia de temperatura en función del tiempo.

Tarea 3 (parte 2)

PHYWE

Como la masa de agua $m_w = 0.194 \text{ kg}$ la capacidad calorífica específica del agua

$$c_w = 4182 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} \text{ obtenemos } C = m_w \cdot c_w = 811 \frac{\text{J}}{\text{kg K}}$$

$$\text{de modo que } P_{\text{th.}} = 29.3 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

La potencia eléctrica, medida a carga constante, $P_{\text{el.}}$, se puede obtener de Fig. 7. Por una diferencia de temperatura $\Delta T = 40 \text{ K}$ obtenemos $P_{\text{el.}} = 0.25 \text{ W}$, para que la eficiencia $\eta = \frac{P_{\text{el.}}}{P_{\text{th.}}} = 0.009$ or 0.9%

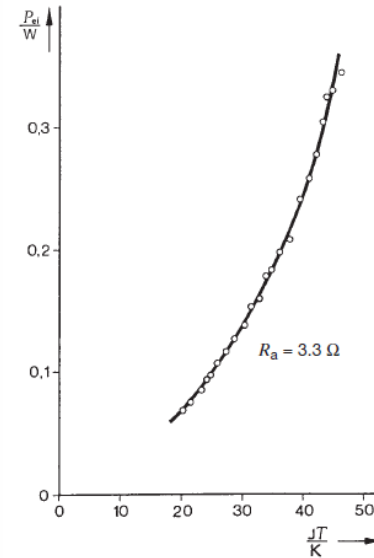


Fig. 7: Energía eléctrica generada en función de la diferencia de temperatura.