

Ejercicio 5

Propiedades

termoeléctricas

Teoría

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA

SEMESTRE 2021 - I



Índice

- Introducción
- Efectos termoeléctricos
 - ☐ Efecto Seebeck
 - ☐ Efecto Peltier
 - ☐ Efecto Thomson
 - ☐ Efecto Joule (no es un efecto termoeléctrico)
- Termopares
- Análisis térmico

Introducción

Introducción

¿Qué es un efecto termoeléctrico?

¿Cuáles son las aplicaciones de los efectos termoeléctricos?

¿Por qué es importante el control de temperatura en la ingeniería metalúrgica?

Introducción

Se denominan **efectos termoeléctricos**, fenómenos termoeléctricos o termoelectricidad a tres fenómenos:

- Efecto Seebeck
- Efecto Peltier
- Efecto Thomson

Los cuales implican una **conversión entre la energía eléctrica y la energía térmica**, la cual puede ser en ambos sentidos:

- Electricidad → Calor
- Calor → Electricidad



Introducción



Las aplicaciones de los efectos termoeléctricos son muy variadas, pero destacan:

- Medición de temperatura
- Sistemas de enfriamiento
- Sistemas de calefacción
- Equipos con aprovechamiento de calor residual.

Introducción

Como ingenieros químicos metalúrgicos nos interesa el control de temperatura ya que muchos procesos se realizan a altas temperaturas, y en muchos casos del control de la misma es crucial para el proceso, por lo que obtener mediciones certeras de la misma es sumamente importante.

Muchas veces con este objetivo se hace uso de instrumentos cuyo funcionamiento esta basado en los efectos termoeléctricos.



Efectos termoeeléctricos

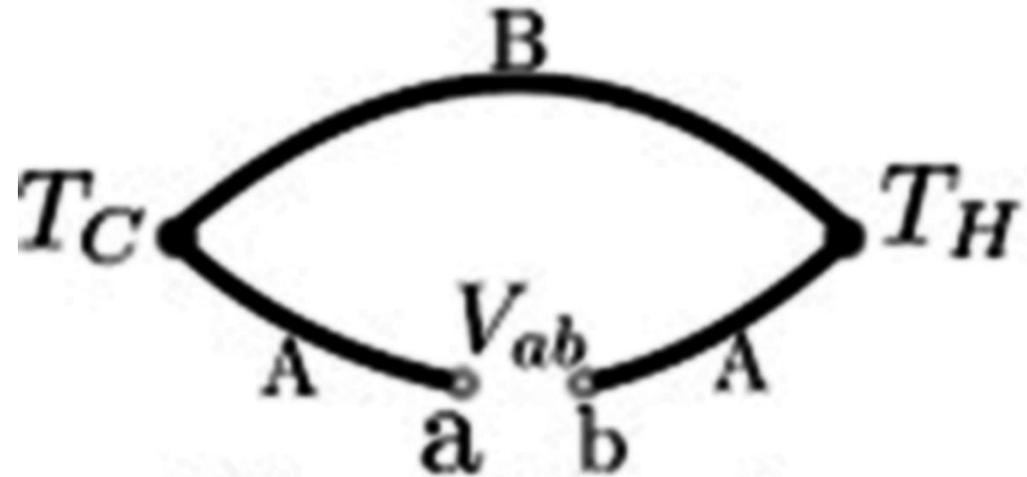
Efectos termoeléctricos

Efecto Seebeck

El **efecto Seebeck** se presenta cuando se conectan **dos materiales distintos** (material A y material B) en dos puntos denominados comúnmente juntas o uniones.

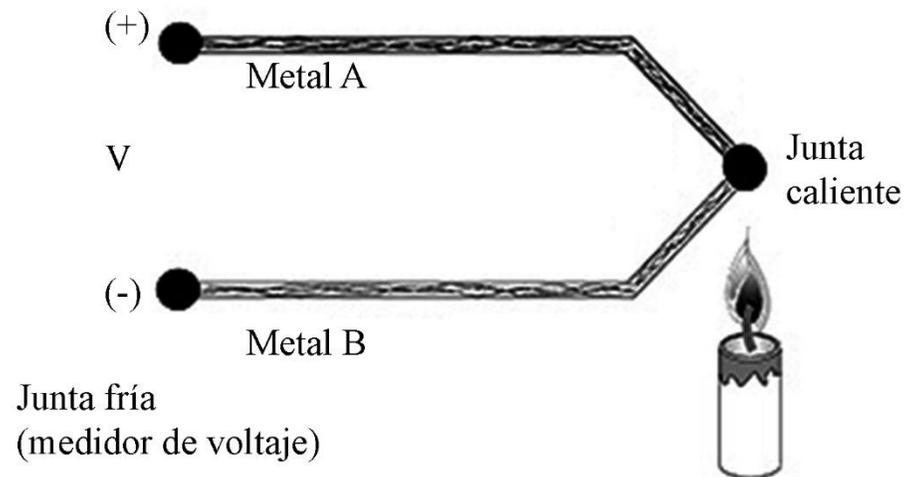
Para que se lleve a cabo el efecto debe existir una **diferencia de temperatura** entre ambas juntas, siendo una la junta caliente a temperatura alta (T_H), y la otra la junta fría a temperatura baja (T_C).

Cuando se cumplen estas condiciones se produce una **diferencia de potencial** (V_{ab}) entre ambas juntas.



Efectos termoeléctricos

Efecto Seebeck



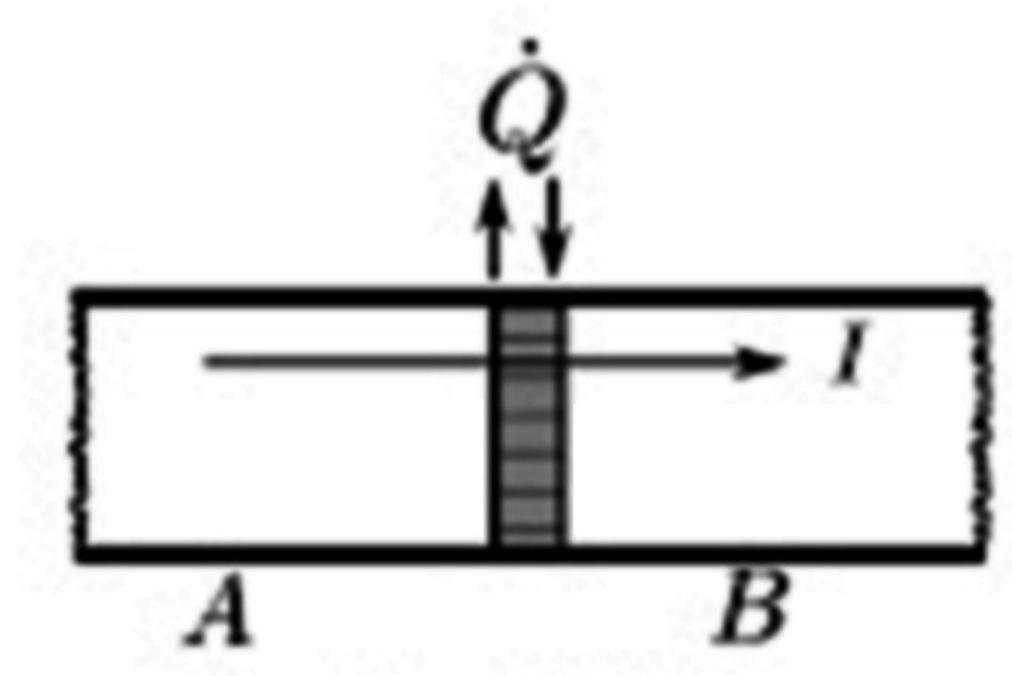
El efecto Seebeck es el único efecto termoeléctrico que produce voltaje, además de ser el único que se presenta sin una corriente eléctrica.

Su principal aplicación es la medición de temperatura mediante dispositivos denominados termopares, los cuales aprovechan este efecto y el conocimiento de la relación entre el voltaje y la diferencia de temperatura para realizar la medición.

Efectos termoeléctricos

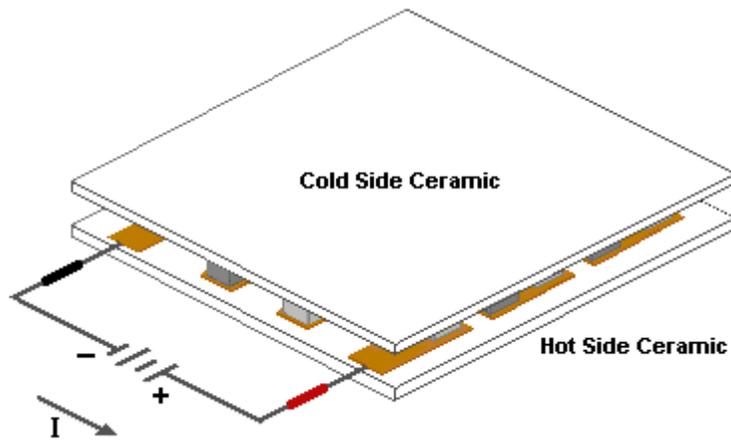
Efecto Peltier

El **efecto Peltier** se da también en **pares de materiales distintos** (material A y material B) que presentan una unión en común, si una **corriente eléctrica** (I) se hace pasar a través de dichos materiales, en la interfase de los mismos se **absorbe o libera calor** dependiendo de la dirección del flujo de corriente eléctrica.



Efectos termoeléctricos

Efecto Peltier



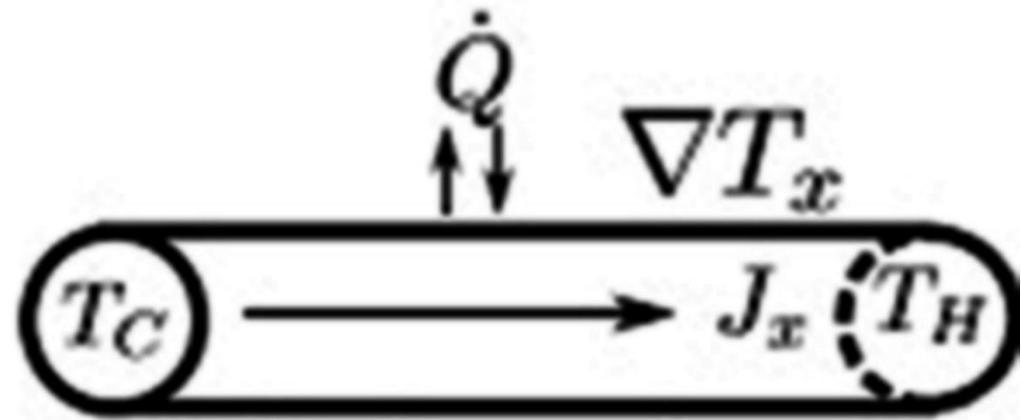
La principal aplicación del efecto Peltier es la creación de las denominadas células Peltier, las cuales se fabrican a partir de varios semiconductores, arreglados en forma de panel, a través de los cuales se hace pasar una corriente eléctrica, generando con esto una superficie caliente y una superficie fría en la célula, su principal uso es para sistemas de refrigeración.

Efectos termoeléctricos

Efecto Thomson

El efecto Thomson se presenta en cualquier material en el cual existe simultáneamente un gradiente de temperatura y un flujo de corriente eléctrica.

Bajo estas condiciones existe un flujo de energía térmica a lo largo del material conductor, que se ve reflejado como una generación o absorción de calor entre el material y sus alrededores.

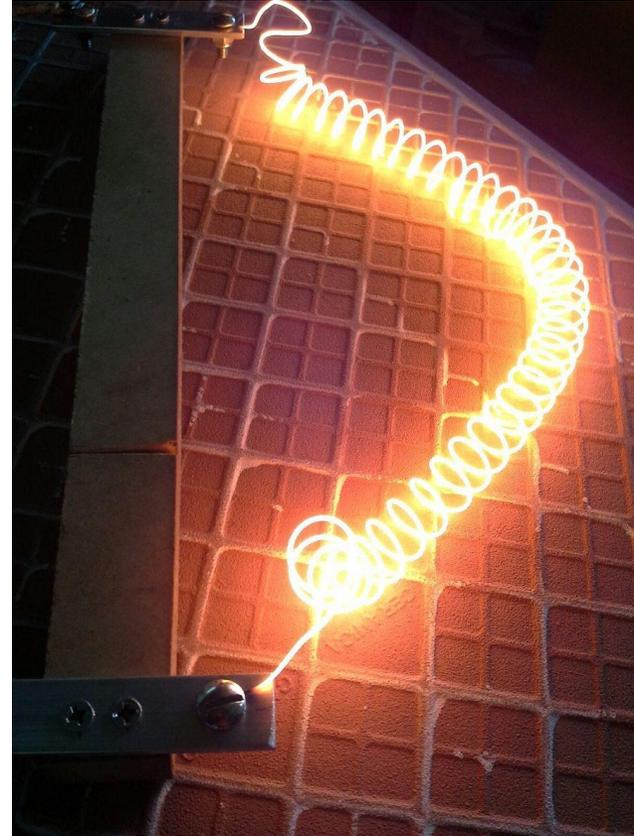


Efectos termoeléctricos

Efecto Joule (No es un efecto termoeléctrico)

El efecto Joule no es un efecto termoeléctrico, pero comúnmente puede confundirse con los mismos.

El efecto Joule se produce cuando se hace circular corriente eléctrica a través de un material conductor, y establece que se elevará la temperatura del mismo debido a que parte de la energía cinética de los electrones que circulan el material se transformará en calor.

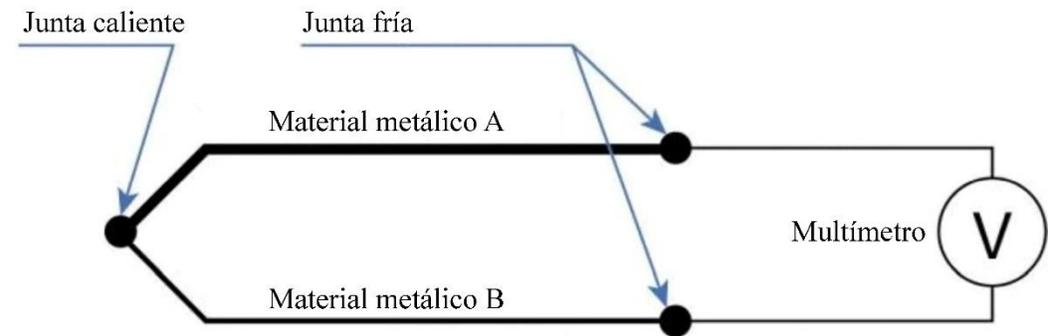


Termopares

Termopares

Como ya se mencionó un termopar es un dispositivo que se emplea para medir temperatura basando su funcionamiento en el efecto Seebeck.

Se trata de un transductor formado por dos metales distintos unidos en dos puntos, el cual produce una diferencia de potencial muy pequeña al establecerse una diferencia de temperatura entre ambas juntas, siendo una denominada junta caliente y la otra junta fría.

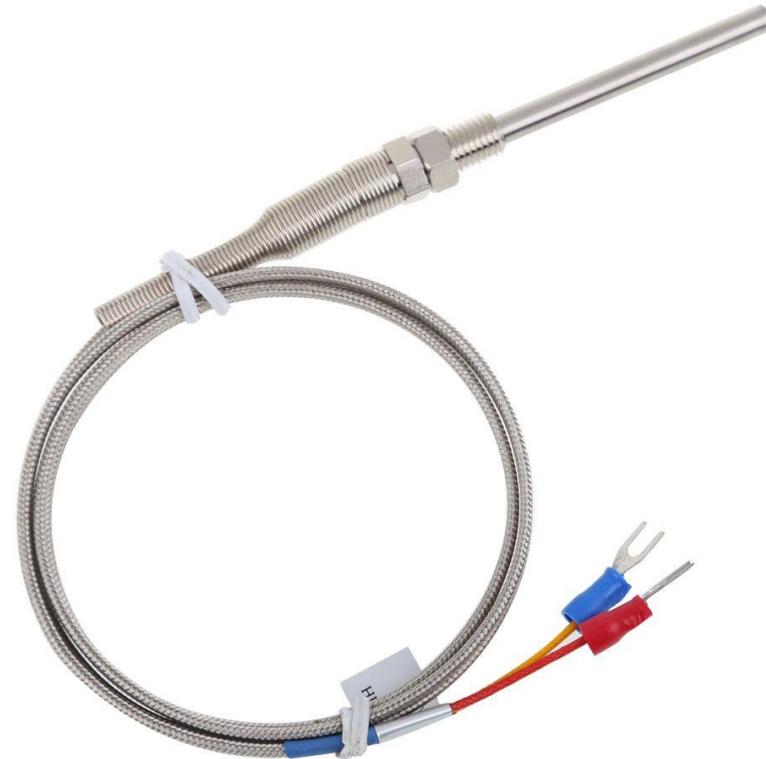


Termopares

Comúnmente los termopares comerciales se encuentran recubiertos para el aislamiento y protección de los conductores que los conforman.

Para su uso se requiere de un dispositivo que convierta el voltaje generado a temperatura, esto mediante una calibración que depende del tipo de termopar (curva de calibración).

Existen muchos tipos de termopares estandarizados, los cuales tienen distintas aplicaciones y están descritos mediante una letra, la cual define su composición y rango de operación.



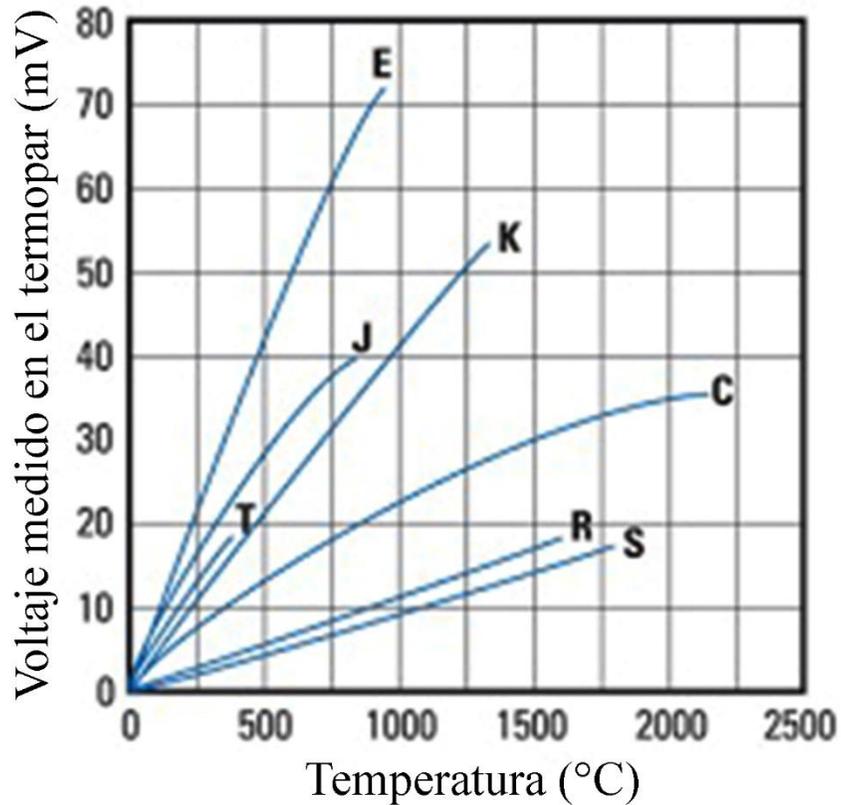
Termopares

Tipo de termopar	Composición de los alambres	Rango de operación (°C)
B	Platino – 30% Rodio (+) Platino – 6% Rodio (-)	0 – 1820
E	Níquel – 10% Cromo (+) Cobre – 45% Níquel (-)	-270 – 1000
J	Hierro (+) Cobre – 45% Níquel (-)	-210 – 1200
K	Níquel – 10% Cromo (+) Níquel – 5% Aluminio (-)	-270 – 1372
N	Níquel – 14% Cromo – 1.5% Silicio (+) Níquel – 4.5% Silicio – 0.1% Magnesio (-)	-270 – 1300

Termopares

Tipo de termopar	Composición de los alambres	Rango de operación (°C)
R	Platino – 13% Rodio (+) Platino (-)	-50 – 1768
S	Platino – 10% Rodio (+) Platino (-)	-50 – 1768
T	Cobre (+) Cobre – 45% Níquel (-)	-270 – 400
C	Tungsteno – 5% Renio (+) Tungsteno – 26% Renio (-)	0 – 2315

Termopares



La norma ASTM E 230

Standard Specification and Temperature-Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples

Presenta la información referente a los termopares más empleados a nivel industrial.

Análisis térmico

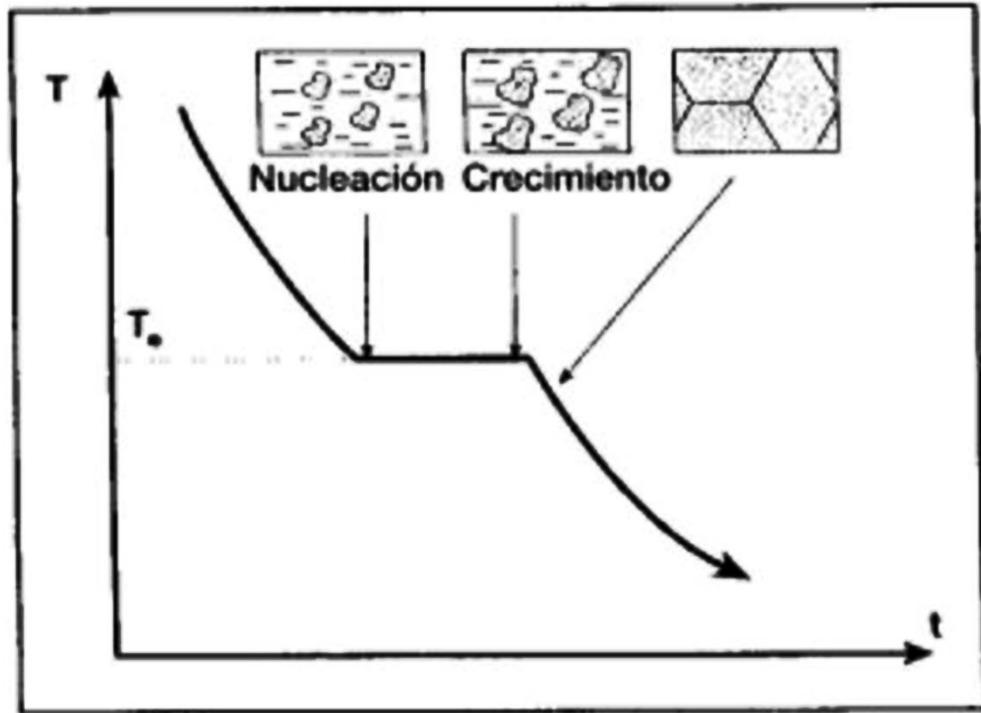
Análisis térmico

El análisis térmico fue introducido por primera vez por Le Chatelier en 1887, evolucionando a lo largo del tiempo hasta el punto de poder obtenerse una gran cantidad de información sobre el comportamiento y propiedades de un material mediante el mismo.

El **análisis térmico** es una rama de la ciencia de materiales que **estudia las propiedades termo-físicas y cinéticas de los materiales** con respecto a la **temperatura**. Estas propiedades pueden medirse como función de la temperatura o tiempo, para un amplio rango de temperaturas (abarcando típicamente entre -150 °C hasta 1600 °C).



Análisis térmico



Curva de enfriamiento de un metal puro.

El **análisis térmico clásico** o convencional consiste en registrar la temperatura de una muestra durante su calentamiento o enfriamiento, con el fin de obtener la **dependencia de alguna propiedad con respecto a la temperatura** o bien los **cambios de temperatura con el tiempo**.

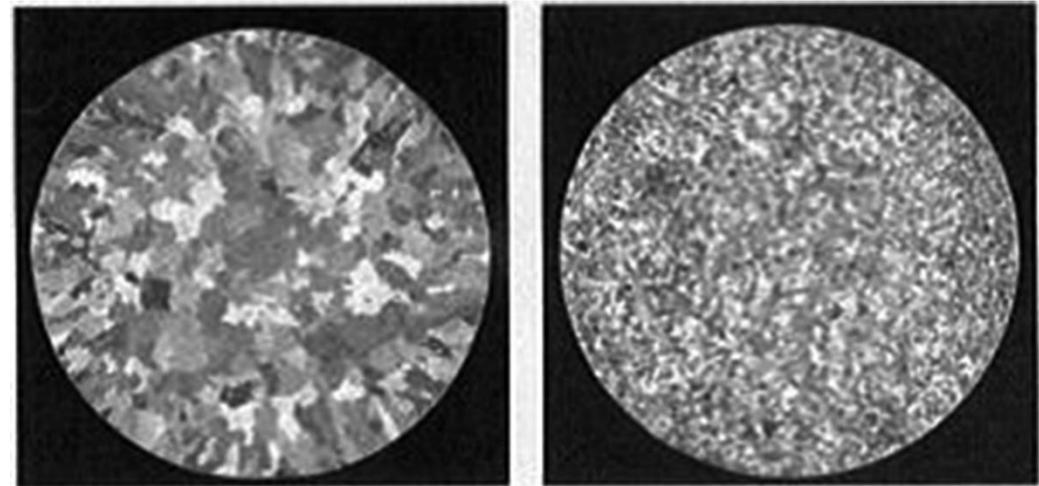
Un análisis común es registrar los cambios de temperatura con respecto al tiempo de una aleación durante un proceso de solidificación, con el fin de medir las temperaturas de solidus y liquidus en el caso de aleaciones, o bien la temperatura de fusión/solidificación en el caso de metales puros.

Análisis térmico

Ejemplo de aplicación: refinación de grano

En las piezas fabricadas con **aleaciones base aluminio**, generalmente se desea un grano equiaxial y de tamaño fino. La morfología y el tamaño de grano están determinados por la composición de la aleación, la rapidez de solidificación y la adición de **refinadores de grano** durante el proceso de manufactura.

Para controlar el tamaño de grano, las aleaciones coladas base aluminio se pueden someter a un tratamiento de metal líquido denominado “refinación de grano”, el cual consiste en añadir un refinador de grano (aleación con Ti o B) al metal líquido previo a la solidificación del mismo.

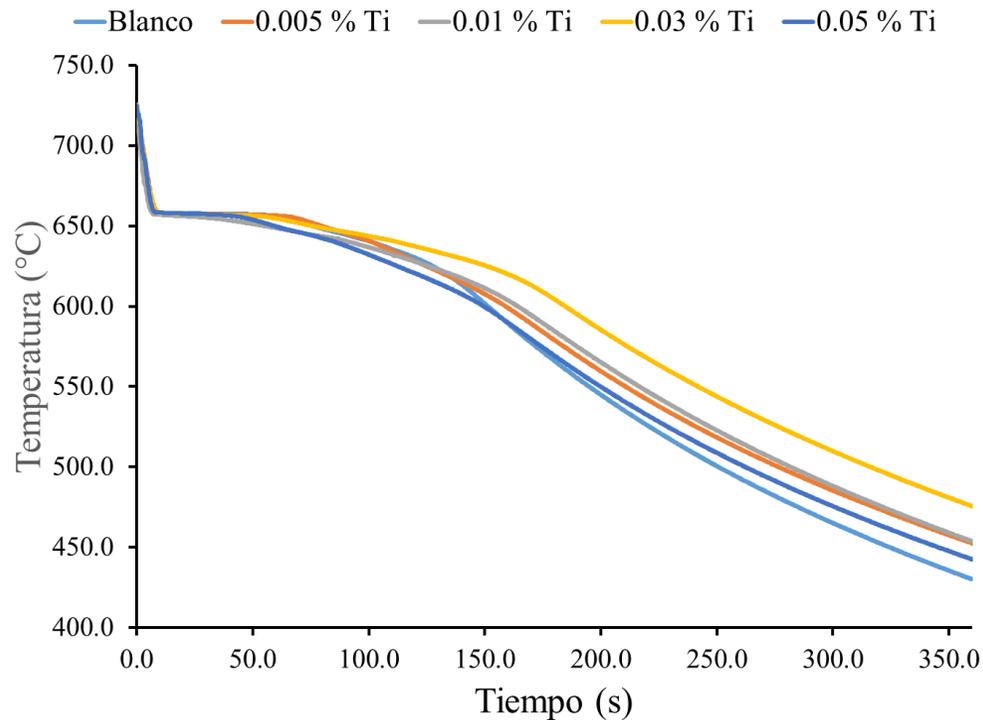


Sin adicionar refinador

Con refinador

Análisis térmico

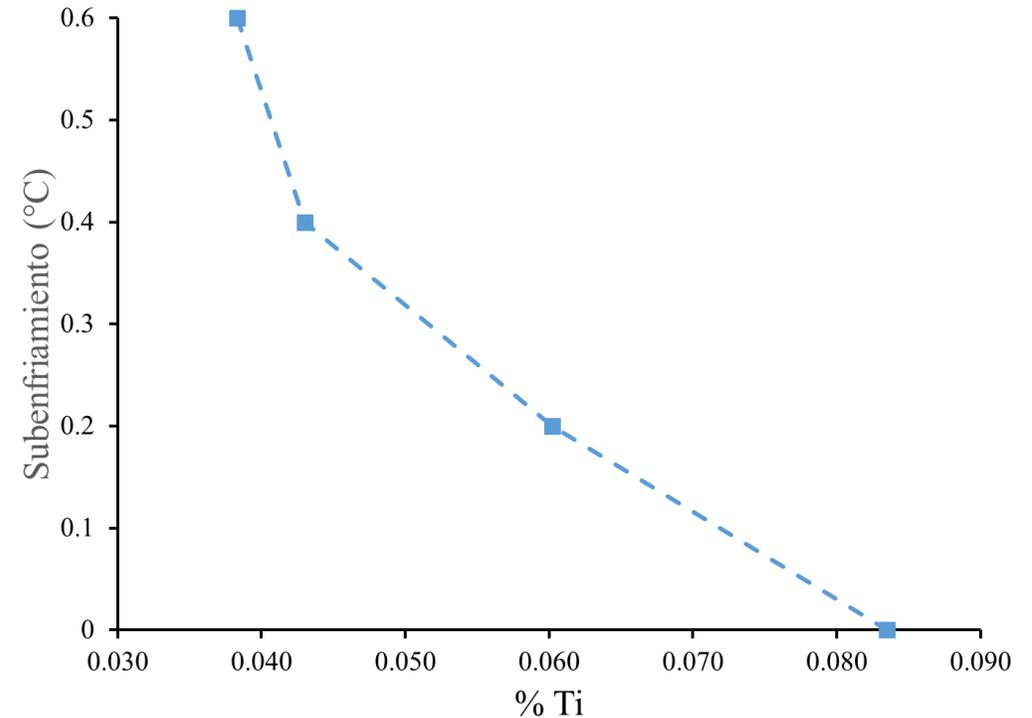
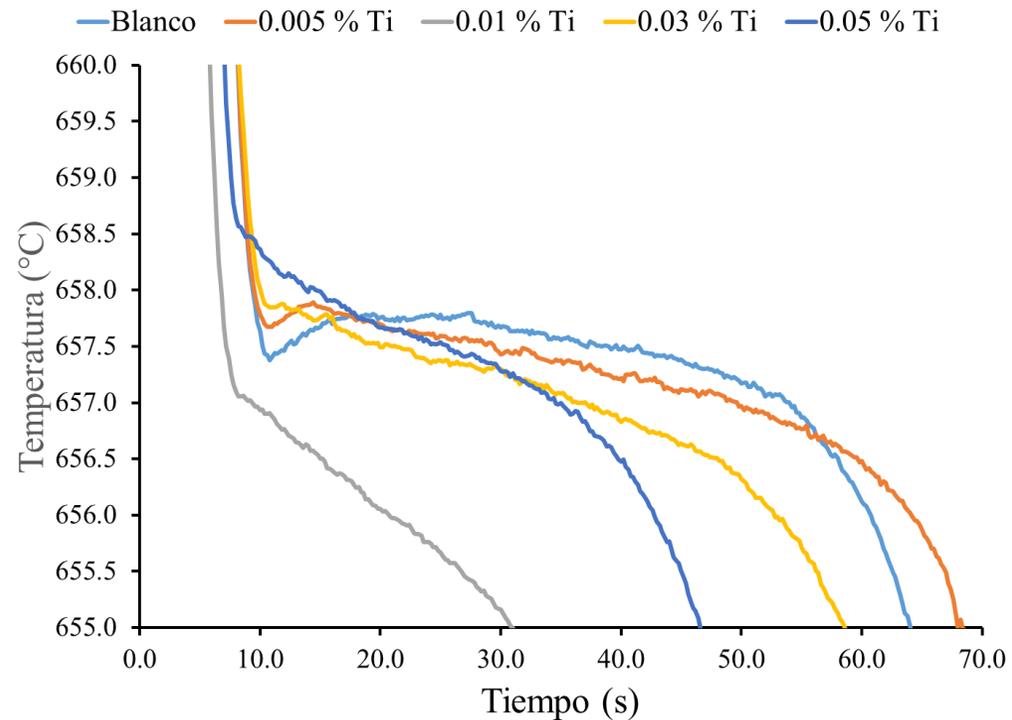
Ejemplo de aplicación: refinación de grano



El refinador es una aleación con contenidos apreciables de Ti y/o B, estos elementos forman fases intermetálicas, las cuales sirven como sitios de **nucleación heterogénea**, lo cual se ve reflejado como un **abatimiento del subenfriamiento** durante la solidificación de la aleación, por lo que se puede usar análisis térmico para estudiar este fenómeno.

Análisis térmico

Ejemplo de aplicación: refinación de grano



Bibliografía

- Askeland, Donald R. *Ciencia e ingeniería de los materiales*. International Thomson Editores, 2004.
- Pollock, D. D. (1991). *Thermocouples: theory and properties*. CRC press.
- ASTM Committee E-20 on Temperature Measurement, & ASTM Committee E-20 on Temperature Measurement. Subcommittee E20. 04 on Thermocouples. (1974). *Manual on the use of thermocouples in temperature measurement* (Vol. 470). ASTM International.
- Goldsmid, H. J. (2010). *Introduction to thermoelectricity* (Vol. 121, p. 46). Berlin: Springer.
- Zlatic, V., & Monnier, R. (2014). *Modern theory of thermoelectricity*. OUP Oxford.
- Blatt, F. J., & Schroeder, P. A. (Eds.). (1978). *Thermoelectricity in Metallic Conductors*. New York–London: Plenum Press.

Bibliografía

- ScienceDirect, «Thermal Analysis,» [En línea]. Disponible: <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/thermal-analysis>. [Último acceso: 06 11 2020].
- Feist, M. (2015). Thermal analysis: basics, applications, and benefit. *ChemTexts*, 1(1), 8.
- Lu, L., Nogita, K., & Dahle, A. K. (2005). Combining Sr and Na additions in hypoeutectic Al–Si foundry alloys. *Materials Science and Engineering: A*, 399(1-2), 244-253.
- Djurdjevic, M., Jiang, H., & Sokolowski, J. (2001). On-line prediction of aluminum–silicon eutectic modification level using thermal analysis. *Materials characterization*, 46(1), 31-38.

Bibliografía

- Standard, A. S. T. M. "E220 – 02 Standard Test Method for Calibration of Thermocouples By Comparison Techniques" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2002): pp. 15.*
- Standard, A. S. T. M. "E230 – 03 Standard Specification and Temperature-Electromotive Force (EMF) Tables for Standardized Thermocouples" *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2003): pp. 192.*
- Standard, A. S. T. M. "E1751 – 00 Standard Guide and Temperature-Electromotive Force (EMF) Tables for Non-Letter Designated Thermocouple Combinations " *Annual book of ASTM standards. Philadelphia, PA: ASTM (2000): pp. 99.*