

Ejercicio 5

Propiedades

termoeléctricas

Parte Práctica

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA METALÚRGICA

SEMESTRE 2021 - I



Índice

- Objetivos
- Equipo, material y reactivos
 - ❑ Construcción de un termopar
 - ❑ Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión
- Procedimiento experimental
 - ❑ Construcción de un termopar
 - ❑ Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión
- Resultados
- Bibliografía

Objetivos

Objetivos

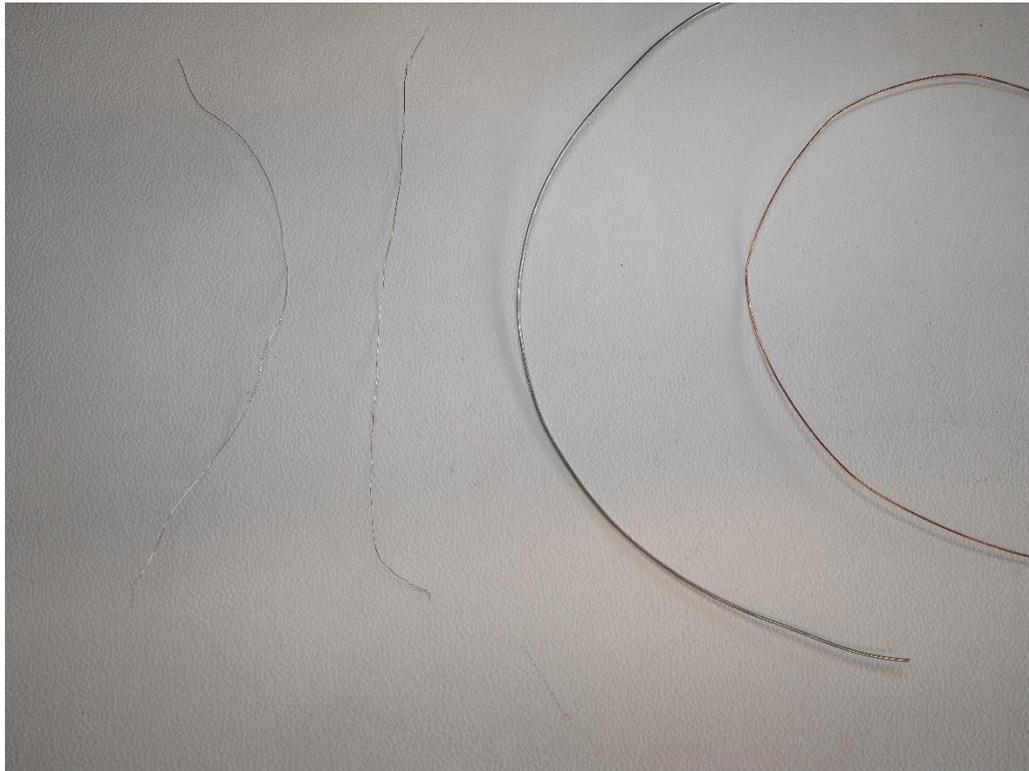
El alumno:

- Conocerá los principios termoeléctricos, observando el efecto Seebeck experimentalmente.
- Conocerá el procedimiento para la construcción de un termopar
- Conocerá la metodología para la obtención y construirá la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

Equipo, material y
reactivos

Equipo, material y reactivos

Construcción de un termopar



- Pares de alambres de distintas aleaciones
- Par de alambres cromel – alumel
- Multímetro con caimanes
- Imán
- Encendedor
- Bifilares cerámicos
- Aislante para temperaturas elevadas
- Conectores para termopar tipo K

Equipo, material y reactivos

Construcción de un termopar



- Pares de alambres de distintas aleaciones
- **Par de alambres cromel – alumel**
- Multímetro con caimanes
- Imán
- Encendedor
- Bifilares cerámicos
- Aislante para temperaturas elevadas
- Conectores para termopar tipo K

Equipo, material y reactivos

Construcción de un termopar



- Pares de alambres de distintas aleaciones
- Par de alambres cromel – alumel
- **Multímetro con caimanes**
- Imán
- Encendedor
- Bifilares cerámicos
- Aislante para temperaturas elevadas
- Conectores para termopar tipo K

Equipo, material y reactivos

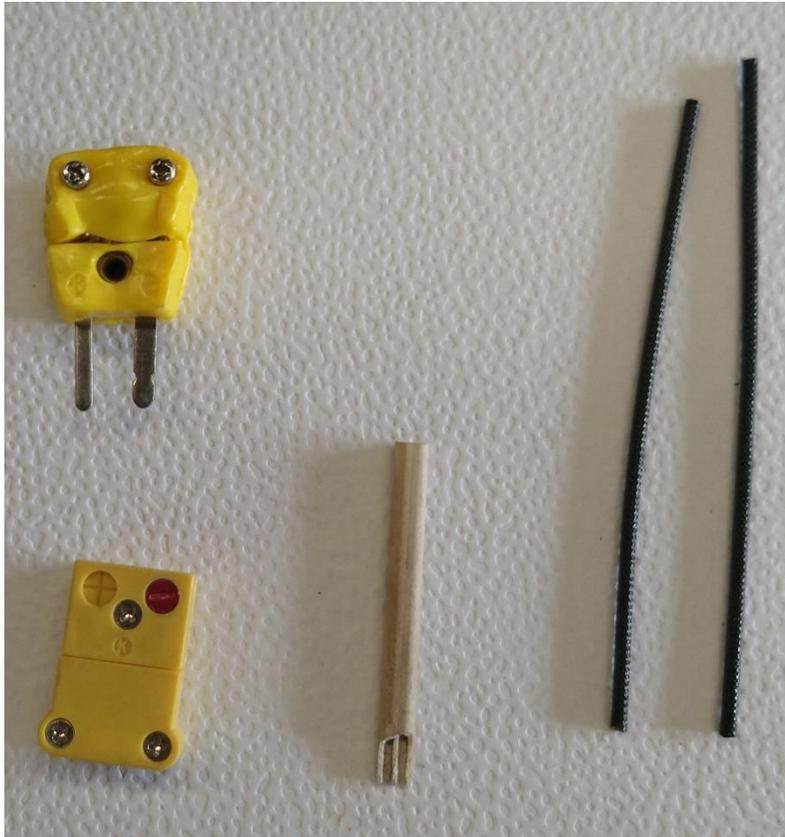
Construcción de un termopar



- Pares de alambres de distintas aleaciones
- Par de alambres cromel – alumel
- Multímetro con caimanes
- **Imán**
- **Encendedor**
- Bifilares cerámicos
- Aislante para temperaturas elevadas
- Conectores para termopar tipo K

Equipo, material y reactivos

Construcción de un termopar

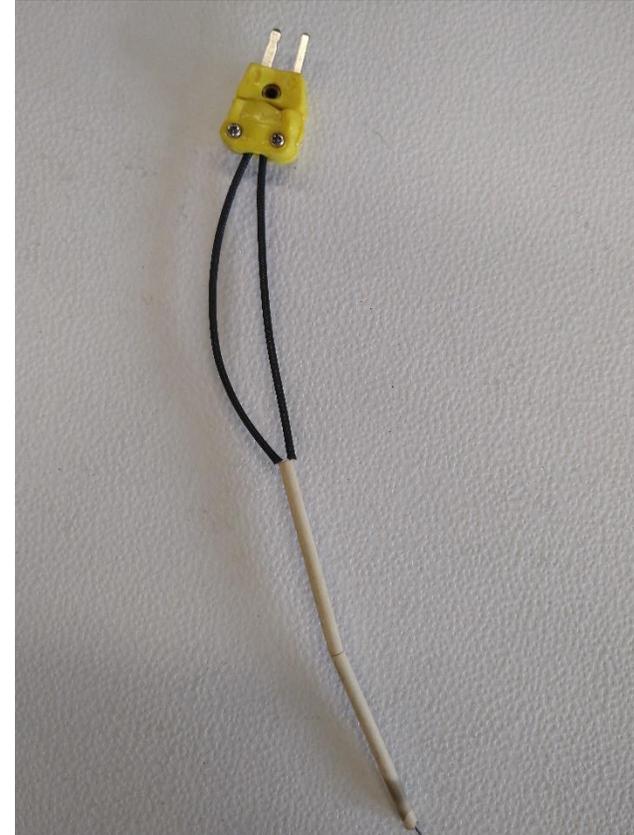


- Pares de alambres de distintas aleaciones
- Par de alambres cromel – alumel
- Multímetro con caimanes
- Imán
- Encendedor
- **Bifilares cerámicos**
- **Aislante para temperaturas elevadas**
- **Conectores para termopar tipo K**

Equipo, material y reactivos

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

- **Termopar tipo K**
- Aleación con bajo punto de fusión (Sn)
- Adquisidor de datos
- Computadora con software de adquisición
- Extensión para termopar tipo K
- Crisol
- Pinzas
- Mechero Bunsen y línea de gas
- Soporte y triángulo de acero para crisol
- Guantes de carnaza
- Careta



Equipo, material y reactivos

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

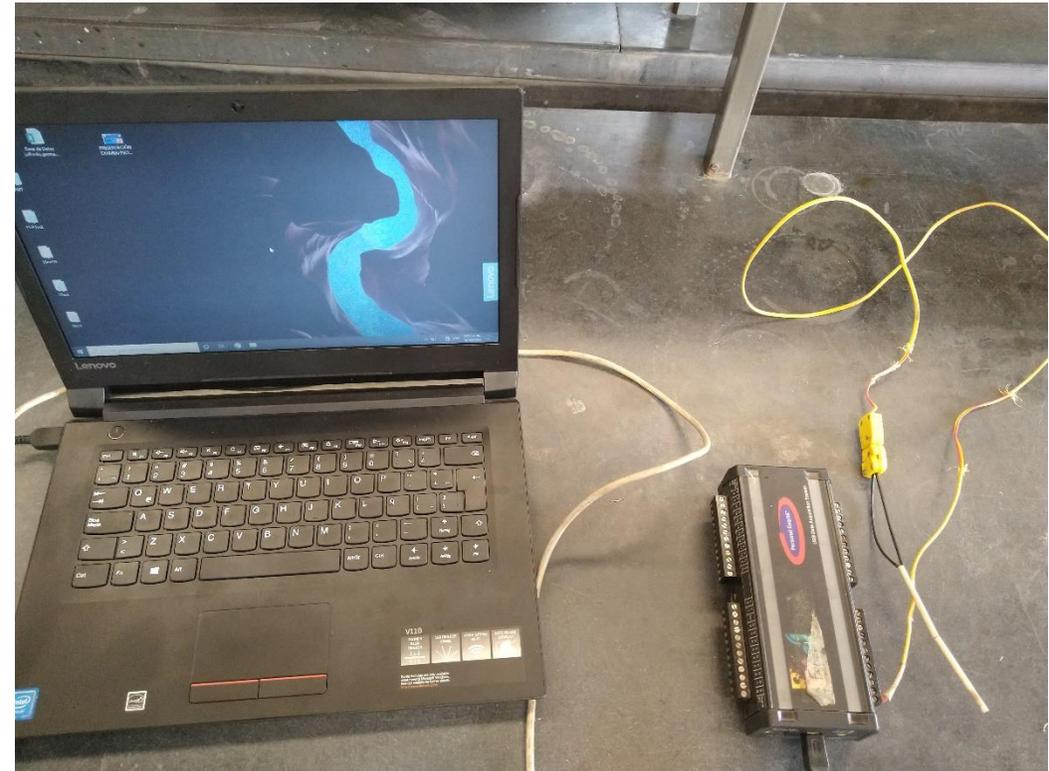
- Termopar tipo K
- Aleación con bajo punto de fusión (Sn)
- Adquisidor de datos
- Computadora con software de adquisición
- Extensión para termopar tipo K
- Crisol
- Pinzas
- Mechero Bunsen y línea de gas
- Soporte y triángulo de acero para crisol
- Guantes de carnaza
- Careta



Equipo, material y reactivos

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

- Termopar tipo K
- Aleación con bajo punto de fusión (Sn)
- **Adquisidor de datos**
- **Computadora con software de adquisición**
- **Extensión para termopar tipo K.**
- Crisol
- Pinzas
- Mechero Bunsen y línea de gas
- Soporte y triángulo de acero para crisol
- Guantes de carnaza
- Careta



Equipo, material y reactivos

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

- Termopar tipo K
- Aleación con bajo punto de fusión (Sn)
- Adquisidor de datos
- Computadora con software de adquisición
- Extensión para termopar tipo K
- **Crisol**
- **Pinzas**
- **Mechero Bunsen y línea de gas**
- **Soporte y triángulo de acero para crisol**
- Guantes de carnaza
- Careta



Equipo, material y reactivos

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

- Termopar tipo K
- Aleación con bajo punto de fusión (Sn)
- Adquisidor de datos
- Computadora con software de adquisición
- Extensión para termopar tipo K
- Crisol
- Pinzas
- Mechero Bunsen y línea de gas
- Soporte y triángulo de acero para crisol
- **Guantes de carnaza**
- **Careta**



Procedimiento experimental

Procedimiento experimental

Construcción de un termopar

Para verificar el efecto Seebeck:

1.- Construya pares de alambres unidos por una de las puntas de los mismos, incluyendo el par cromel – alumel. La punta por donde se unieron será la junta caliente del par.

2.- Conecte los extremos libres de los alambres a un multímetro por medio de los caimanes, el cual deberá medir diferencia de potencial en mili voltios, esta será la junta fría del par.

3.- Caliente la junta caliente mediante un encendedor, observando el cambio en voltaje que produce la diferencia de temperatura en el multímetro. Esto se debe al efecto Seebeck.



Procedimiento experimental

Construcción de un termopar

Medición del voltaje producido por el efecto Seebeck en el par de alambres acero – cobre.

Nota: la diferencia de potencial es positiva o negativa dependiendo de que metal del par se conecte a la terminal positiva o negativa del multímetro.



Procedimiento experimental

Construcción de un termopar

Medición del voltaje producido por el efecto Seebeck en el par de alambres cromel - alumel.

¿Por qué cree que se use el par cromel – alumel para la construcción de termopares y no un par de metales más común?

Una vez comprobado el efecto Seebeck procederemos con el armado del termopar tipo K.



Procedimiento experimental

Construcción de un termopar



Para la construcción de un termopar tipo K:

1.- Cree un par cromel – alumel uniendo un alambre de cada aleación por un extremo de los mismos.

2.- Verifique cual es el alambre de alumel (el cual ira conectado a la terminal negativa del adquisidor), para ello emplee un imán. Acerque el mismo a los alambres, el que se vea atraído es la aleación alumel (-).

Procedimiento experimental

Construcción de un termopar

3.- Inserte ambos alambres dentro de los bifilares cerámicos, teniendo cuidado de no perder la identificación de cual es el cromel y cual el alumel. Deje una sección de los alambres libre para realizar las conexiones pertinentes.

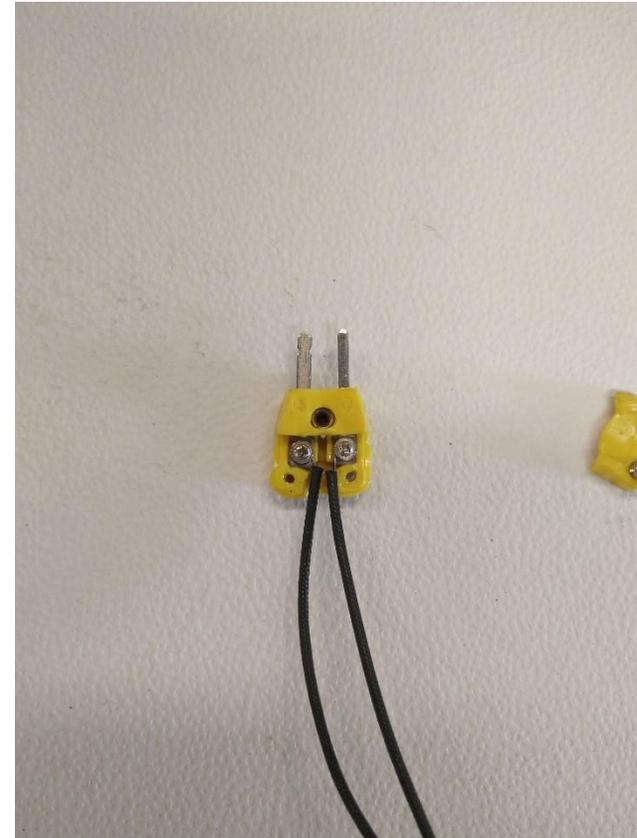
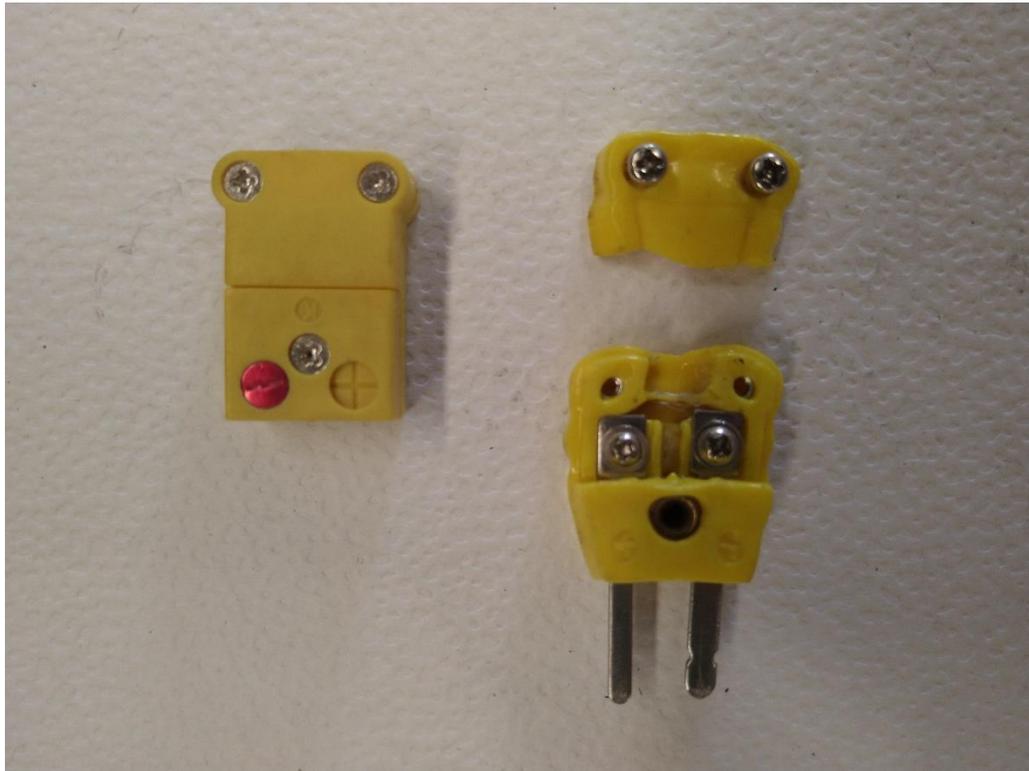
4.- Coloque aislante para alta temperatura (espaguete) a los extremos libres del par cromel – alumel.

5.- Conecte los extremos del alambre al conector para termopar tipo K, asegurese de respetar la polaridad, cromel positivo y alumel negativo. Una vez terminado el conector el termopar estará finalizado.



Procedimiento experimental

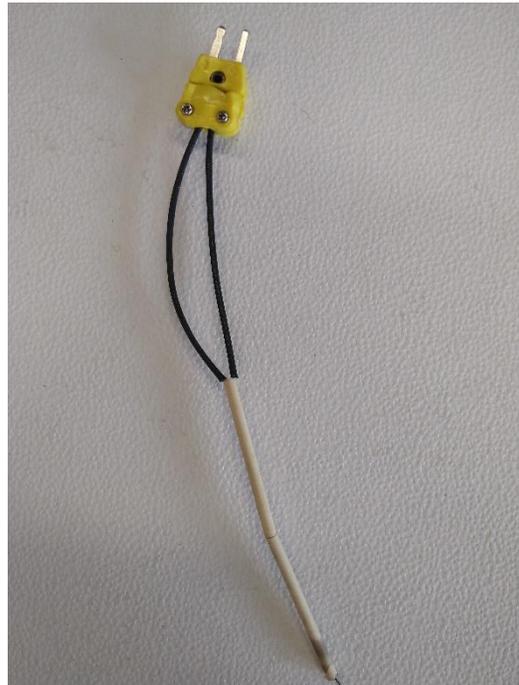
Construcción de un termopar



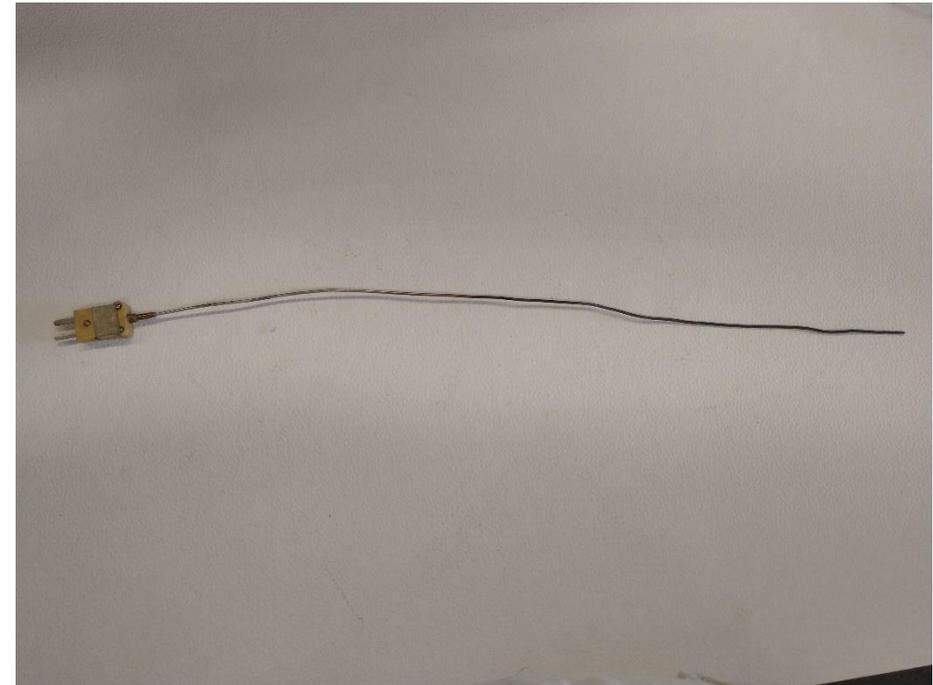
Procedimiento experimental

Construcción de un termopar

TERMOPAR CONSTRUIDO TIPO K



TERMOPAR COMERCIAL TIPO K

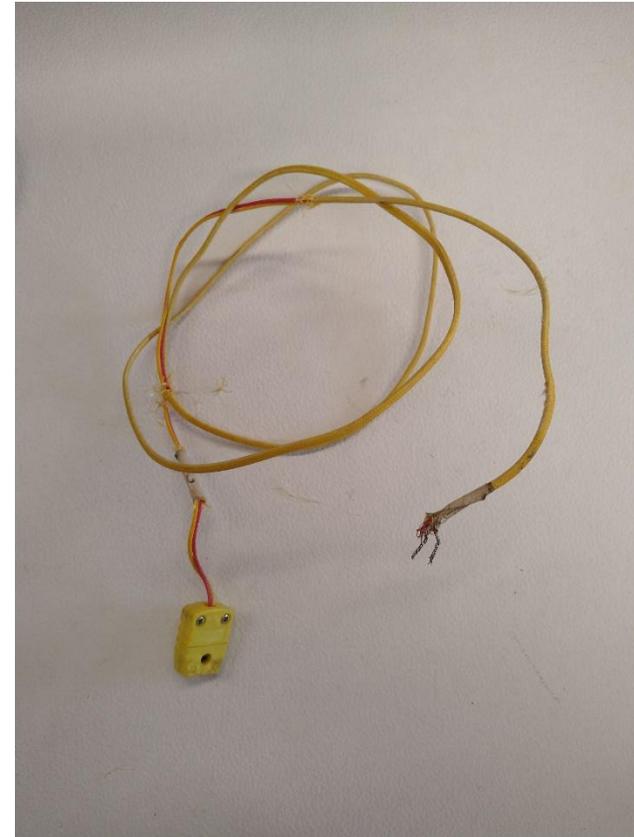


Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

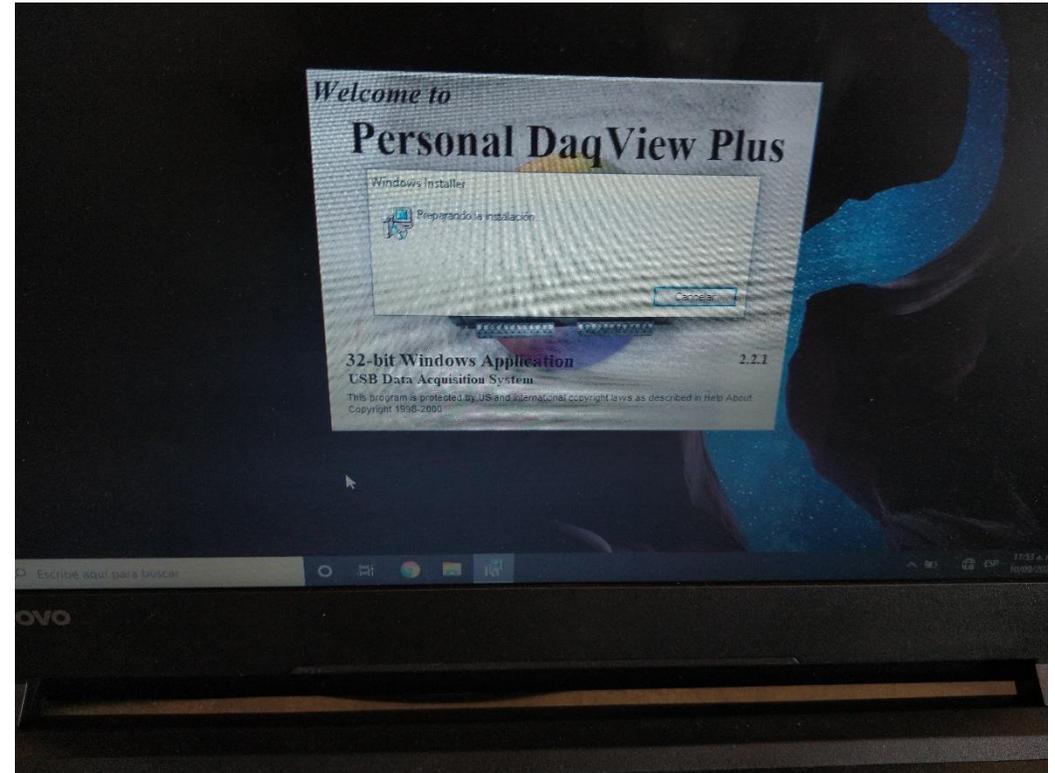
Para la obtención de una curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión:

- 1.- Conecte a la computadora el adquisidor de datos. Ejecute el software de adquisición de datos, configúrelo para realizar la medición y registro de temperatura.
- 2.- Conecte al adquisidor la extensión para termopar tipo K, verificando la polaridad de la misma, en el puerto negativo del adquisidor coloque el alambre de alumel (rojo) y en el puerto positivo el alambre de cromel (amarillo).
- 3.- Conecte a la extensión de termopar tipo K el termopar que se ha construido.



Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



Recuerde usar su equipo de seguridad en todo momento para esta parte experimental.

4.- Conecte el mechero Bunsen a la línea de gas.

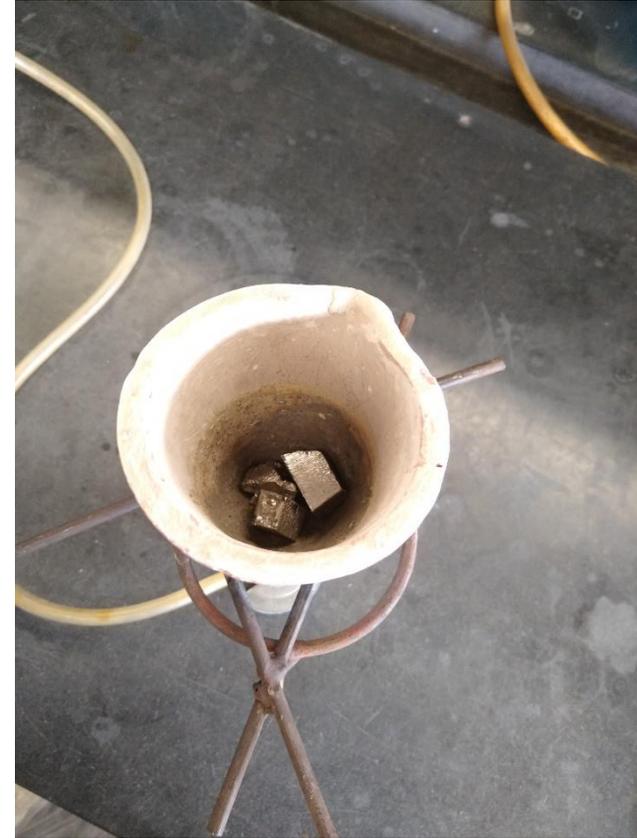
5.- Coloque el soporte de crisol y el triangulo de acero sobre el mechero y encienda este último.

6.- Con ayuda de las pinzas, coloqué el crisol sobre el soporte y triangulo de acero.

7.- Añada la aleación de bajo punto de fusión al crisol, haga esto con las pinzas proporcionadas. Espere hasta que el metal se haya fundido por completo.

Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión

8.- Una vez que la aleación se ha fundido por completo coloque el termopar tipo K, el cual previamente se ha conectado al sistema de adquisición de datos, dentro de la aleación fundida. Asegúrese de que la punta del termopar este inmersa completamente en la aleación

9.- Inicie el proceso de adquisición de datos y continúelo hasta que se haya llegado a una temperatura en la cual la totalidad de la aleación se ha solidificado.

10.- Obtenga los datos registrados por el adquirente y trace la curva de enfriamiento correspondiente.



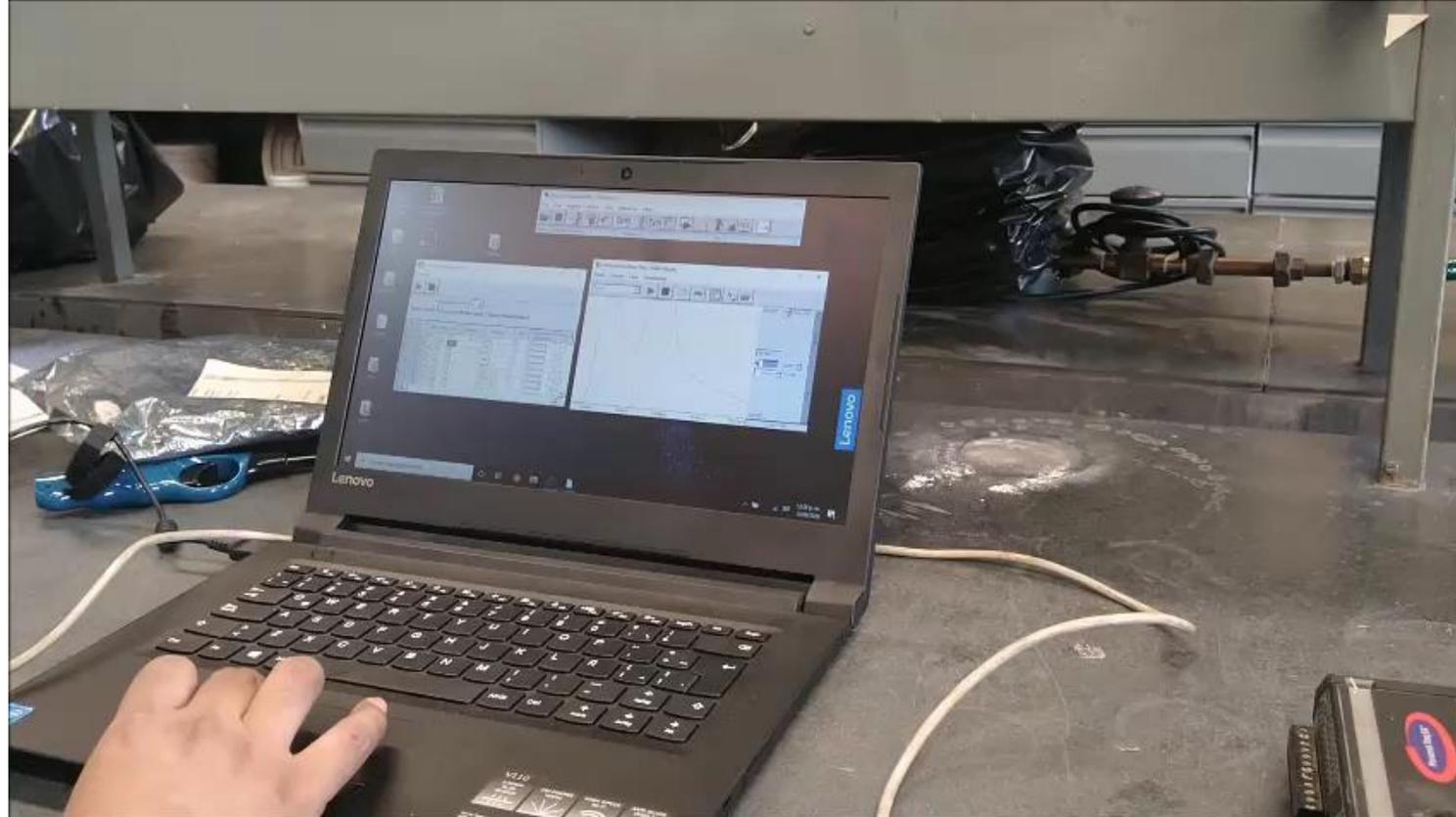
Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



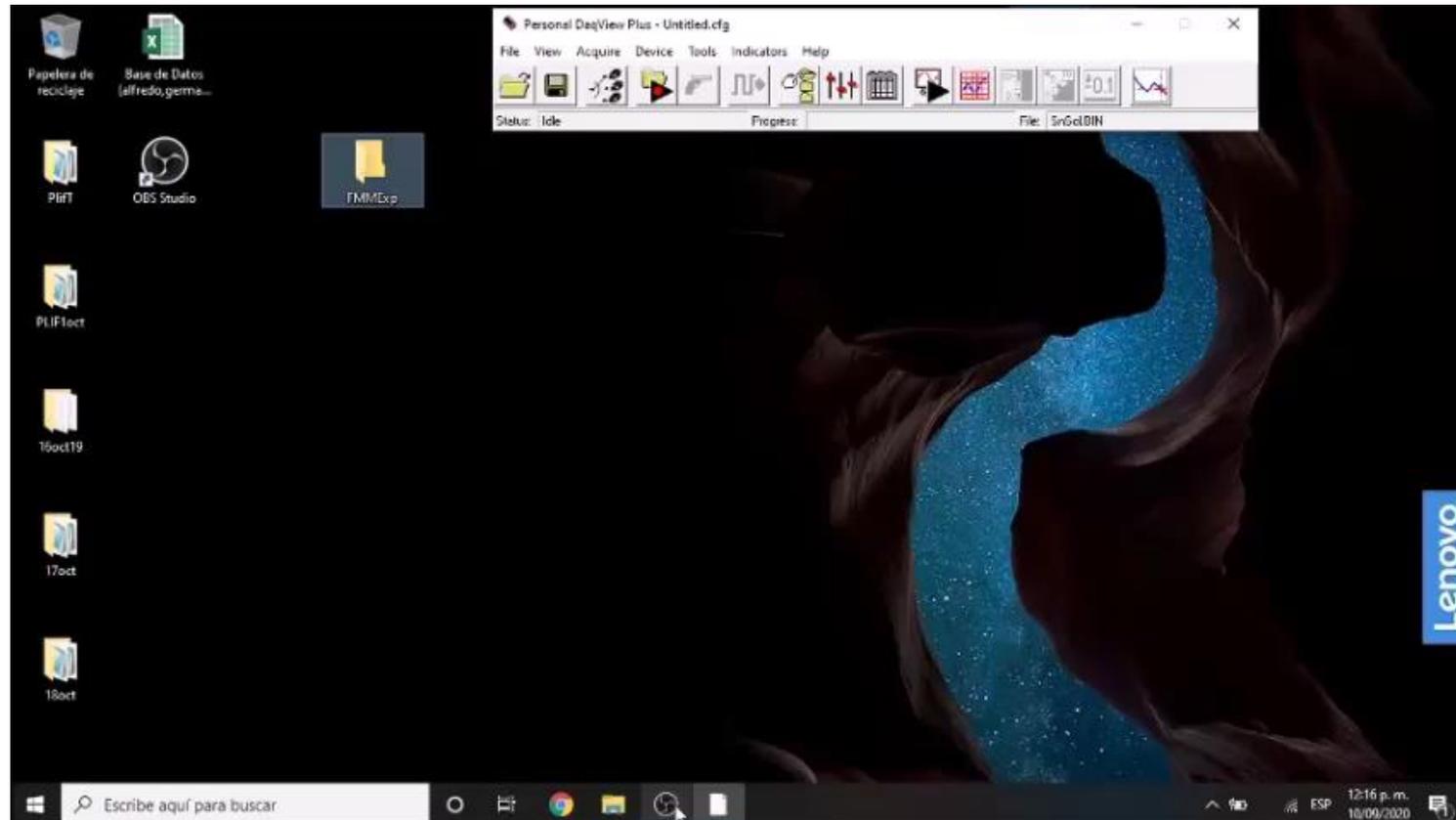
Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



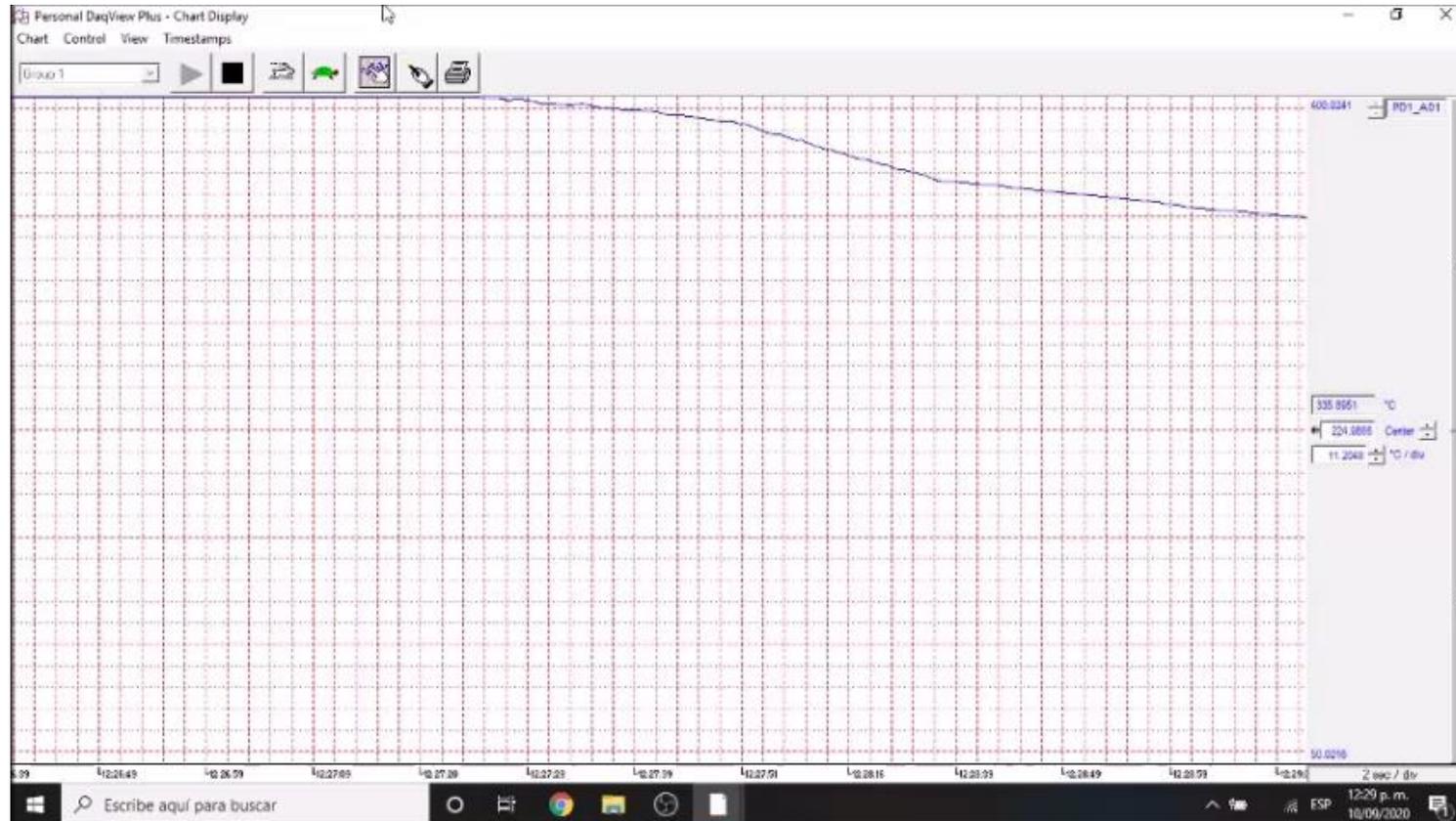
Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



Procedimiento experimental

Obtención de la curva de solidificación para una aleación con bajo punto de fusión



Resultados

Resultados

Con los datos adquiridos tracé la curva de solidificación de la aleación seleccionada.

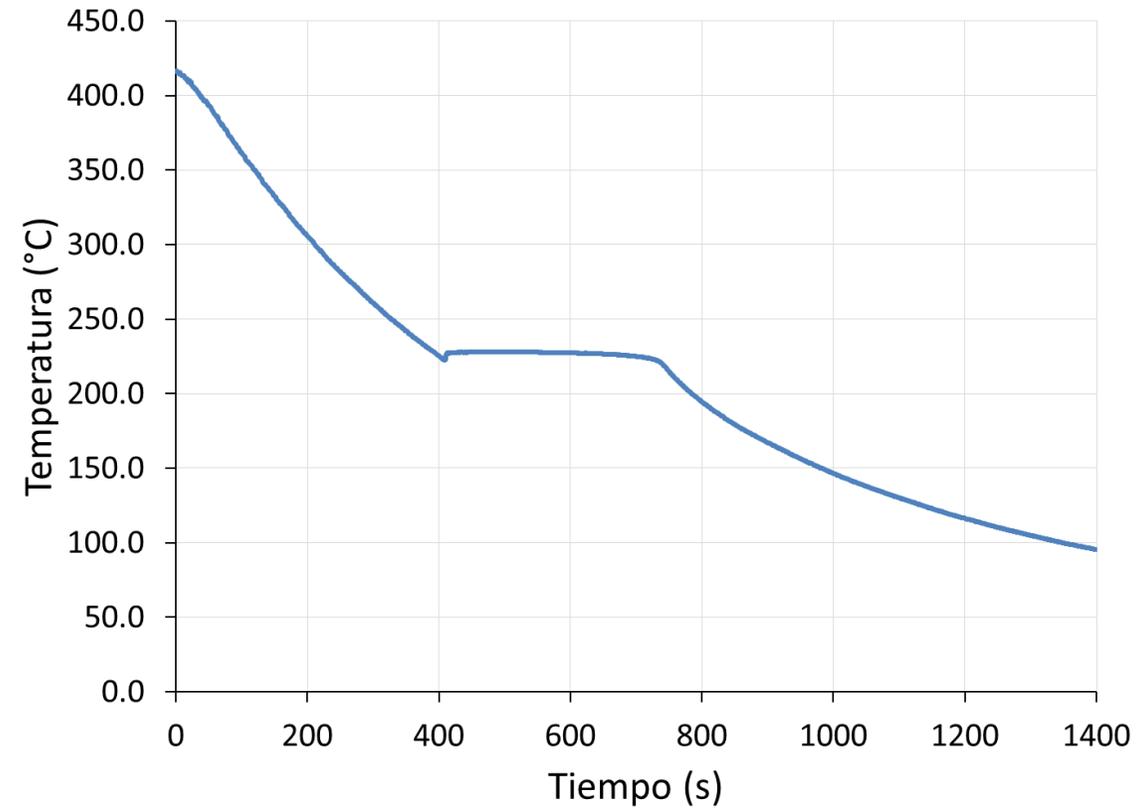
En este caso específico, los datos son para estaño metalúrgicamente puro, adquiridos con una frecuencia de un segundo.

Para su análisis de resultados:

¿A que corresponde cada una de las zonas con distinta pendiente que se observan en la curva de solidificación?

¿Corresponde la temperatura de solidificación experimental con la teórica?

Resultados



Bibliografía

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.

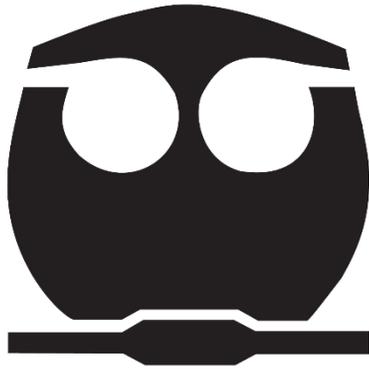
Bibliografía

- 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.*

Agradecimientos



Presentación elaborada por:

Luis Enrique Jardón Pérez

Proyecto colegiado con apoyo de los profesores:

- Eusebio Cándido Atlatenco Tlapanco
- Clara Saraid Flores Rosas
- José Manuel Burelo Torres
- Yamilett García Viguera

Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Química

Material académico de consulta e ilustración, realizado para la materia de “Fundamentos de Metalurgia y Materiales”, y la comunidad de Ingeniería Metalúrgica de la Facultad de Química de la UNAM.

Material realizado sin fines de lucro.

Grabado, producido y distribuido en noviembre del 2020, CDMX

