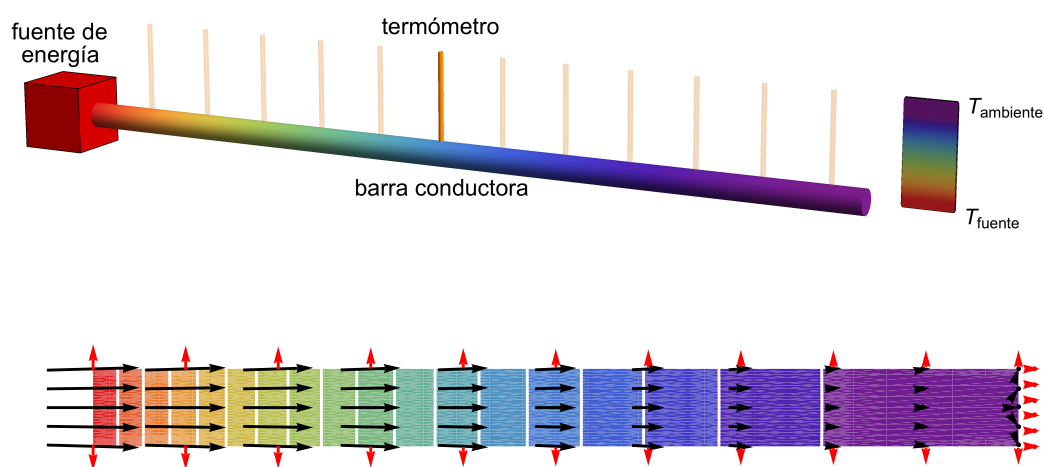


# Proyecto de Innovación Educativa del Laboratorio de Termodinámica (PIE2103LT)

El objetivo principal de este PIE es el fomento del aprendizaje autónomo y colaborativo de los estudiantes mediante la puesta a su disposición de experiencias virtuales interactivas con las que puedan desarrollar, tanto antes como después de su trabajo presencial en el Laboratorio de Termodinámica, su capacidad de elaborar argumentos basados en sus observaciones e interpretar correctamente los fenómenos físicos estudiados.

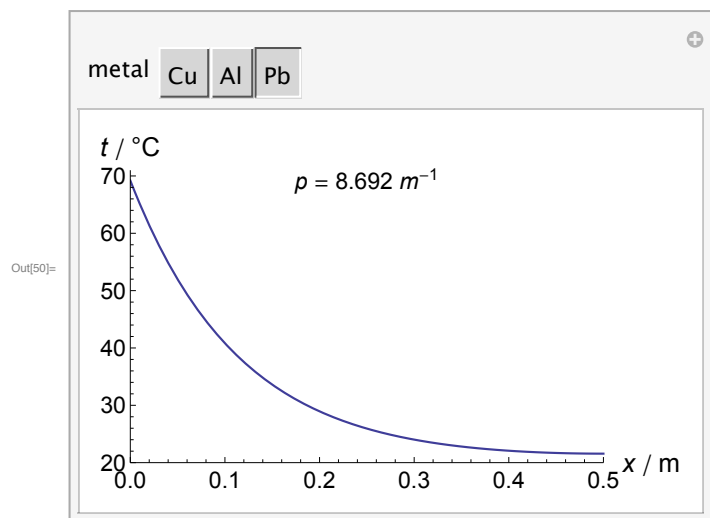
## Anexo I: Conductividad térmica (Experiencia virtual)



Esta experiencia virtual complementa la experiencia real sobre Conductividad térmica (Flujo de calor en barras metálicas) en régimen estacionario. El dispositivo experimental consta de una barra metálica cilíndrica que está en contacto con una fuente de energía que un flujo constante. La energía se propaga por conducción (las flechas negras indican su dirección y magnitud en distintos puntos) por el interior de la barra. En las superficies de la barra hay un flujo de energía (por convección y radiación) hacia el aire circundante (flechas rojas). La conservación de la energía implica que la energía que llega por unidad de tiempo a un elemento de dicha superficie por conducción desde el interior de la barra es la misma que la que sale de dicha superficie por convección y radiación hacia el aire. La distribución de temperatura en la barra se puede medir con ayuda de un termómetro que se puede colocar en distintos puntos a lo largo de su eje.

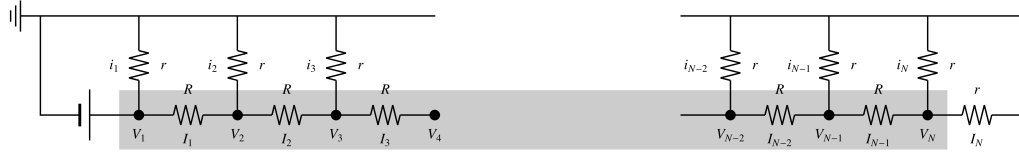
A continuación debes trabajar con los gráficos interactivos. Para ello selecciona "Evaluate Initialization Cells" en el menú Evaluation.

### Primera Parte : Simulación del perfil de temperaturas de varios conductores térmicos metálicos

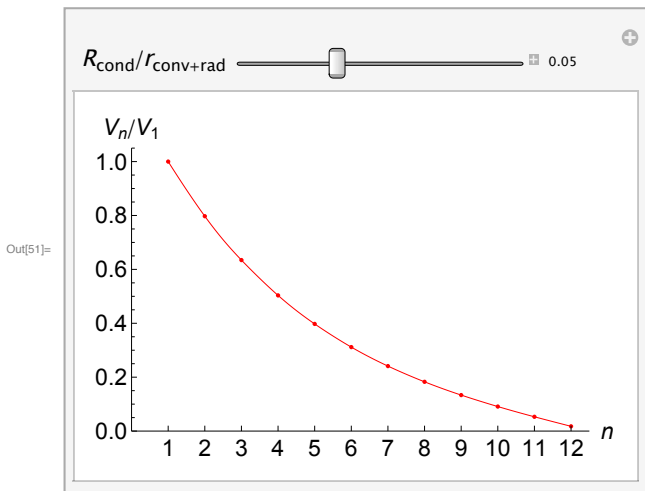


En este gráfico puedes seleccionar un metal (entre tres posibilidades) y ver la correspondiente distribución de temperaturas. La temperatura del aire circundante es de 20 °C. La potencia suministrada por la fuente de energía es la misma en todos los casos. Observa las temperaturas en los extremos de la barra. La temperatura se reduce en un factor  $e$  a una distancia de la fuente igual a  $1/p$ . Busca las conductividades térmicas de estos tres metales y relaciona sus valores con las observaciones anteriores.

## Segunda Parte : Analogía eléctrica



En este gráfico se muestra el potencial eléctrico en los nudos del circuito superior (para el caso de  $N = 12$  nudos). Con el cursor deslizante cambia el valor del cociente de resistencias y observa los cambios en la distribución de valores del potencial eléctrico. Discute la analogía entre el flujo de carga eléctrica en este circuito y el flujo de energía en el sistema barra-aire de la experiencia real.



Este Proyecto de Innovación Docente ha sido financiado por el Vicerectorat de Cultura i Igualtat de la Universitat de València (UV - SFPIE\_FO13 - 146569).



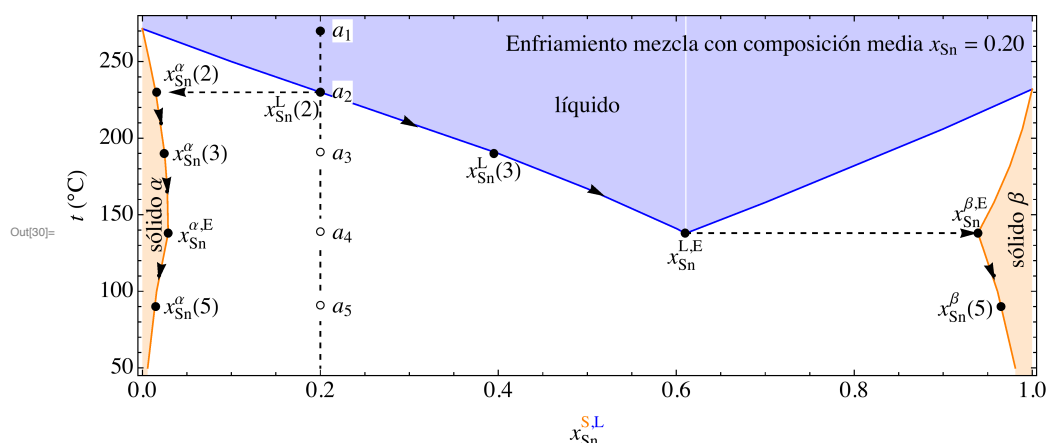
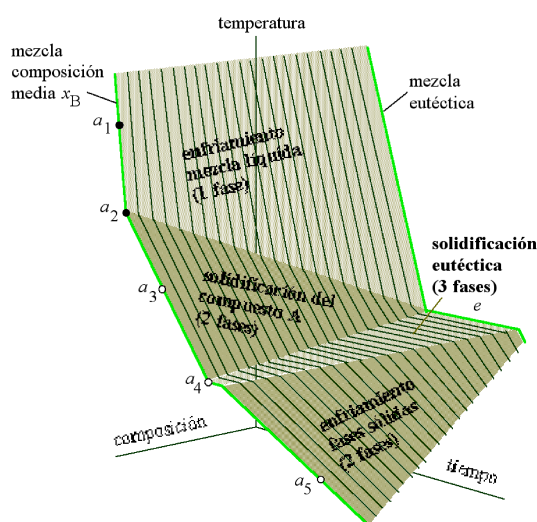
Autores: M.A. Gilabert, J.A. Manzanares, S. Mafé, J. Garrido, M.I. Aguilera.

Se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

# Proyecto de Innovación Educativa del Laboratorio de Termodinámica (PIE2103LT)

El objetivo principal de este PIE es el fomento del aprendizaje autónomo y colaborativo de los estudiantes mediante la puesta a su disposición de experiencias virtuales interactivas con las que puedan desarrollar, tanto antes como después de su trabajo presencial en el Laboratorio de Termodinámica, su capacidad de elaborar argumentos basados en sus observaciones e interpretar correctamente los fenómenos físicos estudiados.

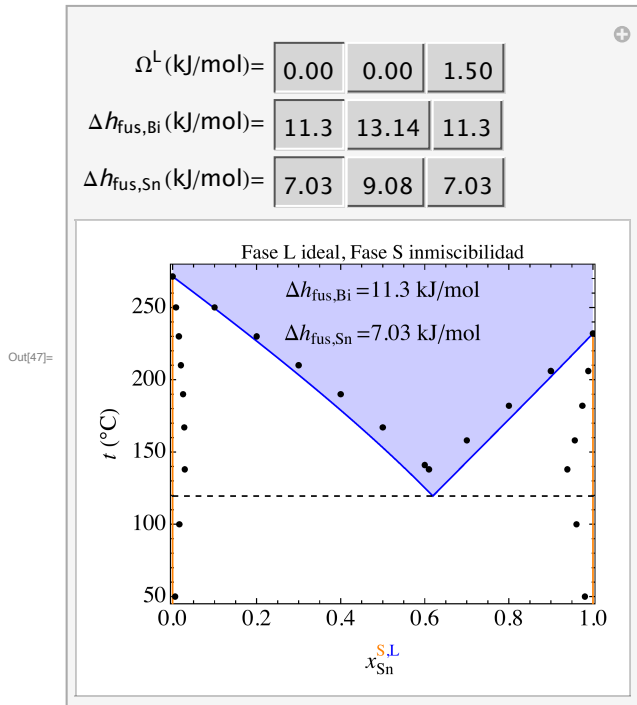
## Anexo 2: Diagramas de fases sólido-líquido de sistemas binarios que forman mezclas eutécticas (Experiencia virtual)



Esta experiencia virtual complementa la experiencia real sobre Diagramas de fase sólido-líquido de sistemas binarios que forman mezclas eutécticas (Diagrama de fases S-L del sistema Bi-Sn). El dispositivo experimental consta de ocho tubos que se ponen en contacto con una fuente de energía (mechero Bunsen o baño de arena) hasta que se funden. Con un registrador gráfico se registra la temperatura a lo largo de sus curvas de enfriamiento. De las inflexiones observadas en dichas curvas se extrae la información necesaria para dibujar el diagrama de fases temperatura-composición a presión constante. En las figuras siguientes se incluyen los datos experimentales publicados por H. Okamoto en *J. Phase Equilibria and Diffusion* 31 (2010) 205.

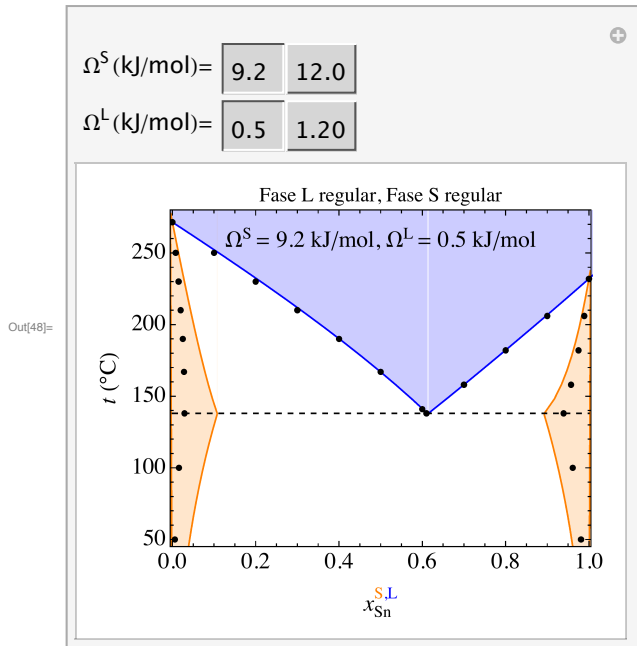
A continuación debes trabajar con los gráficos interactivos. Para ello selecciona "Evaluate Initialization Cells" en el menú Evaluation.

## Primera Parte : Componentes inmiscibles en fase sólida



En este gráfico interactivo puedes seleccionar una combinación de entalpías de fusión y parámetro de interacción en fase líquida (entre tres posibilidades) y ver el correspondiente diagrama de fases a presión estándar. Observa cómo cambian la composición y temperatura del punto eutéctico. Busca la entalpías de fusión estándar de Bi y Sn y relaciona sus valores con las observaciones anteriores.

## Segunda Parte : Comportamiento de mezcla regular en fase sólida



En este gráfico interactivo puedes seleccionar una combinación parámetros de interacción en las fases sólida y líquida y ver el correspondiente diagrama de fases a presión estándar. Las entalpías de fusión estándar de Bi y Sn usadas son las tabuladas. Discute cómo cambian la composición y temperatura del punto eutéctico y las zonas de estabilidad de la fase líquida (azul) y las fases sólidas (naranja) al cambiar los valores de los parámetros de interacción. Discute si la aproximación de componentes inmiscibles en fase sólida es adecuada para el sistema Bi-Sn.

Este Proyecto de Innovación Docente ha sido financiado por el Vicerectorat de Cultura i Igualtat de la Universitat de València (UV - SFPIE\_ - FO13 - 146569).

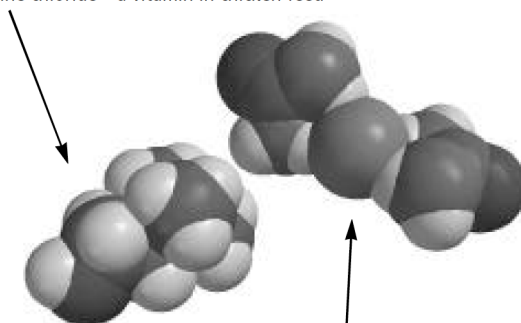


Autores: M.A. Gilbert, J.A. Manzanares, S. Mafé, J. Garrido, M.I. Aguilera:

Se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

**DEMO 30 MEZCLA DE SÓLIDOS A TEMPERATURA AMBIENTE**

choline chloride – a vitamin in chicken feed



urea – a common fertiliser

<b>Autor/a de la ficha</b>	José Antonio Manzanares Andreu
<b>Palabras clave</b>	Entropía de mezcla, punto eutéctico, líquidos iónicos
<b>Objetivo</b>	Mostrar que dos sólidos, al mezclarlos, pueden pasar al estado líquido sin necesitar aporte de energía en forma de calor
<b>Material</b>	6.00 g de urea, 7.00 g de cloruro de colina, balanza, un matraz esférico de 50 mL con tapón, un vaso de precipitados de 50 mL con tapón, una cucharilla/espátula de laboratorio
<b>Tiempo de Montaje</b>	Unos minutos para pesar las sustancias
<b>Descripción</b>	En el matraz se pesan 6.00 g de urea y se tapa. En el vaso de precipitados se pesan 7.00 g de cloruro de colina y se tapa. En el aula se echa la urea sobre el cloruro de colina y se remueve con la cucharilla con cuidado para que no salga nada. Al cabo de unos minutos se habrá formado un líquido viscoso.
<b>Comentarios y sugerencias</b>	<p>No es habitual observar este tipo de fenómenos porque las moléculas de los cristales sólidos forman enlaces que las mantienen unidas entre sí. Conseguir que con sólo acercar dos cristales de sustancias distintas se rompan estos enlaces y se formen un líquido binario no es trivial pues el movimiento térmico no rompe por sí sólo estos enlaces. De todos modos, tampoco es algo tan inusual. Por ejemplo, si mezclamos hielo y sal común sólidos, se forma un líquido (con posibles restos de alguno de los dos sólidos) tal y como se observa al formar una mezcla frigorífica en el laboratorio de Técnicas Experimentales de Termodinámica. Esencialmente el fenómeno que estamos observando está relacionado con el descenso crioscópico. Al añadir un soluto a un líquido, la temperatura de congelación de éste disminuye. En el caso de esta demostración, la temperatura de congelación o fusión normal del cloruro de colina es de 302 °C y al añadir urea en la proporción indicada este punto disminuye a tan sólo 12 °C, es decir, ¡ el punto de fusión normal se reduce en 290 °C!</p> <p>La pregunta clave aquí es ¿por qué tienden a mezclarse los sólidos? ¿Qué ventaja tiene el estado final de líquido binario frente al estado inicial de dos sólidos puros? Aunque hay interacciones entre las moléculas, el comportamiento viene esencialmente dictado por la entropía de mezcla.</p> <p>Realmente en los sistemas binarios no hablamos de punto de fusión sino de las curvas de equilibrio sólido-líquido. El sistema urea-cloruro de colina tiene un punto eutéctico que corresponde a una fracción molar de 2/3 de urea y a la temperatura de 12 °C antes mencionada. Para ser más precisos, lo que obtenemos al mezclar los sólidos en esta proporción a 1 atm y la temperatura del laboratorio es un líquido iónico, un tipo de materiales que se está empleando actualmente en un número creciente de aplicaciones.</p>
<b>Advertencias</b>	Conviene precalentar los sólidos en un baño de agua a unos 50 o 60 °C antes de llevarlos a clase. Esto favorece la mezcla y no afecta al estado final.
<b>Financiación y autoría</b>	Esta demostración se ha desarrollado como material del Proyecto de Innovación Educativa del Laboratorio de Termodinámica financiado por el Vicerectorat de Cultura i Igualtat. Distribuido bajo licencia de <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/">Licencia CC Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Intl.</a>