

# Información General sobre Materiales, Seguridad y Equipos para la Nanotecnología

**ESC 211**

*Traducción: Prof. Rogerio Furlan – Universidad de Puerto Rico en Humacao*

© 2013 The Pennsylvania State University

# **Unidad 3**

## **Visión General de Materiales**

### **Conferencia 4**

#### **Fases**

# Contenido

- Los bloques de construcción básicos de los materiales - Átomos
- Átomos, moléculas y materiales
- Maneras de clasificar los materiales
  - \* Tipo de enlace químico
  - \* Orgánico e Inorgánico
  - \* Fase
  - \* Estructura
  - \* Propiedades Químicas
  - \* Propiedades Físicas

# Contenido de esa Lectura

- Definición de Fase
- Definición de “Estados”
  - \* Gases
  - \* Líquidos
  - \* Sólidos
  - \* Plasmas
  - \* Condensados de Bose-Einstein (BECs)
- Definición de Regiones

**Podemos clasificar los  
materiales según su fase**

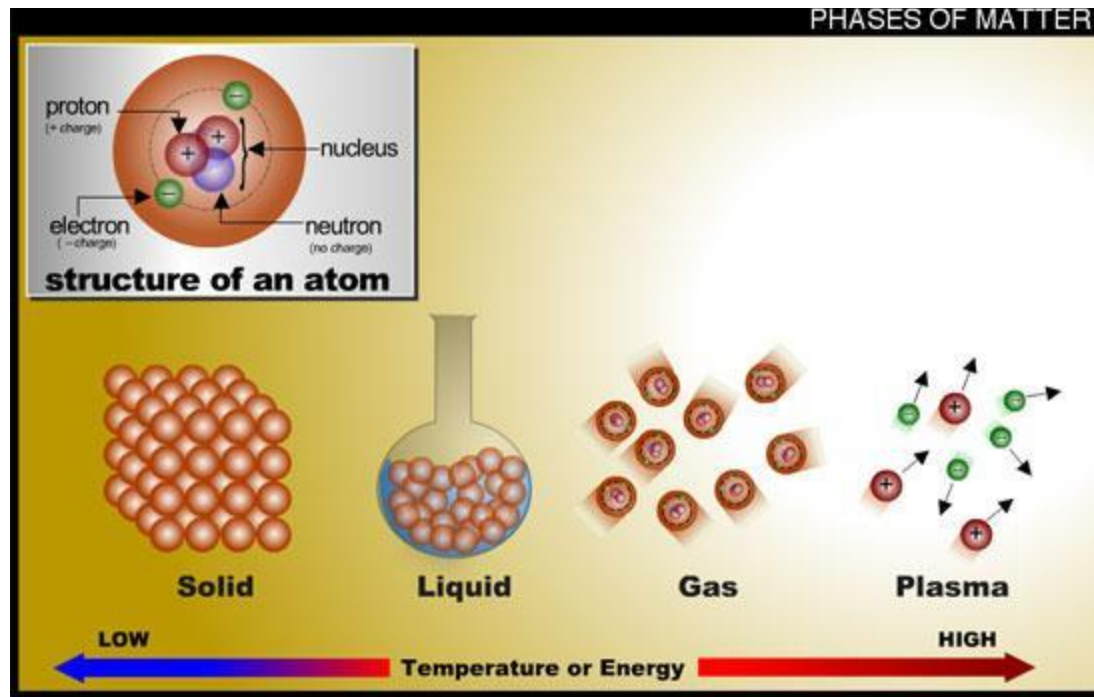
# ¿Cuál es la definición de "fase"?

Hay dos definiciones ligeramente diferentes:

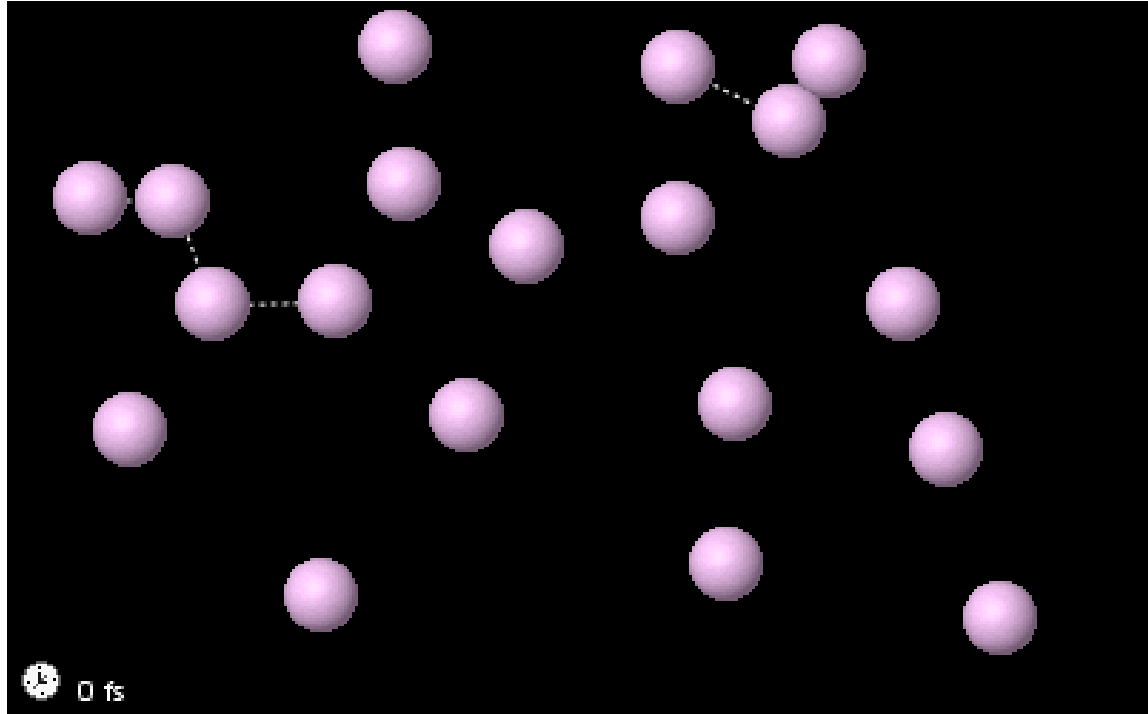
(1) El término **fase** se emplea como sinónimo de la palabra **estado** como en **estado gaseoso**, **estado líquido**, **estado sólido**, **estado de plasma** y **estado condensado de Bose-Einstein**.

(2) El término **fase** también se usa para definir una **región** de material a lo largo de la cual todas las propiedades físicas y químicas son esencialmente **uniformes**.

# El Término Fase Empleado como Sinónimo de Estado: Fases (Estados) de la Materia

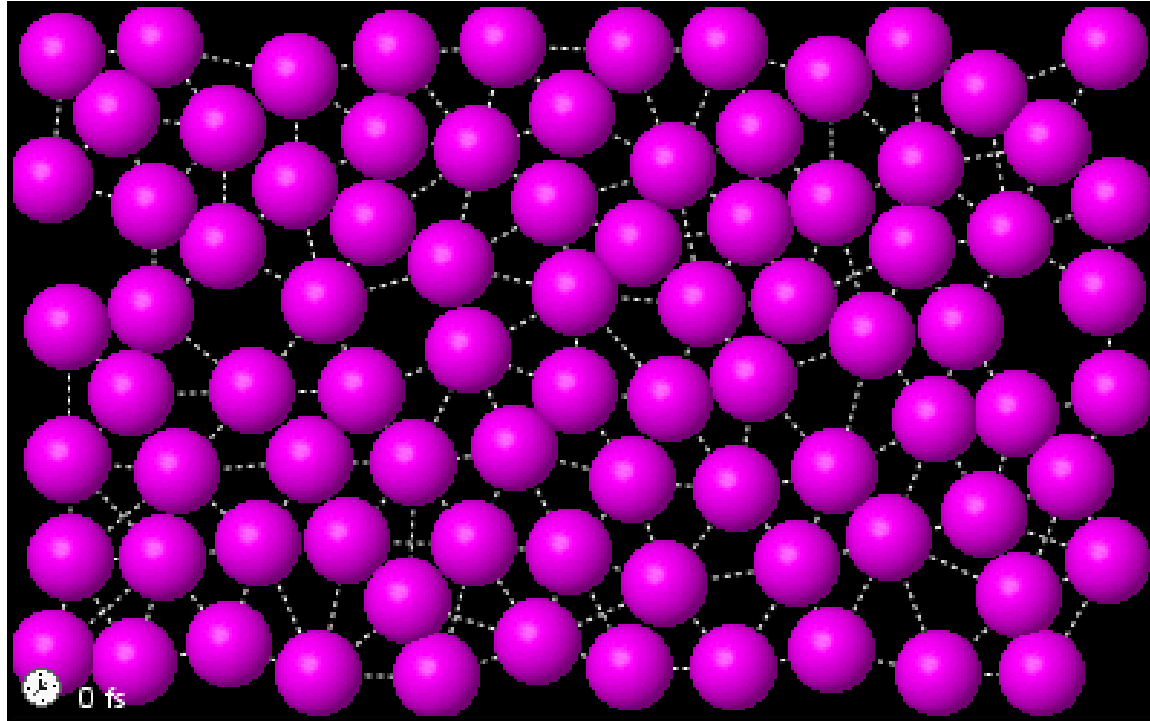


# Movimiento Atómico en Gases

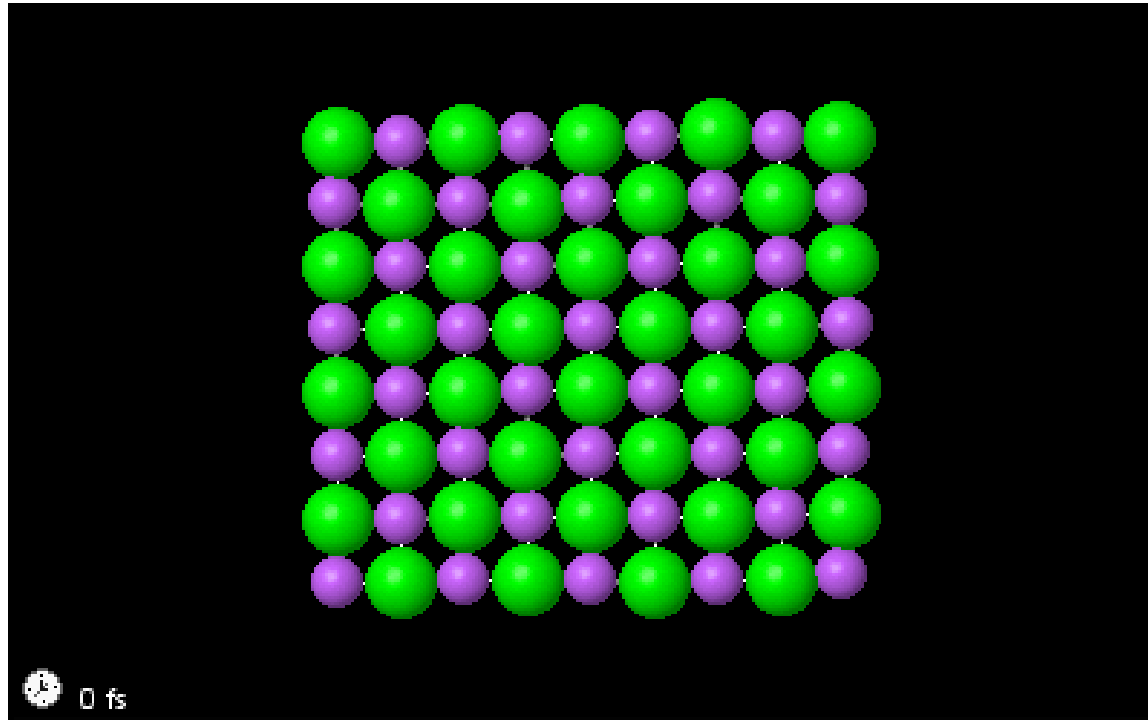




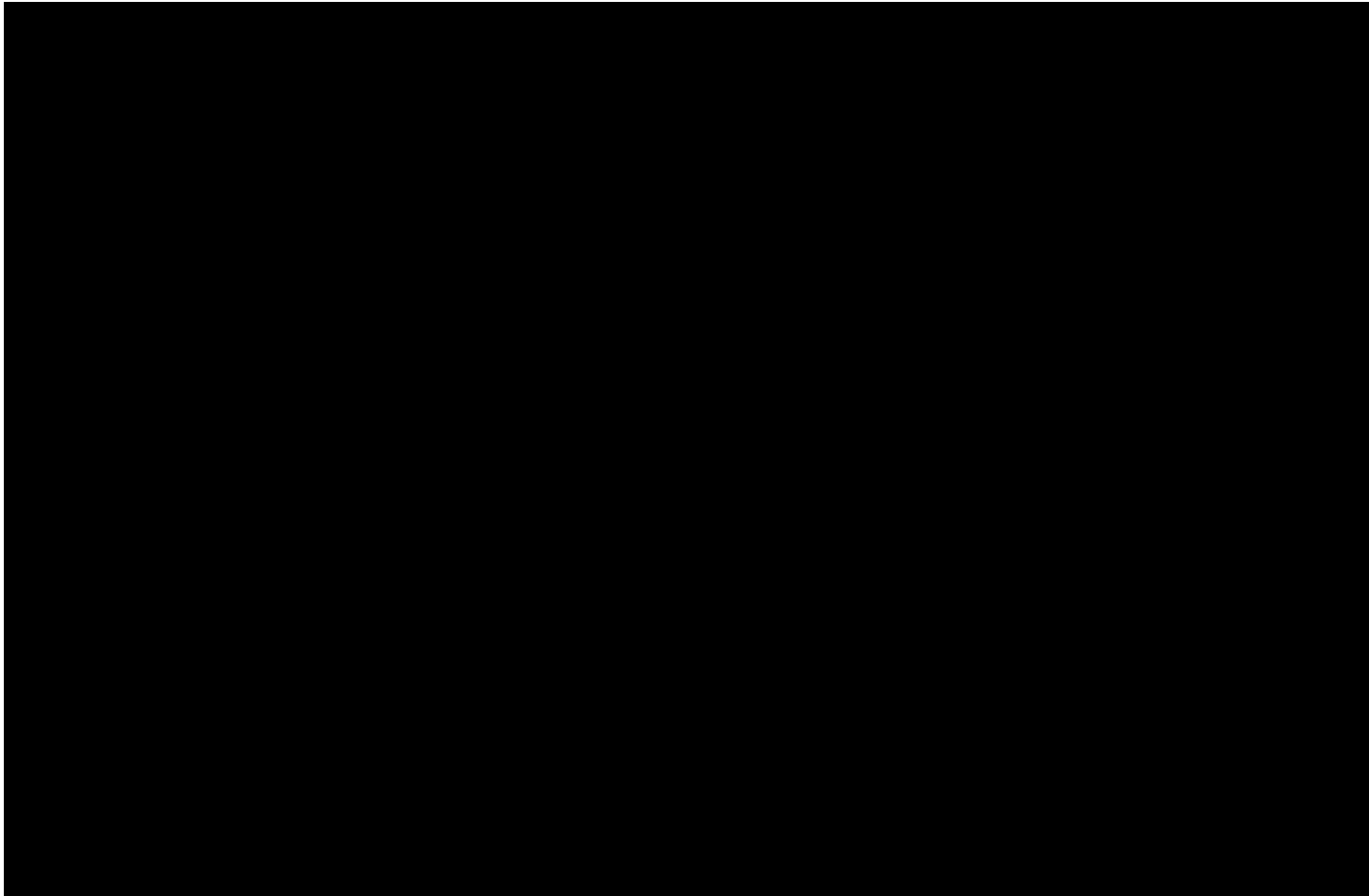
# Movimiento Atómico en Líquidos



# Movimiento Atómico en Sólidos

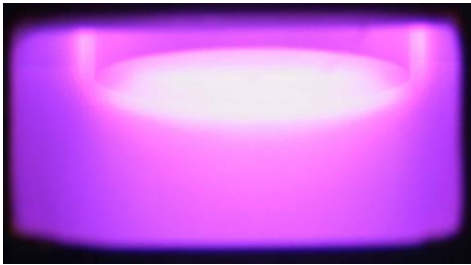


# Movimiento Atómico en Gas, Líquido y Sólido



<http://www.youtube.com/user/kosasihiskandarsjah#p/u>

# Plasmas



**Un plasma artificial  
utilizado en  
nanofabricación**

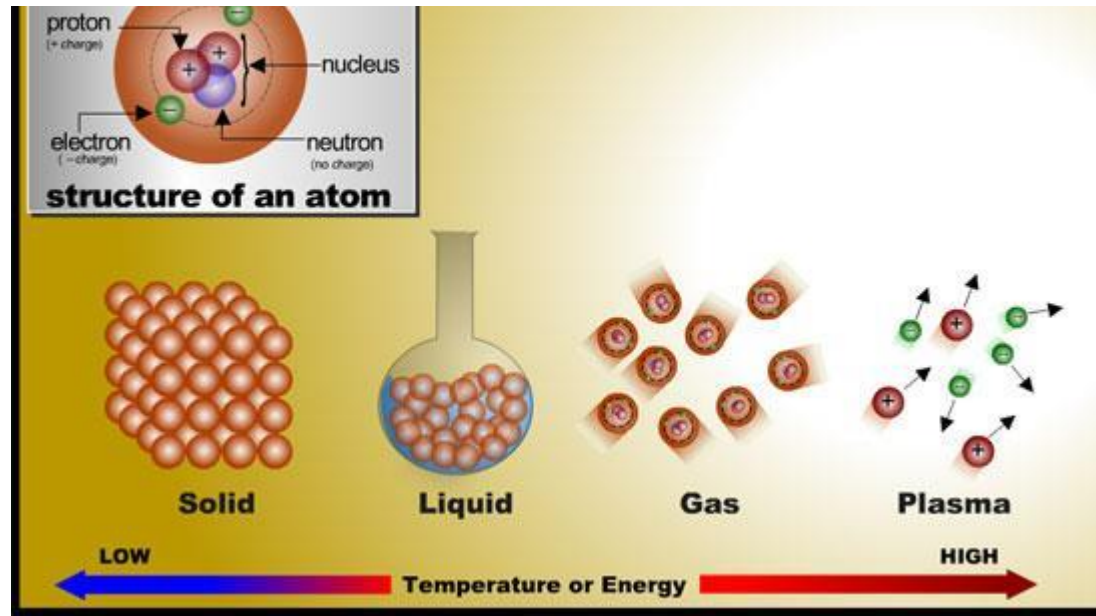


**Un plasma natural**

<http://www.bing.com/images/search?q=image+of+a+processing+plasma&view=detail&id=3EFE11869081162EB756A3E893878E25A24C7F8A&first=1>

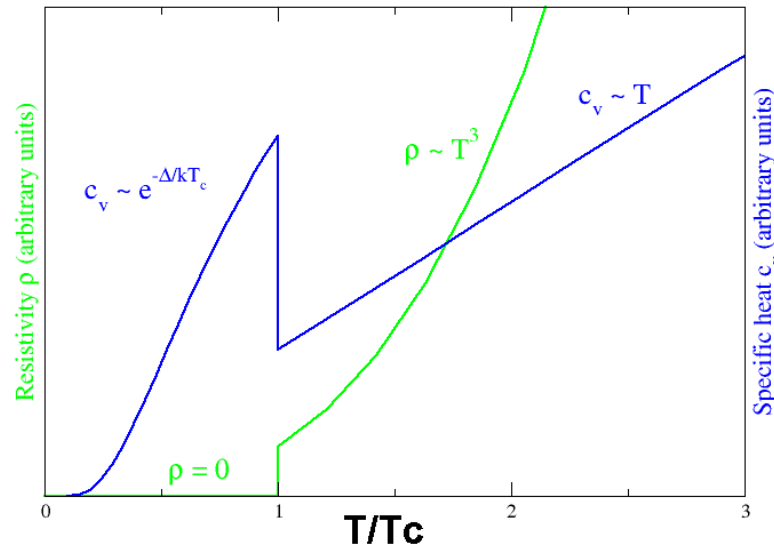
# Fases (Estados) de la Materia

**#1, #2, #3, #4**



**y #5 Condensados Bose-Einstein (BEC)**

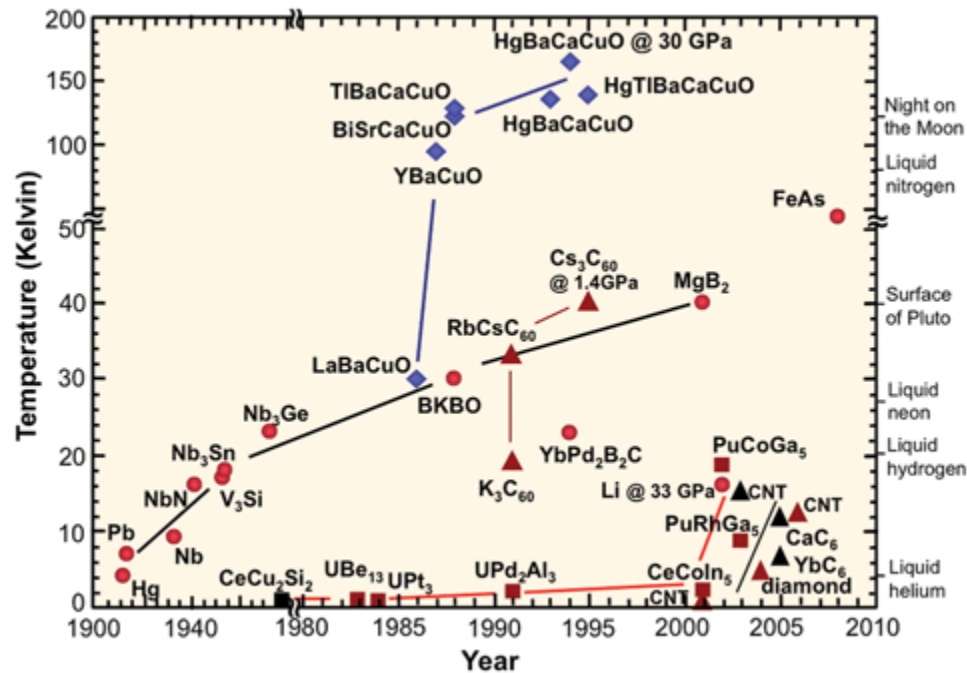
# Ejemplo de un BEC es un Superconductor



**Comportamiento de la capacidad de calor ( $c_v$ , azul) y resistividad ( $\rho$ , verde) en la transición de fase superconductor.**

<http://en.wikipedia.org/wiki/Superconductor>

# La Fase Superconductora



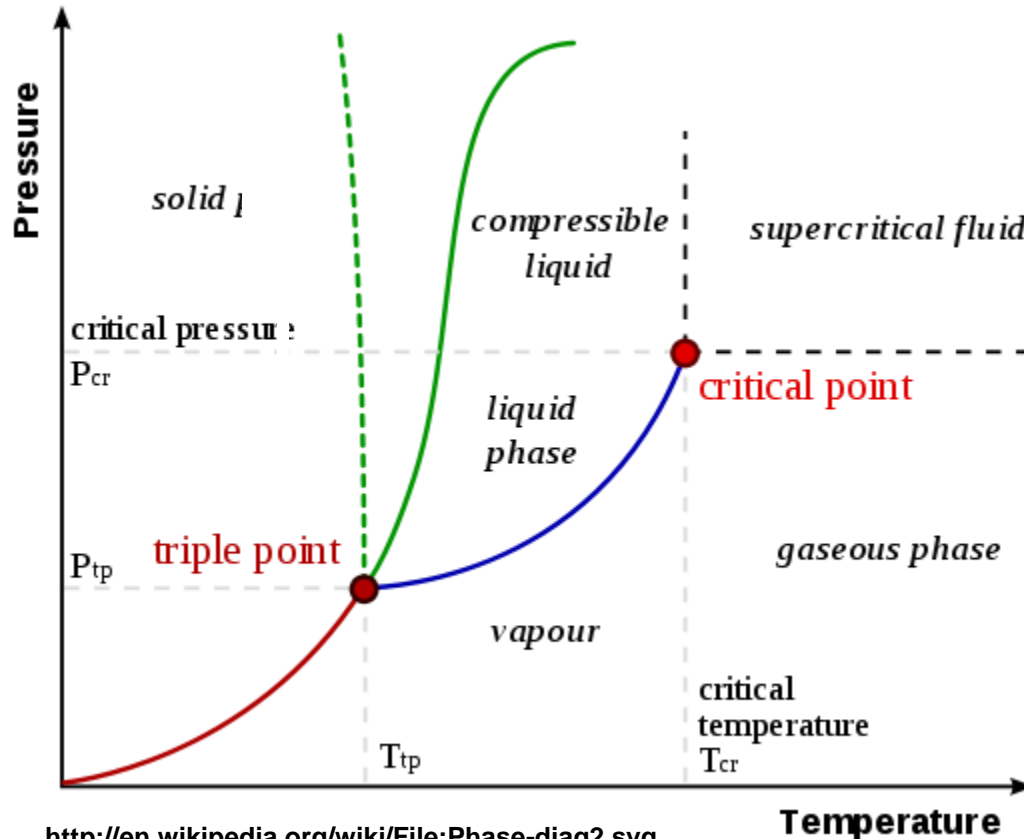
<http://en.wikipedia.org/wiki/Superconductivity>

**Así podemos clasificar los  
materiales según sean BECs,  
sólidos, líquidos, gases o  
plasmas**

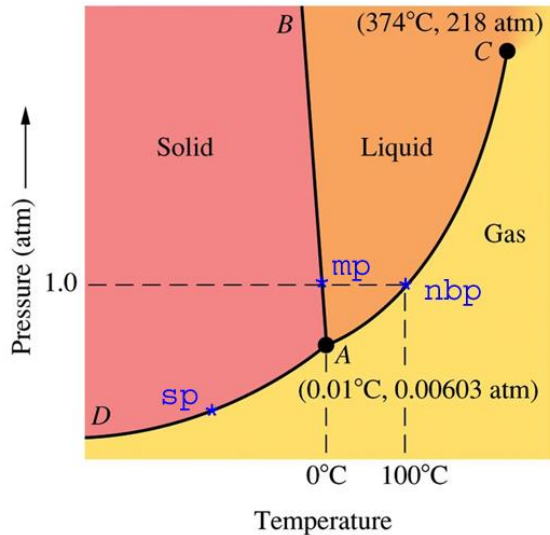


**El estado (fase) en que un material se encuentra, depende de la presión, temperatura, composición**

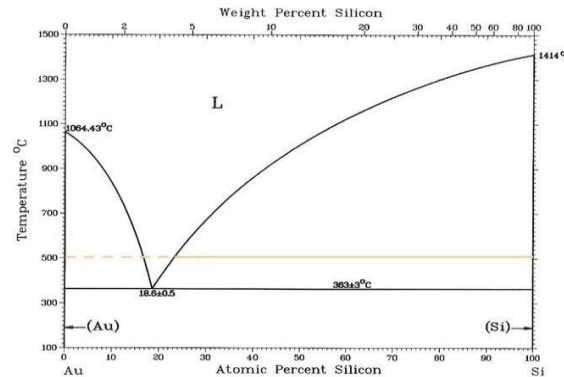
Un diagrama de fases típico para un material con un componente, exhibiendo las fases sólida, líquida y gaseosa.



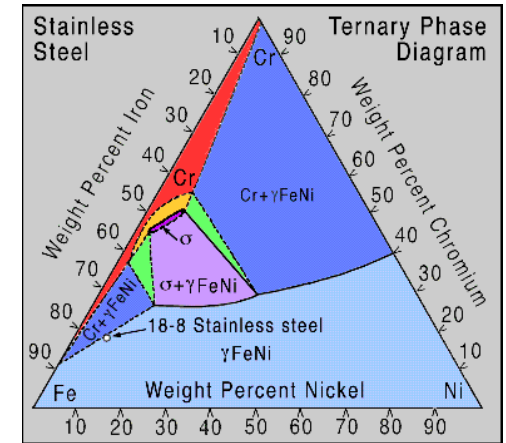
# Diagramas de Fase



**Sustancia pura (un componente)- $H_2O$**



**Binario (dos componentes)-Au/Si**



**Ternario (tres componentes)-Cr, Ni, Fe (acero)**

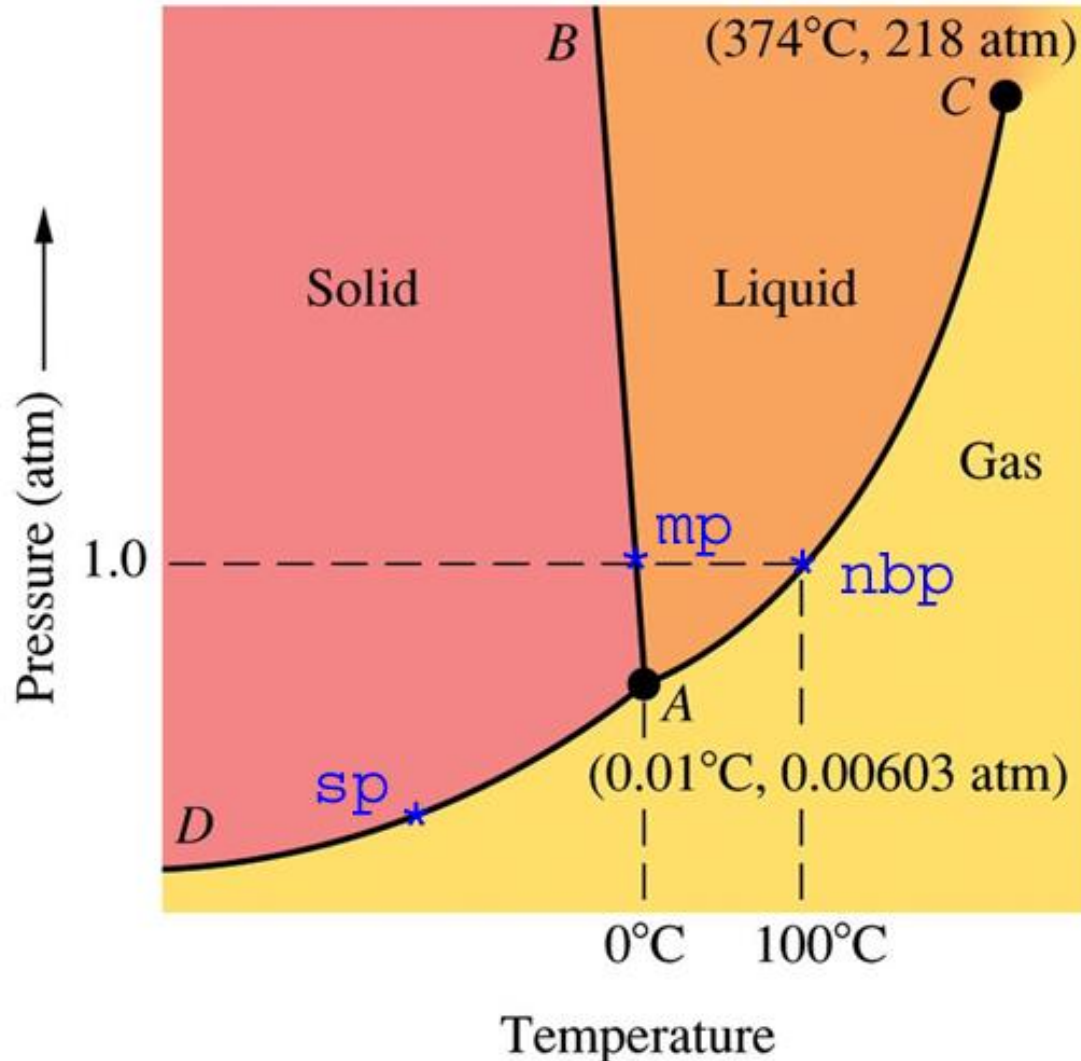
Los diagramas de fase son mapas de las fases de equilibrio asociadas con varias combinaciones de temperatura y composición.

<http://stevengoddard.files.wordpress.com/2010/09/water-phase-diagram1.jpg>

[http://www.sv.vt.edu/classes/MSE2094\\_NoteBook/96ClassProj/proj.html](http://www.sv.vt.edu/classes/MSE2094_NoteBook/96ClassProj/proj.html)

<http://thinfilm.snu.ac.kr/nanowire.htm>

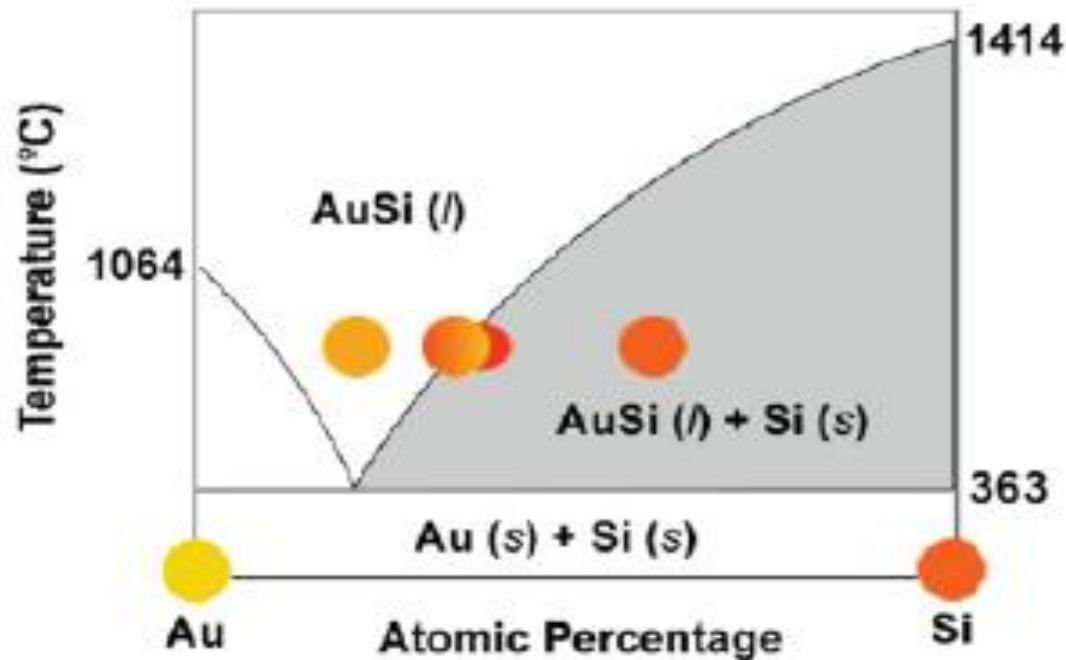
# Diagrama de fase para el material de un solo componente H<sub>2</sub>O



mp: punto de fusión  
nbp: punto de ebullición normal  
sp: punto de sublimación

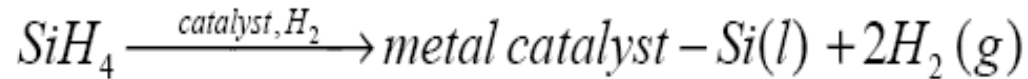
**Todos cambian**

# Diagrama de fase para el material de dos componentes Au-Si

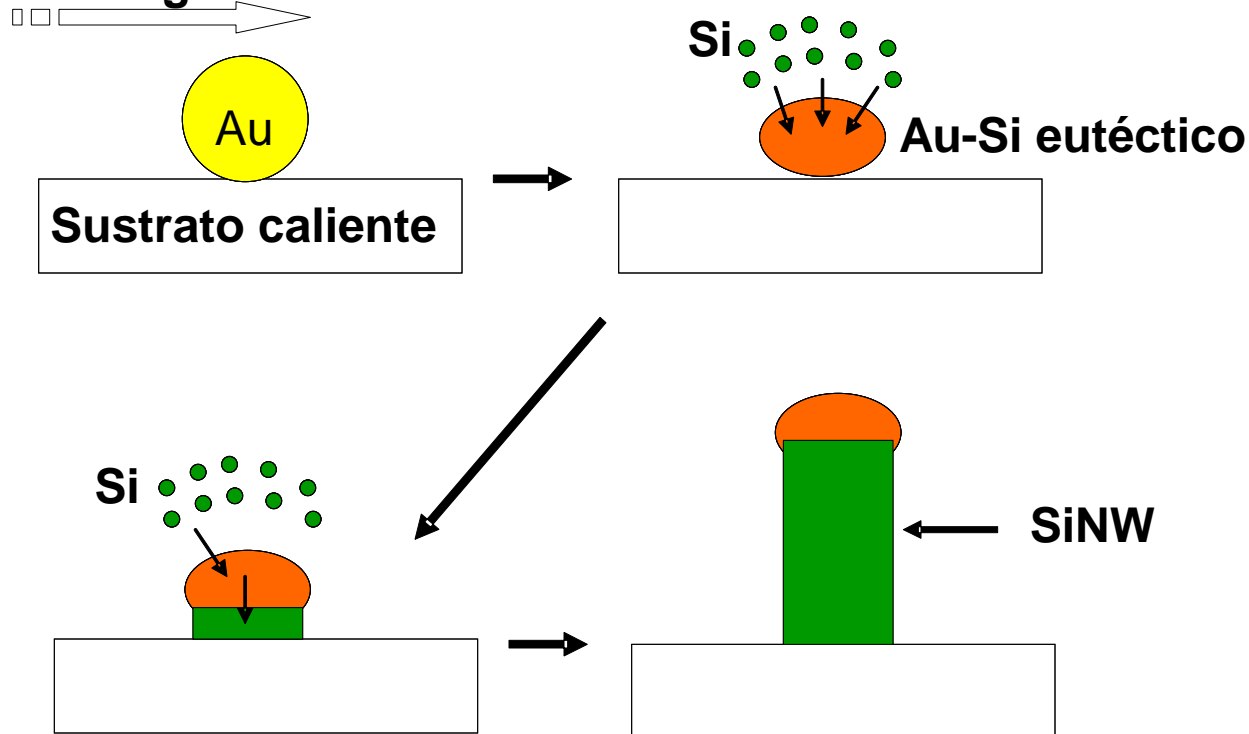


Yinghui Shan, "Crecimiento de nanohilo de silicio y fabricación de transistor por auto ensamblaje" Tesis de doctorado, Departamento de ingeniería ciencia y mecánica, Pennsylvania State University, 2007"

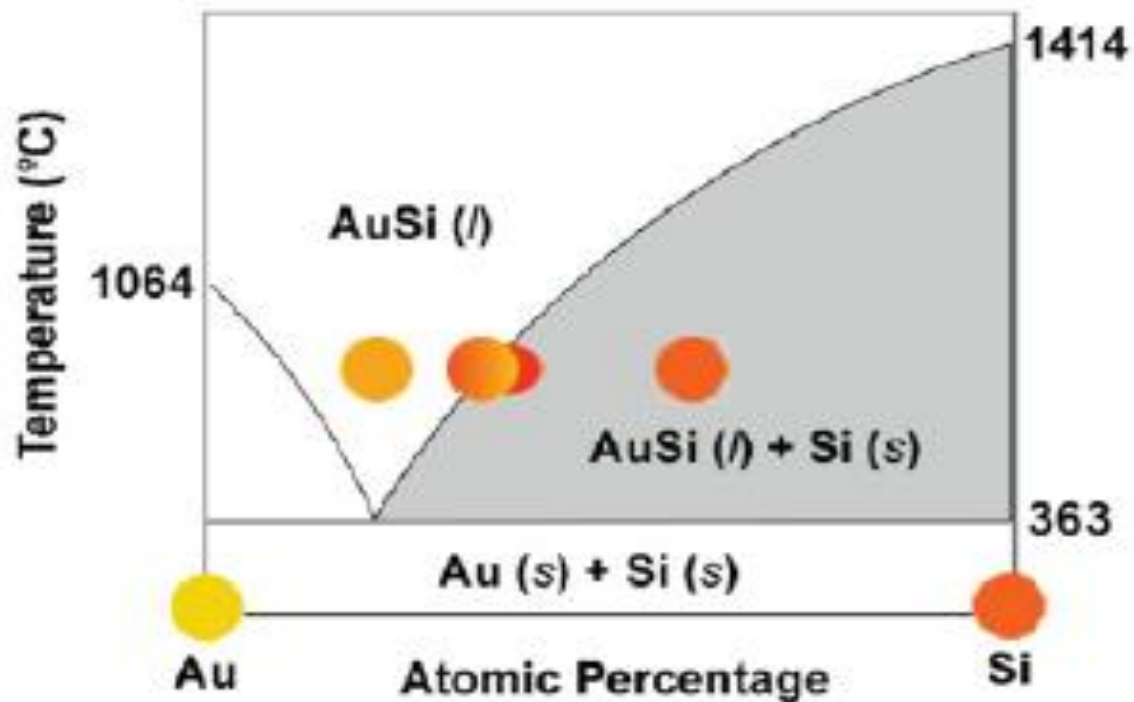
# Nanohilos de silicio obtenidos utilizandose crecimiento Vapor Líquido Sólido catalizado por Au



Fuente de gas con Si

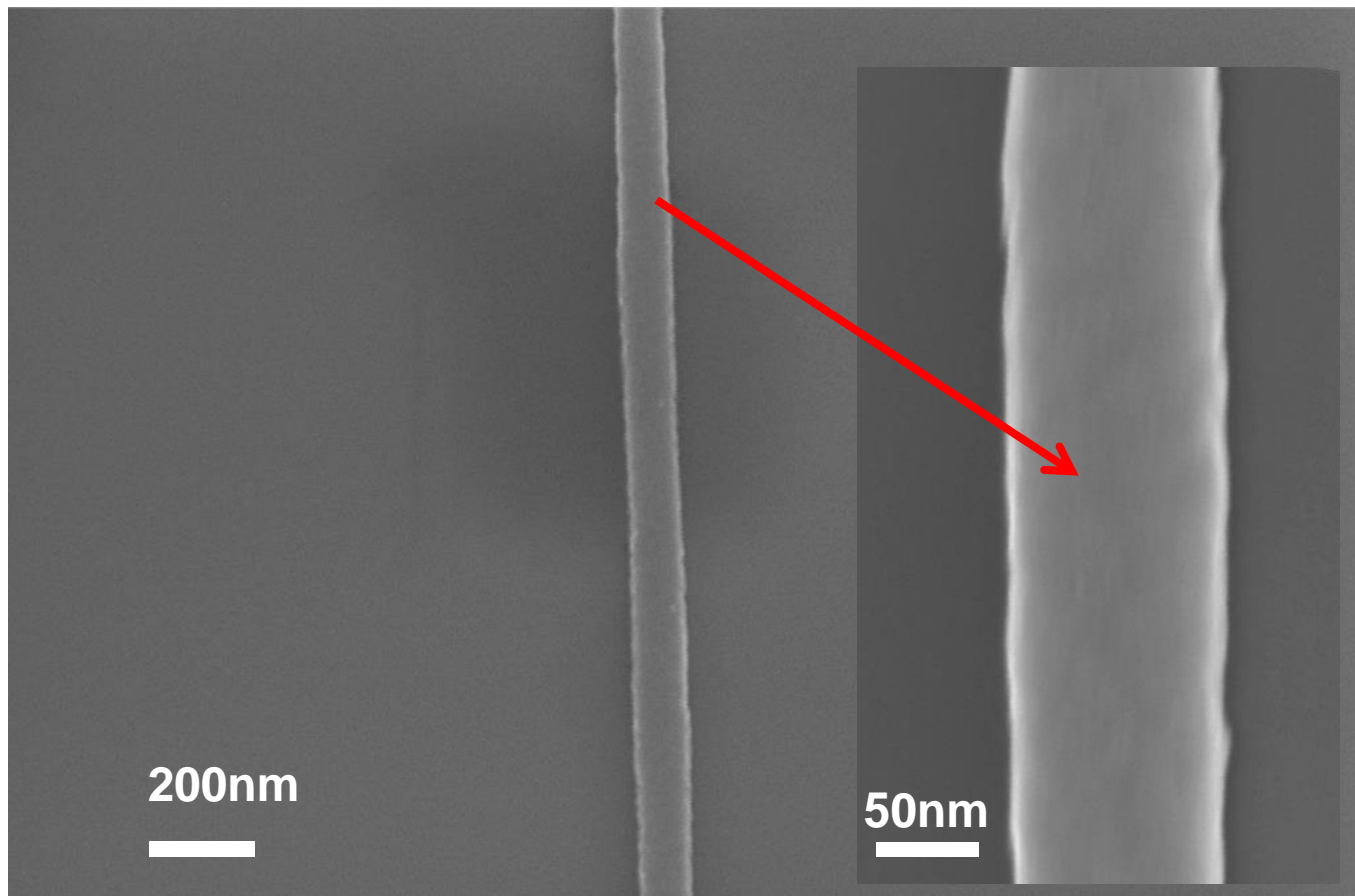


# Diagrama de fase Au-Si



Yinghui Shan, "Crecimiento de nanohilo de silicio y fabricación de transistor por auto ensamblaje" Tesis de doctorado, Departamento de ingeniería ciencia y mecánica, Pennsylvania State University, 2007"

# Un nanocable de silicio crecido con la ayuda del diagrama de fase del Au-Si





**Hablemos de materiales y  
utilicemos fase para definir una  
región del espacio a lo largo de  
la cual todas las propiedades  
físicas del material son  
esencialmente uniformes.**

# **Algunos Ejemplos de Materiales de Fase Mixta**

# Copolímeros en Bloque (Block Copolymers)

- Utilizado en nanofabricación de abajo hacia arriba.
- Usado para transferencia de patrones.

# Copolímeros

● = Monómero A + ○ = Monómero B

¿Qué sucede cuando dos diferentes materiales de partida (monómeros) se utilizan para hacer una molécula de polímero?



Homopolímero de A



Homopolímero de B



Copolímero aleatorio de A & B



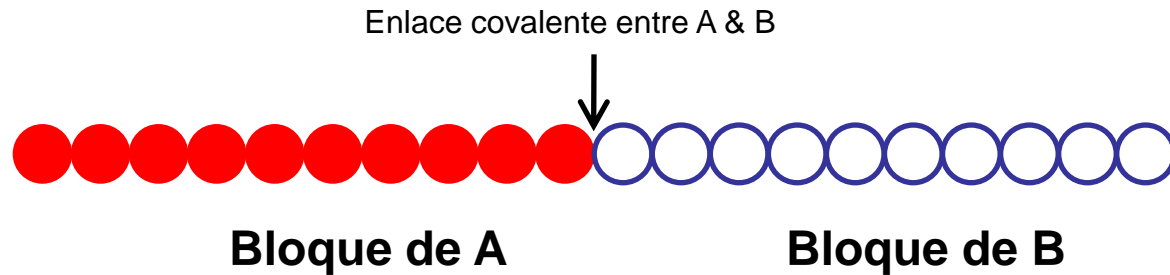
Copolímero alternado de A & B



Copolímero en bloque de A & B

Dominio público: Imagen generada por el personal de CNEU de uso libre

# Copolímeros en Bloque



Dominio público: Imagen generada por el personal de CNEU de uso libre

- Si A y B no se gustan mutuamente, se comportan como agua y aceite.
- Separación de fase: A sólo quiere estar con A y B sólo quiere estar con B.
- Pero, el bloque A está (permanentemente) conectado al bloque B.
- Bloques pueden separarse en fases, pero no se pueden mover muy lejos unos de otros.
- La longitud de cada molécula de polímero depende de cuantas unidades de repetición ella contiene.
- Sin embargo, la longitud de muchos copolímeros en bloque útiles está en la gama del nanómetro.

**La separación de fase de los bloques crea patrones en la nano-escala.**

# Fases de los Copolímeros en Bloque

Aumentando la Longitud de A →

← Aumentando la Longitud de B



20:80

Esferas de A



30:70

Cilindros de A



50:50

Lamelas



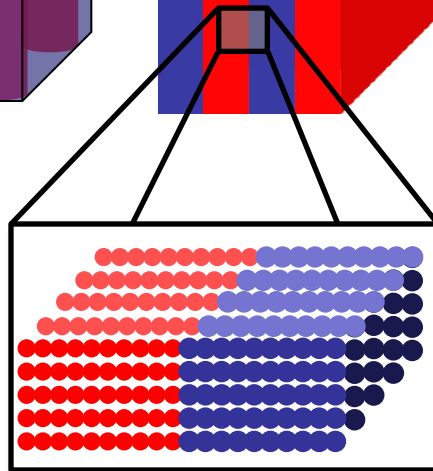
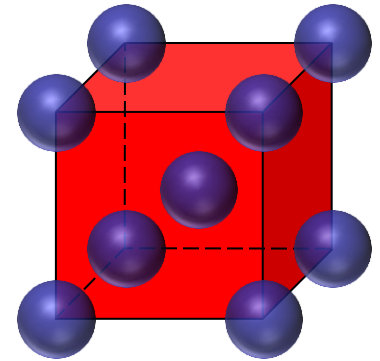
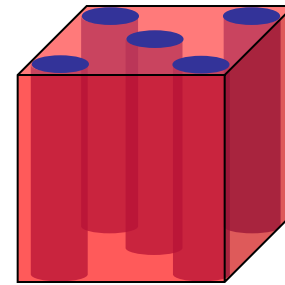
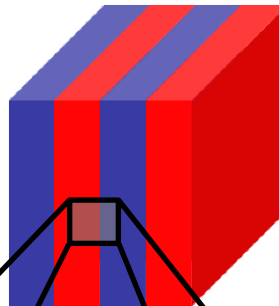
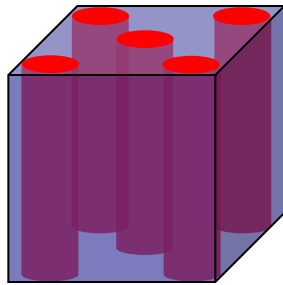
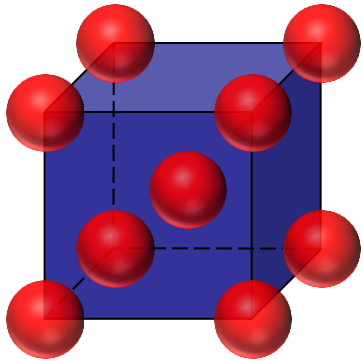
70:30

Cilindros de B



80:20

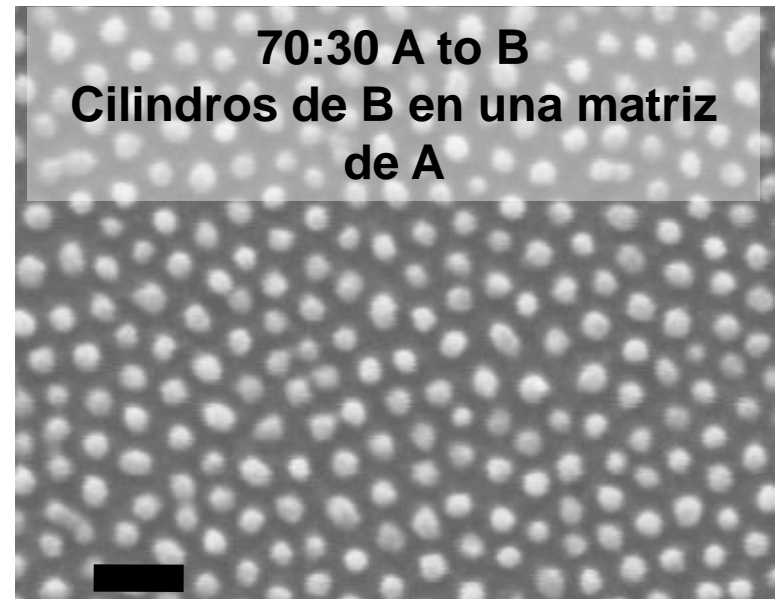
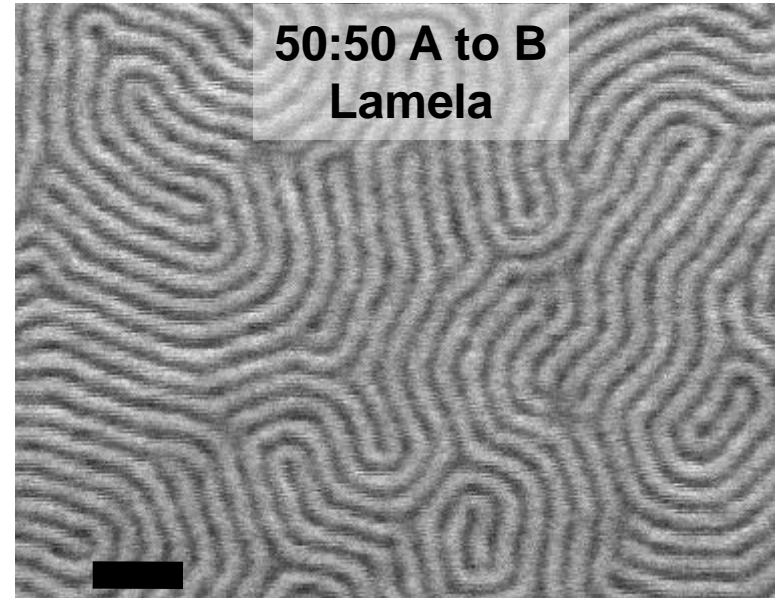
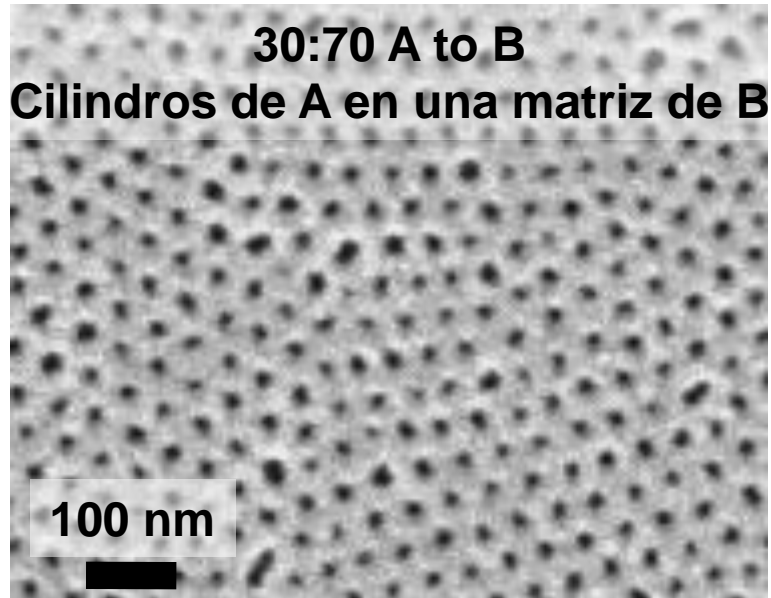
Esferas de B



Dominio público: Imagen generada por el personal de CNEU de uso libre

Patrones resultan de la minimización de la superficie (interacciones desfavorables) entre dos materiales incompatibles.

# Imágenes de Copolímeros en Bloque



Aumentando en tamaño del bloque A

Disminuyendo el tamaño del bloque B

En el todo el tamaño de (A + B) sigue constante



Public Domain: Images Generated by CNEU Staff for free use

# Desarrollo y Transferencia de Nano-Patrón Utilizando Copolímeros en Bloque

Copolímero de bloque auto-organizado



Modificando químicamente un bloque



Utilizando diferencias entre bloques para eliminar selectivamente sólo un componente



Transferencia de patrón a la capa subyacente

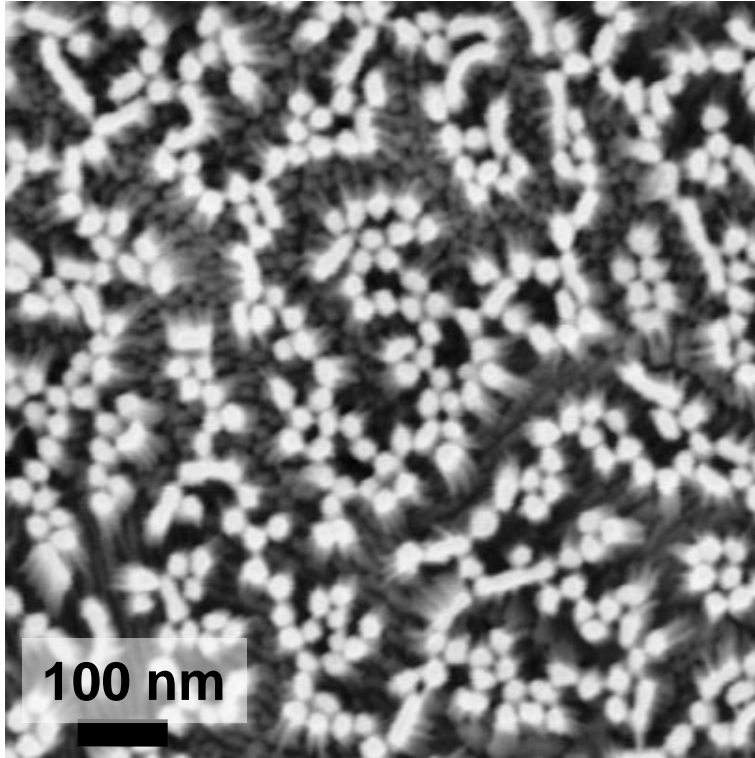


Dominio público: Imágenes generada por el personal de CNEU de uso libre

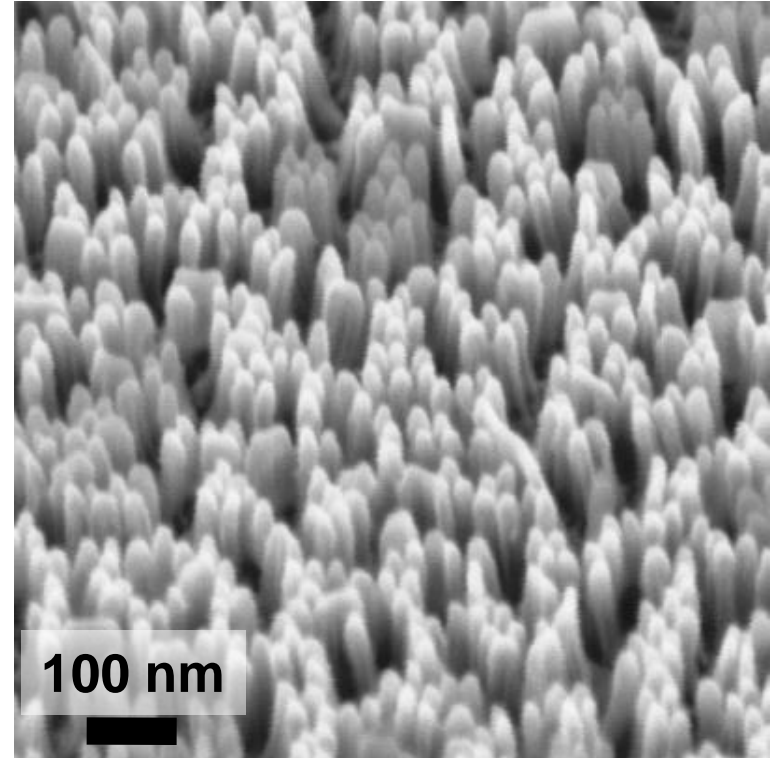


# Imágenes de poliimida nanoestructurada

**Vista superior**



**Vista lateral**



Dominio público: Imágenes generada por el personal de CNEU de uso libre

# **Más Ejemplos de Materiales de Fase Mixta**

# Definición más “Tradicional de Mezclas

Una **mezcla** es un sistema material formado por dos o más sustancias diferentes que se mezclan, pero no se combinan químicamente. Una mezcla se refiere a la combinación física de dos o más sustancias en que las identidades se conservan y se mezclan en forma de **aleaciones, soluciones, suspensiones y coloides**.

# **Aleaciones**

**Las aleaciones son una mezcla uniforme, generalmente de elementos que tienen una microestructura sólida monofásica.**

# Otras Mezclas

## Soluciones

**Una solución es una mezcla homogénea de dos o más componentes. El agente de disolución es el solvente. La sustancia que se disuelve es el soluto. Los componentes de una solución son átomos, iones o moléculas, que hace que estos componentes tengan un nanómetro o menos de diámetro. Ejemplo: Azúcar y agua.**

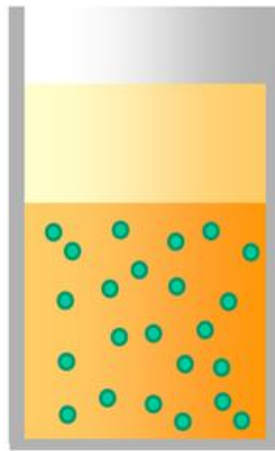
# Otras Mezclas

## Coloides

**El tamaño de estas partículas está en la escala de nanómetros ( $10^{-9}$  m), pero en algunas definiciones de coloides ellas pueden ser tan grandes como  $10^{-6}$  m en tamaño. Ejemplos: Puntos cuánticos en solución.**

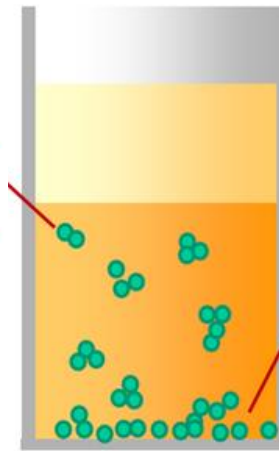
# Los coloides son importantes en nanofabricación

**Ejemplo de un coloide estable**



**Ejemplo de un coloide inestable**

**Agregación**



**Sedimentación**

<http://en.wikipedia.org/wiki/Colloid>

# Más Informaciones sobre Coloides

Líquidos, sólidos y gases pueden utilizarse para formar diferentes tipos de dispersiones coloidales.

Un coloide típicamente tiene una **fase continua** en la cual alguna otra cosa con una otra fase diferente está dispersada (la "**fase dispersada**"). Diferentes fases pueden todavía ser la misma **fase de la materia**, por ejemplo, dos fases diferentes podrían ser líquidos, sólo líquidos **no miscibles**.

**Aerosoles:** partículas sólidas o líquidas en un gas. Ejemplos: El humo es un sólido en un gas. La niebla es un líquido en un gas.

**Soles:** partículas sólidas o moléculas en un líquido. (**generalmente se usa para referirse a un coloide a utilizar para formar un gel a través del proceso sol-gel**). Ejemplo: leche de Magnesia es un sol con sólido hidróxido de magnesio, en el agua.

**Emulsiones:** partículas líquidas en líquido. Ejemplo: La mayonesa es aceite en agua.

**Geles (también llamados sol-geles):** sistema difásico que contiene la fase líquida en una fase sólida. Ejemplos: Gelatina Jell-O™.



# Algunas Otras Mezclas

## Suspensiones

**Las partículas en suspensión son más grandes que las que se encuentran en soluciones y coloides. Componentes de suspensión pueden distribuirse uniformemente por un medio mecánico, pero los componentes se sedimentan. Ejemplo: Aceite y agua**

# Tipos de Coloides

Medio/Fases		Fase dispersada		
		Gas	Líquido	Sólido
Medio Continuo	Gas	Ningún (Todos los gases están mutuamente visibles)	Líquido <u>aerosol</u> Ejemplos: <u>niebla</u> , <u>aerosoles para el</u> <u>cabello</u>	Sólido aerosol Ejemplos: <u>humo</u> , <u>nubes</u> , <u>partículas de</u> <u>aire</u>
	Líquido	<u>Espuma</u> Ejemplo: <u>crema batida</u> , <u>crema de afeitar</u>	<u>Emulsión</u> Ejemplos: <u>leche</u> , <u>mayonesa</u> , <u>crema de</u> <u>manos</u>	<u>Sol</u> Ejemplos: <u>tinta</u> <u>pigmentada</u> , <u>sangre</u>
	Sólido	<u>Espuma Sólida</u> Ejemplos: <u>piedra</u> <u>pómez de aerogel</u> , <u>espuma de poliestireno</u> ,	<u>Gel</u> Ejemplos: agar, gelatina, ópalo	Sol Sólido Ejemplos: <u>vidrio de</u> <u>arándano</u> ("cranberry")

<http://en.wikipedia.org/wiki/Colloid>