

# Física Aplicada a Farmacia

Fernando Herranz  
[fherranz@pdi.ucm.es](mailto:fherranz@pdi.ucm.es)

Tutorías L,X,V 17.30

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
(online lessons)  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a white swoosh underneath, all contained within a yellow rectangular box.

# Parte 2ª. ESTADOS DE AGREGACIÓN DE LA MATERIA

## TEMA 2. Estado sólido

Sólidos amorfos y cristalinos. Propiedades mecánicas de los sólidos. Cristales líquidos.

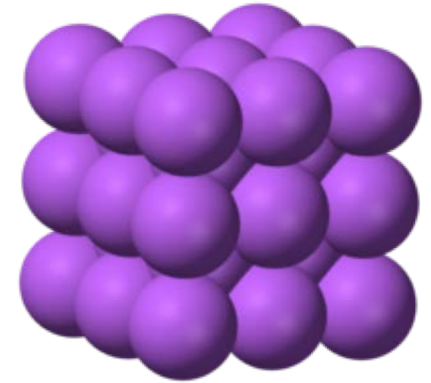
The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, dark green font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue and orange gradient background that resembles a stylized wave or a banner.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

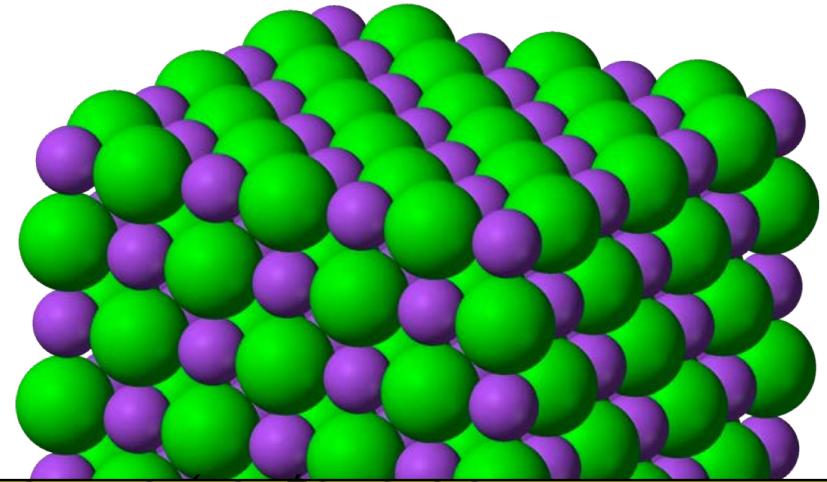
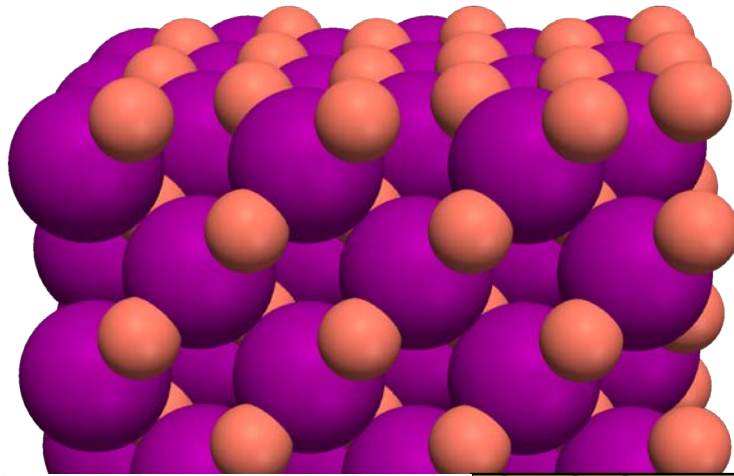
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

En el estado sólido las partículas se encuentran unidas por grandes fuerzas que las mantienen unidas a distancias relativamente pequeñas.



El movimiento de las partículas se limita a ser de vibración, sin que se puedan desplazar.

Conforme aumenta la temperatura, la amplitud de la vibración de las partículas se hace mayor por lo que el sólido se dilata.



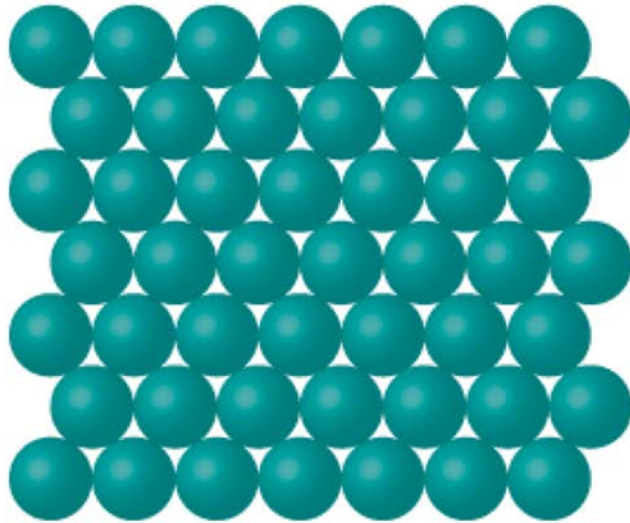
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

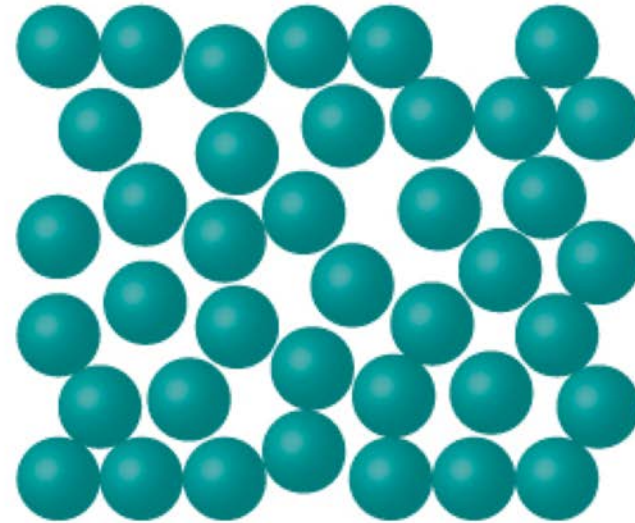
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Los sólidos se dividen en dos categorías: cristalinos y amorfos.



**sólido cristalino** que posee un ordenamiento estricto y regular, es decir, sus átomos, moléculas o iones ocupan posiciones específicas.



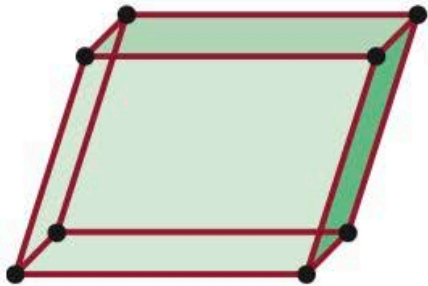
Un **sólido amorfo**, como el vidrio, carece de un ordenamiento bien definido y de un orden molecular repetido.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

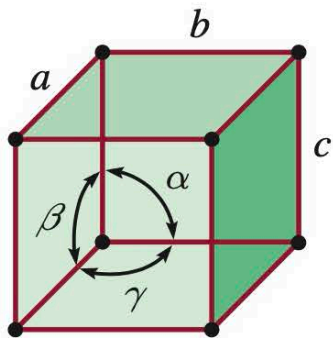


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

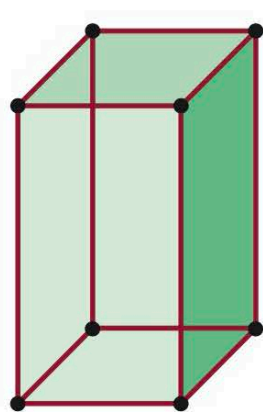
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cúbica simple

$$a = b = c$$

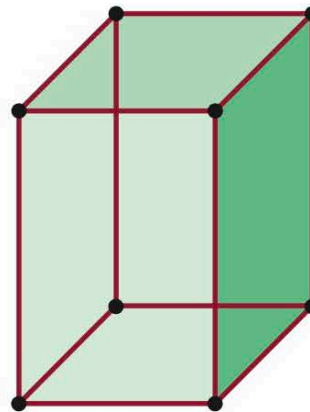
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



Tetragonal

$$a = b \neq c$$

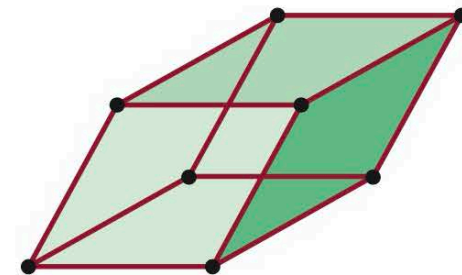
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



Ortorrómbica

$$a \neq b \neq c$$

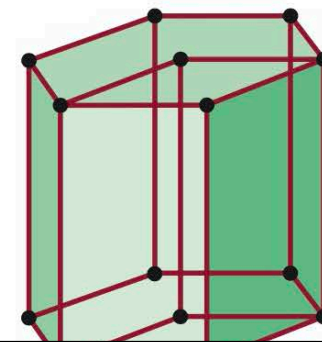
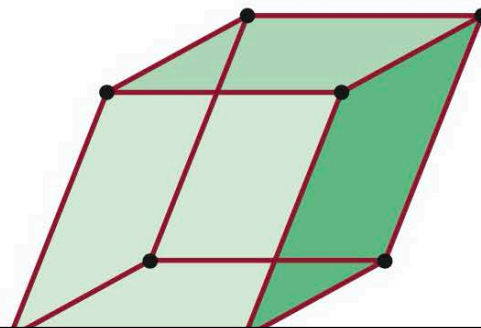
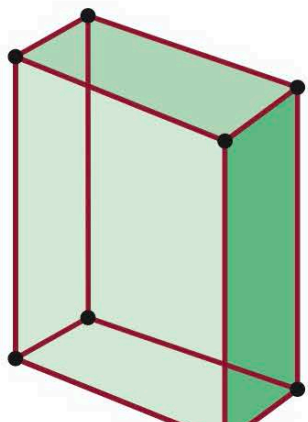
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



Romboédrica

$$a = b = c$$

$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

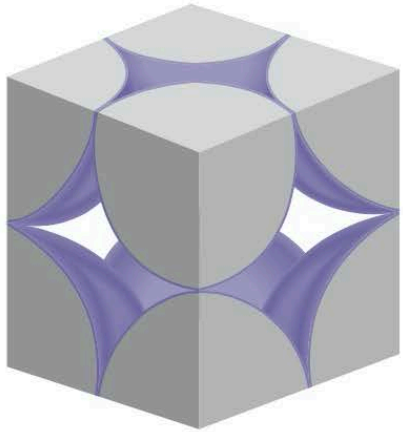
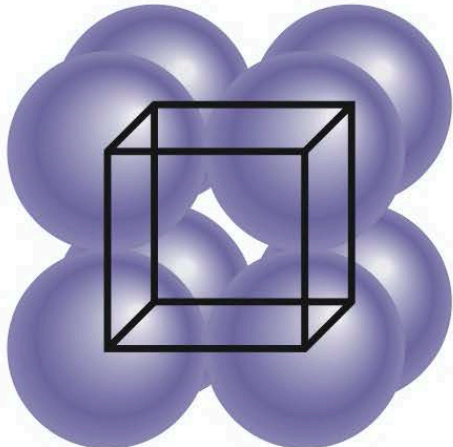
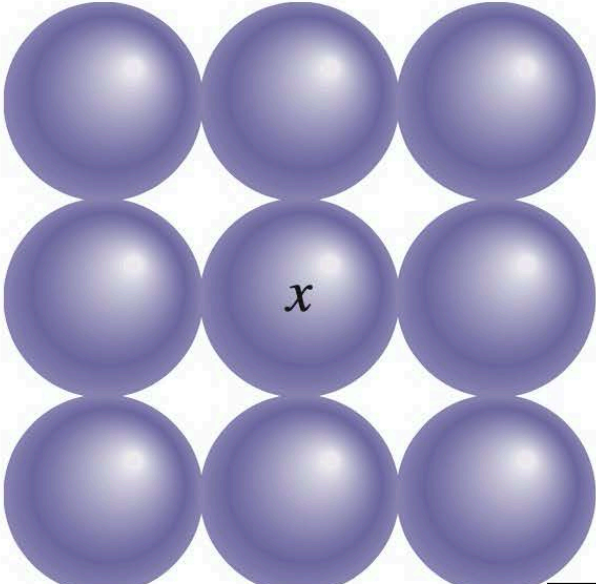
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

# Empaquetamiento de esferas

Los requisitos geométricos generales para que se forme un cristal se entienden si se analizan las distintas formas en que se pueden empaquetar varias esferas idénticas para formar una estructura tridimensional ordenada.

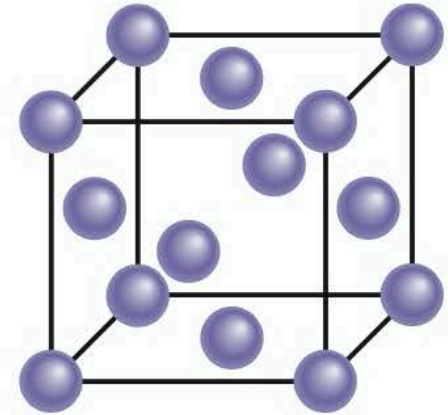
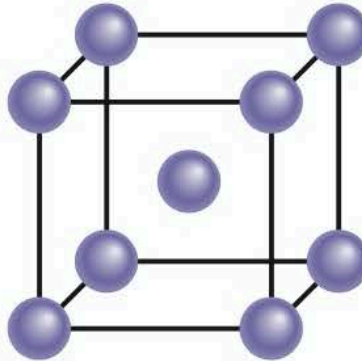
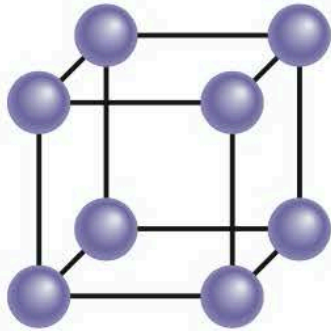
La manera en que las esferas se acomodan en capas determina el tipo de celda unitaria final.



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

www.cartagena99.com no se hace responsable de la información contenida en el presente documento en virtud al Artículo 17.1 de la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información y de Comercio Electrónico, de 11 de julio de 2002, Si la información contenida en el documento es ilícita o lesiona bienes o derechos de un tercero háganoslo saber y será retirada.



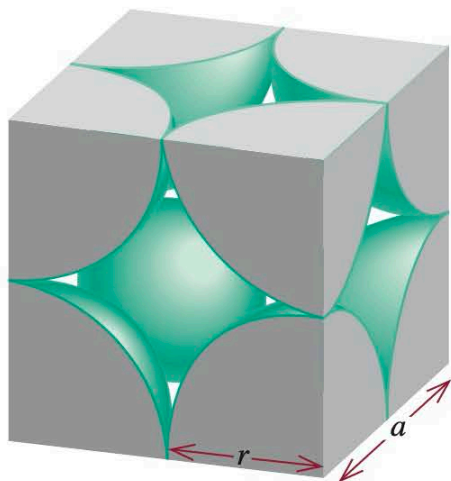
**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

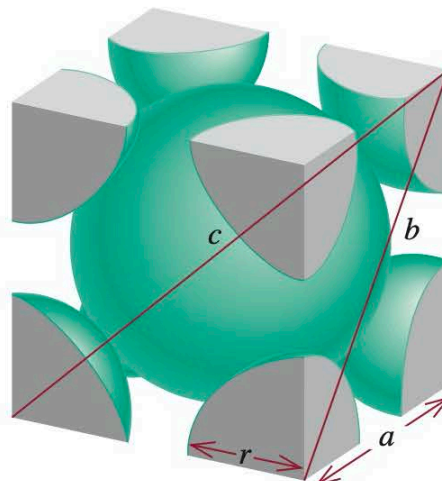
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





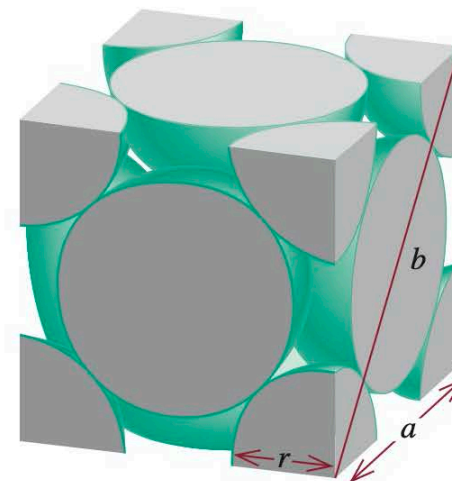
scc

$$a = 2r$$



bcc

$$\begin{aligned} b^2 &= a^2 + a^2 \\ c^2 &= a^2 + b^2 \\ &= 3a^2 \\ c &= \sqrt{3}a = 4r \\ a &= \frac{4r}{\sqrt{3}} \end{aligned}$$



fcc

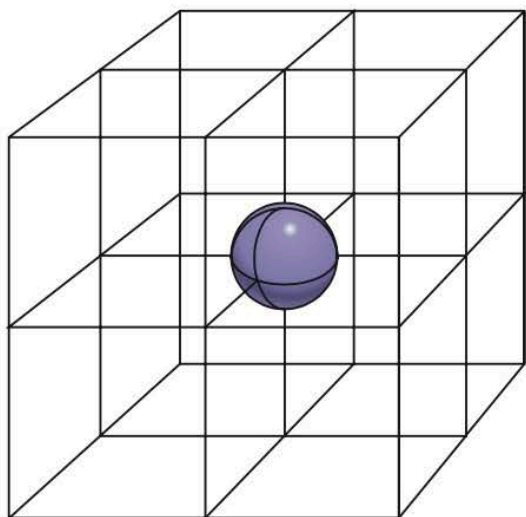
$$\begin{aligned} b &= 4r \\ b^2 &= a^2 + a^2 \\ 16r^2 &= 2a^2 \\ a &= \sqrt{8}r \end{aligned}$$

Cartagena99

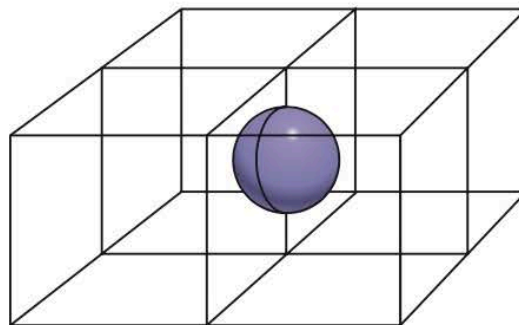
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

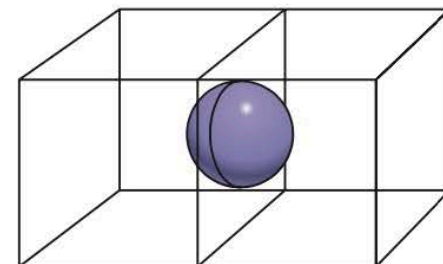
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



a)



b)



c)

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

El oro (Au) cristaliza en una estructura cúbica compacta (un cubo centrado en las caras) y tiene una densidad de  $19.3 \text{ g/cm}^3$ . Calcule el radio atómico del oro en picómetros.

densidad de la celda unitaria  $\longrightarrow$  volumen de la celda unitaria  $\longrightarrow$  longitud de la arista de la celda unitaria  $\longrightarrow$  radio atómico del Au

Conocemos la densidad, así que para determinar el volumen, debemos encontrar la masa de la celda unitaria. Cada celda unitaria tiene ocho vértices y seis caras. De acuerdo con la figura 11.19, el número total de átomos en cada una de estas celdas es de

$$\left(8 \times \frac{1}{8}\right) + \left(6 \times \frac{1}{2}\right) = 4$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

La masa de una celda unitaria en gramos es

Como el volumen es la longitud elevada al cubo, tomamos la raíz cúbica del volumen de la celda unitaria para obtener la longitud de la arista (a) de la celda

$$a = \sqrt[3]{V}$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

En la figura 11.22 podemos ver que el radio ( $r$ ) de una esfera de Au está relacionado con la longitud de la arista mediante la expresión

$$a = \sqrt{8}r$$

Por tanto,

$$\begin{aligned} r &= \frac{a}{\sqrt{8}} = \frac{4.08 \times 10^{-8} \text{ cm}}{\sqrt{8}} \\ &= 1.44 \times 10^{-8} \text{ cm} \\ &= 1.44 \times 10^{-8} \text{ cm} \times \frac{1 \times 10^{-2} \text{ m}}{1 \text{ cm}} \times \frac{1 \text{ pm}}{1 \times 10^{-12} \text{ m}} \\ &= 144 \text{ pm} \end{aligned}$$

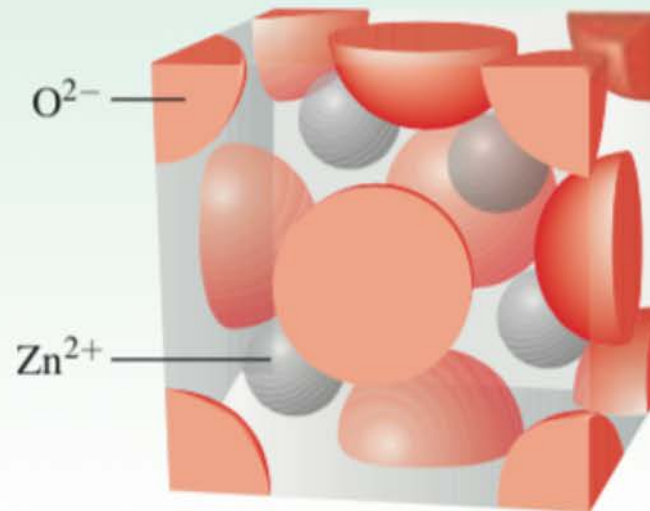
The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a background of overlapping light blue and orange shapes that resemble a stylized map or abstract graphic.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Lo que se muestra es la celda unitaria de óxido de zinc. ¿Cuál es la fórmula del compuesto?



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La longitud de la arista de la celda unitaria de NaCl es de 564 pm. ¿Cuál es la densidad del NaCl en  $\text{g/cm}^3$ ?

Na - 22.9 g/mol

Cl – 35.4 g/mol

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue and orange gradient background.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**Estrategia** Para calcular la densidad, necesitamos saber la masa de la celda unitaria. El volumen se puede calcular a partir de la longitud conocida de la arista debido a que  $V = a^3$ . ¿Cuántos iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  hay en una celda unitaria? ¿Cuál es la masa total en uma? ¿Cuáles son los factores de conversión entre uma y g, y entre pm y cm?

**Solución** A partir del ejemplo 11.5 sabemos que cada celda unitaria tiene cuatro iones  $\text{Na}^+$  y cuatro iones  $\text{Cl}^-$ . La masa total (en uma) de una celda unitaria es, por tanto

$$\text{masa} = 4(22.99 \text{ uma} + 35.45 \text{ uma}) = 233.8 \text{ uma}$$

Convirtiendo uma en gramos, tenemos la siguiente ecuación

$$233.8 \text{ uma} \times \frac{1 \text{ g}}{6.022 \times 10^{23} \text{ uma}} = 3.882 \times 10^{-22} \text{ g}$$

El volumen de la celda unitaria es  $V = a^3 = (564 \text{ pm})^3$ . Si  $\text{pm}^3$  se convierte a  $\text{cm}^3$ , el volumen estará dado por

$$V = (564 \text{ pm})^3 \times \left( \frac{1 \times 10^{-12} \text{ m}}{1 \text{ pm}} \right)^3 \times \left( \frac{1 \text{ cm}}{1 \times 10^{-2} \text{ m}} \right)^3 = 1.794 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$$

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Un haz de rayos X de longitud de onda de 0.154 nm incide en un cristal de aluminio; los rayos se reflejan con un ángulo de  $19.3^\circ$ . Suponiendo que  $n = 1$ , calcule la distancia que hay entre los planos de los átomos de aluminio (en pm), que es la responsable de este ángulo de reflexión. El factor de conversión es  $1 \text{ nm} = 1\,000 \text{ pm}$ .

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, dark green font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue background with a white swoosh underneath, all contained within a yellow rectangular box.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

**Estrategia** Este problema es una aplicación de la ecuación (11.1).

**Solución** Transformando la longitud de onda en picómetros y sustituyendo el ángulo de reflexión ( $19.3^\circ$ ), podemos escribir:

$$\begin{aligned}d &= \frac{n\lambda}{2 \operatorname{sen} \theta} = \frac{\lambda}{2 \operatorname{sen} \theta} \\ &= \frac{0.154 \text{ nm} \times \frac{1000 \text{ pm}}{1 \text{ nm}}}{2 \operatorname{sen} 19.3^\circ} \\ &= 233 \text{ pm}\end{aligned}$$

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

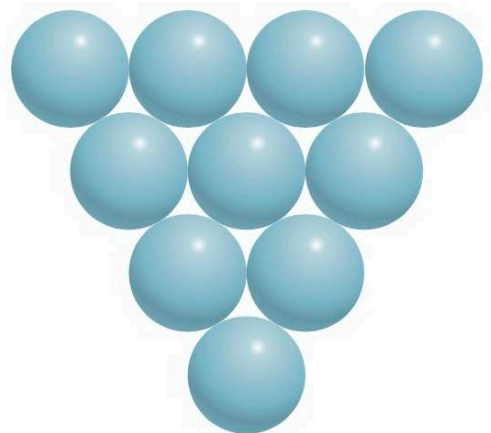
- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

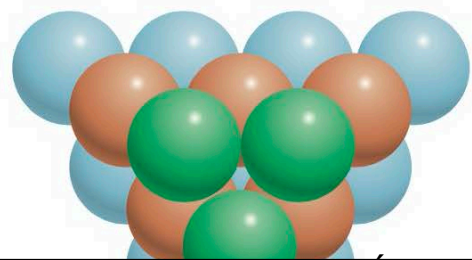
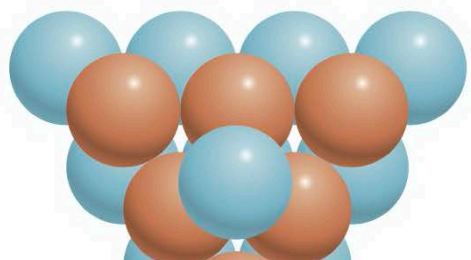
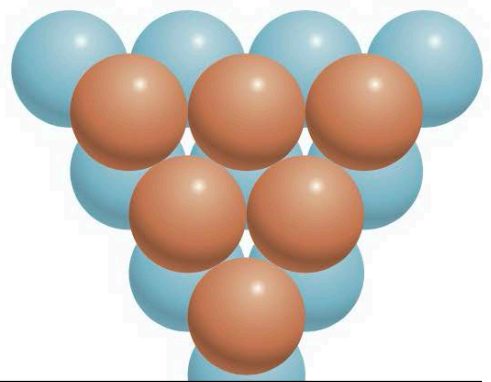
# Empaquetamiento compacto

En las celdas cúbicas simple y centrada en el cuerpo hay más espacio vacío que en la celda cúbica centrada en las caras.

El arreglo más eficiente de las esferas, denominado **empaquetamiento compacto**, se inicia con la primera estructura, que se llamará capa A. Examinando la única esfera encerrada, se ve claramente que la rodean seis vecinas próximas en la capa. En la segunda capa (que se llamará B) las esferas se empaquetan en los huecos que quedan entre las esferas de la primera capa, de manera que todas las esferas están lo más juntas posible



a)

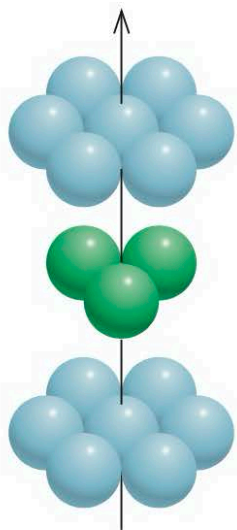


c) ABA

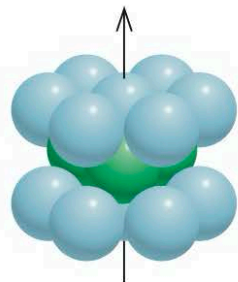
d) ABC

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



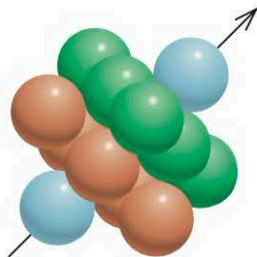
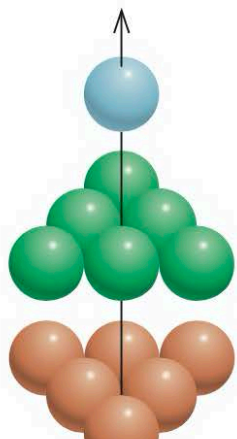
Vista separada



Estructura de empaquetamiento hexagonal compacto

a)

la estabilidad relativa de una estructura cristalina está determinada por las fuerzas intermoleculares.



cúbico compacto

b)

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99



Galena



Quartz



Pyrite



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Difracción de rayos X de estructuras cristalinas

La **difracción de rayos X** se refiere a la dispersión de los rayos X debida a las unidades de un sólido cristalino.

Gracias a los **patrones de dispersión (o difracción)** es posible deducir el ordenamiento de las partículas en la red sólida.

Una propiedad exclusiva de las ondas es que ondas del mismo tipo interactúan de tal manera que la onda resultante puede tener una amplitud mayor o menor. En el primer caso, la interacción recibe el nombre de *interferencia constructiva*; en el segundo, se trata de una *interferencia destructiva*

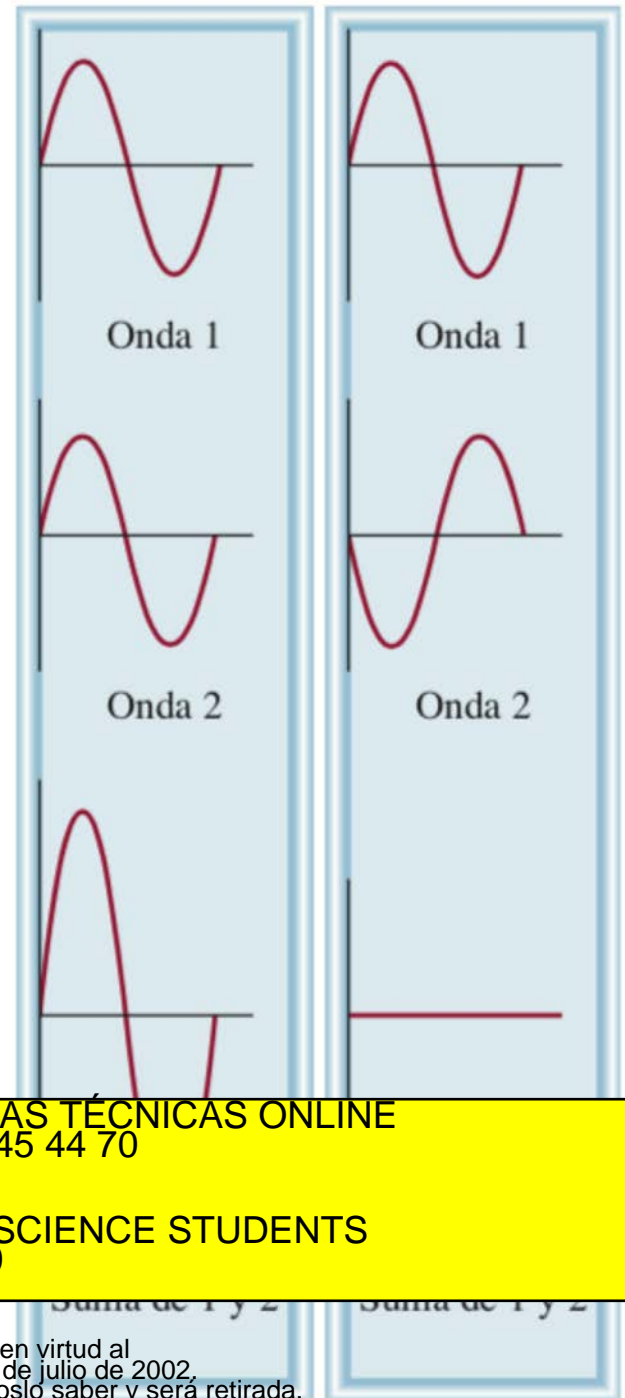
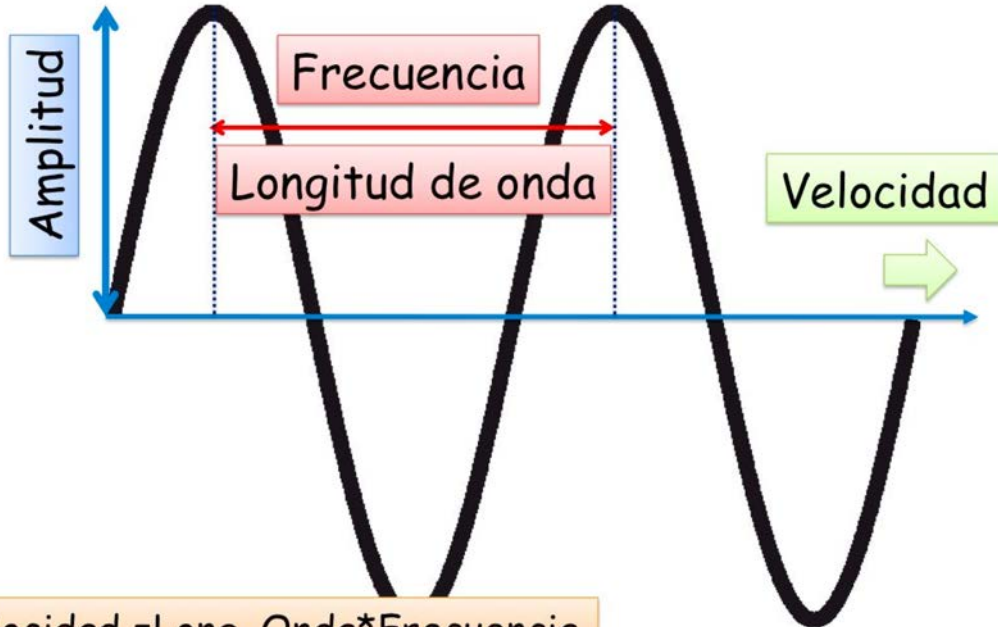
The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and orange gradient background that resembles a stylized wave or a banner.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Una onda es una perturbación que se propaga desde el punto en el que se origina hacia el ambiente que la rodea. Tal perturbación transporta energía sin un transporte neto de materia.



Velocidad = Long. Onda \* Frecuencia

Cartagena99

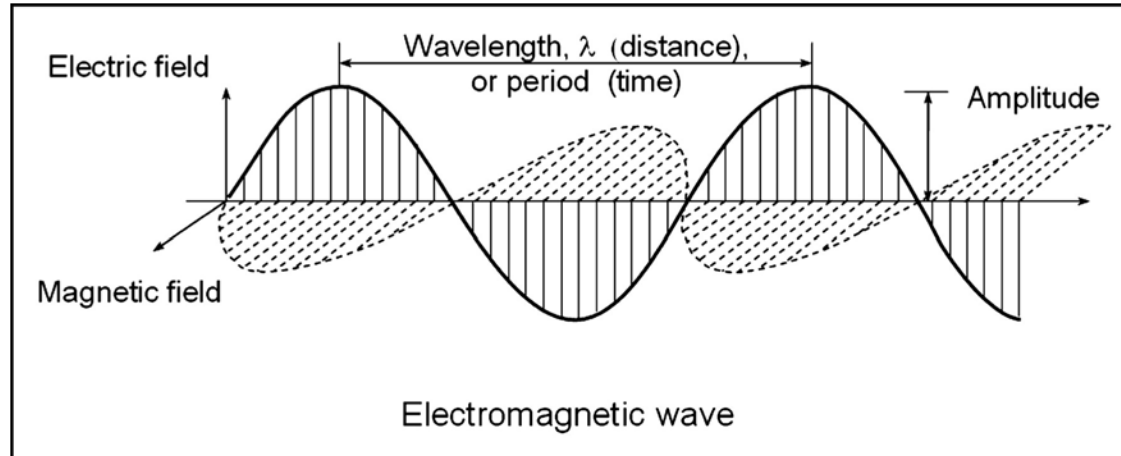
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

# Difracción de rayos X de estructuras cristalinas

Dado que los rayos X son una forma de radiación electromagnética, y por tanto de ondas, cabe esperar que manifiesten un comportamiento ondulatorio en condiciones adecuadas.



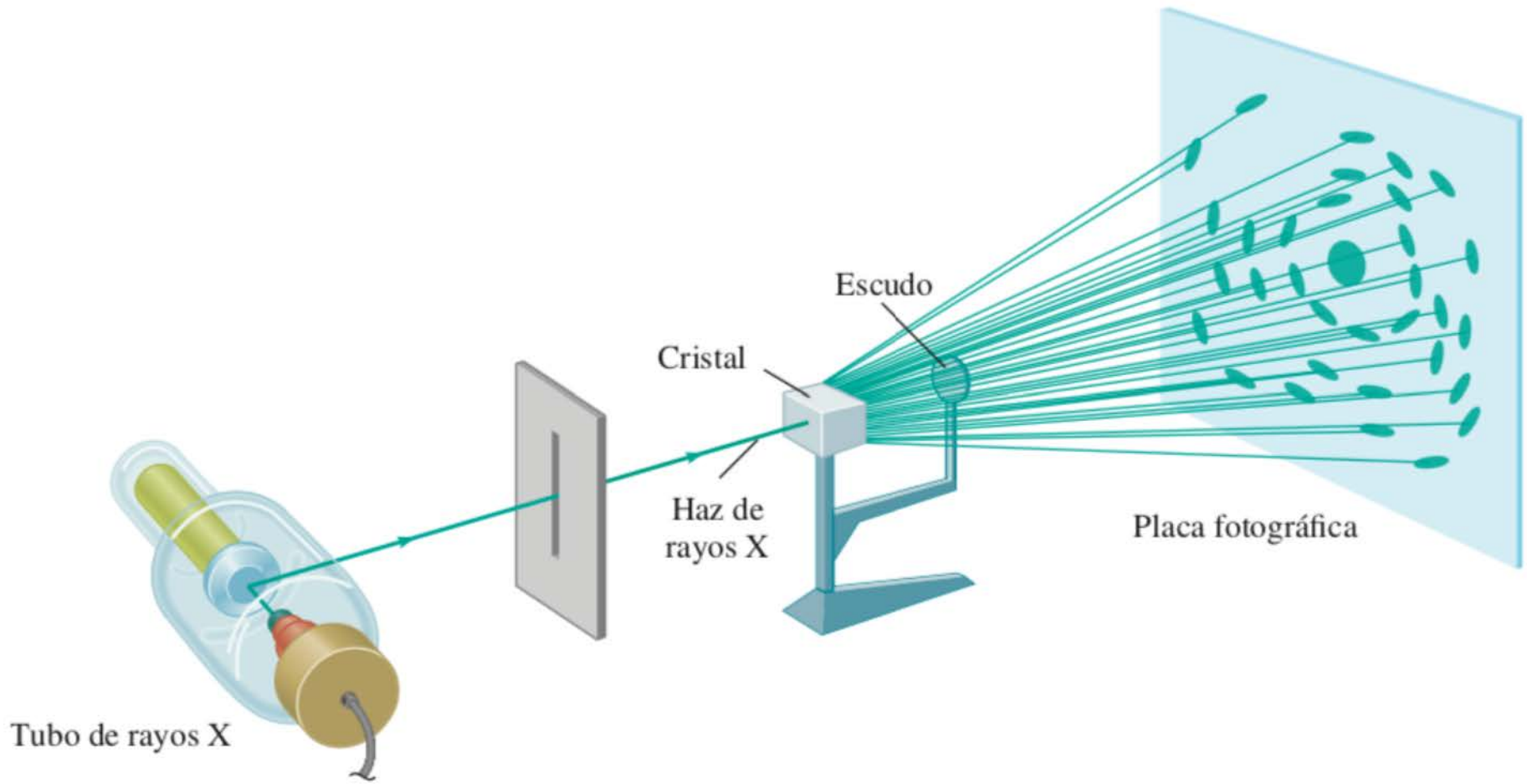
En 1912, el físico alemán Max von Laue sugirió correctamente que **debido a que la longitud de onda de los rayos X es comparable con la magnitud de las**

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





Tubo de rayos X

Cristal

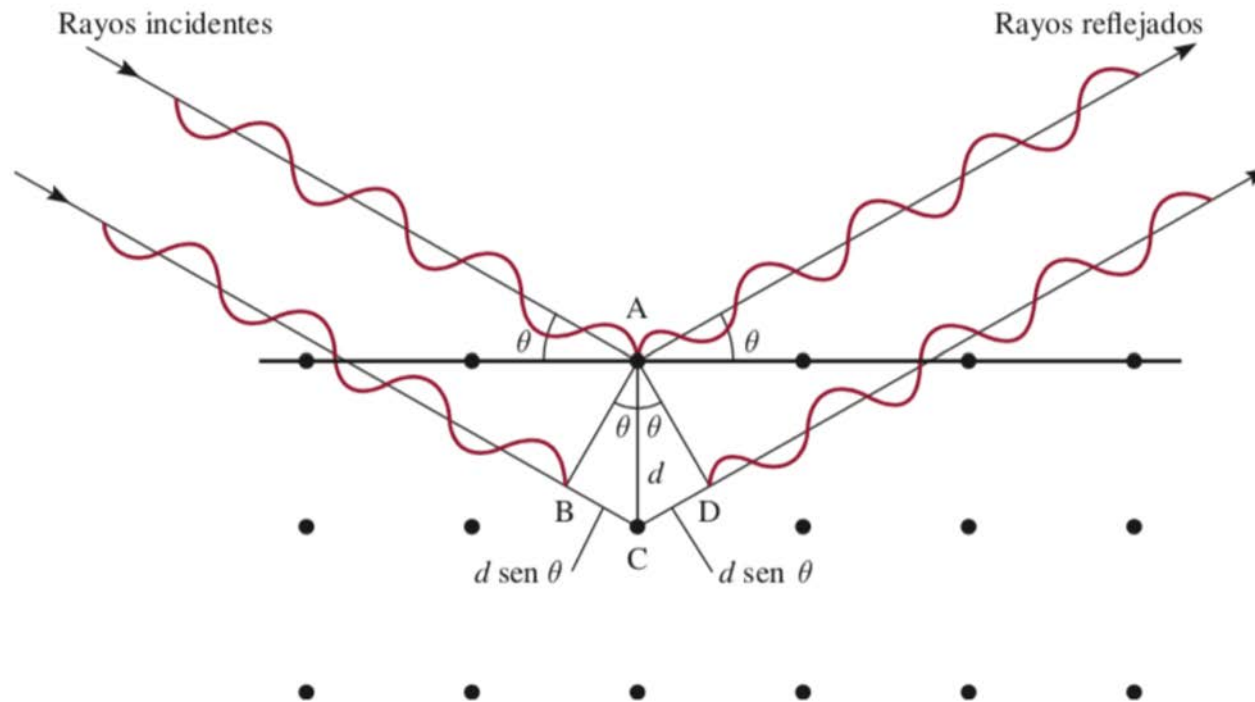
Escudo

Haz de rayos X

Placa fotográfica

# Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70  
- - -  
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Al principio, los dos rayos incidentes están *en fase*, uno respecto del otro (sus máximos y mínimos coinciden en las mismas posiciones). La onda superior es dispersada, o reflejada, por un átomo del primer plano, en tanto que la onda inferior es dispersada por un átomo del segundo plano. **Para que estas dos ondas dispersadas entren en fase de nuevo, la distancia adicional que recorre la onda inferior debe ser un múltiplo entero de la longitud de onda ( $\lambda$ ) de los rayos X; es decir**

Cartagena99

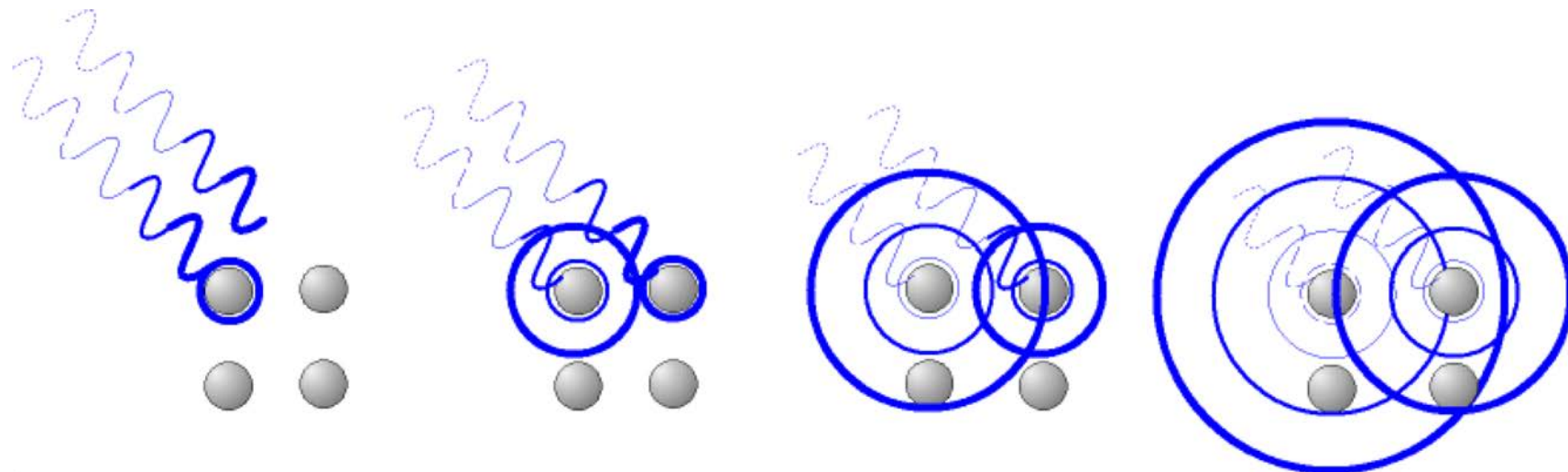
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Las ondas reforzadas producen una mancha oscura en una película fotográfica para

cada valor de  $\theta$  que satisfaga la ecuación de Bragg.

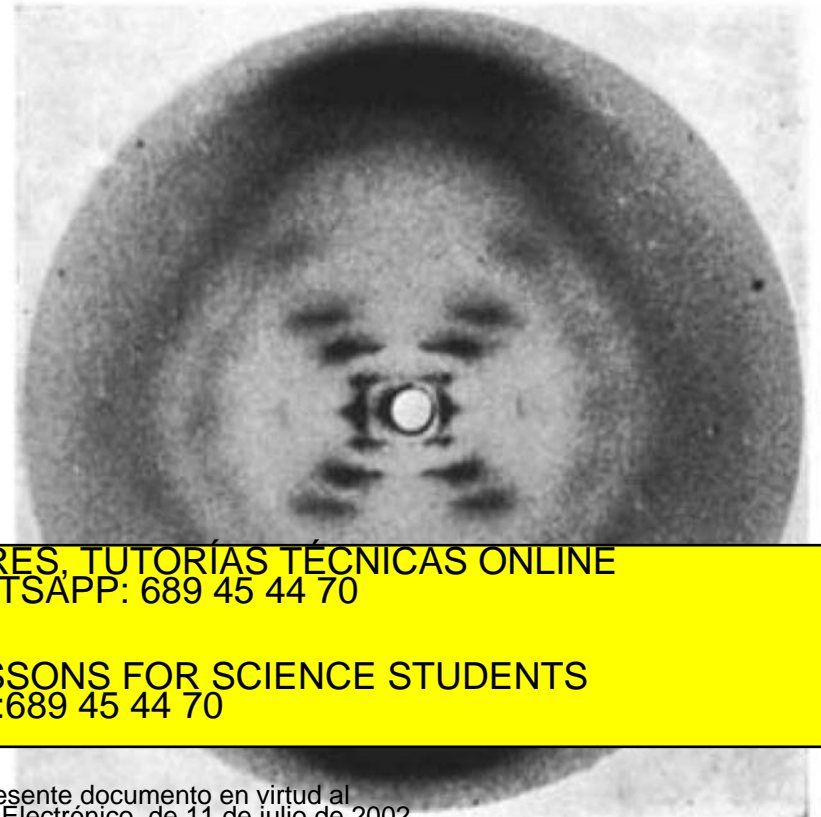
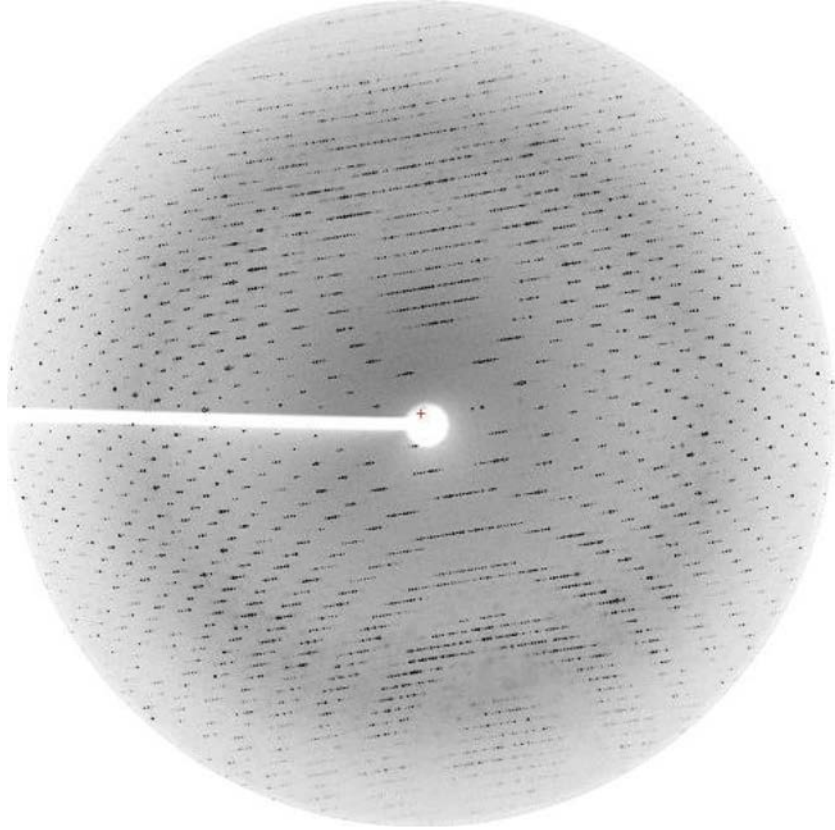


**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**

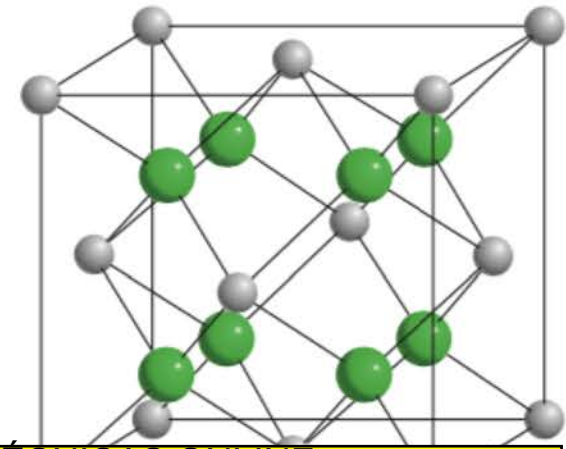
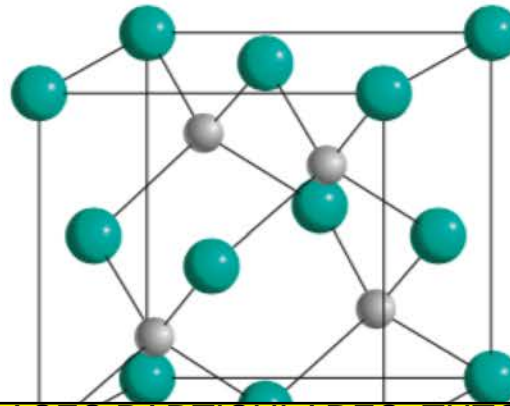
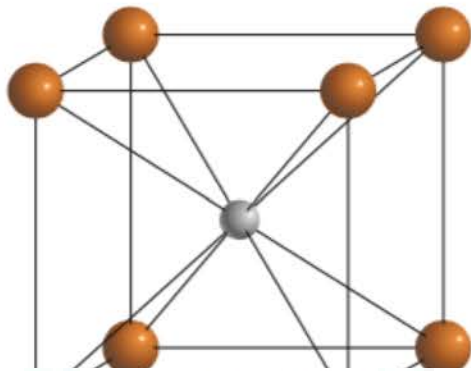
# Tipos de cristales

Las estructuras y propiedades de los cristales, como punto de fusión, densidad y dureza, están determinadas por el tipo de fuerzas que mantienen unidas a las partículas. Cualquier cristal se puede clasificar en uno de cuatro tipos: iónico, covalente, molecular o metálico.

## Cristales iónicos

Los cristales iónicos tienen dos características importantes:

- (1) están formados de especies cargadas
- (2) los aniones y los cationes suelen ser de distinto tamaño.



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

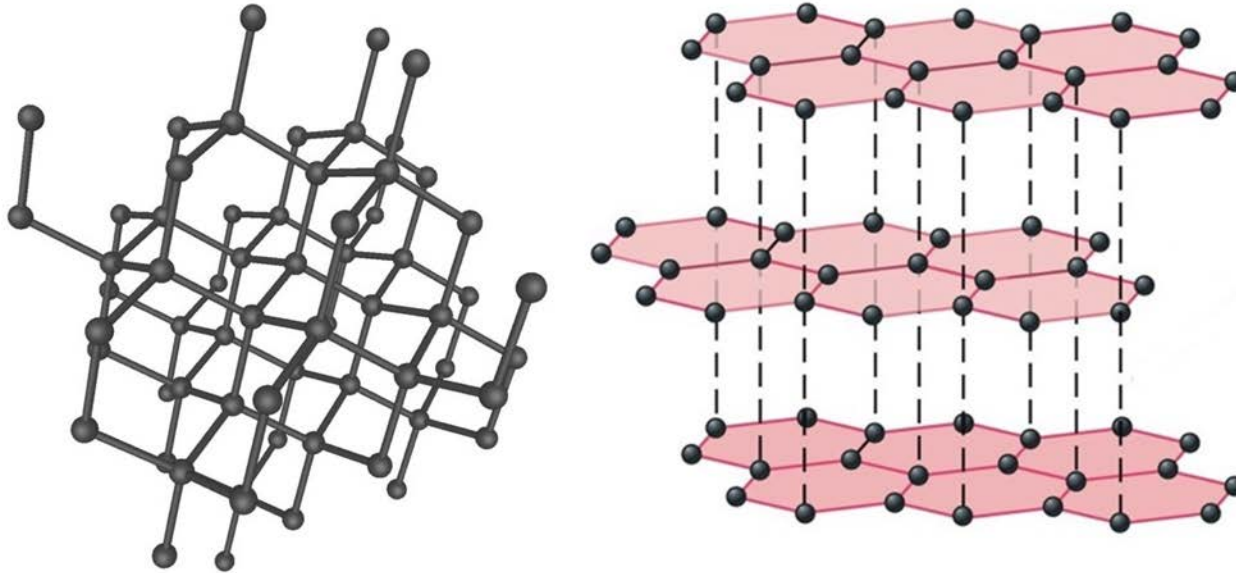
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La mayor parte de los cristales iónicos tienen puntos de ebullición elevados, lo cual refleja la gran fuerza de cohesión que mantiene juntos a los iones.

# Cristales Covalentes

Los átomos de los cristales covalentes se mantienen unidos en una red tridimensional únicamente por enlaces covalentes.

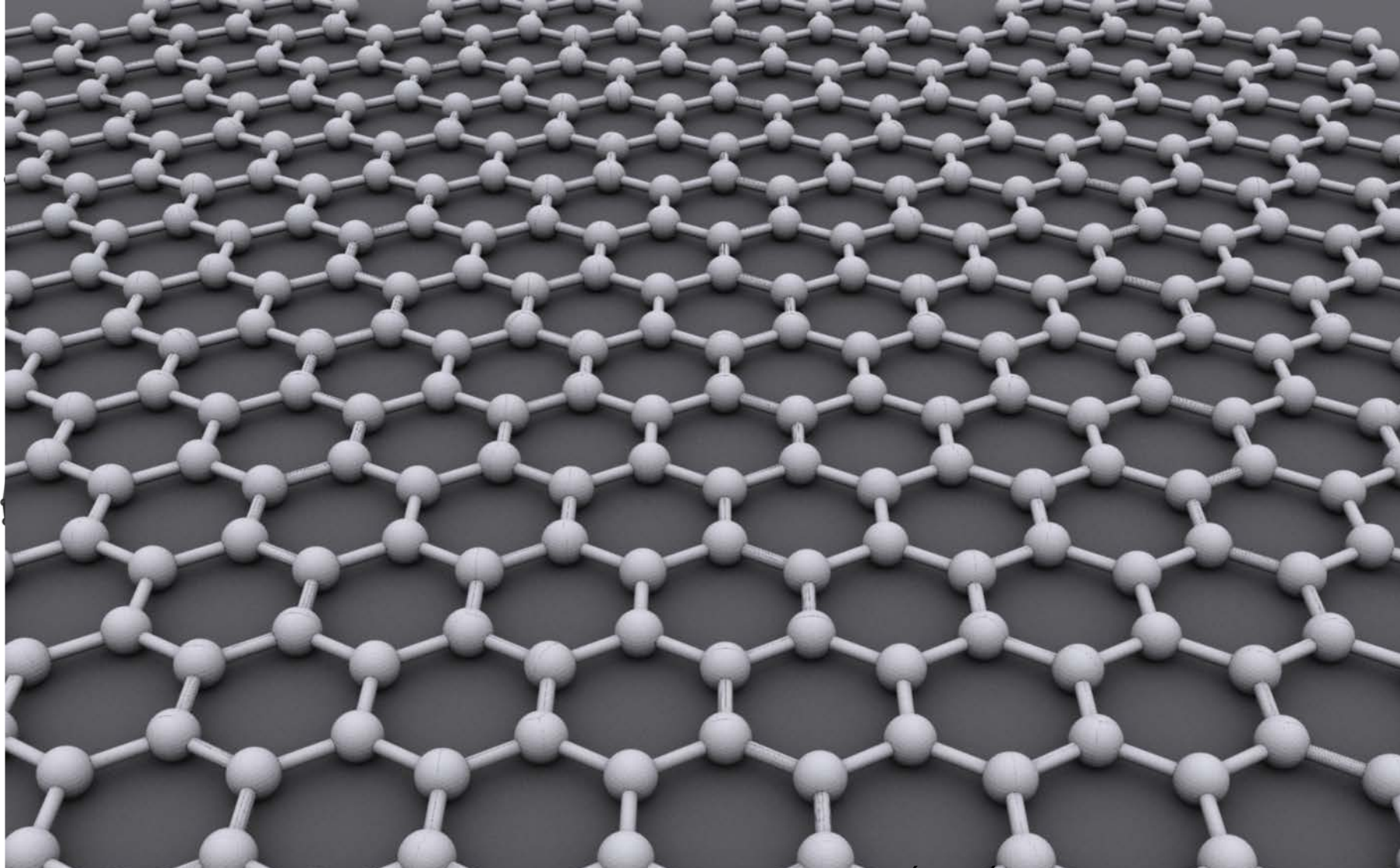


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



**Cartagena99**

**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

---

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



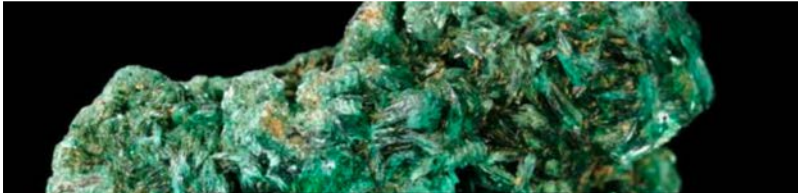
# Cristales Moleculares

En un cristal molecular, los puntos reticulares están ocupados por moléculas que se mantienen unidas por fuerzas de van der Waals y de puentes de hidrógeno.

El dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) sólido es un ejemplo de un cristal molecular, en el que la fuerza de atracción predominante es una interacción dipolo-dipolo.

Los puentes de hidrógeno intermoleculares son los que mantienen la red tridimensional del hielo.

Los cristales de  $\text{I}_2$ ,  $\text{P}_4$  y  $\text{S}_8$  son otros ejemplos de cristales moleculares.



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

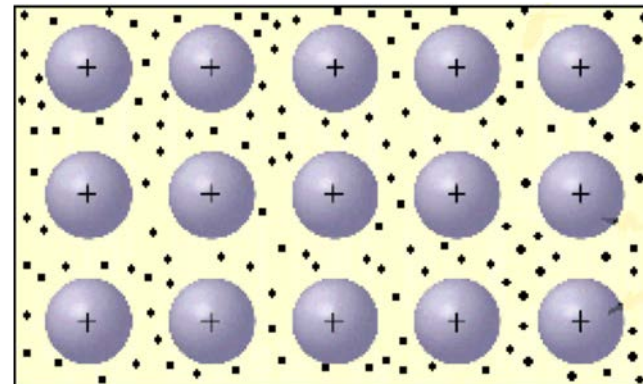
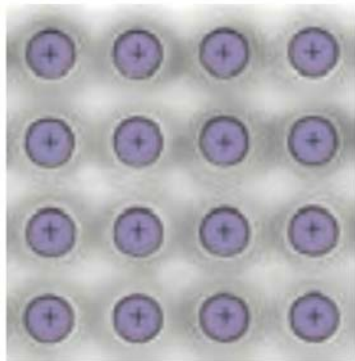
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Cristales Metálicos

la estructura de los cristales metálicos es, en cierto modo, la más simple porque cada punto reticular del cristal está ocupado por un átomo del mismo metal.

Los cristales metálicos por lo regular tienen una estructura cúbica centrada en el cuerpo o centrada en las caras; también pueden ser hexagonales de empaquetamiento compacto. Por consiguiente, los elementos metálicos suelen ser muy densos.

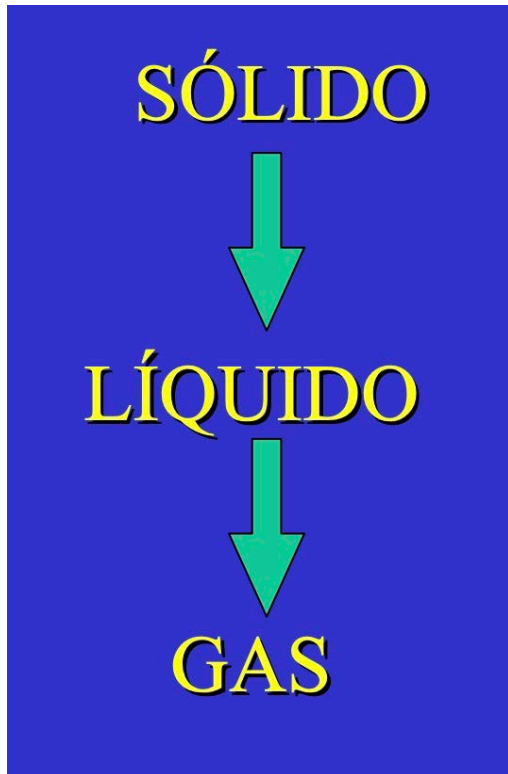


**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

La palabra “meso” en griego significa “entre”. En la actualidad se conocen dos fases estables intermedias entre las fases sólida y líquida:

- **CRISTAL PLÁSTICO:** Forma y volumen constantes, como en un sólido.
- **CRISTAL LÍQUIDO:** Forma y volumen de la vasija que lo contiene, como en un líquido.

**Cartagena99**

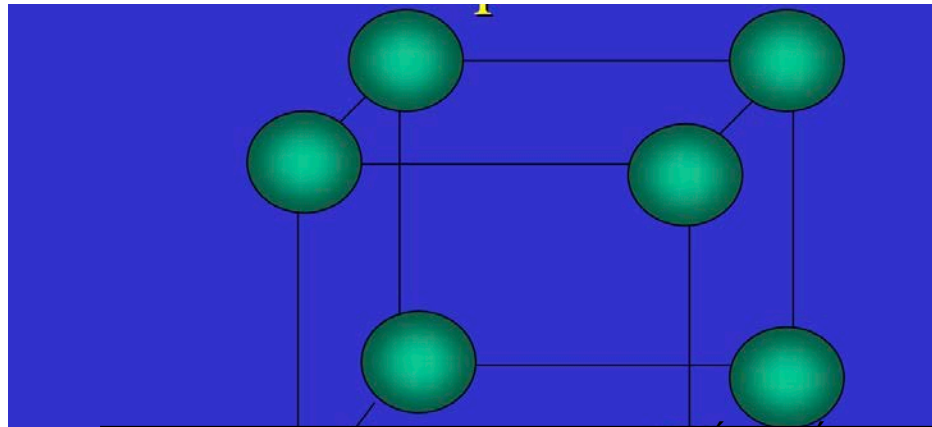
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

La condición necesaria, pero no suficiente, para que una sustancia química pueda formar una mesofase, es que sus moléculas posean un factor geométrico que las haga orientables en el espacio

Una sustancia mesógena (es decir, que puede generar fase de Cristal Líquido o Cristal Plástico) ha de poseer, en estado sólido, dos órdenes: “posicional” y “orientacional”.

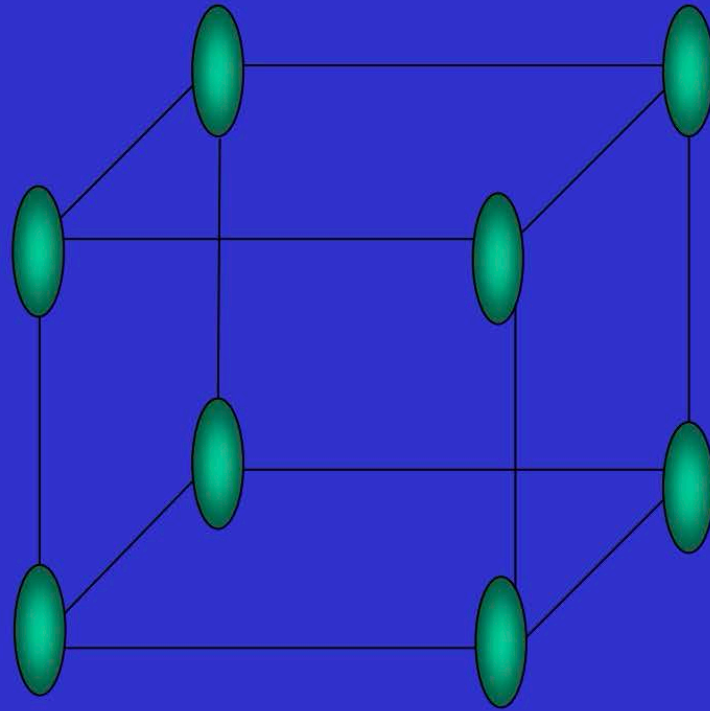


Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



## CRISTAL CON ORDEN POSICIONAL Y ORIENTACIONAL

Cartagena99

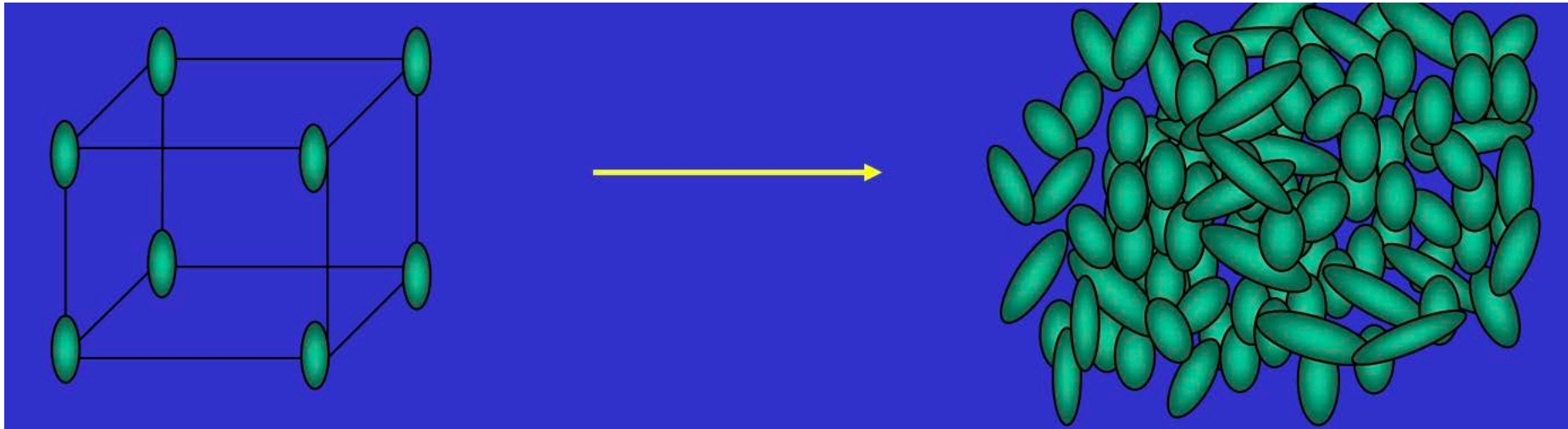
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

Al calentar una sustancia de estas características (dos órdenes) pueden ocurrir tres procesos diferentes al llegar a una cierta temperatura:

**1.- pierde simultáneamente tanto el orden orientacional como el posicional, pasando a un Líquido Ordinario (isotrópico), a la temperatura de fusión**



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

2.- pierde totalmente el orden orientacional, conservando todo el posicional, pasando a una mesofase llamada *Cristal Plástico* (transición sólido-sólido), y, posteriormente, a líquido isotrópico (temperatura de fusión) .

3.- pierde total o parcialmente el orden posicional, pero conservando totalmente el orientacional (temperatura de fusión) y se obtiene una mesofase de Cristal Líquido, pasando posteriormente a líquido isotrópico (temperatura de isotropización o “clearing”)

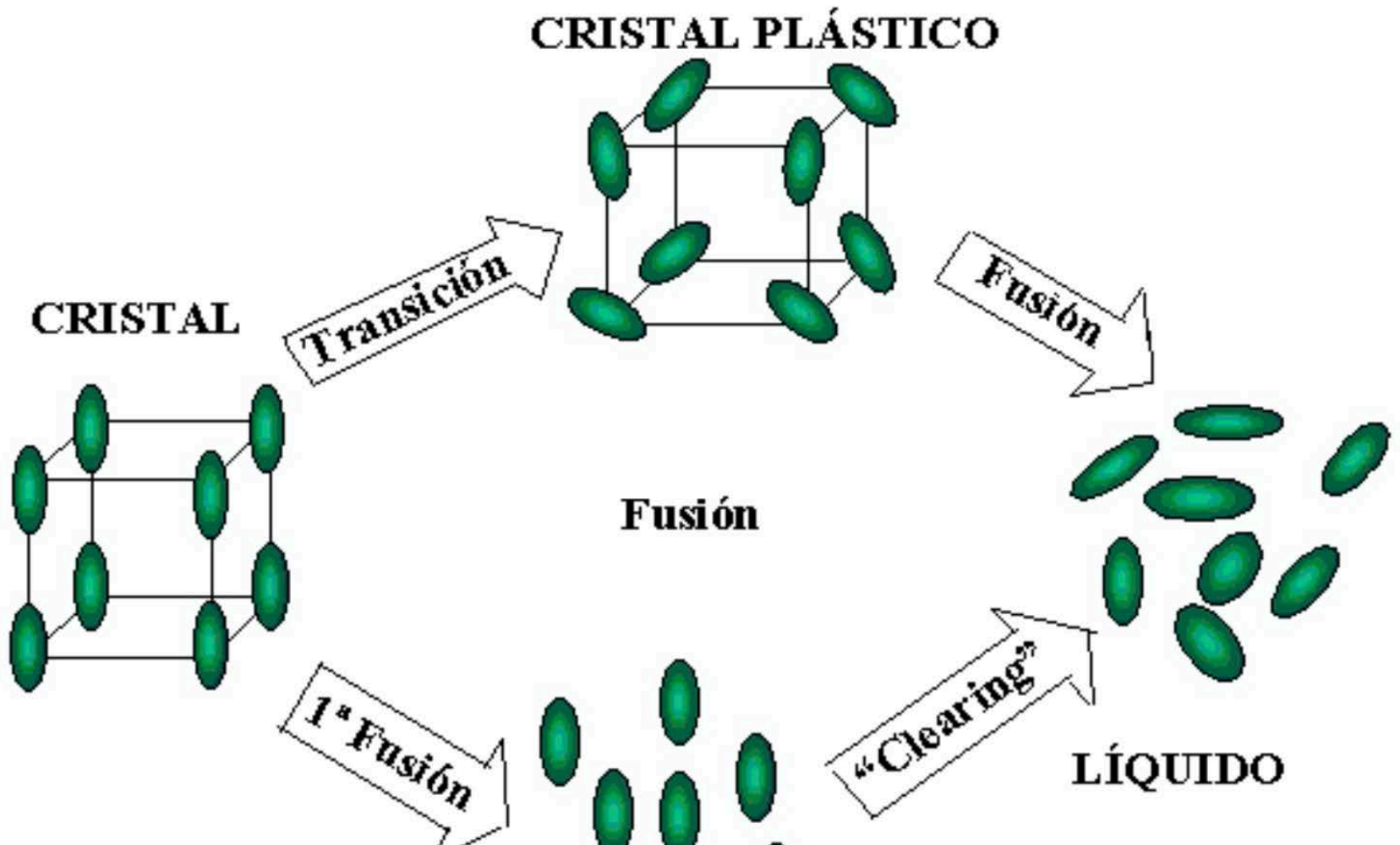
The logo for Cartagena99 features the text "Cartagena99" in a stylized, teal-colored font. The "99" is significantly larger and more prominent than the "Cartagena" part. The text is set against a light blue background with a white swoosh underneath, all contained within a yellow-bordered box.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70





**Cartagena99**

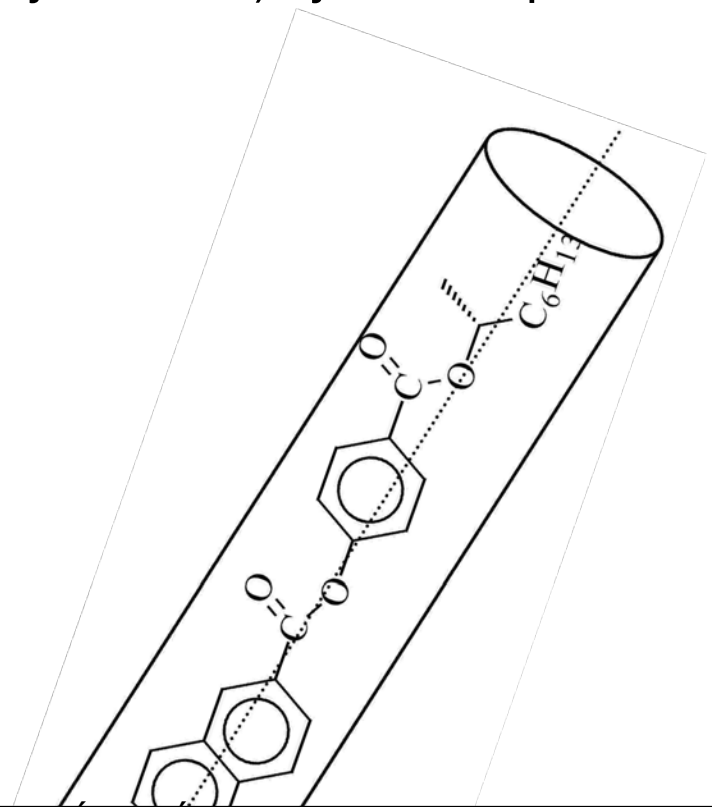
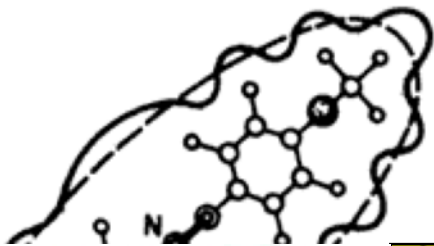
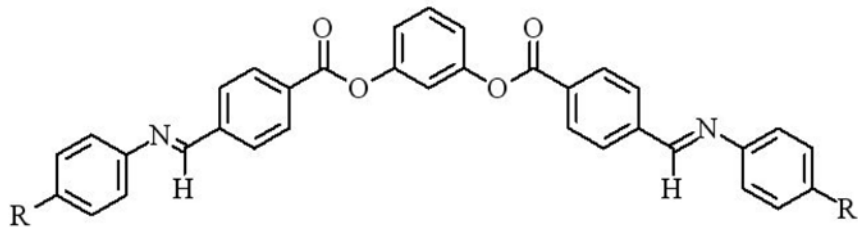
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70

“Cristal”, porque posee orden “orientacional orientacional”, y puede conservar orden “posicional” (en una o dos dimensiones)

“Líquido”, porque es fluido (generalmente muy viscoso), y se adapta a la forma de la vasija que lo contiene



**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

| Tipo de cristal | Fuerza(s) que mantiene unidas a las unidades                       | Propiedades generales   | Ejemplos  |
|-----------------|--|---|---|
| Iónico          | Atracción electrostática   | Duro, quebradizo, punto de fusión alto, mal conductor del calor y la electricidad     | NaCl, LiF, MgO, CaCO <sub>3</sub>   |
| Covalente       | Enlace covalente   | Duro, punto de fusión alto, mal conductor del calor y la electricidad                 | C (diamante), <sup>†</sup> SiO <sub>2</sub> (cuarzo)  |
| Molecular*      | Fuerzas de dispersión, fuerzas dipolo-dipolo, puentes de hidrógeno | Suave, punto de fusión bajo, mal conductor de la electricidad                         | Ar, CO <sub>2</sub> , I <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> (sacarosa) |
| Metálico        | Enlace metálico  | Suave a duro, punto de fusión bajo a alto, buen conductor del calor y la electricidad | Todos los elementos metálicos; por ejemplo, Na, Mg, Fe, Cu  |



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Propiedades elásticas de los sólidos

Todos los objetos son deformables en cierta medida

Según se presentan estos cambios las fuerzas internas del sólido resisten la deformación.

La deformación de los sólidos se explica con los conceptos de **esfuerzo** y **deformación**.

**Esfuerzo:** fuerza externa que actúa en un objeto por unidad de área de sección transversal.

**Deformación:** medida del grado de modificación del sólido

La constante de proporcionalidad entre el esfuerzo y la deformación se llama **módulo elástico**.

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue and white background with a subtle wave-like pattern. Below the text, there is a horizontal orange and yellow gradient bar.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

- - -

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Se consideran tres tipos de deformación y se define un módulo elástico para cada uno:

1. El **módulo de Young** mide la resistencia de un sólido a un cambio en su longitud.
2. El **módulo de corte** mide la resistencia al movimiento de los planos dentro de un sólido paralelos unos con otros.
3. El **módulo volumétrico** mide la resistencia de los sólidos o líquidos a cambios en su volumen.

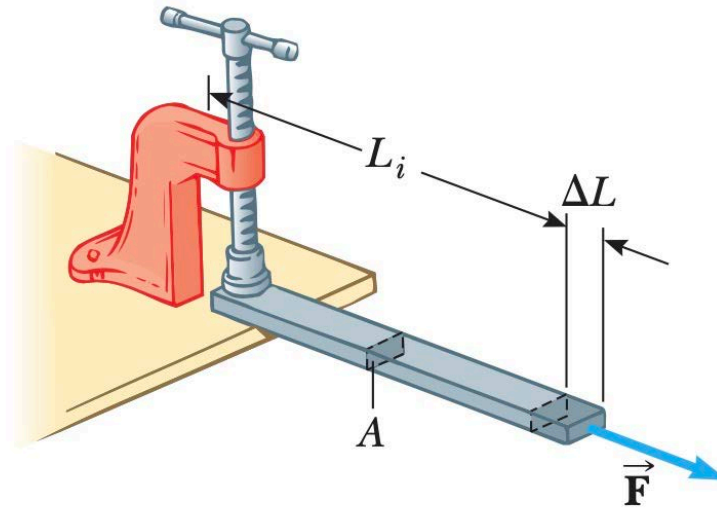
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Módulo de Young: elasticidad en longitud



En tal situación, se dice que la barra está sobrecargada. El **esfuerzo de tracción** (o tensión de tracción) se define como la relación de la magnitud de la fuerza externa  $F$  al área de sección transversal  $A$ . La **deformación por tensión** (o deformación por tracción) en este caso se define como la relación del cambio en longitud  $\Delta L$  a la longitud original  $L_i$ . El **módulo de Young** se define mediante una combinación de estas dos relaciones:

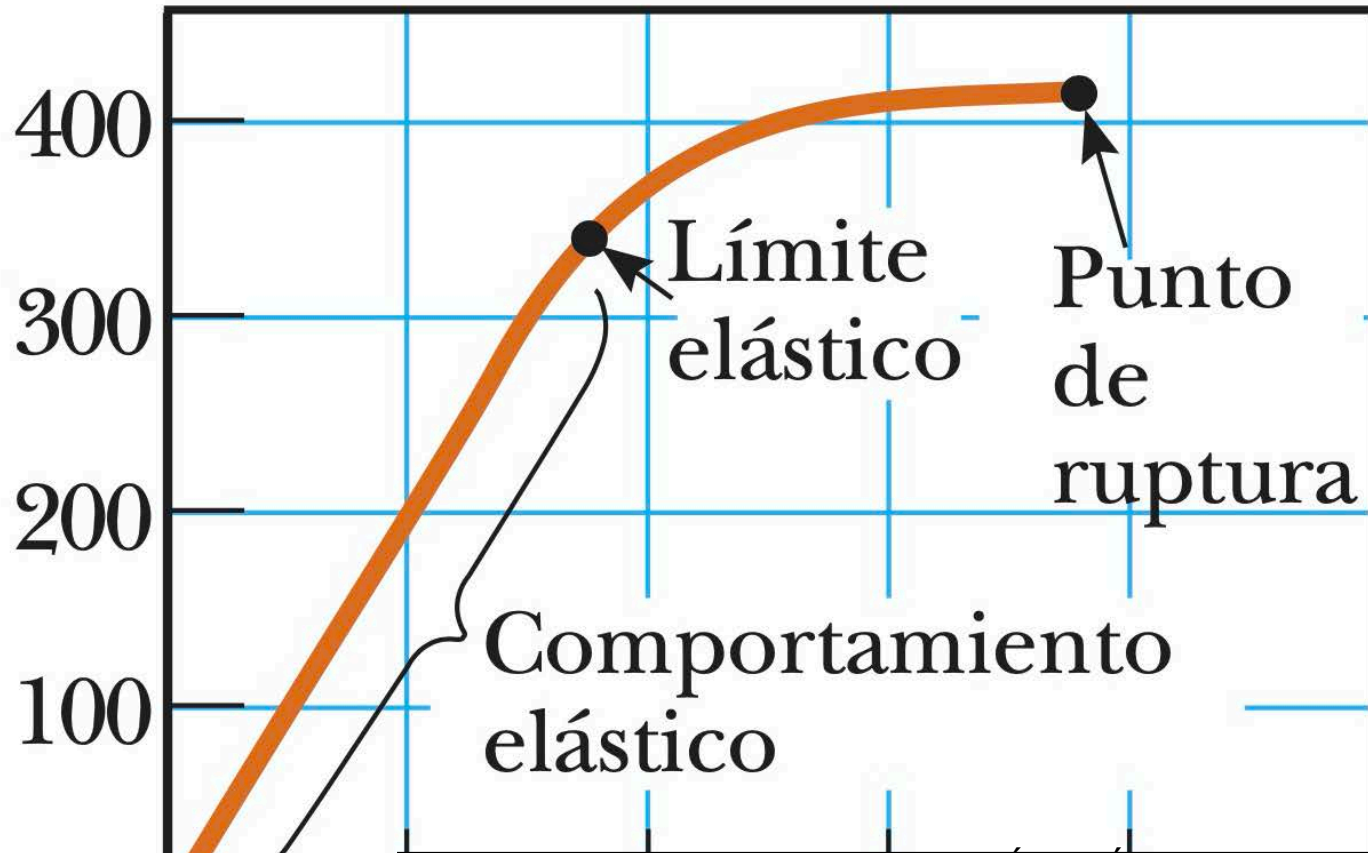
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Esfuerzo (MPa)



Cartagena99

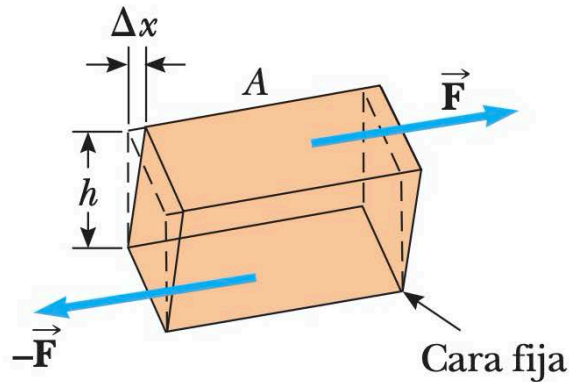
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

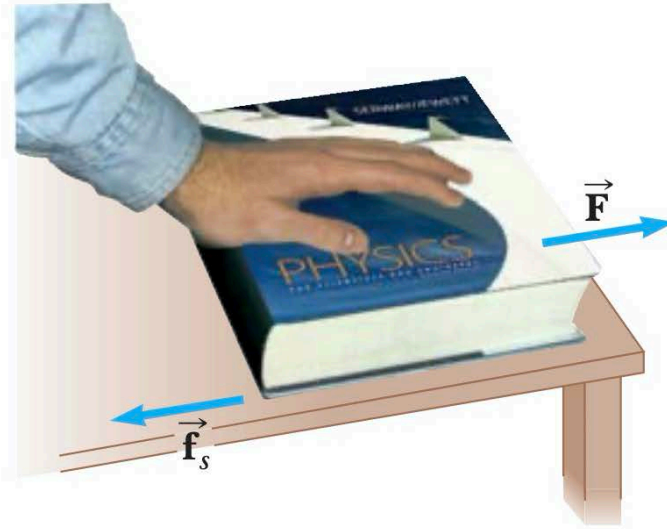
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

0.002 0.004 0.006 0.008 0.01

# Módulo de corte: elasticidad de forma



a)



b)

El **esfuerzo de corte** se define como  $F/A$ , la relación de la fuerza tangencial al área  $A$  de la cara a cortar. La **deformación de corte** se define como la relación  $\Delta x/h$ , donde  $\Delta x$  es la distancia horizontal que se mueve la cara cortada y  $h$  es la altura del objeto. En términos de estas cantidades, el **módulo de corte** es

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

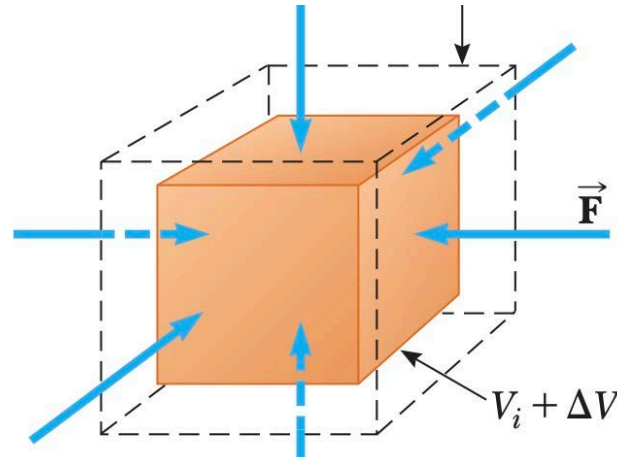
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP: 689 45 44 70



# Módulo volumétrico: elasticidad del volumen

El módulo volumétrico caracteriza la respuesta de un objeto a cambios en una fuerza de magnitud uniforme aplicada perpendicularmente sobre toda la superficie del objeto,



Un objeto sujeto a este tipo de deformación se somete un cambio en volumen pero no un cambio en forma. El **esfuerzo volumétrico** se define como la relación de la magnitud de la fuerza total  $F$  ejercida sobre una superficie al área  $A$  de la superficie. La cantidad  $P = F/A$  se llama **presión**, que se estudiará con más detalle en el capítulo 14. Si la presión sobre un objeto cambia en una cantidad  $\Delta P = \Delta F/A$ , el objeto experimenta un cambio de volumen  $\Delta V$ . La **deformación volumétrica** es igual al cambio en volumen  $\Delta V$  dividido por el volumen inicial  $V_i$ . Por lo

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

Cartagena99

$$B \equiv \frac{\Delta P}{\Delta V/V_i} = \frac{\Delta F/A}{\Delta V/V_i}$$