



Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios



Asociación  
Argentina de  
Cristalografía

**Edición 2016**

**Concurso de Crecimiento de  
Cristales para Colegios Secundarios**



# Asociación Argentina de Cristalografía

<http://www.cristalografia.com.ar/>

La AACr se dedica a difundir la Cristalografía en el país y a nuclear a los grupos que trabajan en este área del conocimiento y/o la usan como herramienta en sus investigaciones. Las temáticas que se discuten son amplias, como lo hace la Unión Internacional de Cristalografía

## Autoridades actuales

Presidente: Dra. Griselda Narda (gnarda@unsl.edu.ar)

Vice-presidente: Dra. Adriana Serquis (aserquis@cab.cnea.gov.ar)

Secretario: Dr. Sebastián Klinke (sklinke@leloir.org.ar)



# Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios 2016

<http://www.cristalografia.com.ar/index.php/concurso-cristales-2016>

<https://www.facebook.com/ConcursoCrecimientoCristalesArgentina>

Consultas: [concursocrecimientocristales@gmail.com](mailto:concursocrecimientocristales@gmail.com)

## Comité Organizador

Dr. Diego Lamas ([diegoglamas@gmail.com](mailto:diegoglamas@gmail.com))

Lic. Griselda Polla ([griseldapolla@gmail.com](mailto:griseldapolla@gmail.com))

Dra. Florencia Di Salvo ([florencia.disalvo@gmail.com](mailto:florencia.disalvo@gmail.com))

Dr. Sebastián Klinke ([sklinke@leloir.org.ar](mailto:sklinke@leloir.org.ar))

Dr. Sebastián Suarez ([sebasuarez85@gmail.com](mailto:sebasuarez85@gmail.com))

Dra. Valeria Fuertes ([vfuentes@gmail.com](mailto:vfuentes@gmail.com))

Dr. Ricardo Baggio ([baggio@cnea.gov.ar](mailto:baggio@cnea.gov.ar))

Dra. Eleonora Freire ([freire@tandar.cnea.gov.ar](mailto:freire@tandar.cnea.gov.ar))

Dra. Maricel Rodríguez ([maricel\\_gabriela@yahoo.com.ar](mailto:maricel_gabriela@yahoo.com.ar))

# Patrocinadores y Auspiciantes



Programa de Promoción  
de Vocaciones Científicas  
del CONICET



Universidad Nacional  
de Córdoba



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE  
SAN MARTÍN



Comisión Nacional  
de Energía Atómica



# *El Concurso de Crecimiento de Cristales 2014*

## *¡Una experiencia inolvidable!*





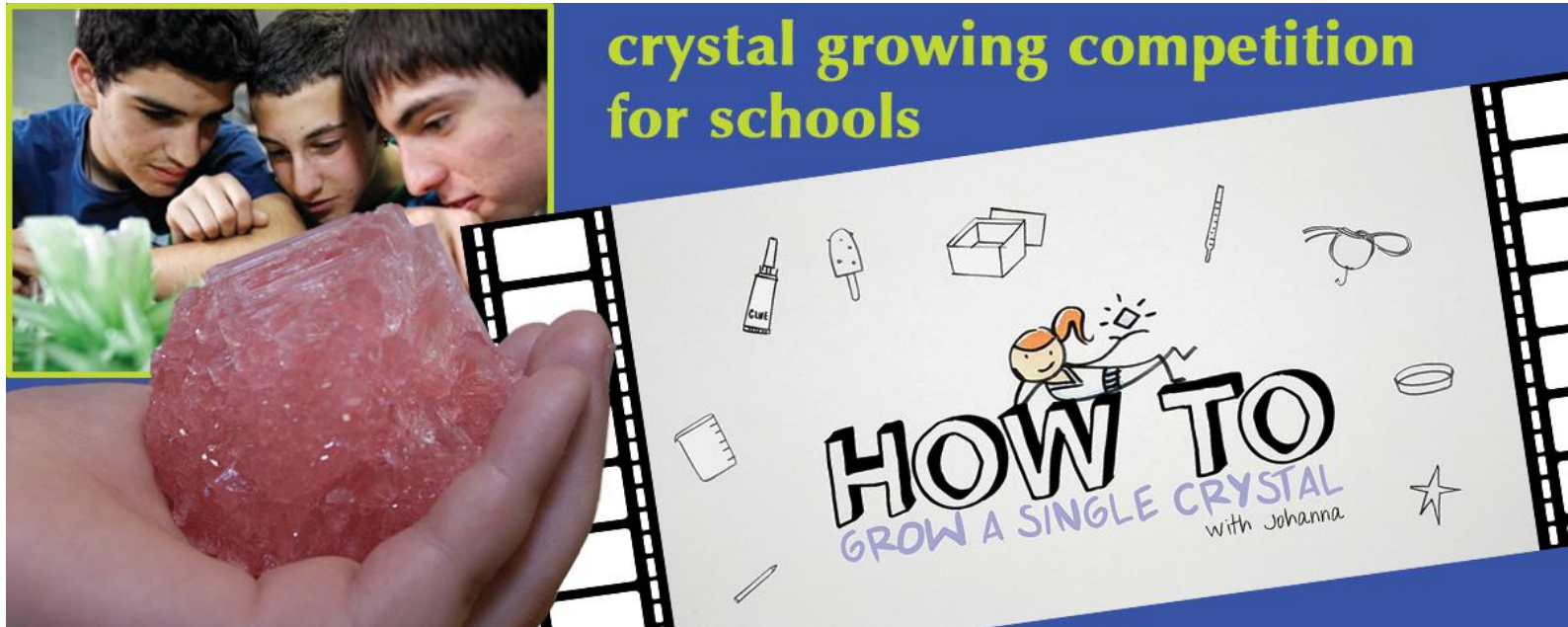
# *El Concurso de Crecimiento de Cristales 2015*

## *¡Nos seguimos sorprendiendo!*



# Concurso Internacional de Crecimiento de Cristales

<http://www.iycr2014.org/participate/crystal-growing-competition>



Concurso mundial para alumnos de primaria y secundaria (hasta 18 años) organizado por la Unión Internacional de Cristalografía. Los colegios argentinos tuvieron una muy destaca actuación en las 2 ediciones, 2014 y 2015: Argentina fue el país que más trabajos envió y el que recibió más distinciones.





Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios



Asociación  
Argentina de  
Cristalografía

**De los átomos a los Cristales**

**Taller de Capacitación Docente sobre  
Cristalografía y Crecimiento de Cristales**





# **De los Átomos a los Cristales**

## **Taller de Capacitación Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales**

# **PROGRAMA DEL TALLER**

- **Unidad 1: Introducción a la Cristalografía y características principales de los sólidos cristalinos**
- **Unidad 2: Crecimiento de Cristales: Conceptos generales**
- **Unidad 3: Aspectos prácticos del Crecimiento de Cristales: ejemplos y actividades para realizar en el aula**



Concurso de Crecimiento de Cristales para Colegios Secundarios



Asociación Argentina de Cristalografía

**De los átomos a los Cristales**  
**Taller de Capacitación Docente sobre**  
**Cristalografía y Crecimiento de Cristales**

**UNIDAD 1**



# De los Átomos a los Cristales

## Taller de Capacitación Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales

# UNIDAD 1

## Introducción a la Cristalografía y características principales de los sólidos cristalinos

- **Introducción a la Cristalografía. Definición de Estructura Cristalina. Monocristales y policristales. Materiales cristalinos vs. Amorfos**
- **La difracción de rayos X: fundamentos y breve historia de su descubrimiento**
- **Clasificación de los materiales sólidos por sus enlaces**

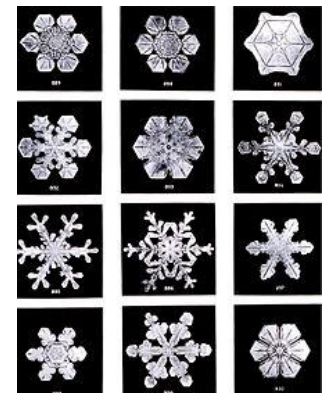
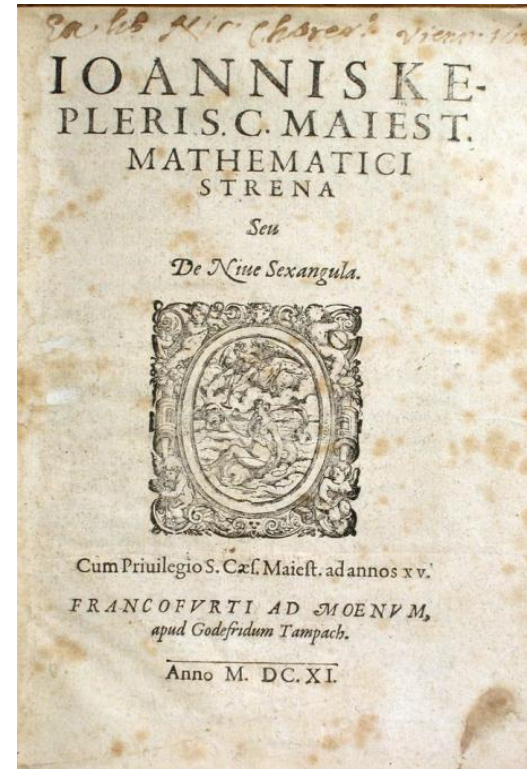


# ¿A qué llamamos Cristalografía?

Entendemos por Cristalografía el estudio de los Cristales.

Inicialmente era **descriptiva** y se dedicaba a registrar las formas de los minerales. Los primeros usos se remontan a miles de años. Por ejemplo, en China se les atribuía propiedades medicinales.

Primer estudio escrito de las simetrías de los cristales: "El copo de nieve de seis ángulos" ("Strena Seu de Nive Sexangula") de Johannes Kepler, realizado en 1611.

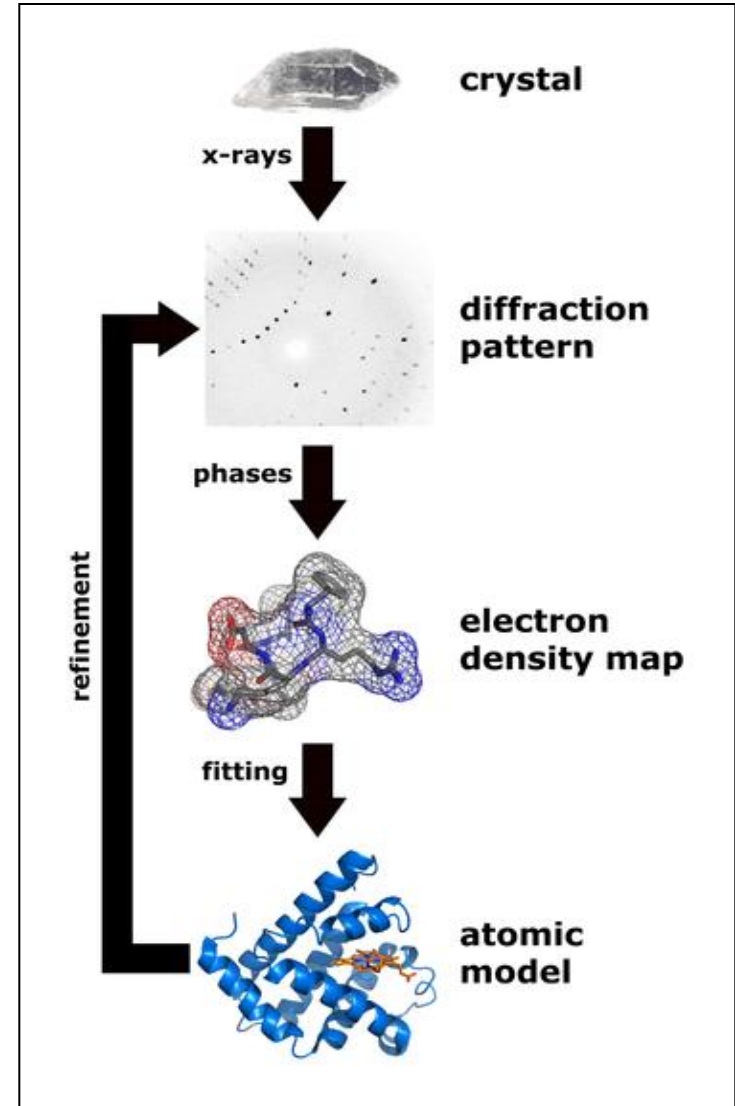


# ¿Qué es la Cristalografía hoy?

En la actualidad la Cristalografía es la Ciencia que estudia la estructura de los materiales a nivel atómico o molecular, ya que esta información se relaciona fuertemente con las propiedades de los mismos.

Si bien su desarrollo fue a partir de estudios por difracción de rayos X, hoy en día también abarca las técnicas de difracción de neutrones y de electrones.

Se aplica a todo tipo de material y en muchas áreas.



# ¿Por qué nos interesa la Cristalografía?

Las propiedades de los materiales dependen de:

- ✓ La composición química del sólido
- ✓ Las uniones químicas entre los átomos presentes
- ✓ El ordenamiento que presenten los átomos

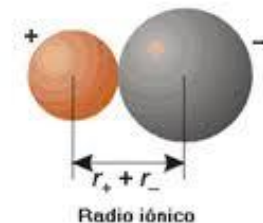
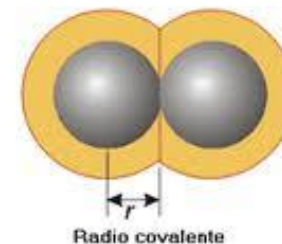
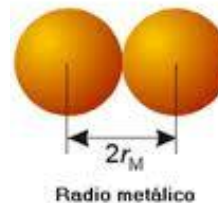
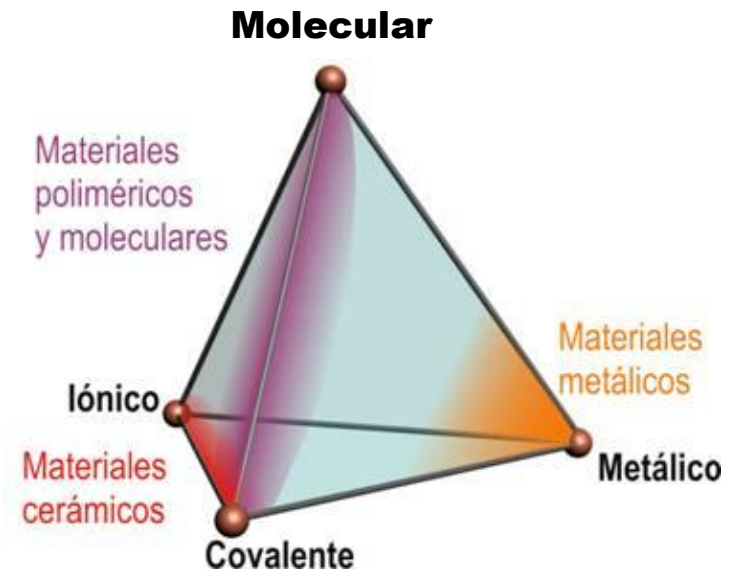
El secreto de las propiedades físicas, químicas o biológicas de un material muchas veces reside en el ordenamiento atómico

Muchos compuestos presentan polimorfismo (pueden ordenarse de diferentes formas) y es importante asegurar la presencia del polimorfo de interés.



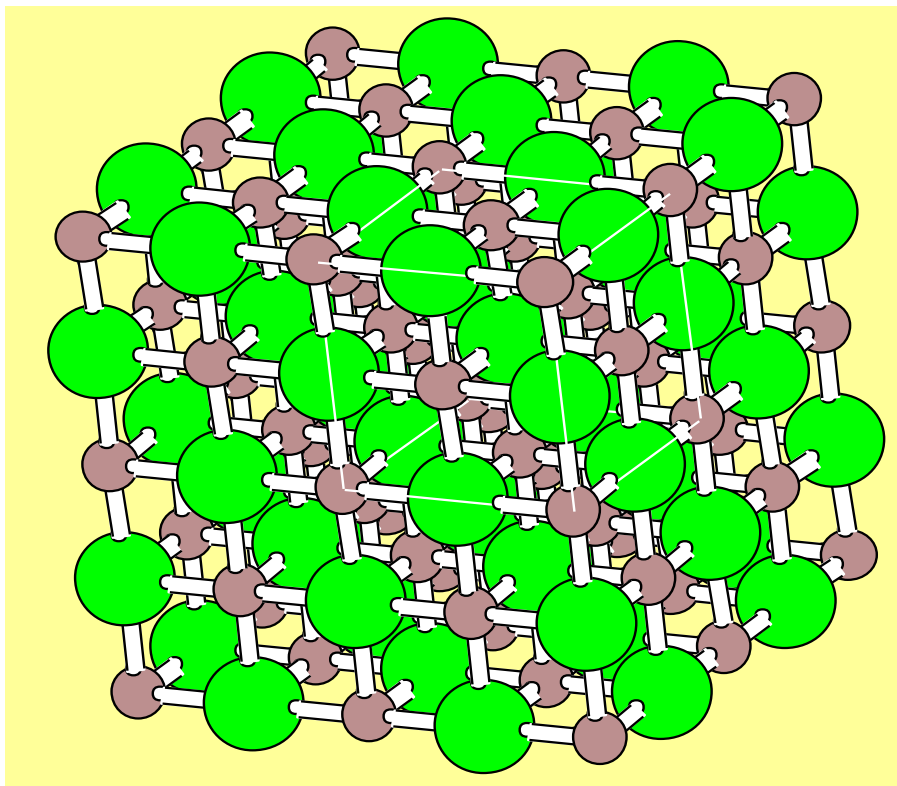
# Tipos de enlaces en los sólidos

- Sólidos iónicos: NaCl, CaO, CsAu
- Sólidos metálicos: Na, Fe, otros metales y aleaciones
- Sólidos covalentes: C, SiO<sub>2</sub>, GaAs
- Sólidos Moleculares: N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, S<sub>8</sub>



# ¿A qué llamamos “cristal”?

Denominamos cristal o material cristalino a aquél en el que los átomos, iones o moléculas que lo conforman están ordenados en forma periódica



## ESTRUCTURA ORDENADA Y PERIÓDICA

Formada por átomos, iones o moléculas en las **3** direcciones del espacio

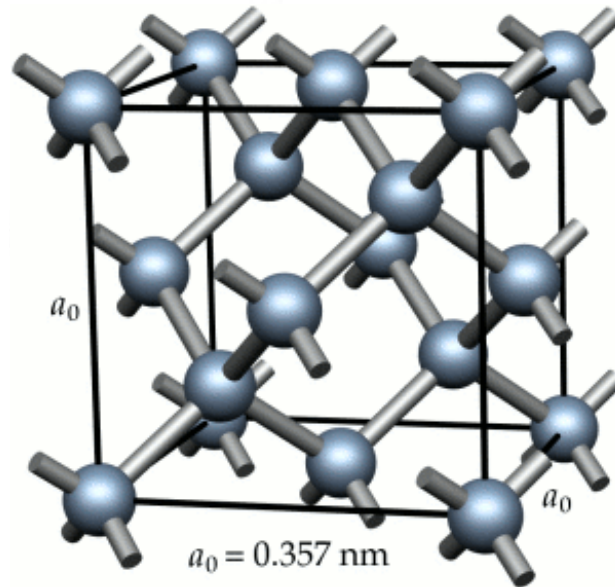
EJEMPLO: LA SAL



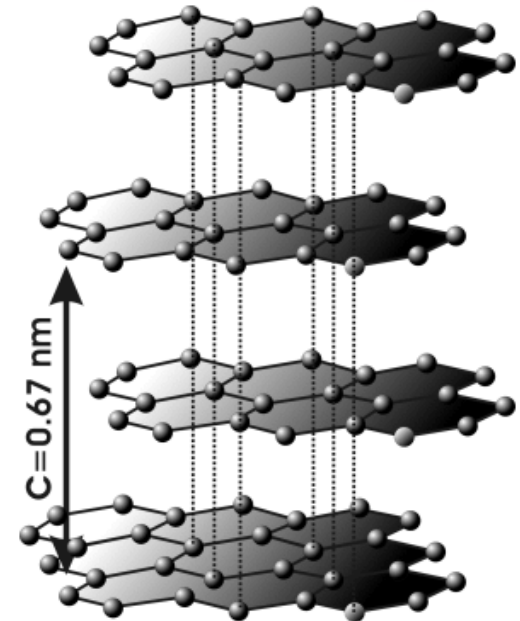
# Otro ejemplo: Diamante vs. Grafito

El diamante y el grafito son dos formas del carbono, pero tienen propiedades físicas muy distintas.

El diamante es más duro y transparente. El grafito es mejor conductor y lubricante.



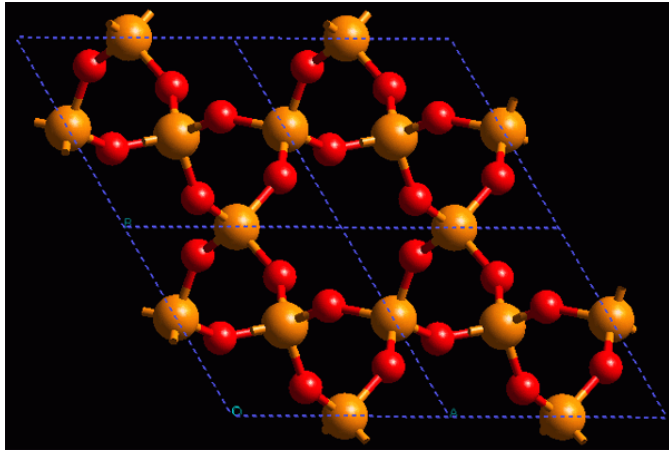
Diamante



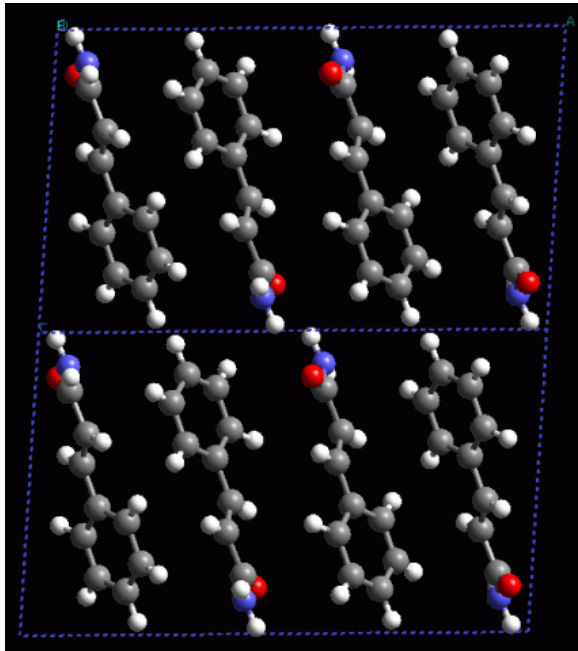
Grafito



# Estructuras más complejas...

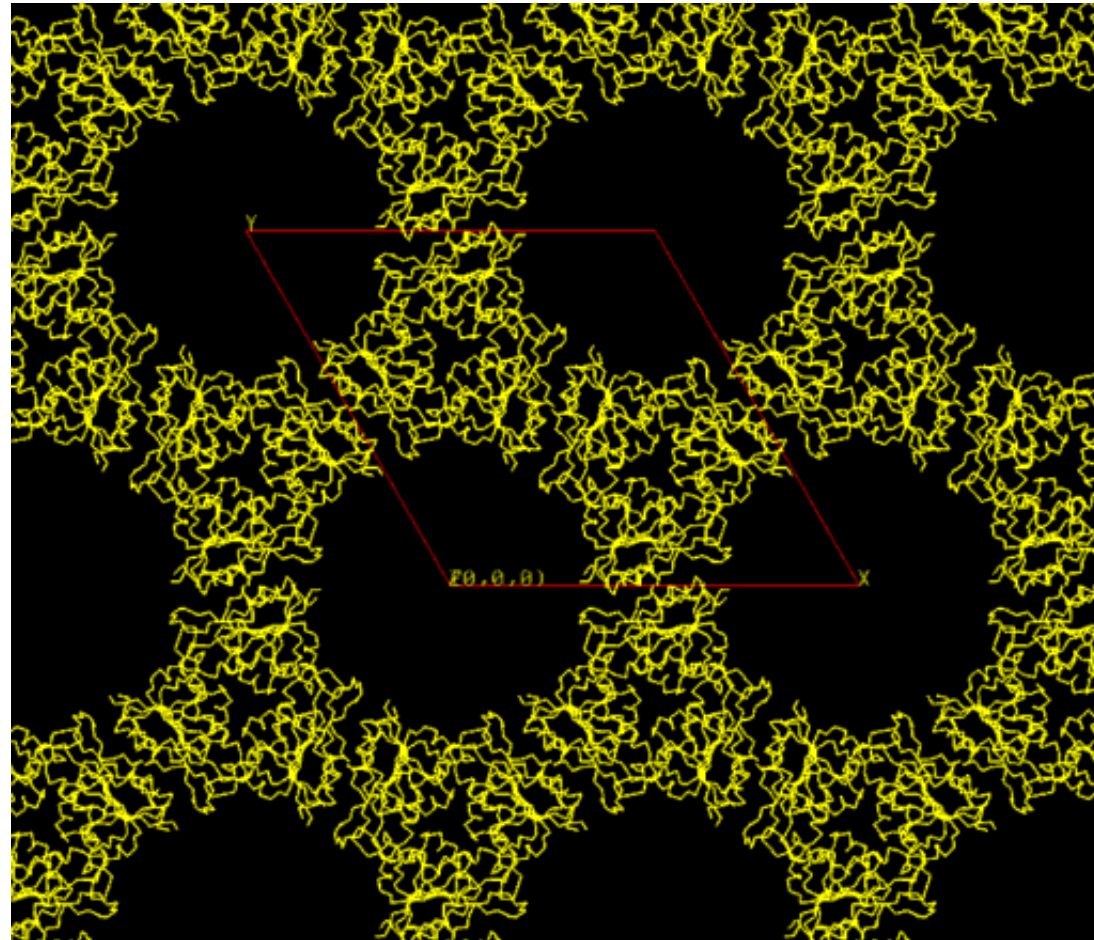


Material inorgánico:  
 $\alpha$ -Cuarzo ( $\text{SiO}_2$ )



Material orgánico: Cinamamida ( $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}$ )

Una proteína: AtHal3



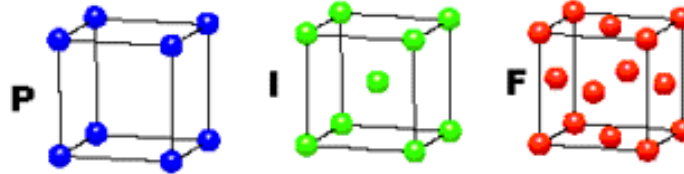
# Redes de Bravais: 3-D

## 14 Redes de Bravais

### CÚBICO

$$a = b = c$$

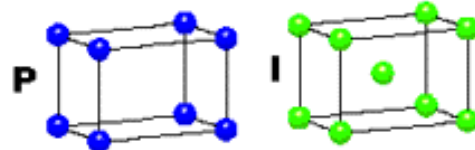
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



### TETRAGONAL

$$a = b \neq c$$

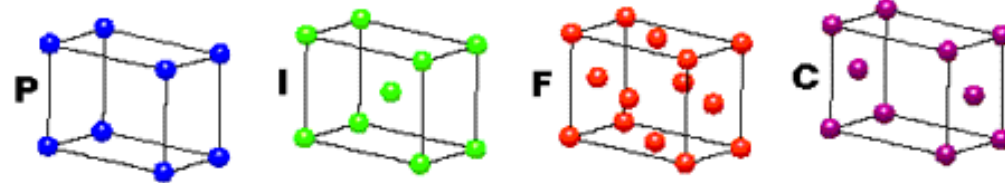
$$\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$$



### ORTORÓMBICO

$$a \neq b \neq c$$

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

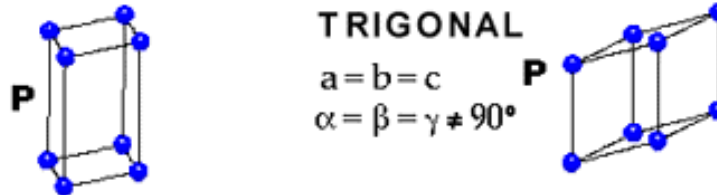


### HEXAGONAL

$$a = b \neq c$$

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

$$\gamma = 120^\circ$$



### TRIGONAL

$$a = b = c$$

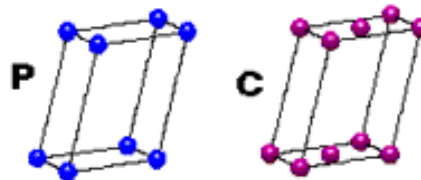
$$\alpha = \beta = \gamma \neq 90^\circ$$

### MONOCLÍNICO

$$a \neq b \neq c$$

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

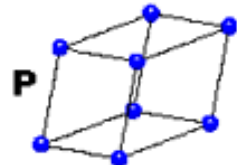
$$\beta \neq 120^\circ$$



### TRICLÍNICO

$$a \neq b \neq c$$

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



Tipos de celdas:

P = Primitiva

I = Centrada en interior

F = Centrada en todas las caras

C = Centrada en dos caras

14 redes de Bravais

# Algunos cristales naturales...

Que en realidad son “monocristales”



**Diamante**



**Fluorita**



**Rubí**



**Cuarzo**

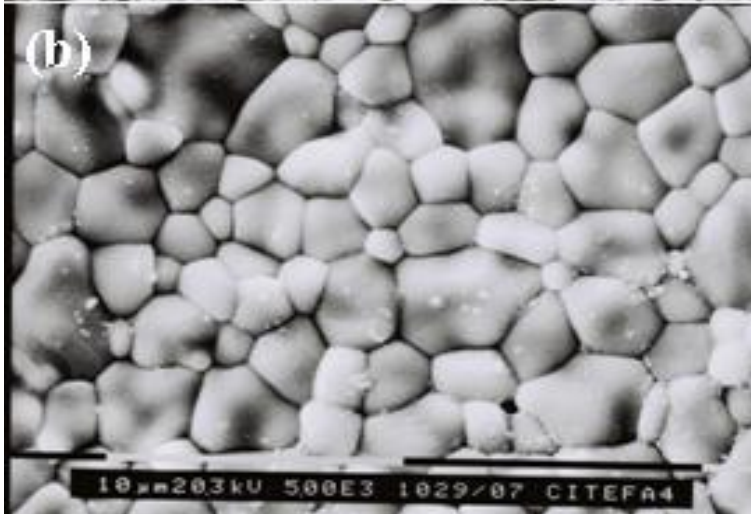
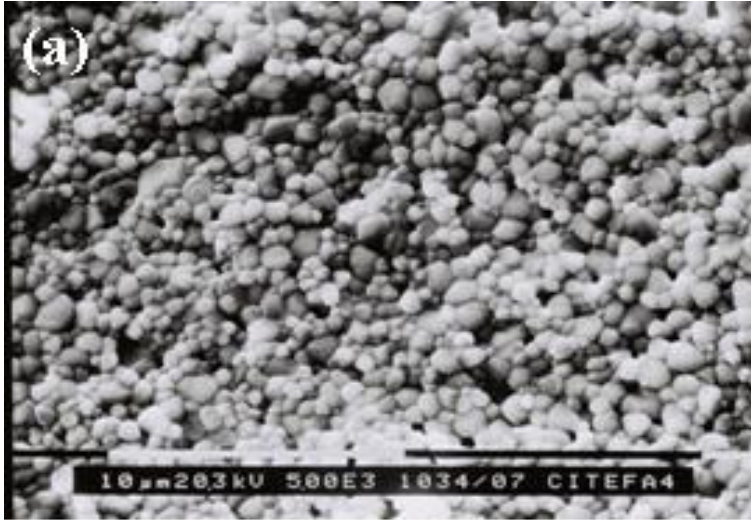


**Los grandes cristales de Naica (México) - Yeso**

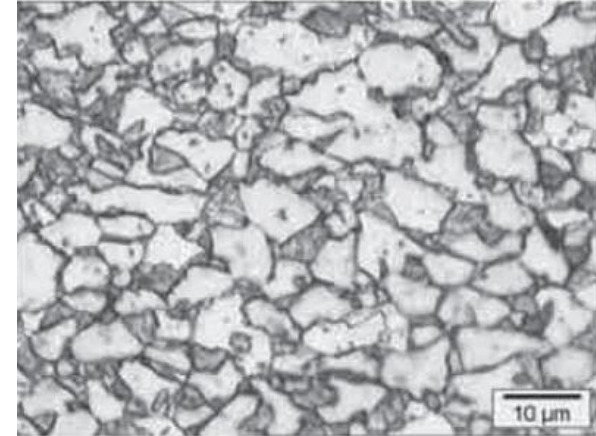


# Y estos también son cristales!

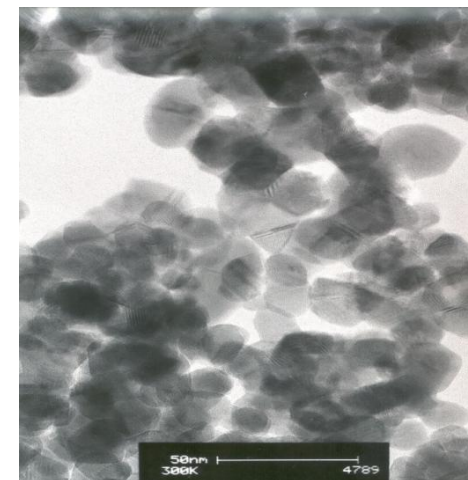
pero se trata de “policristales”



**Cerámicos (óxidos)**



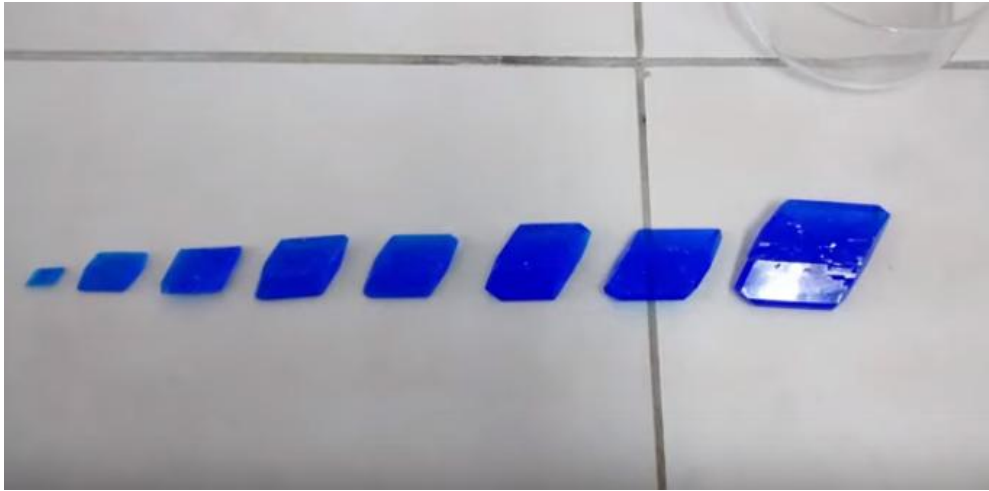
**Acero (aleaciones de metales)**



**Nanomateriales**



# Monocristales vs policristales



# ¡Cristales en casa!



Azúcar

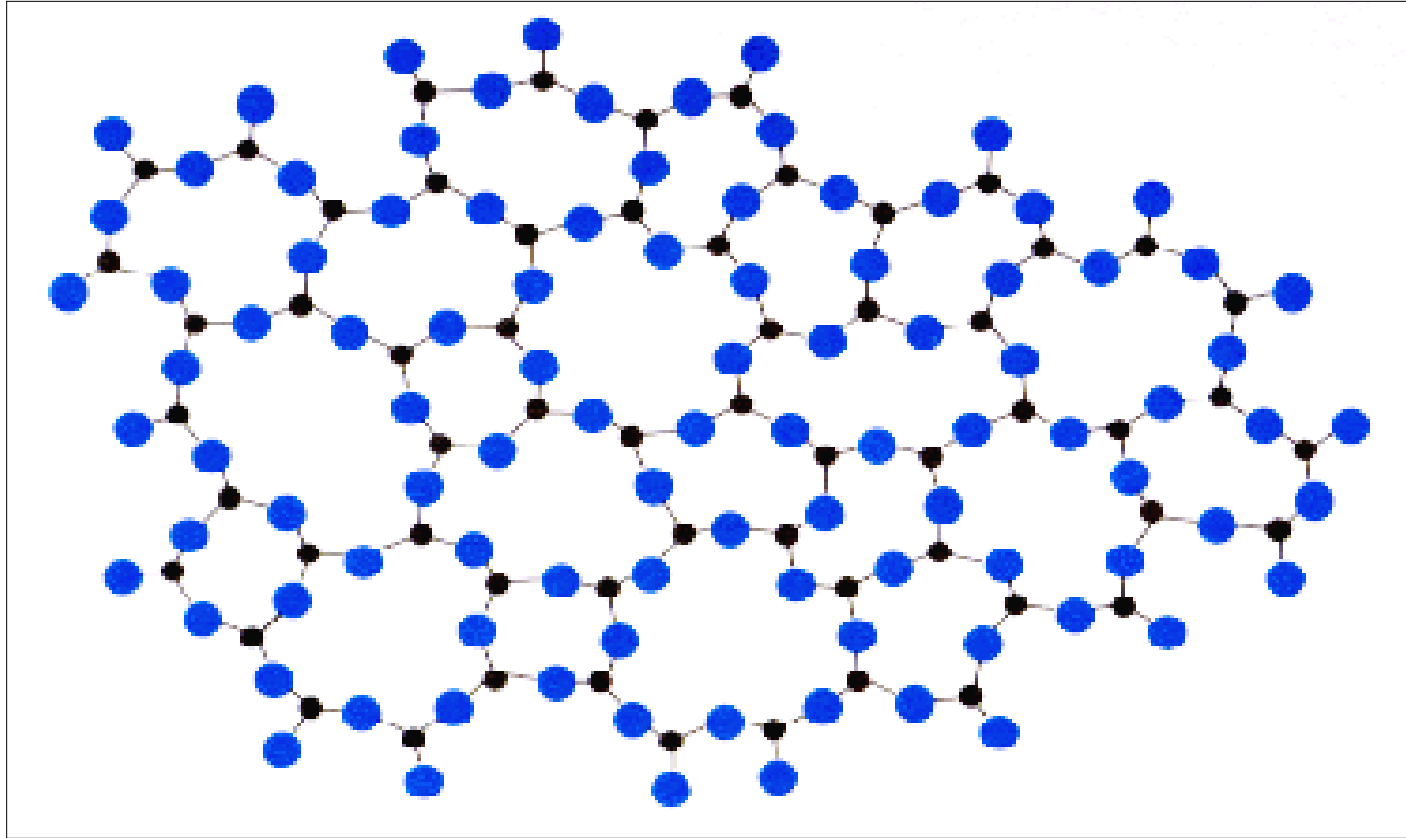


¿Existen las copas de  
cristal?



Sal de cocina

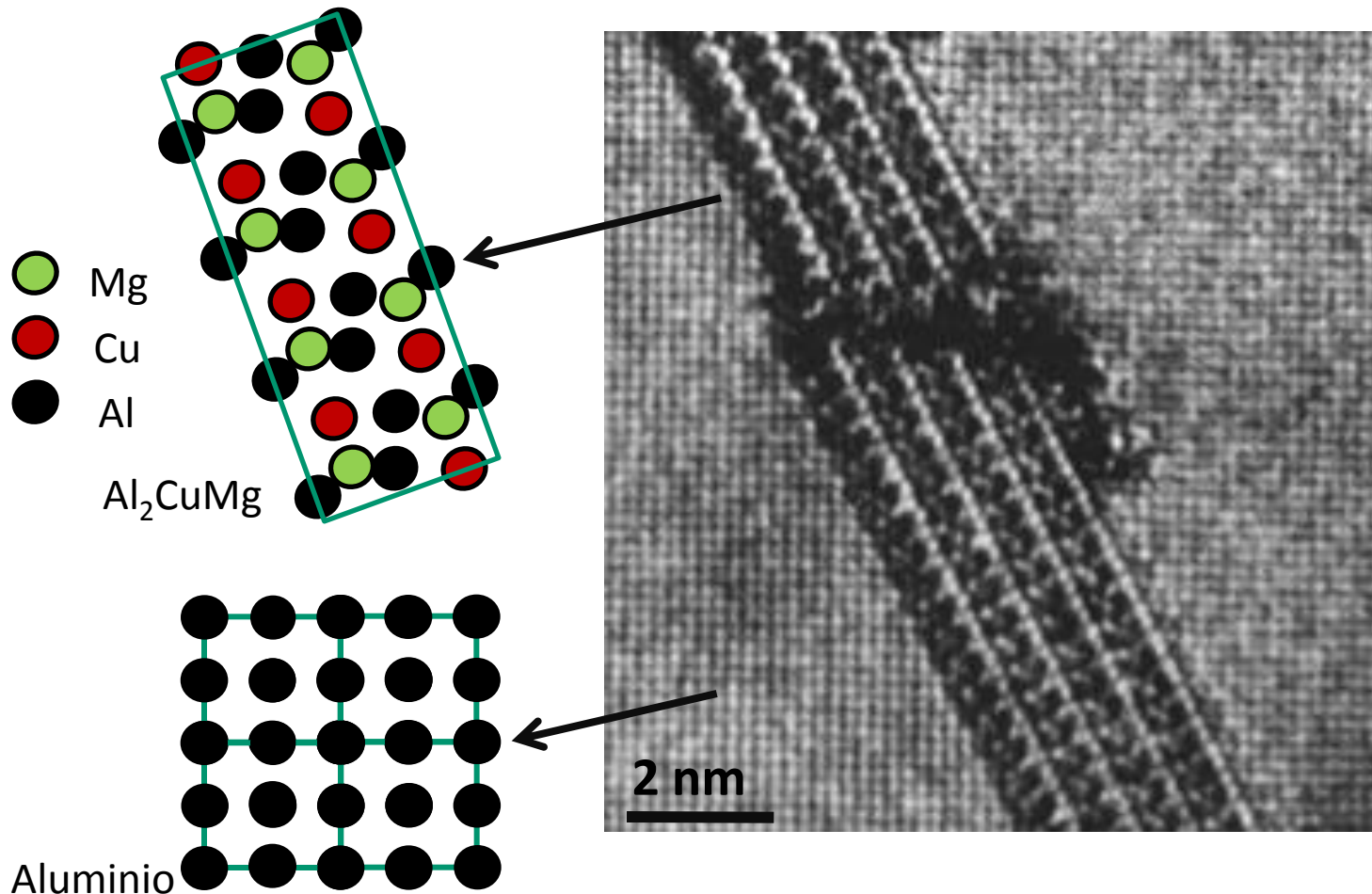
# Los materiales “amorfos”



En algunos materiales, llamados “amorfos”, los átomos se encuentran desordenados. Por ejemplo, éste es el caso de los vidrios.

# ¿Cómo sabemos si los átomos están ordenados? (1)

Hoy en día "vemos" los átomos!!

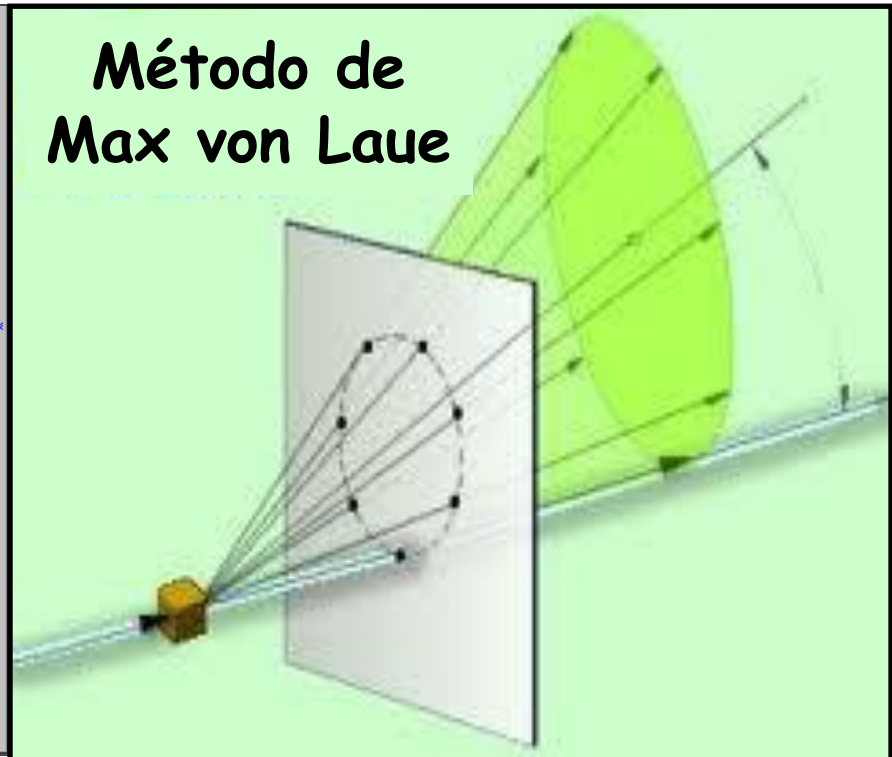
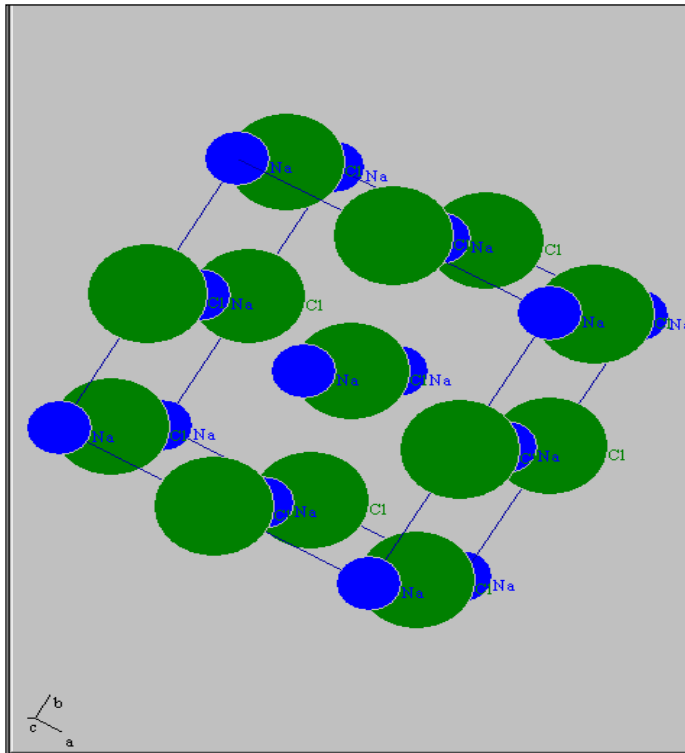


*Cortesía Alfredo Tolley*



# ¿Cómo sabemos si los átomos están ordenados? (2)

## La Difracción de Rayos X



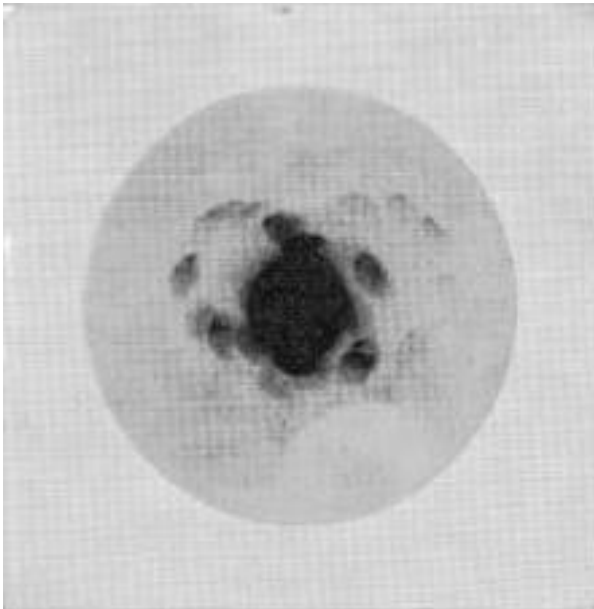
Las longitudes de onda de los rayos X son similares a las distancias interatómicas en los sólidos: Difracción!!



# Max von Laue (1879-1960)

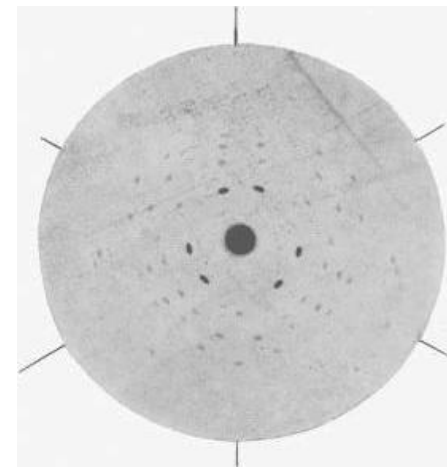
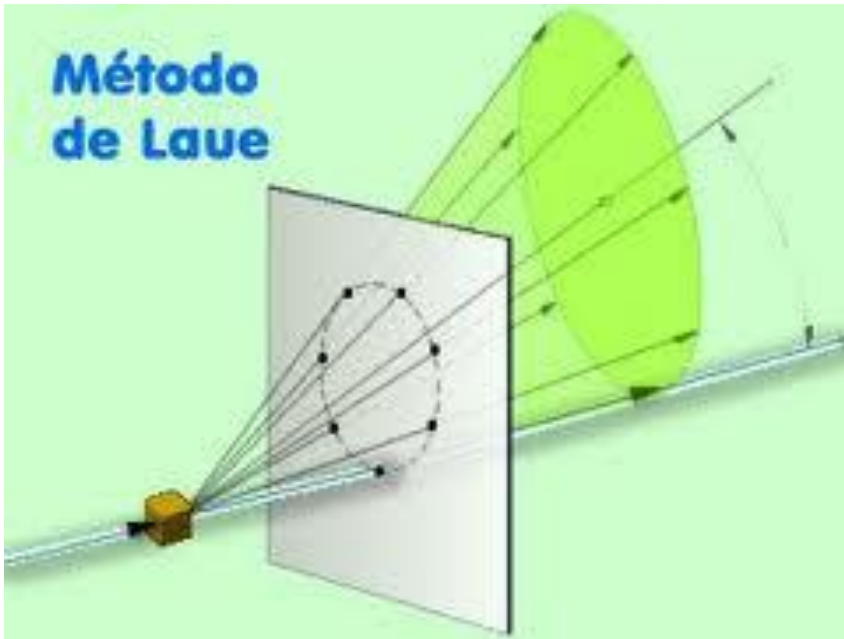
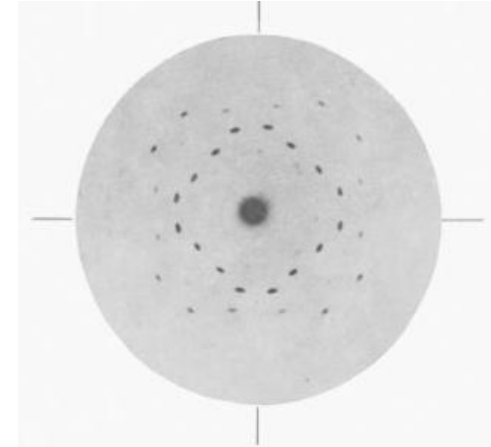
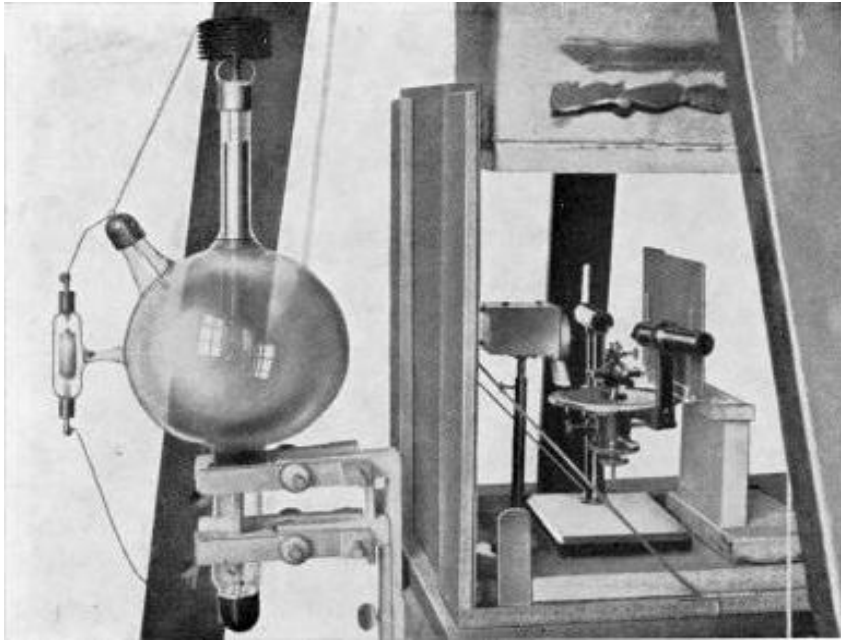
**Premio Nobel en Física 1914** por el descubrimiento de la difracción de los rayos X a través de los cristales.

Primer experimento exitoso de difracción de rayos X: 21 de abril de 1912.



Primer patrón medido por Walter Friedrich y Paul Knipping, asistentes de Laue, que demuestra la existencia del fenómeno de difracción.

# El experimento...



Ejes de rotación de orden 3 y 4 observados por Laue en ZnS

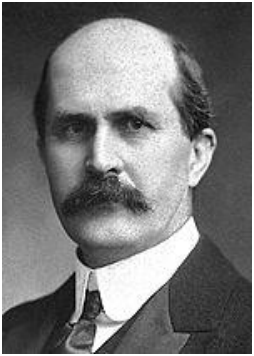


# ¿Por qué el experimento de Laue fue tan importante para la Cristalografía?

Con su experimento, Laue demostró simultáneamente dos hechos muy importantes:

- 1) Los rayos X son radiación electromagnética de longitud de onda muy corta.
- 2) La materia está formada por estructuras ordenadas en forma periódica (átomos o moléculas) con distancias características del mismo orden.





**William H. Bragg (1862-1942)**

**William L. Bragg (1890-1971)**

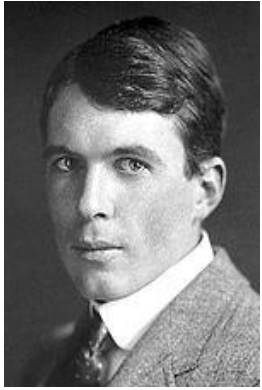


Los Bragg, padre e hijo, recibieron el **Premio Nobel en Física 1915** por sus aportes en el análisis de la estructura cristalina mediante difracción de rayos X.

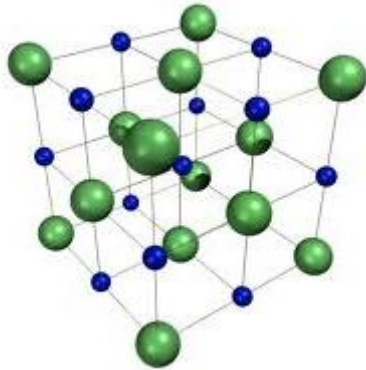
W.L. Bragg es la persona más joven que recibió un Premio Nobel (a los 25 años!!).

Los aportes más importantes fueron de W.L. Bragg, que logró resolver la estructura de varios compuestos inorgánicos analizando su patrón de difracción de rayos X.

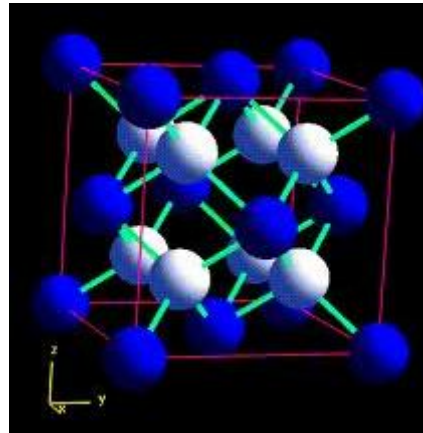
La primera estructura resuelta fue la del cloruro de sodio.



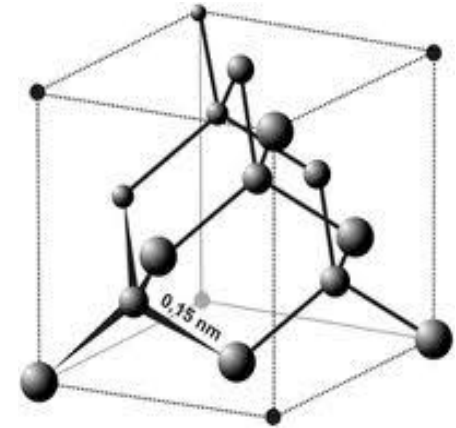
W.L. Bragg publicó en 1913 la resolución de la estructura cristalina de NaCl, KCl, KBr, ZnS, CaF<sub>2</sub> y CaCO<sub>3</sub>.



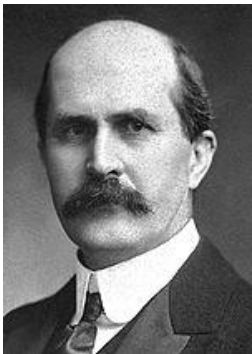
NaCl;KCl;KBr



CaF<sub>2</sub>



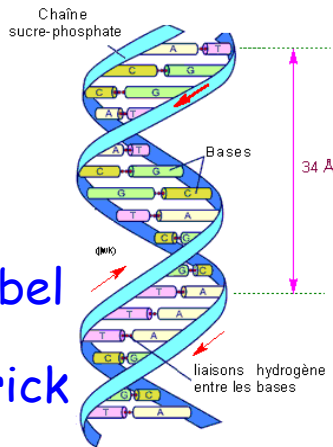
Diamante



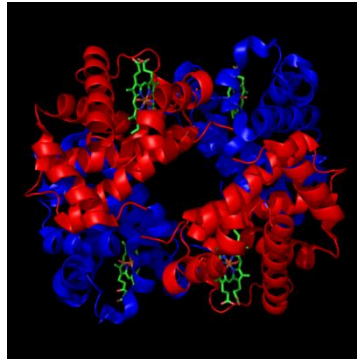
W.H. Bragg hizo importantes aportes en el arreglo experimental que permitieron medir con más precisión. Además, resolvió la estructura cristalina del diamante.

# ¿Qué pasó después?

¡Se encontraron aplicaciones sorprendentes!



El ADN:  
Premio Nobel  
1962  
Watson, Crick  
y Wilkins

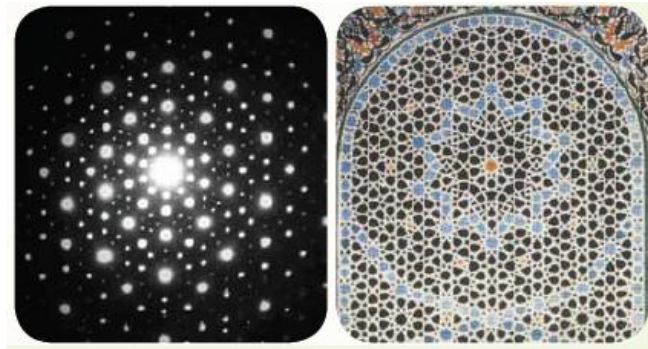
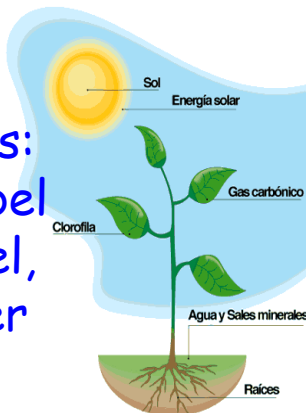


La hemoglobina: Premio  
Nobel 1962 M. Perutz



La penicilina y la insulina:  
Premio Nobel 1964  
D. Hogkin

La  
fotosíntesis:  
Premio Nobel  
1988 Michel,  
Deisenhofer  
y Huber



Los cuasicristales: Premio  
Nobel 2011 D. Shechtman

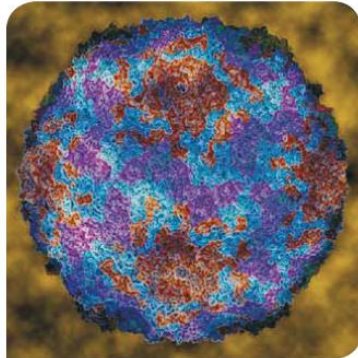


¡La Cristalografía  
llega a Marte!



# ¿Para qué nos sirven los cristales hoy?

## ¡Los cristales están en todo lo que nos rodea!







# ***Del Átomo a los Cristales***

## **Taller de Capacitación Docente sobre Cristalografía y Crecimiento de Cristales**



**MUCHAS GRACIAS  
POR SU ATENCIÓN!**