

Mineralogía

Tema 3. Propiedades de los minerales



Gema Fernández Maroto

Departamento de Ciencias de la Tierra y
Física de la Materia Condensada

Este tema se publica bajo Licencia:

[Creative Commons BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



Propiedad

- Por **Propiedad** se entiende toda aquella manifestación **Morfológica** o **Físico-Química** que presenta la materia mineral.
- Las propiedades morfológicas de un mineral son consecuencia de la manifestación externa de la ordenación interna tridimensional de los motivos estructurales.
- **Características morfológicas**: formas cristalinas, cristalización, hábito, agrupaciones, agregados, aspecto, maclas.

Físico-Química

- **Características Intrínsecas**: consecuencia del tipo o tipos de átomos que forman el mineral y de cómo están ordenados. Estas características del mineral son independientes de cualquier clase de tratamiento externo.
- **Comportamiento**: del mineral como respuesta a determinados estímulos energéticos externos:
 - **Físicos**: *Propiedades Organolépticas*.
 - **Químicos**: *Propiedades Químicas*.

Propiedades físico-químicas

- Estas propiedades dependen no sólo de tipo de átomos constituyentes del mineral y de la compactación de su empaquetamiento estructural, sino también de la **distribución espacial de los átomos** y de las **fuerzas de enlace** con que se une unos con otros.

Anisotropos

- Todos los comportamientos de los minerales ante los estímulos externos son **Anisotropos**: dependen de la dirección en la que actúe el estímulo exterior.
- **Esta Anisotropía puede ser:**
 - **Continúa**: si la propiedad se manifiesta en todas las direcciones del espacio:
Conductividad eléctrica.
 - **Discontinua**: si se manifiesta sólo paralelamente a un determinado plano reticular de la estructura: *Exfoliación.*

Reconocimiento de minerales

- **Reconocimiento de «Visu»**: se estudia el comportamiento del mineral a los estímulos energéticos externos.
- **Reconocimiento Químico**: mediante reacciones por vía húmeda o vía seca.
- **Reconocimiento Óptico**: observación, a través de un microscopio petrográfico, de las propiedades ópticas de los minerales.
- **Difracción de Rayos X**.

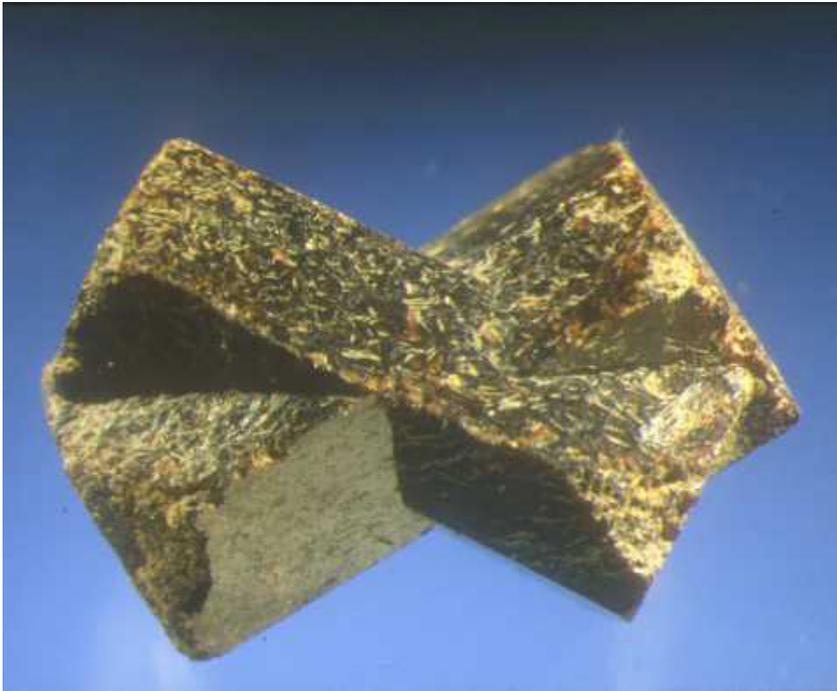
Propiedades Físicas

Morfología

- Morfología ó apariencia externa de los cristales.
- El mineral se describe a través de su forma cristalina, hábito característico (un solo cristal), agrupaciones, agregado, aspecto, maclas...



Morfología



Propiedades físicas

- **Exfoliación**: es la propiedad que tienen algunos minerales de romperse según unas direcciones cristalográficas preferentes (planos de debilidad cristalográfica). **Depende de la estructura interna del mineral y es constante para cada mineral.**
- Direccional y anisótropa.
- **Se parten por Planos de Debilidad**:
 - A. Debido a la existencia de *Enlaces Débiles*.
 - B. Debido a un mayor *Espaciado Reticular* entre los planos.
 - C. Debido a una combinación de A y B.

Grados de exfoliación

- **Excelente**: el mineral se rompe en finas láminas en un sentido: *Grafito, Moscovita, Clorita, Yeso*.
- **Perfecta**: el mineral se rompe en formas regulares delimitadas por los planos de exfoliación: Cubos → *Galena*; Romboedros → *Calcita*.
- **Buena**: los planos de exfoliación son menos visibles y no siempre perfectamente rectos: *Feldespatos*.
- **Imperfecta**: no hay plano de exfoliación netos. Los planos por los que se rompe el mineral son superficies irregulares: *Azufre*.
- **Muy imperfecta**: sin exfoliación: *Cuarzo*.

Partición

- Cuando los minerales se rompen a lo largo de planos de debilidad estructural.
- Esta debilidad puede resultar de ejercer una presión o de una macla.
- No todos los ejemplares de un determinado mineral exhibirán esta propiedad.



Fractura

- Rotura totalmente desordenada, sin ninguna dirección preferente, debido a que algunas estructuras cristalinas tienen una resistencia de sus enlaces igual en todas direcciones. Según el aspecto que presenten las superficies de rotura, puede haber:
 - **Fractura Concoidal**: la fractura presenta superficies suaves y lisas a manera de conchas (Q).
 - **Fractura Fibrosa o Astillosa**: se deshace en astillas.
 - **Fractura Ganchuda**: un mineral se rompe según una superficie irregular, dentada, con filos puntiagudos.
 - **Fractura Desigual ó Irregular**: cuando un mineral se rompe según superficies bastas e irregulares.

Dureza

- Resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral a ser rayado o la resistencia que ofrece a la penetración de otro cuerpo.
- Se considera relacionada con la cohesión de los minerales y depende de la exfoliación.
- La dureza es siempre menor en un sentido paralelo a la exfoliación.
- Desempeña un papel importante la separación entre partículas estructurales. Los minerales con átomos pequeños son los más duros.

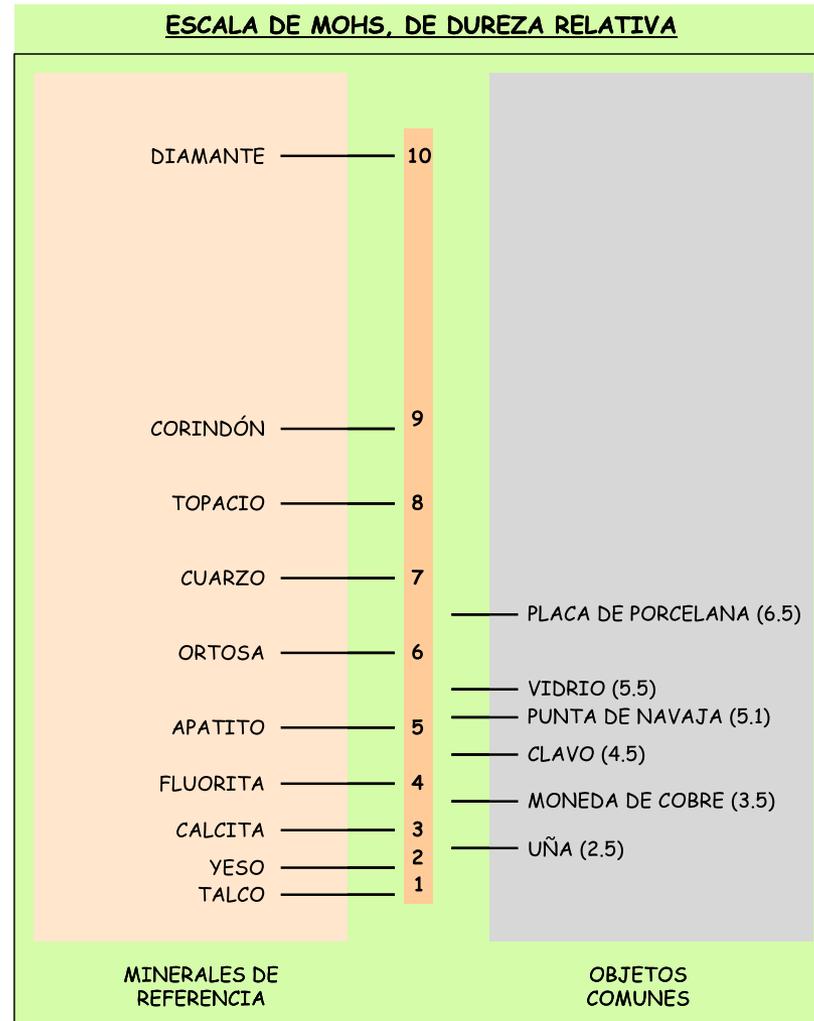
Dureza

- En la práctica de la Mineralogía se utilizan escalas de dureza, representadas por determinados minerales.
- La más común es la **Escala de Mohs**: secuencia de minerales ordenados de menor a mayor dureza y que está compuesta únicamente por minerales de raya blanca.
- En esta escala los minerales están ordenados según un grado de dureza.

Dureza

1. Talco: $\text{Mg}_3(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2$
2. Yeso: $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
3. Calcita: CO_3Ca
4. Fluorita: F_2Ca
5. Apatito: $\text{Ca}_5(\text{F,Cl,OH})(\text{PO}_4)_3$
6. Ortosa: $\text{K}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$
7. Cuarzo: SiO_2
8. Topacio: $\text{Al}_2(\text{SiO}_4)(\text{Fe,OH})_2$
9. Corindón: Al_2O_3
10. Diamante: C

Dureza



Tenacidad

- Es la resistencia que opone un mineral a ser roto, molido, doblado, o desgarrado, en resumen, a su cohesión:
 1. **Frágil**: un mineral que fácilmente se rompe o se reduce a polvo.
 2. **Maleable**: un mineral que puede ser conformado en hojas delgadas por percusión.
 3. **Séctil**: un mineral que puede cortarse en virutas delgadas con un cuchillo.
 4. **Dúctil**: un mineral al que se puede estirar en forma de hilo.
 5. **Flexible**: un mineral que tras aplicarle una presión, puede ser doblado pero no recupera su forma original.
 6. **Elástico**: un mineral que recobra su forma primitiva al cesar la fuerza que lo ha deformado.

Peso específico

- Es un número que expresa la relación entre el peso del mineral y el peso de un volumen igual de agua a 4°C.
- El **peso específico** de un mineral es constante, por lo que su determinación es un valor importante en la identificación de un mineral. Va a depender de:
 1. La clase de átomos de que está compuesta.
 2. La manera cómo están empaquetados los átomos.

Determinación del peso específico

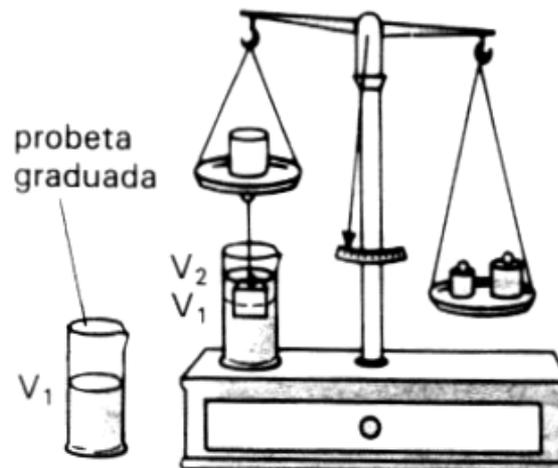
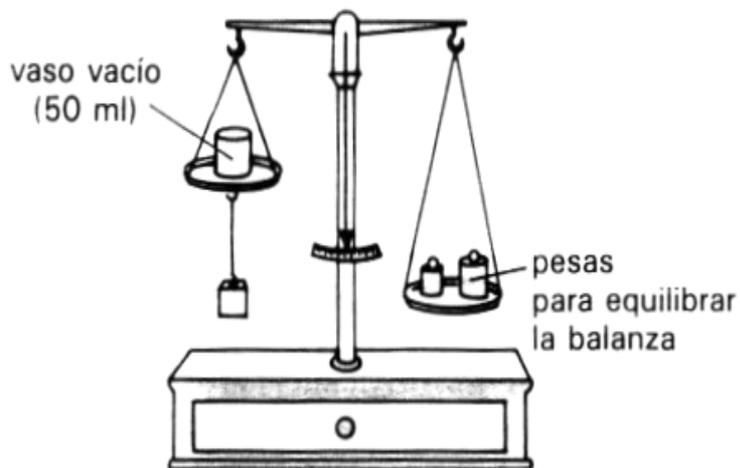
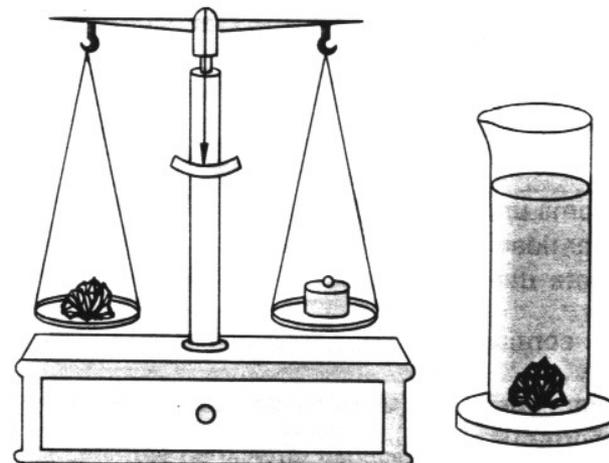
- Para determinar con exactitud el peso específico de un mineral deberán observarse ciertas condiciones:
 1. El mineral debería ser puro.
 2. Debe ser compacto.
 3. Una muestra de 1 cm^3 .

Idea relativa del peso específico

- Se considera el PE medio de los minerales **no metálicos** más comunes entre 2,60-2,75.
- **Cuarzo** = 2.65.
- **Calcita** = 2.72.
- En el caso de los **Minerales Metálicos** el PE medio = 5. Se pueden distinguir minerales:
 - Ligeros: 1 – 2.
 - Medianamente pesados: 2 – 4.
 - Pesados: 4 – 6.
 - Muy pesados: > 6.

Peso específico

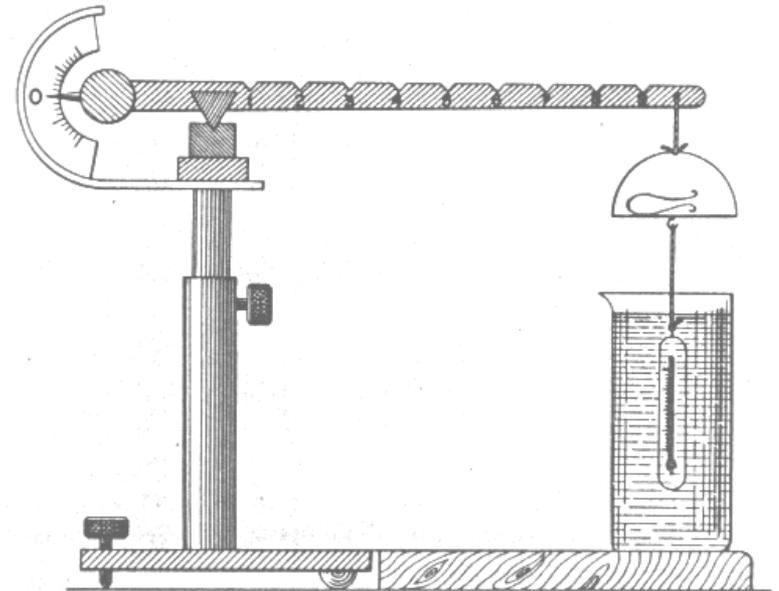
- Método de la doble pesada.
- Balanza de Resorte de Jolly.
- Picnómetro.



Determinación del peso específico

1. W_a : peso mineral aire.
2. W_w : peso mineral sumergido en agua.

$W_a - W_w =$ peso de un volumen igual de agua.

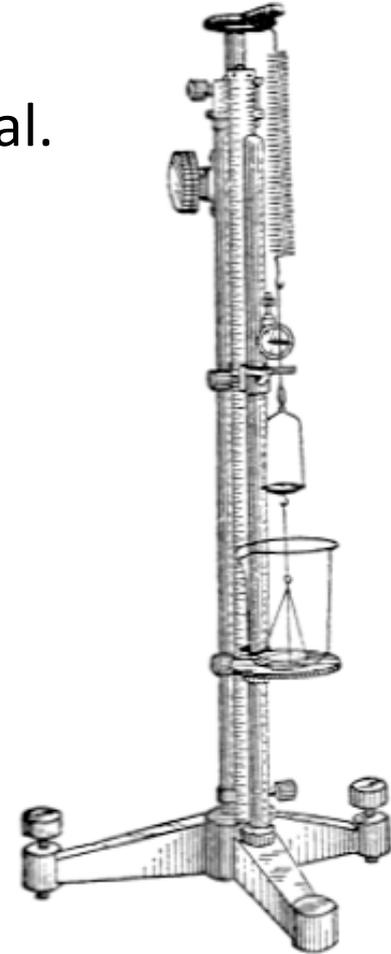


Determinación del peso específico

$$\frac{W_a}{(W_a - W_w)} = \text{Peso específico del mineral.}$$

Balanza de resorte de Jolly:

- Deformación de un muelle.

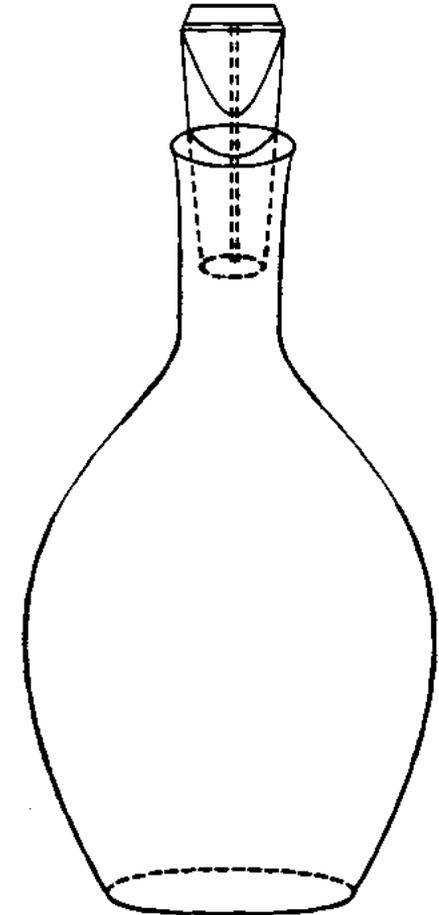


Picnómetro

- Determinación del PE de los fragmentos pequeños de mineral.

Líquidos pesados:

- Bromoformo.
- Tetrabromuro de Acetileno.
- Yoduro de Metileno.



Untuosidad

- Facilidad de desprendimiento de partículas finas en minerales (blandos y exfoliación perfecta).



Solubilidad

- Agua.
- Ácidos:
 - Clorhídrico diluido.
- Sabor:
 - Halita.
 - Silvina.



Otras propiedades

- Olor: al ser calentados.
- Azufre, Pirita, Marcasita
→ Olor sulfuroso.



Propiedades que dependen de la luz

Propiedades que dependen de la luz

- 1. Color.**
- 2. Brillo.**
- 3. Raya.**
- 4. Juego de colores.**
- 5. Tornasolado.**
- 6. Asterismo.**

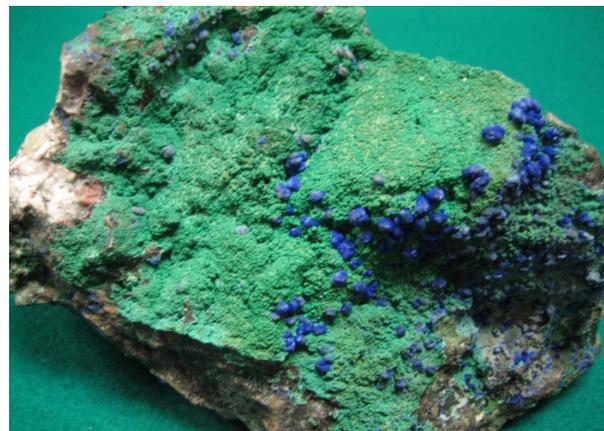
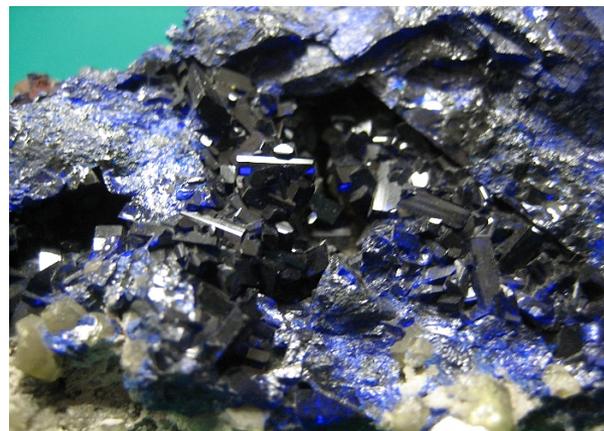
1. Color

- **Definición:** «*emisión energética de fotones con determinada longitud de onda como respuesta a la excitación de una energía exterior*».
- El color de un mineral se debe a que cuando la luz incide sobre él, este absorbe ciertas longitudes de onda y el color es el resultado de la combinación de longitudes de onda que llegan al ojo.



Idiocromáticos

- Minerales que tienen colores característicos y fijos debido a su composición.
- Tienen átomos de un determinado elemento dentro del mineral, que les da un color característico, por el cual son identificables.
- **Malaquita**: $\text{CO}_3\text{Cu}_2(\text{OH})_2 \rightarrow$ Verde.
- **Azurita**: $(\text{CO}_3)_2\text{Cu}_3(\text{OH})_2 \rightarrow$ Azul.



Variación del color: Alocromáticos

Cantidades apreciables de algún elemento

- Sustitución parcial de elementos propios de los minerales.
- **Anfíbol Tremolita**: $\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
- Fe → Mg → Verde.

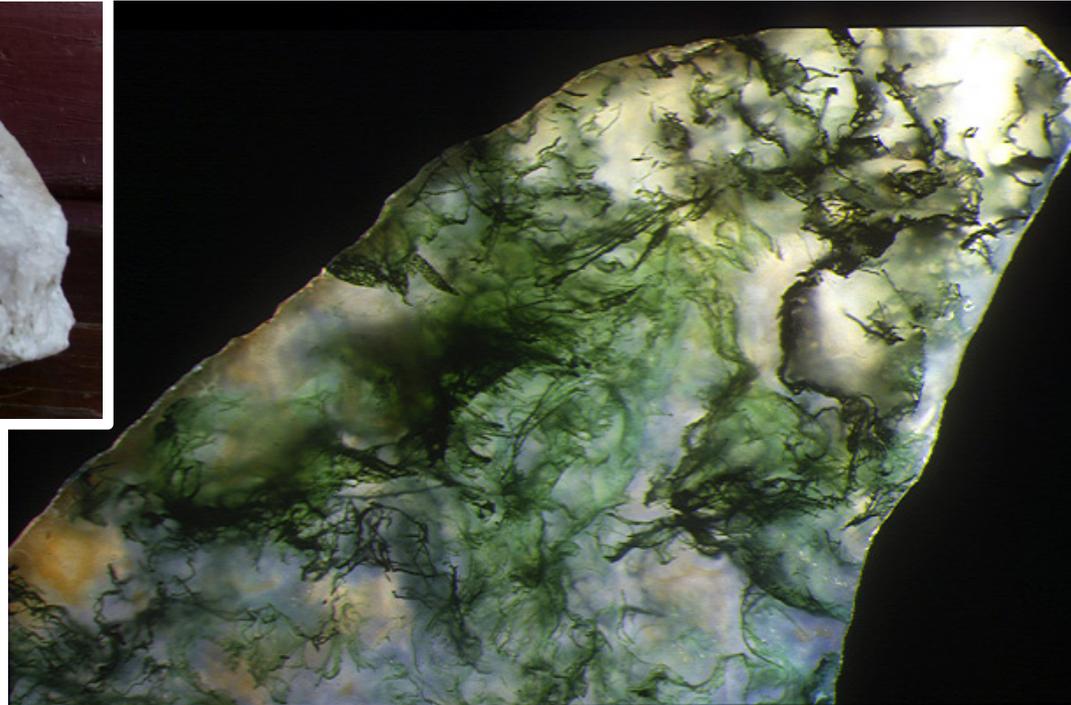


Pequeñas cantidades de impureza químicas

- Aparecen átomos de otros elementos incrustados en la estructura.
- **Cromóforos**: Fe, Mn, Cu, Cr, Co, Ni y V. Elementos traza en los minerales, absorben la luz intensamente causando el cambio de color en el mineral.
- **Corindón rojo**: cantidades suficientes de Cr → *Rubí*.
- **Corindón azul**: cantidades mínimas de Fe y Ti → *Zafiros azules*.

Inclusiones muy finas de otros minerales

- Pequeñas agujas o laminillas.



Defectos en la estructura cristalina

- O imperfecciones reticulares. Las imperfecciones reticulares puede ser debidas a espacios vacíos o a la presencia de iones extraños. Esto puede ser causa de que la luz blanca sea absorbida selectivamente.



Alocromáticos



2. Brillo

- **Definición:** *«aspecto que presenta la superficie lisa de un mineral cuando se refleja la luz».*
 - Es el resultado de la acción conjunta de diversos efectos ópticos (**Reflexión, Absorción y Dispersión de la luz**) en la superficie de un mineral.
 - El **Brillo** debe ser estudiado sobre superficies planas **no oxidadas** y **limpias**.



Tipos de brillo

- **El brillo de los minerales puede ser de dos tipos:**

1. **Metálico.**

2. **No metálico:**

- Vítreo: tiene el reflejo del vidrio. *Cuarzo. Turmalina.*
- Resinoso: tiene el aspecto de la resina. *Blenda, Azufre.*
- Graso: parecen estar cubiertos de una delgada capa de aceite. *Serpentina.*
- Adamantino: reflejo fuerte y brillante como el del Diamante. *Cerusita.*
- Nacarado: aspecto iridiscente de la perla. En superficies paralelas a la exfoliación. *Talco.*
- Sedoso: como la seda. Se observa en agregados paralelos de fibras finas. *Yeso fibroso.*

No metálicos

- 1. Vítreo.**
- 2. Resinoso.**
- 3. Graso.**
- 4. Adamantino.**
- 5. Nacarado.**
- 6. Sedoso.**

Raya

- Color del polvo fino de un mineral.
- Constante y característica para cada mineral.



Raya

- La Raya de los minerales **Idiocromáticos** tiene generalmente el mismo color que el del mineral estudiado con un tono un poco más claro.
- Los minerales **Alocromáticos** tienen, en general, raya blanca o poco coloreada.

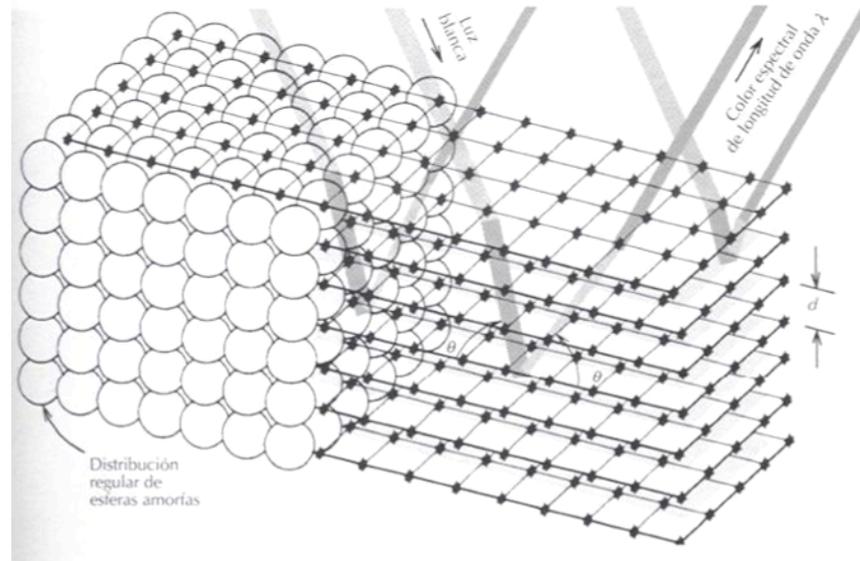
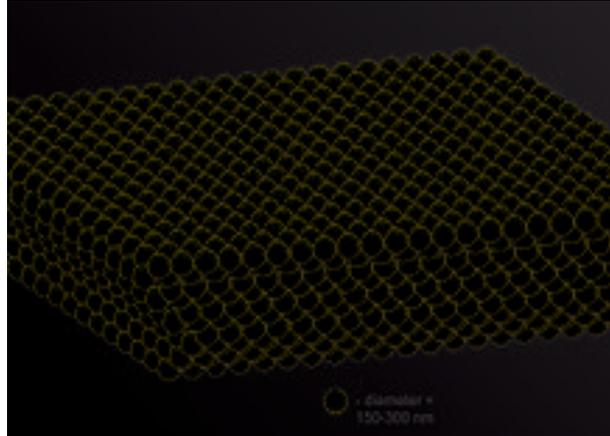


Juego de colores

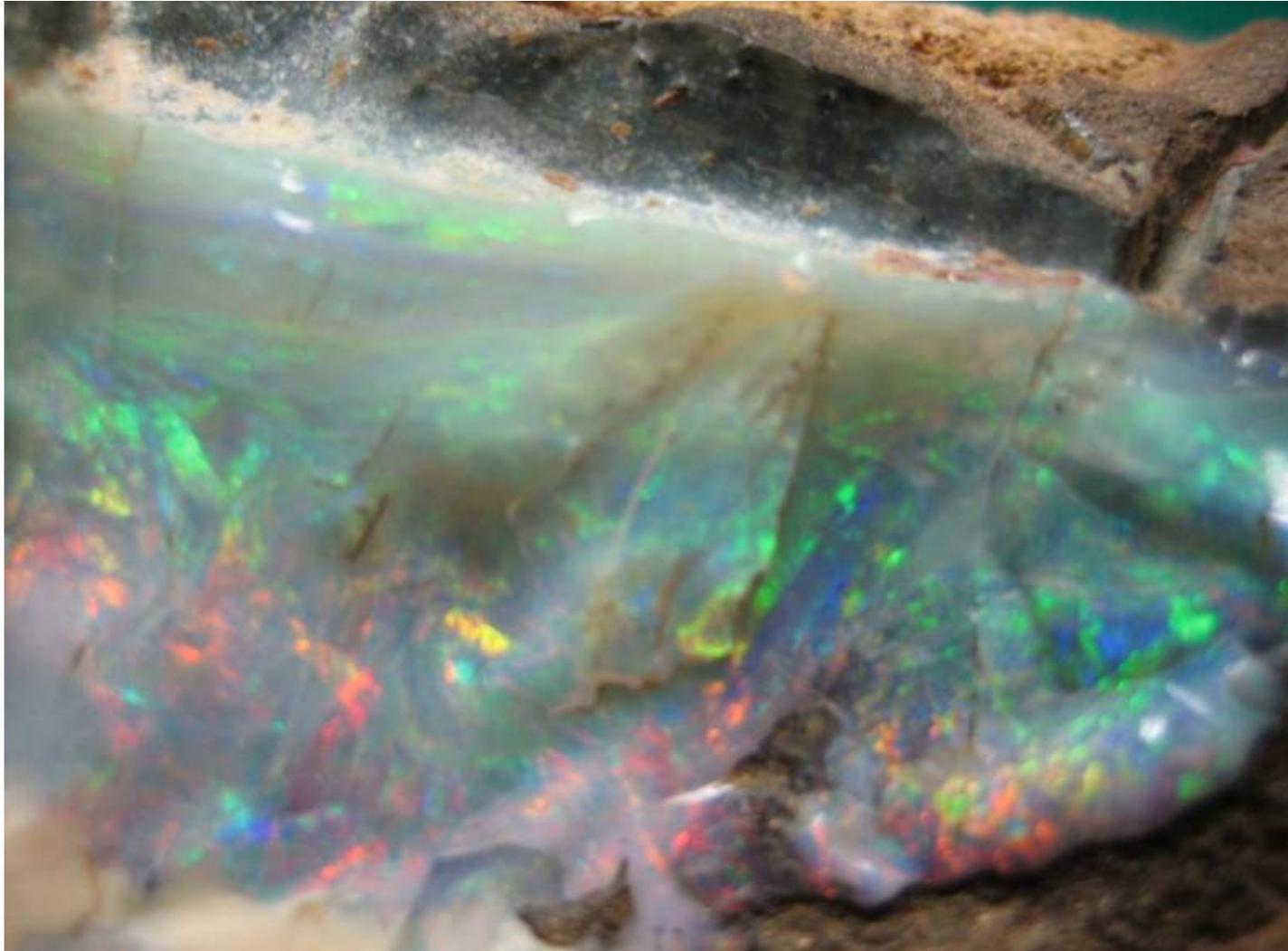
- Interferencia de la luz en la superficie o en el interior de un mineral cuando el ángulo de la luz incidente cambia.



Juego de colores



Tema 3. Propiedades de los minerales



Tornasolado

- Apariencia sedosa que tienen algunos minerales cuando la luz se refleja en ellos.



Ojo de gato: Crisoberilo.



Ojo de tigre: Crocidolita fibrosa.

Asterismo

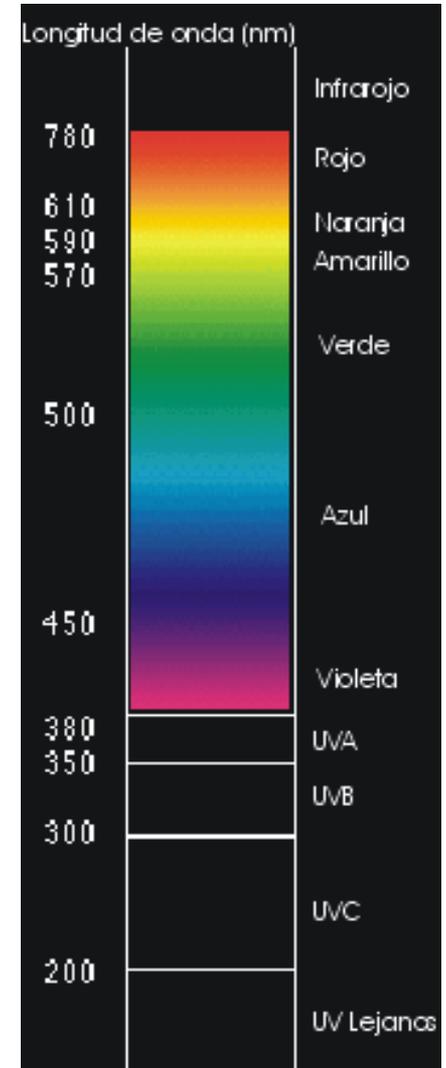
- Se llama **Asterismo** al efecto que se produce cuando la luz incide en el interior del mineral, dando lugar a una estrella de 6 puntas.

Zafiro y Rubí = Corindón.



Luminiscencia

- **Incandescencia**: es el fenómeno de emisión de luz debida a la energía calorífica.
- **Luminiscencia**: es la transformación de ciertos tipos de E (mecánica, química, térmica o de radiaciones invisibles) en energía luminosa. **Activadores.**
- **Espectro de la luz**: zona visible 380-780 nm.



Tipos de luminiscencia

- **Triboluminiscencia**: luminiscencia que resulta del frotamiento en minerales: *Fluorita*.
- **Termoluminiscencia**: se produce cuando el mineral es calentado por debajo del punto de fusión: *Diamante*.
- **Fotoluminiscencia**: luminiscencia que se produce cuando se ilumina un mineral o se somete a radiaciones invisibles de longitud de onda corta o larga.

Fotoluminiscencia

- **Fluorescencia**: sólo dura el tiempo de exposición a las radiaciones:
Scheelitas.
- **Fosforescencia**: se prolonga después de la exposición a la radiación y una vez se corta esta: *Estroncianita*.



Propiedades eléctricas

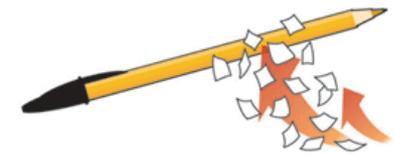
- Propiedades que tienen los minerales y que son especialmente interesantes por sus aplicaciones industriales.

Conductividad eléctrica

- La primera propiedad relacionada con la electricidad es la **Electricidad por frotamiento**.
- Se descubrió hace miles de años en el **Ámbar**.
- Los antiguos griegos ya sabían que el ámbar frotado con lana adquiría la propiedad de atraer cuerpos ligeros.



El bolígrafo se electriza



El bolígrafo atrae a los papelitos

Conductividad eléctrica

- Es la capacidad que tiene un mineral de conducir la electricidad.
- Depende de la presencia en el mineral de enlaces metálicos.



Conductividad eléctrica

- La conducción de la electricidad por parte de los minerales es función del tipo de enlace que presenten.
- Aquellos minerales con enlaces puramente metálicos son: **conductores eléctricos muy buenos. Elementos nativos.**
- Los que tienen enlaces parcialmente metálicos (Sulfuros) son Semiconductores.
- Los minerales que tiene enlaces iónicos o covalentes normalmente son **no conductores de la electricidad.**
- Para los minerales que no pertenecen al sistema cúbico, la conductividad eléctrica es una propiedad anisótropa.

Propiedades eléctricas

- **Piroelectricidad**: capacidad de un mineral de adquirir carga eléctrica cuando es sometido a una variación de temperatura. *Turmalina*.
- **Piezolectricidad**: capacidad de un mineral de adquirir carga eléctrica cuando es sometido a una determinada presión. *Cuarzo*.

Propiedades magnéticas

- El **Magnetismo** es la capacidad de un mineral de ser atraído por el campo magnético de un imán:
 - **Min. Ferromagnéticos**: aquellos que son fuertemente atraídos por los campos magnéticos: *Magnetita, Pirrotina, Ilmenita*.
 - **Min. Paramagnéticos**: son atraídos débilmente por los campos magnéticos de un imán: *Rutilo, Siderita, Berilo* y minerales que contengan *Fe* en su composición.
 - **Min. Diamagnéticos**: estos minerales No son afectados por los campos magnéticos, e incluso son débilmente repelidos por ellos: *Halita, Calcita*.

Propiedades químicas

- La composición química determina la clasificación de los minerales dentro del sistema mineralógico y esta composición química se establece mediante análisis.
- **Los métodos de análisis son numerosos, y se dividen en:**
 - Vía Seca: método simple y rápido, orienta de la composición de un mineral. *Cualitativo*.
 - Vía Húmeda: resultados exactos, pero más costoso. *Cuantitativo*.

Análisis por Vía Seca

- **Determinación de la fusibilidad y del color de la llama:** dificultad del mineral para fundir y color de la llama indicativo del elemento.
- **Calentamiento de la muestra en tubo cerrado:** calentando la muestra a distintas intensidades en un tubo de vidrio de 8 cm de largo, se observa la volatilidad, la fusibilidad, las pátinas que se forman, los cambios de color y la luminiscencia.
- **Calentamiento de un mineral en tubo abierto:** se obtiene la composición del mineral del residuo.