

# TEORÍA DE LA INCIDENCIA DE LA LUZ EN CRISTALES

## GLOSARIO

<b>Amplitud (A)</b>	Distancia mitad entre la cresta y el valle en una onda (Figura 1).
<b>Ángulo crítico</b>	Ángulo de incidencia de la luz, cuando pasa desde un medio más denso (el cristal o mineral con $n_1 = n_2$ ) a un medio menos denso (el aire con $n_1 = 1 < n_2$ ) para el que el ángulo de refracción es de $90^\circ$ , ya que el rayo transmitido se propaga a lo largo de la superficie de separación de los dos medios (Figura 2).
<b>Campo electromagnético</b>	Estado de excitación que se establece en el espacio por la presencia de cargas eléctricas
<b>Dipolo</b>	Ión que tiene las cargas positivas y negativas desplazadas. Se define por su momento bipolar: producto de la carga del electrón por el desplazamiento entre las cargas positivas y negativas.
<b>Espectro electromagnético</b>	Conjunto de todas las ondas electromagnéticas (Figura 3): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rayos <math>\gamma</math></li> <li>• Rayos X</li> <li>• Rayos ultravioleta (UVA)</li> <li>• Luz visible</li> <li>• Rayos infrarrojos</li> <li>• Ondas radioeléctricas</li> </ul>
<b>Frecuencia (f)</b>	Es el número de vibraciones de la onda en la unidad de tiempo $f = \frac{1}{t} \quad v = f\lambda$
<b>Frente de onda</b>	Lugar geométrico de las ondas que están en fase. <ul style="list-style-type: none"> <li>• En un cristal o mineral isótropo el frente de ondas es perpendicular a la dirección de propagación de las ondas.</li> <li>• En un cristal o mineral anisótropo el frente de ondas no es perpendicular a la dirección de propagación de las ondas.</li> </ul>
<b>Ley de Snell</b>	Ley que rige la transmisión de la luz a través de un cristal o mineral ( $n_2 > n_1$ ) cuando pasa desde un medio menos denso, como el aire ( $n_1 = 1$ ) (Figura 4). $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_2}{n_1} = n$
<b>Leyes de la reflexión</b>	1. El rayo incidente <b>I</b> , el rayo reflejado <b>R</b> , la perpendicular <b>N</b> a la superficie de separación de los dos medios, así como los ángulos de incidencia <b>i</b> y de reflexión, <b>r</b> , yacen en el mismo plano: el perpendicular a la superficie de separación de los dos medios. 2. El ángulo de incidencia <b>i</b> y el de reflexión <b>r</b> son iguales (Figura 5).
<b>Longitud de onda, <math>\lambda</math></b>	Medida de la distancia entre dos puntos en fase que recorre la onda en un tiempo dado (Figura 1).
<b>Luz monocromática</b>	Luz que incluye un rango muy pequeño de longitudes de onda y llega al ojo como un solo color. Ejemplo: luz roja, luz verde, etc.
<b>Luz policromática</b>	Luz que incluye un rango amplio de longitudes de onda. Ejemplo: luz blanca.
<b>Normal de onda</b>	Perpendicular al frente de ondas. <ul style="list-style-type: none"> <li>• En un cristal o mineral isótropo coincide con la dirección de propagación.</li> <li>• En un cristal o mineral anisótropo no coincide con la dirección de propagación.</li> </ul>
<b>Onda electromagnética</b>	Es un campo electromagnético. Se caracterizan porque el campo eléctrico y el magnético son perpendiculares entre sí y a la dirección de propagación, es decir, son transversales (Figura 6).
<b>Onda</b>	Perturbación física que se propaga en un determinado medio.
<b>Polarización</b>	Número dipolos en un cristal por unidad de volumen

<b>Reflexión</b>	Transmisión de la luz en el mismo medio sobre el que incidió, cuando pasa desde un medio menos denso, como el aire ( $n_1 = 1$ ) a otro más denso como el cristal o mineral ( $n_1 = n_2$ ), después de haber alcanzado la superficie de separación de los dos medios (Figura 5).
<b>reflexión total interna</b>	Reflexión total de la luz a través del cristal o mineral cuando incide sobre él con un ángulo que es superior al del ángulo crítico, sin alcanzar el segundo medio: menos denso (el aire con $n_1 = 1 < n_2$ ) (Figura 2).
<b>Refracción</b>	Desviación de la luz cuando pasa de un medio menos denso óptimamente (menor índice de refracción) a otro más denso (mayor índice de refracción) (Figura 4).
<b>Velocidad de onda electromagnética en el cristal o mineral transparente <math>\mu = 1</math></b>	$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}; \quad \sqrt{\epsilon} = \frac{c}{v}; \quad \sqrt{\epsilon} = n = \frac{c}{v}$ <p> <math>\epsilon</math> es la constante dieléctrica  <math>\mu</math> es la permeabilidad magnética  <math>c</math> es la velocidad de la luz en el vacío  <math>n</math> es el índice de refracción </p>
<b>Velocidad de onda electromagnética en el vacío</b>	$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ <p> <math>\epsilon_0</math> es la constante dieléctrica  <math>\mu_0</math> es la permeabilidad magnética </p>

$\lambda$

Celina Marcos P. Manual

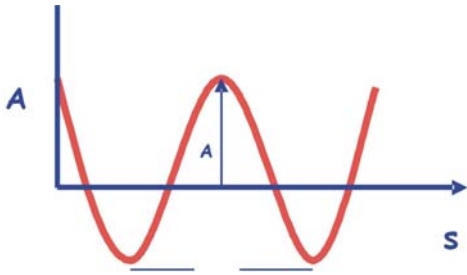


Figura 1.- Amplitud, A. Longitud de onda  $\lambda$ . Dirección de propagación s

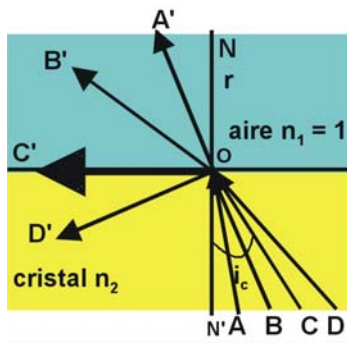
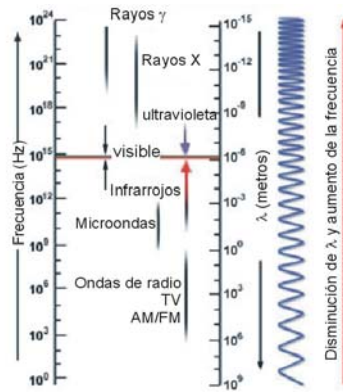


Figura 2.- Ángulo crítico y reflexión total interna

La luz que se origina en los puntos A y B viaja las trayectorias AO y BO, respectivamente, dentro del cristal.  
 En el aire viaja las trayectorias OA' y OB', respectivamente.  
 Luz que se origina en el punto C viaja la trayectoria CO dentro del cristal; después viaja la trayectoria OC', formando un ángulo de 90° con N.  
**Ángulo crítico**,  $i_c$ , se llama al ángulo N'OC.  
 Luz que se origina en el punto D viaja la trayectoria DO dentro del cristal; en el punto O sufre la **reflexión total interna** y sigue la trayectoria OD' dentro del cristal.



RAYOS $\gamma$	RAYOS X	UV	VI SI BL E	INFRAROJO	ONDAS RADIOELÉCTRICAS (microondas, TV, radio)			
ultravioleta			visible		Infrarrojo			
			VI Az V A N R					
		300	400	500	600	700	1000	1500
		3333	25000	20000	16667	14286	10000	6667
		95.4	71.5	57.2	47.7	40.9	28.6	19.1
				energía (Kcal)				

$1\text{cm}^{-1} = 2859 \text{ calorías}$

Figura 3.- Espectro electromagnético

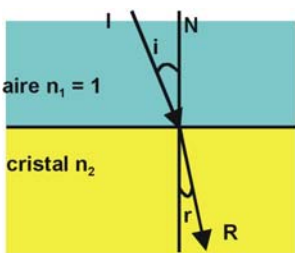


Figura 4.- Refracción y ley de Snell

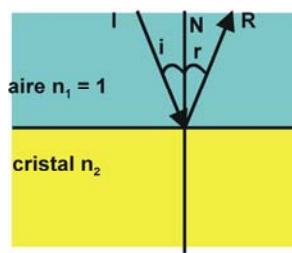
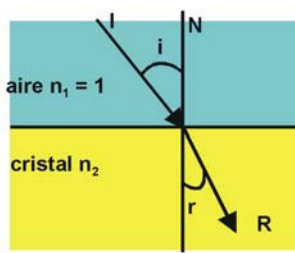


Figura 5.- Reflexión y leyes de la reflexión

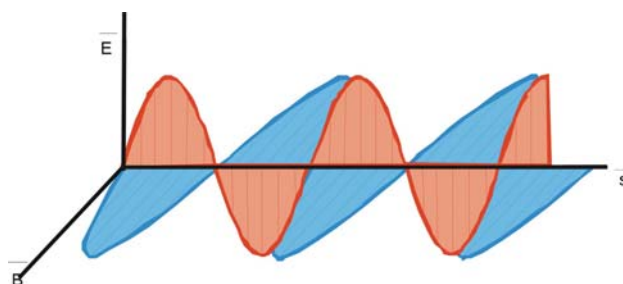
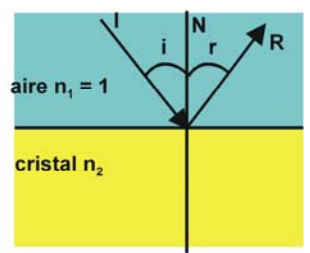


Figura 6.- Onda electromagnética

## BIBLIOGRAFIA

- Amorós, J.L. (1990).- El Cristal. Morfología, estructura y propiedades físicas" 4ª edición ampliada. Editorial Atlas, Madrid.
- Baronnet, A. (1988).- Mineralogie. Dunod. Paris.
- Bloss, F.D. (1970).- Introducción a los métodos de Cristalografía Óptica. Omega. Barcelona.
- Bloss, F.D. (1971) "Crystallography and Crystal Chemistry: An Introduction" Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Born, M. & Wolf, E. (1989).-Principles of optics. Pergamon Press.
- CSD- Base de datos cristalográficos de la Universidad de Cambridge. DATABASE Versión 5.16 (1998).
- Crystallographica. Oxford Cryosystems 1995-2000. United Kingdom. Versión 1.60b.
- Dowty, E. (1999).- Atoms Versión 5.0.6
- Dowty, E. (1999).- Shape for Windows, Professional edition, Versión 6.0
- Gribble, C.D. & Hall, A.J. (1985).- A practical introduction to optical mineralogy. George Allen& Unwin. London.
- Klein, C. & Hurlbut, C.S. Jr. (1999).- Manual of Mineralogy (after J.D. Dana) (21 ed. Revisada). John Wiley & Sons, New York.
- Mackenzie, W.S. & Guilford, C. (1998).- Atlas of rock-forming minerals in thin section. Longman.
- Mackenzie, W.S. & Adams, A.E. (1995).- Rocks and Minerals in thin section. Manson. Barcelona.
- Nesse, W.D. (1991).- Introduction to Optical Mineralogy. Oxford University Press.
- Nesse, W.D. (2000).- Introduction to Mineralogy. Oxford University Press.
- Pichler, H. & Schmitt-Riegraf, C. (1997).- Rock-forming minerals in thin section. Chapman & Hall. Nueva York & Londres.
- Putnis, A. (1992).- Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press.
- Stoiber, R.E. & Morse, S.A. (1994).- Crystal identification with the polarizing microscope. Chapman & Hall. Nueva York & Londres.