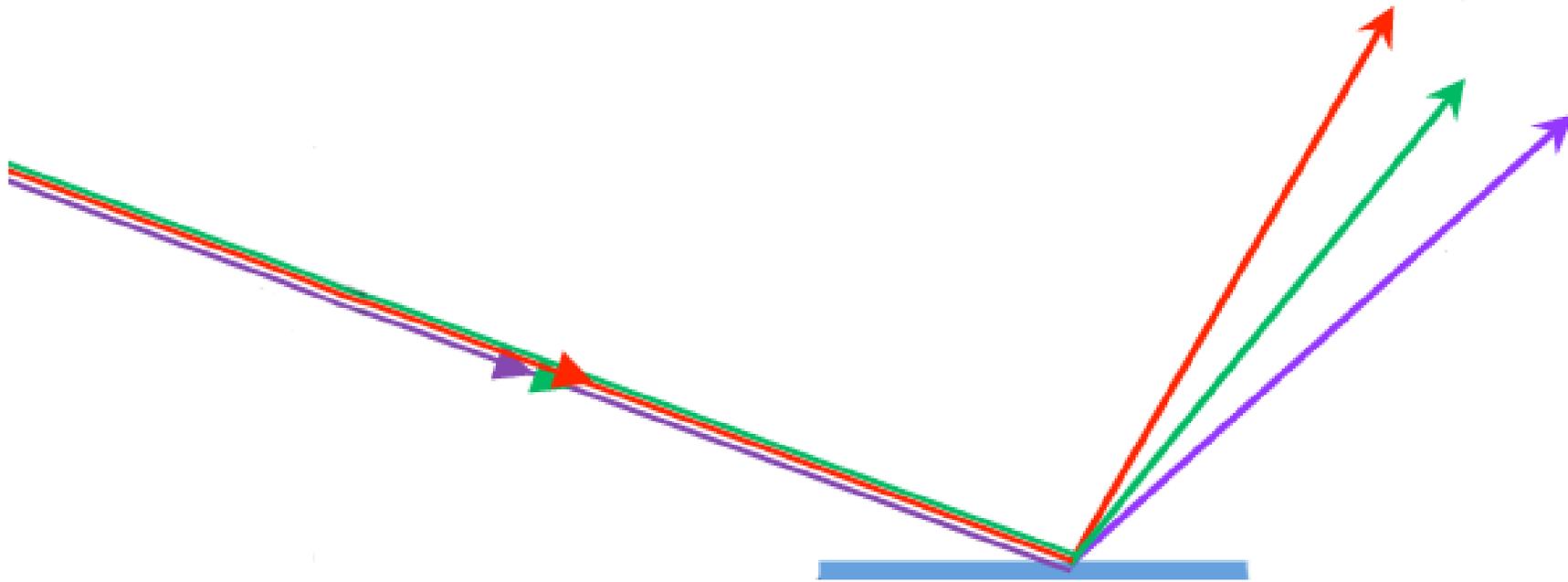


Redes de reflexión

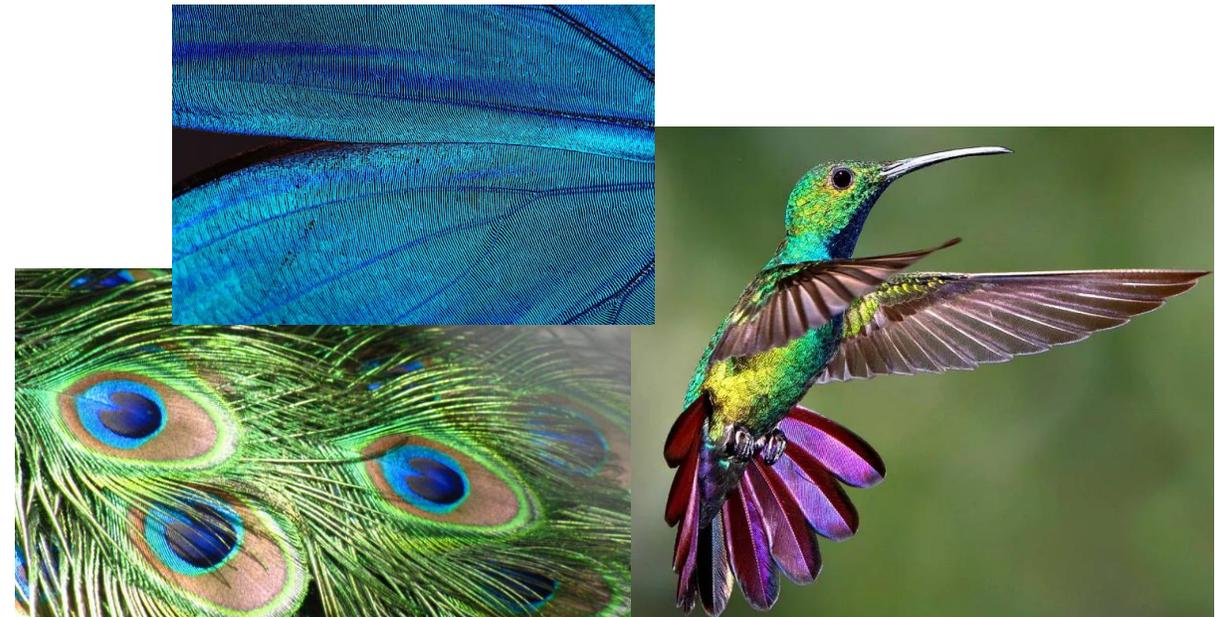
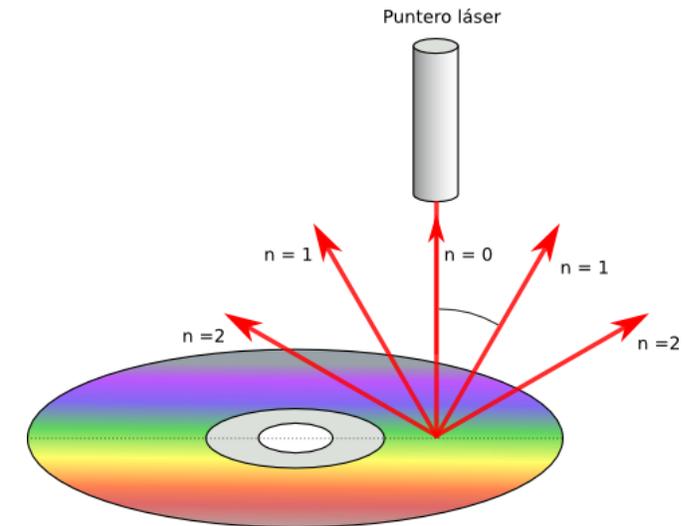


Laboratorio 2.
1er cuatrimestre 2025

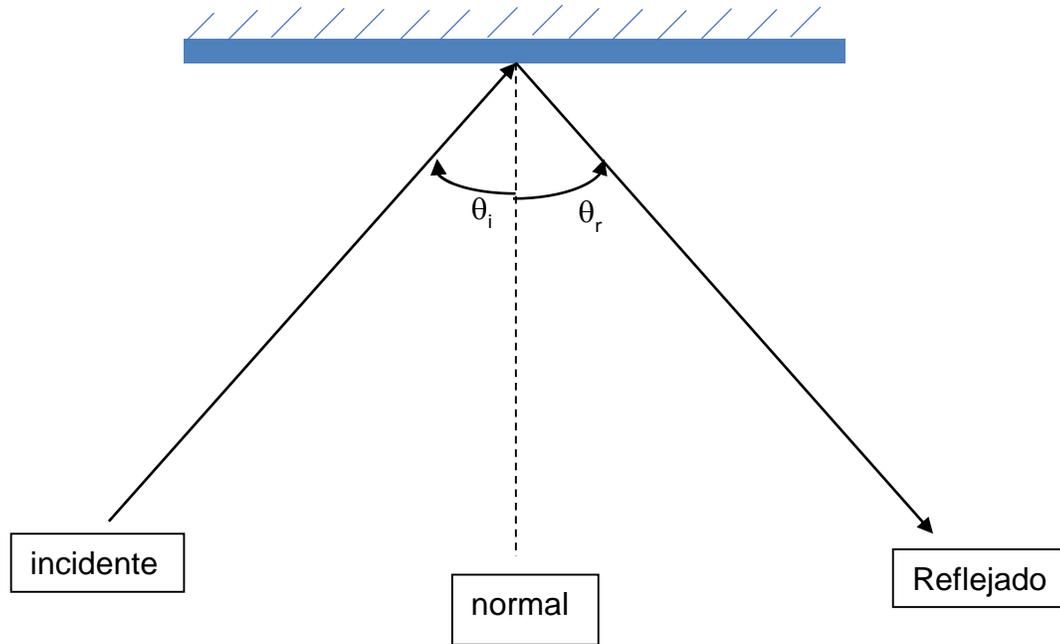
¿Qué es una red de reflexión?

Una superficie reflectante compuesta por una microestructura periódica que produce la interferencia de la luz reflejada

- Los surcos en CD o DVD
- Grabación de líneas en espejos pulidos
- Surcos en placas holográficas
- Microescamas en las alas de ciertas mariposas
- Plumas de ciertas aves como el colibrí o el pavo real
- Caparazones de algunos moluscos
- Para rayos X, una estructura cristalina



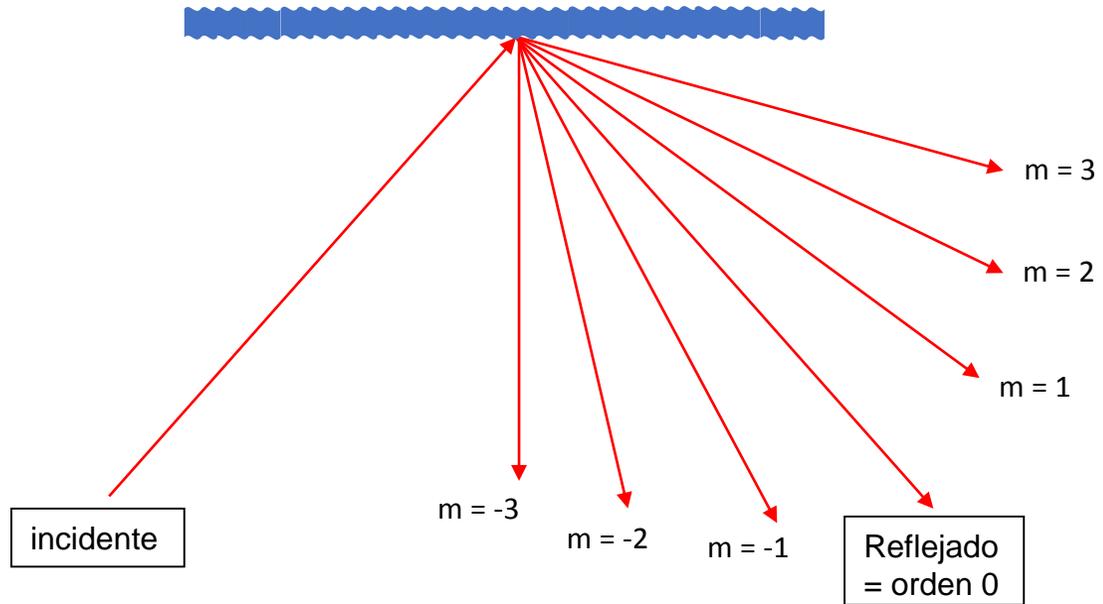
Con una superficie lisa y óptica geométrica..



Se observa el haz reflejado con un ángulo respecto a la normal igual al incidente

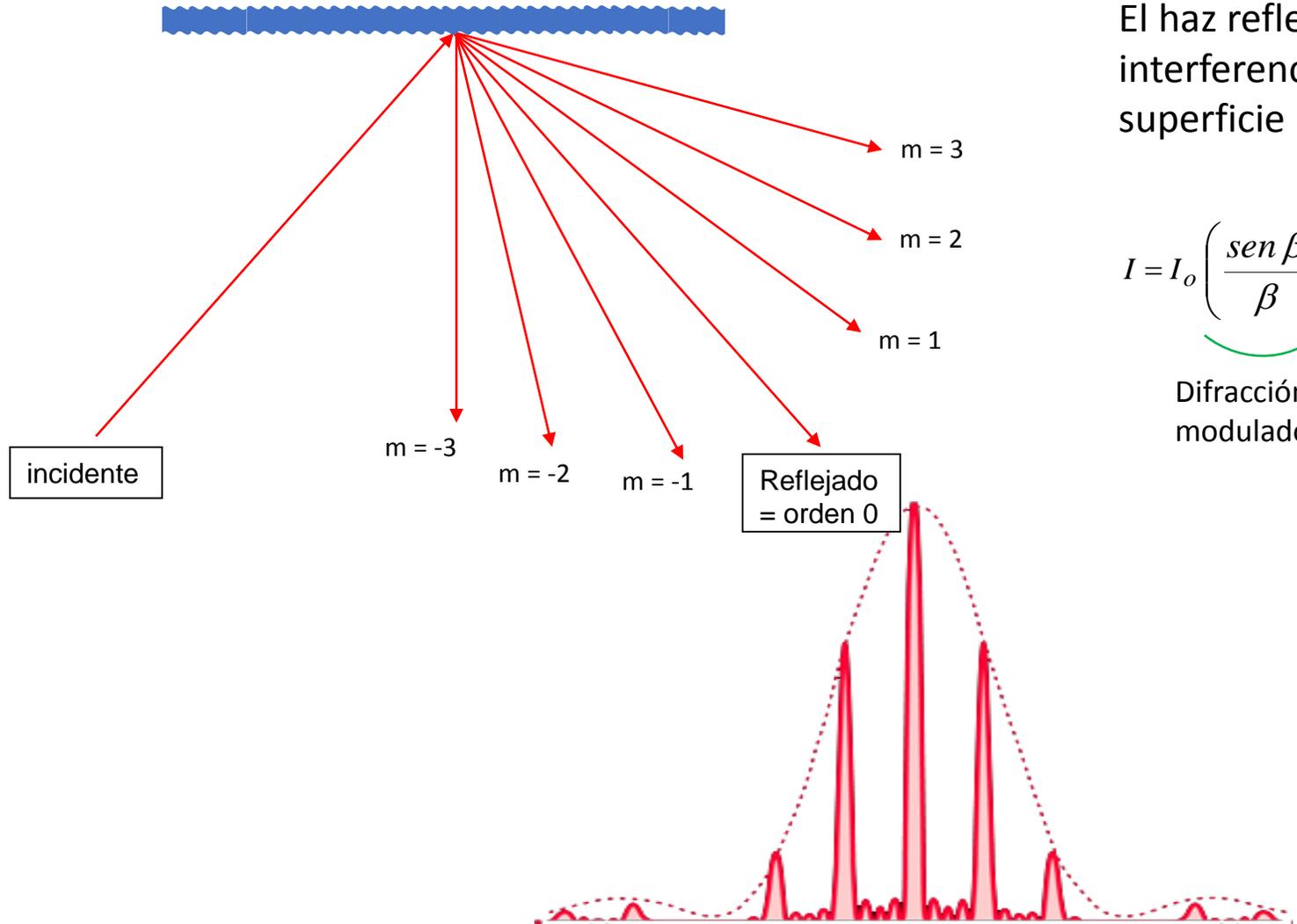
Ley de reflexión: $\theta_i = \theta_r$

Con una red de difracción



El haz reflejado sufrirá difracción e interferencia por las múltiples caras de la superficie reflectante

Con una red de difracción



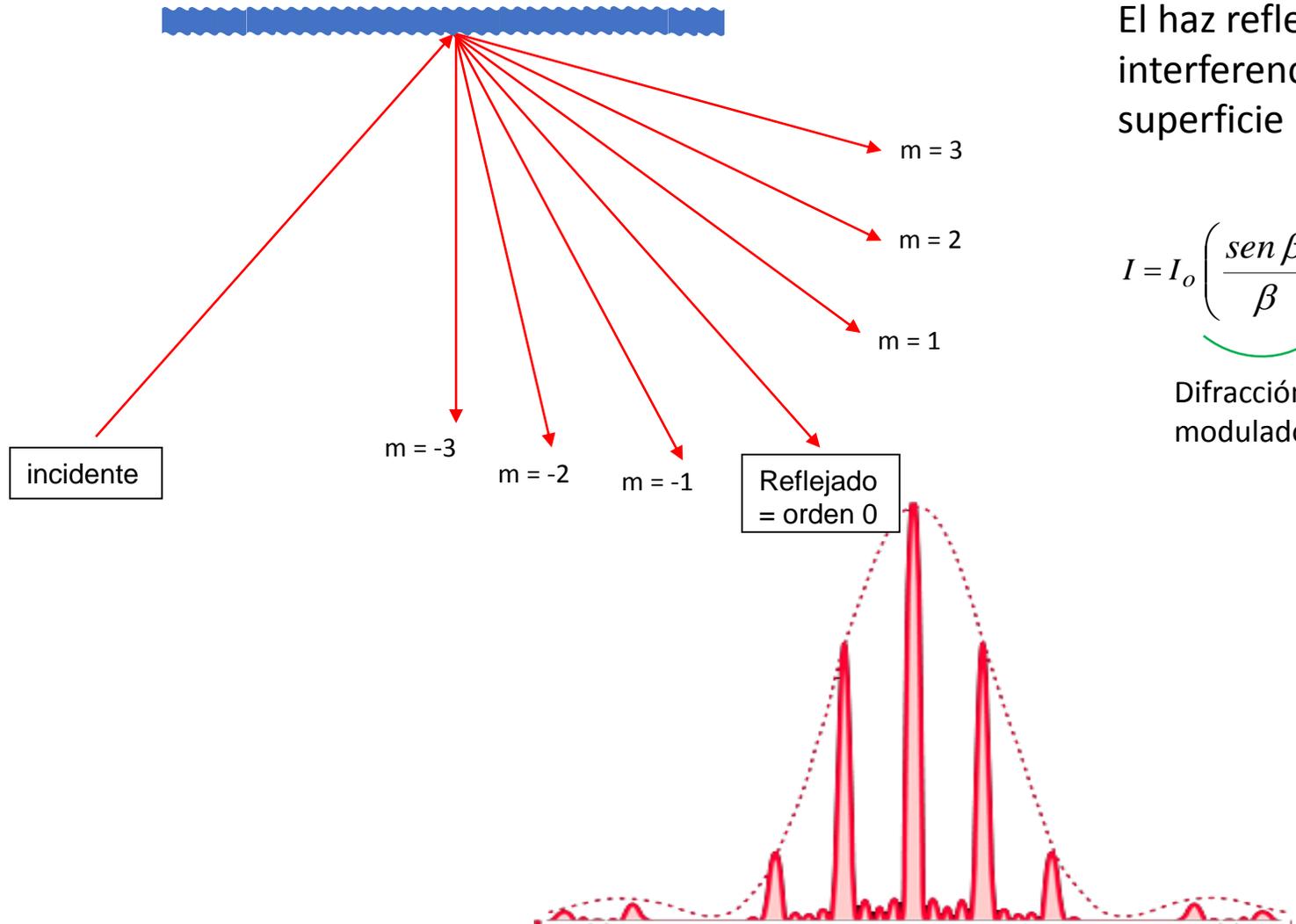
El haz reflejado sufrirá difracción e interferencia por las múltiples caras de la superficie reflectante

$$I = I_o \underbrace{\left(\frac{\text{sen } \beta}{\beta} \right)^2}_{\text{Difracción moduladora}} \underbrace{\left(\frac{\text{sen } N\alpha}{\text{sen } \alpha} \right)^2}_{\text{Interferencia de múltiples rendijas separadas } b}$$

Difracción moduladora

Interferencia de múltiples rendijas separadas b

Con una red de difracción



El haz reflejado sufrirá difracción e interferencia por las múltiples caras de la superficie reflectante

$$I = I_o \underbrace{\left(\frac{\text{sen } \beta}{\beta} \right)^2}_{\text{Difracción moduladora}} \underbrace{\left(\frac{\text{sen } N\alpha}{\text{sen } \alpha} \right)^2}_{\text{Interferencia de múltiples rendijas separadas } b}$$

Difracción moduladora

Interferencia de múltiples rendijas separadas b

$$b (\text{sen } \theta_m - \text{sen } \theta_0) = m\lambda$$

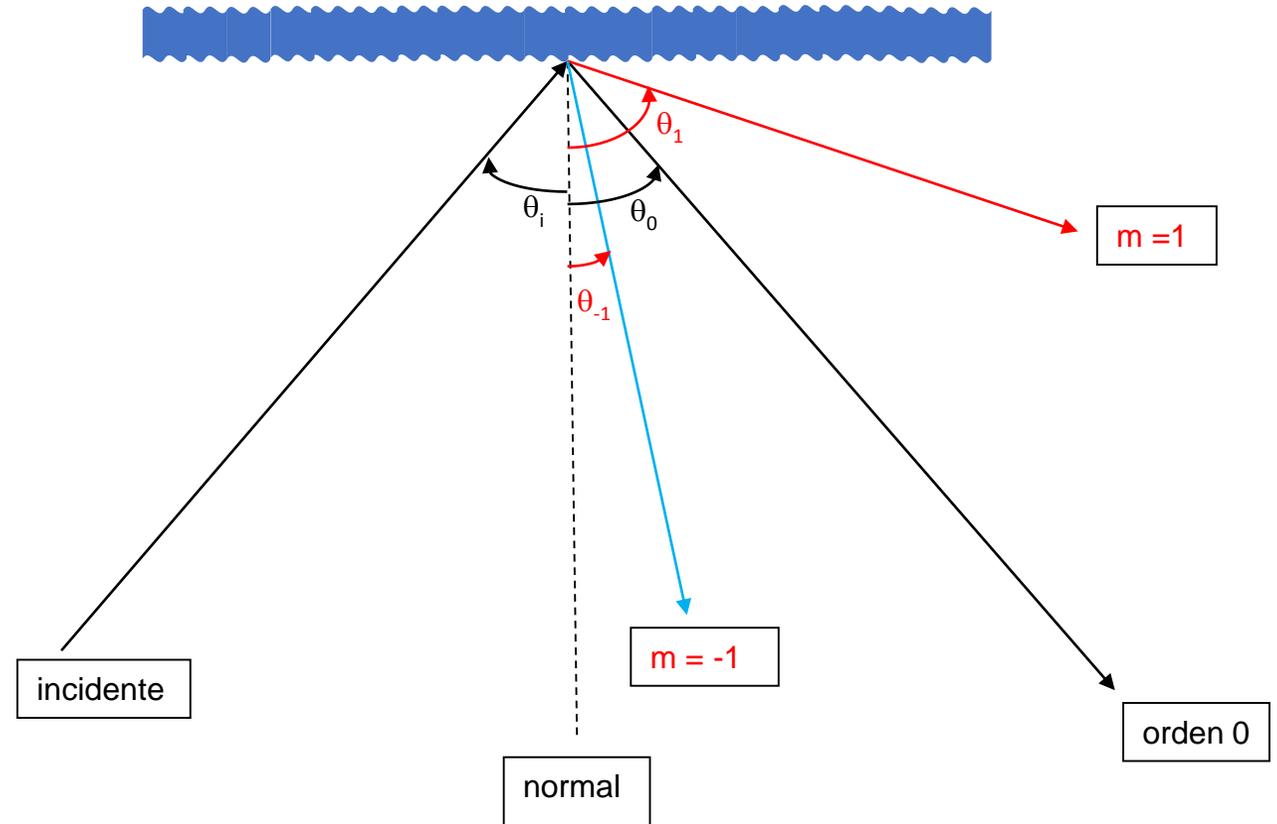
¿dónde se mide θ_m ?

Con luz monocromática

Nomenclatura:

- Los ángulos se miden desde la normal
- De la normal hacia el hemiespacio del orden 0 los ángulos son positivos

Ej: $\theta_0 = 40^\circ$, $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_{-1} = 20^\circ$



Con luz monocromática

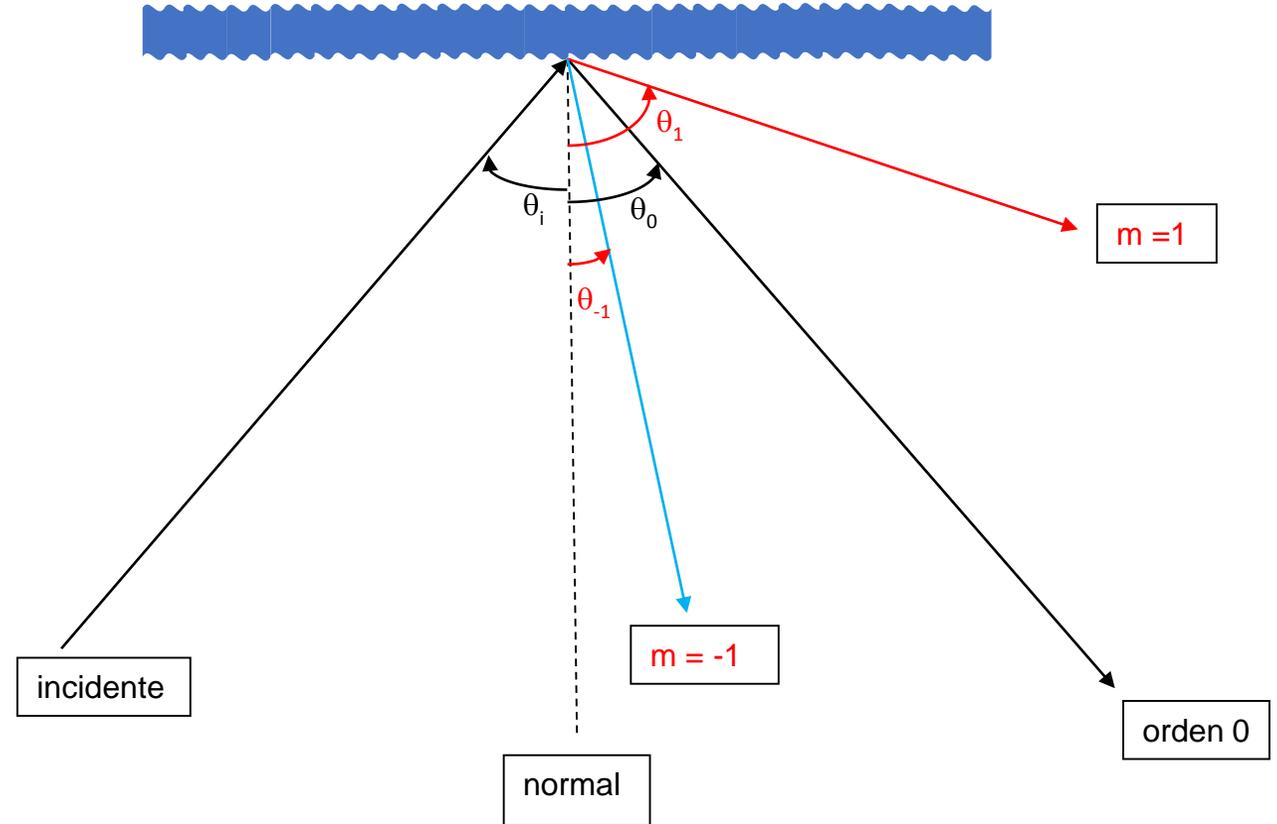
Nomenclatura:

- Los ángulos se miden desde la normal
- De la normal hacia el hemiespacio del orden 0 los ángulos son positivos

Ej: $\theta_0 = 40^\circ$, $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_{-1} = 20^\circ$

$$1) \quad b (\text{sen } 60 - \text{sen } 40) = (1)\lambda$$

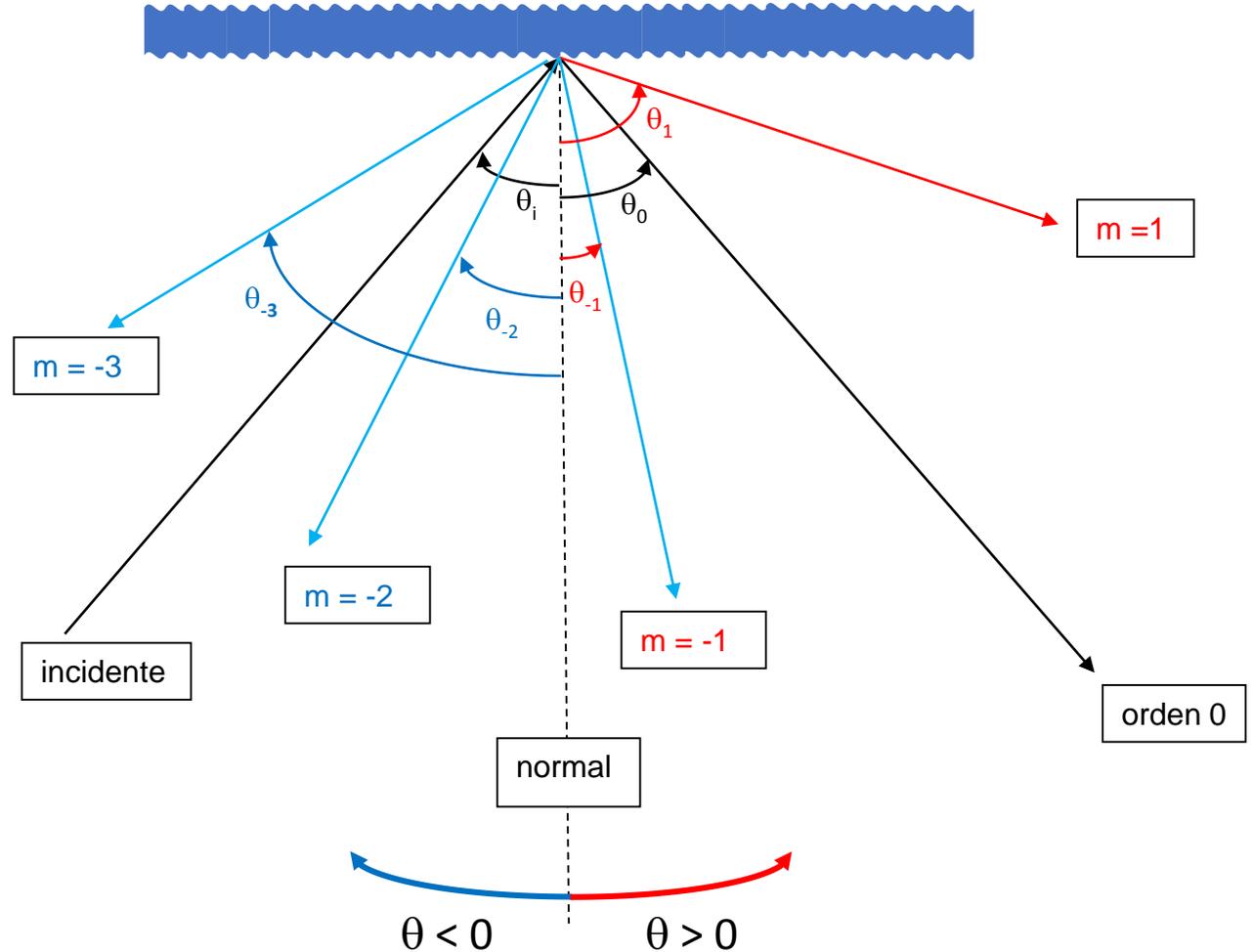
$$-1) \quad b (\text{sen } 20 - \text{sen } 40) = (-1)\lambda$$



Con luz monocromática

Nomenclatura:

- De la normal hacia el hemiespacio del haz incidente los ángulos son negativos



Con luz monocromática

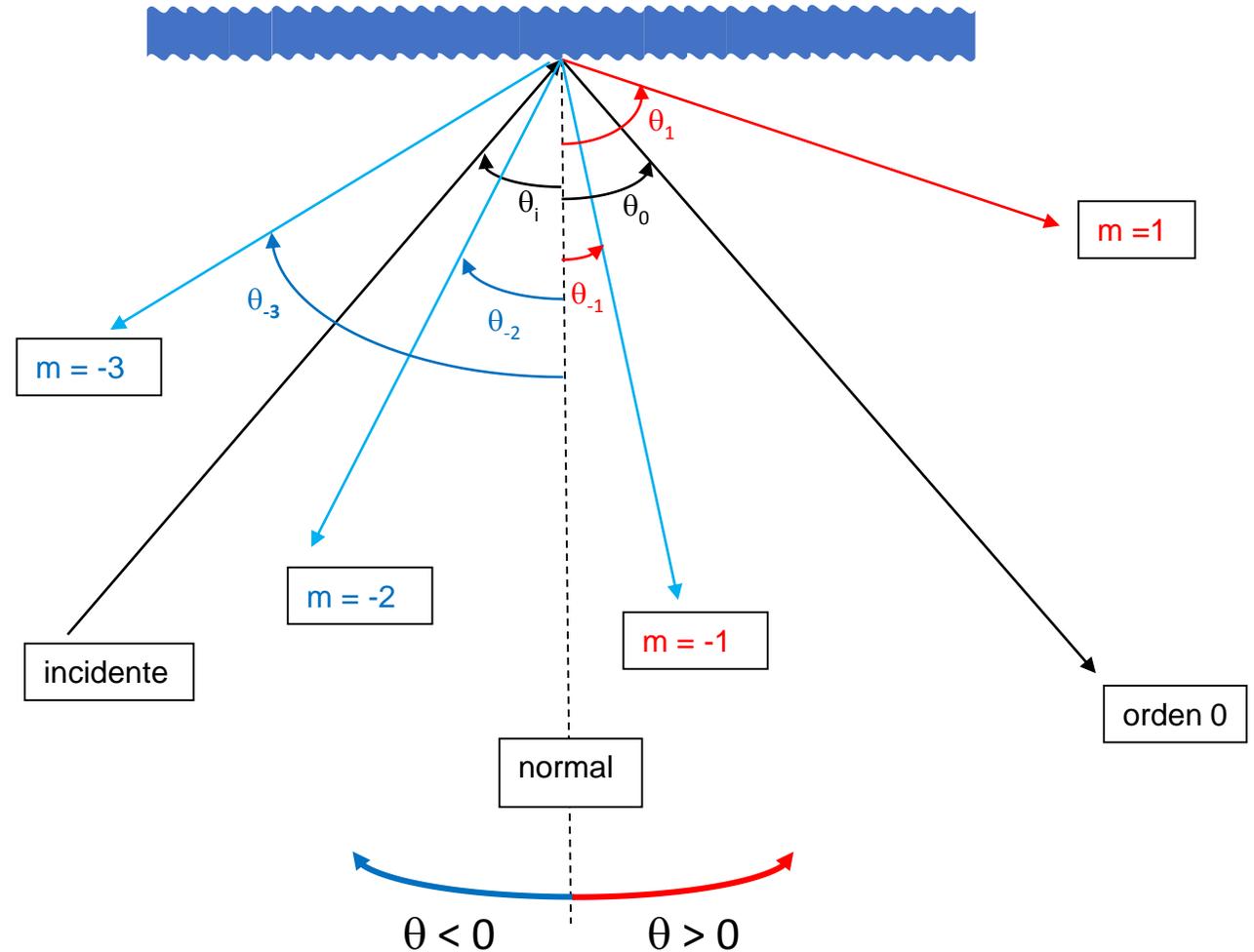
Nomenclatura:

- De la normal hacia el hemiespacio del haz incidente los ángulos son negativos

Ej: $\theta_0 = 40^\circ$, $\theta_{-2} = -30^\circ$, $\theta_{-3} = -50^\circ$

$$-2) \quad b (\text{sen } (-30) - \text{sen } 40) = (-2)\lambda$$

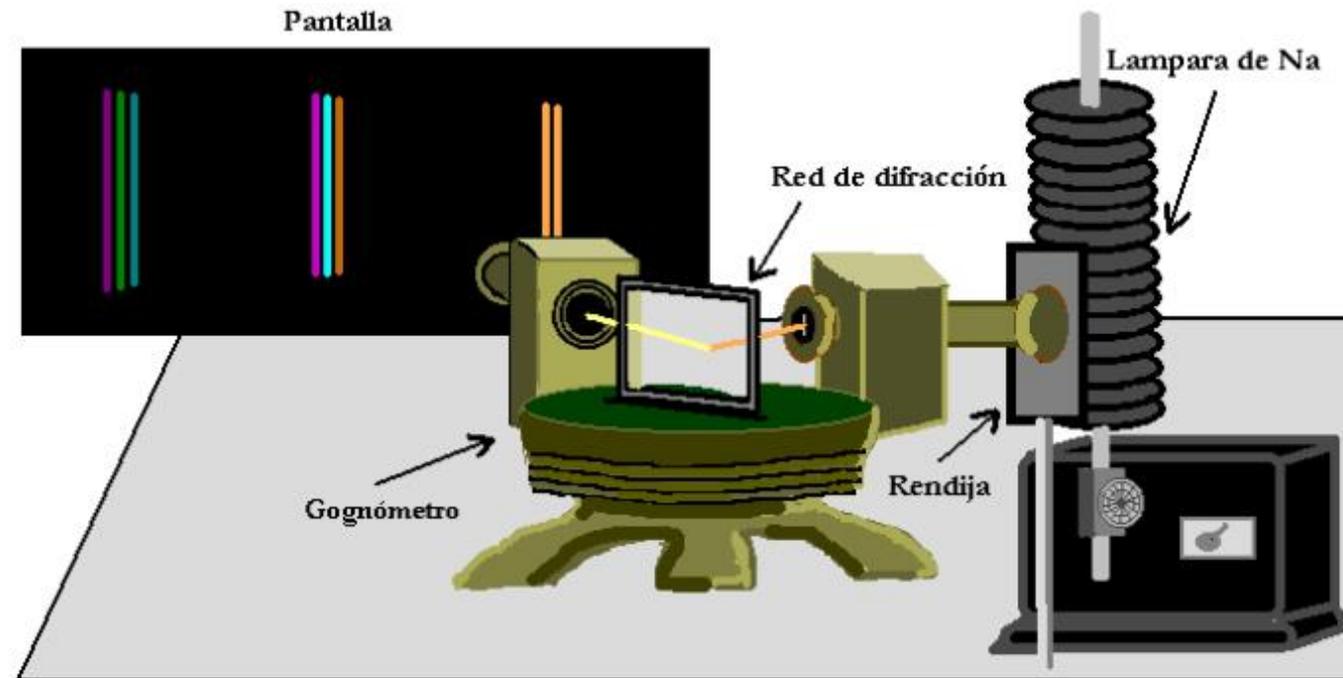
$$-3) \quad b (\text{sen } (-50) - \text{sen } 40) = (-3)\lambda$$



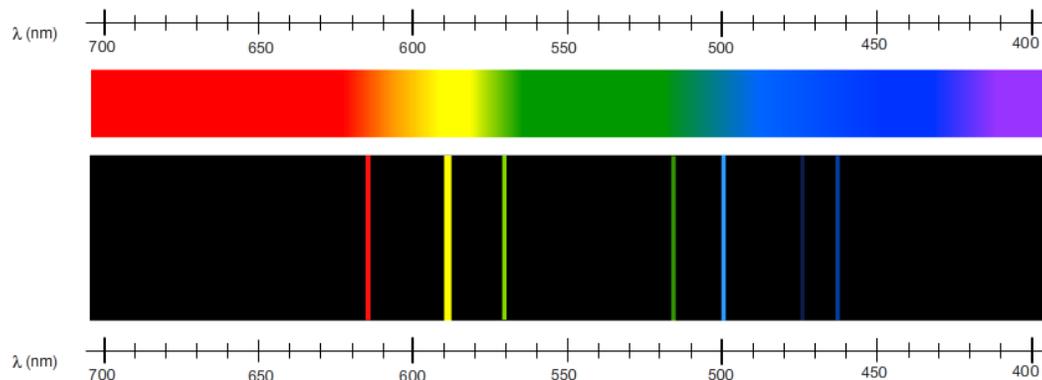
Experiencia

Medir el espectro de emisión del sodio con una red de difracción por reflexión

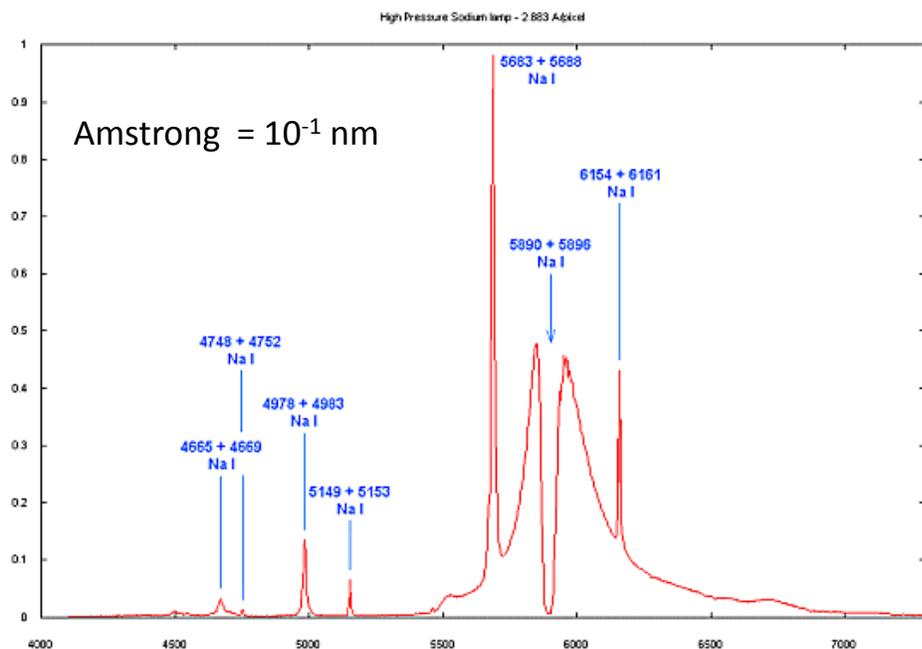
- Red de reflexión
- Lámpara de sodio
- Goniómetro
- Buenos ojos



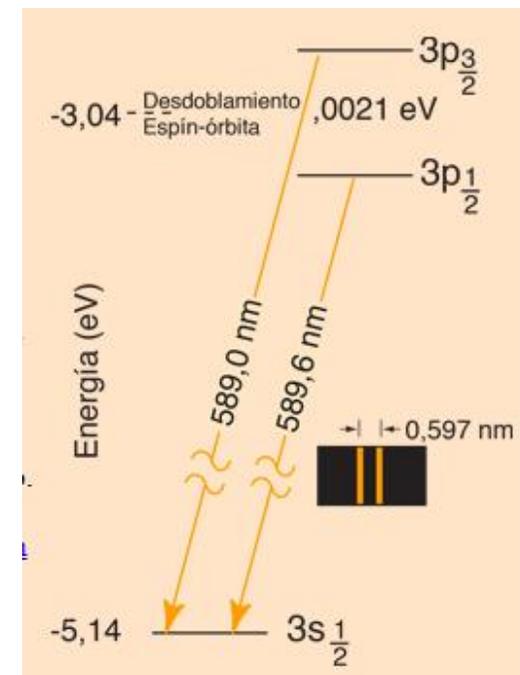
La emisión de la lámpara de sodio no es monocromática



Lámpara de sodio



- Está formada por una mezcla de vapor de sodio y gases nobles como el neón y el argón
- La emisión de produce por un proceso de excitación y relajación de los átomos del Na
- Las principales descargas se producen entre los orbitales 3p y 3s dando lugar a la línea amarillo-naranja
- El orbital 3p posee dos subniveles que dan lugar a dos líneas amarillas cercanas: doblete del sodio



Experiencia

Medir el espectro de emisión del sodio con una red de difracción por reflexión

- Red de reflexión
- Lámpara de sodio
 - 1) Medir cada longitud de onda presente
 - 2) Medir el doblete del sodio
- Goniómetro
- Buenos ojos

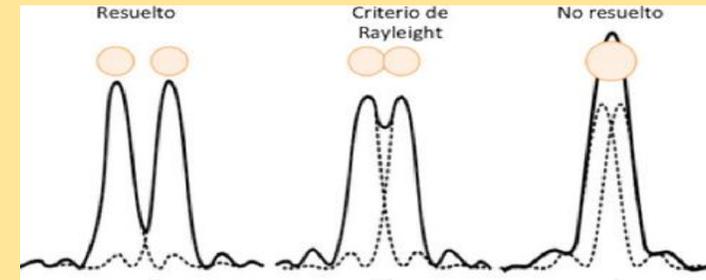
Experiencia

Medir el espectro de emisión del sodio con una red de difracción por reflexión

- Red de reflexión
- Lámpara de sodio
 - 1) Medir cada longitud de onda presente
 - 2) Medir el doblete del sodio
- Goniómetro
- Buenos ojos

Poder Resolvente de la red

Criterio de Rayleigh: dos longitudes de ondas están resueltas cuando el máximo de una se encuentra con el primer mínimo de la otra



$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = Nm = nWm$$

N: nro de líneas iluminadas
m: orden
n: densidad de líneas
W = diámetro del haz

Experiencia

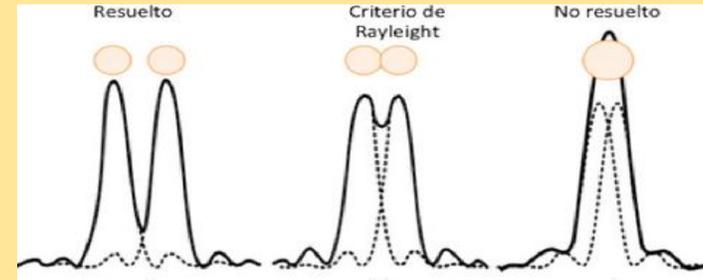
Medir el espectro de emisión del sodio con una red de difracción por reflexión

- Red de reflexión
- Lámpara de sodio
 - 1) Medir cada longitud de onda presente
 - 2) Medir el doblete del sodio
- Goniómetro
- Buenos ojos

Ejemplo: Una red de 400 líneas/mm iluminada en 2 mm, puede resolver longitudes de 550.5 y 551 nm en el primer orden?

Poder Resolvente de la red

Criterio de Rayleigh: dos longitudes de ondas están resueltas cuando el máximo de una se encuentra con el primer mínimo de la otra



$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = Nm = nWm$$

N: nro de líneas iluminadas
m: orden
n: densidad de líneas
W = diámetro del haz

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = 551/0.5 = 1102$$

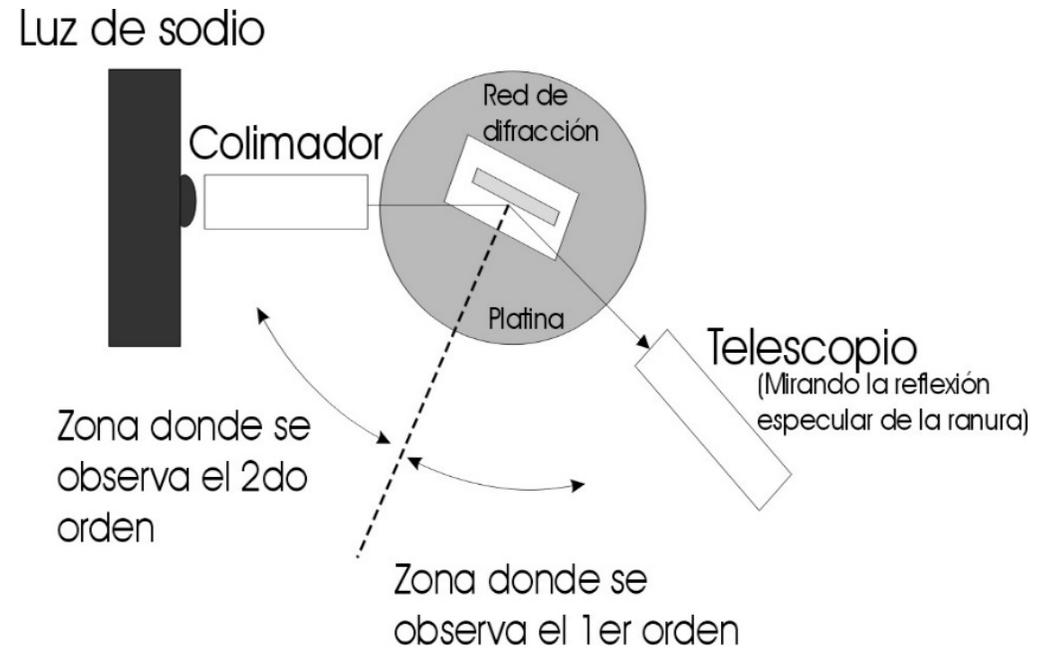
$$R_1 = nWm = 400 * 2 * 1 = 800 \quad , \quad R_2 = 1600$$

El goniómetro



El goniómetro

Conviene incidir con el mayor ángulo posible y así observar al menos 2 órdenes completos



Consideraciones para medir:

- La normal es invisible a los ojos, pero sabiendo que $\theta_i = \theta_o$, la normal está en la mitad del ángulo entre el haz incidente y el orden 0

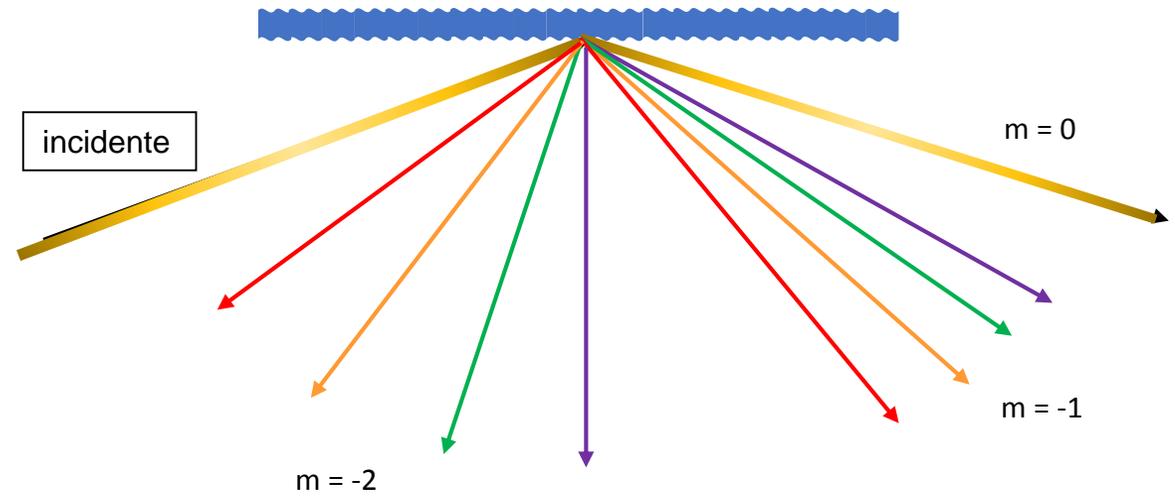


Consideraciones para medir:

- La normal es invisible a los ojos, pero sabiendo que $\theta_i = \theta_0$, la normal está en la mitad del ángulo entre el haz incidente y el orden 0



- La lámpara no es monocromática

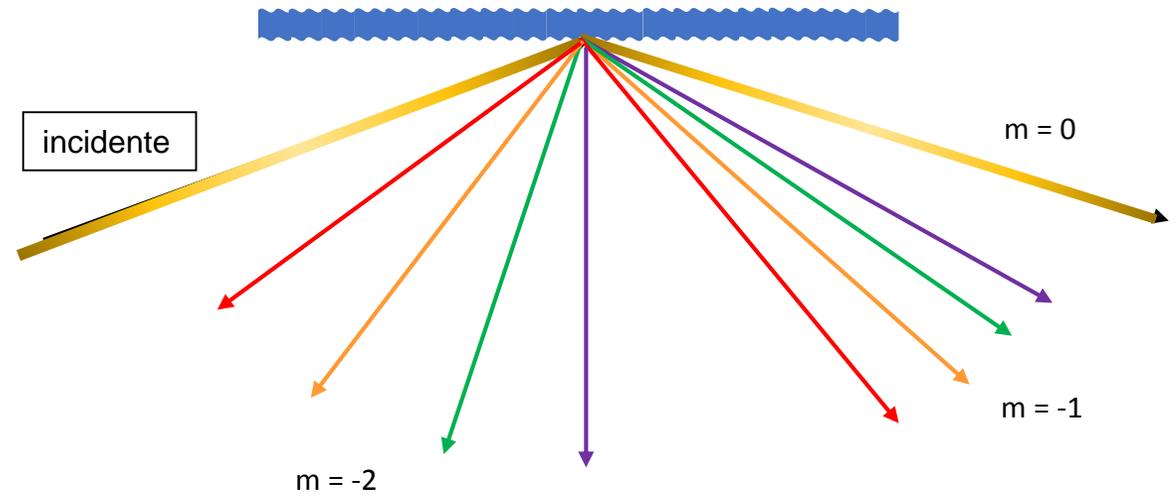


Consideraciones para medir:

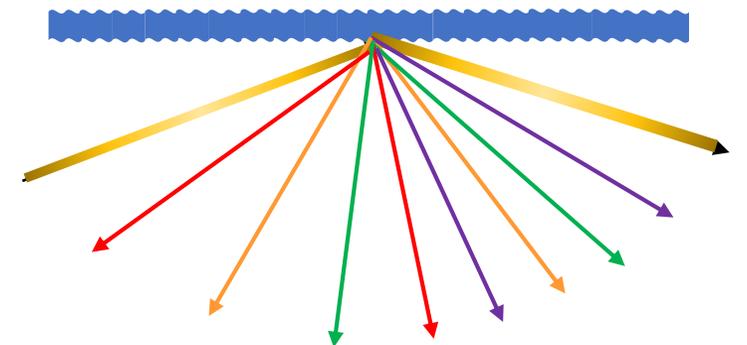
- La normal es invisible a los ojos, pero sabiendo que $\theta_i = \theta_0$, la normal está en la mitad del ángulo entre el haz incidente y el orden 0



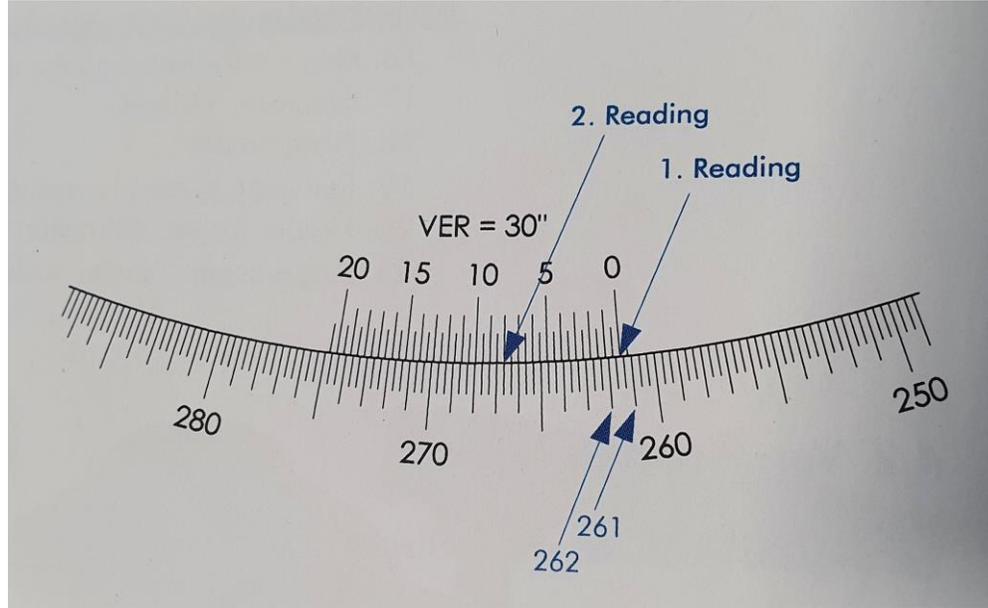
- La lámpara no es monocromática



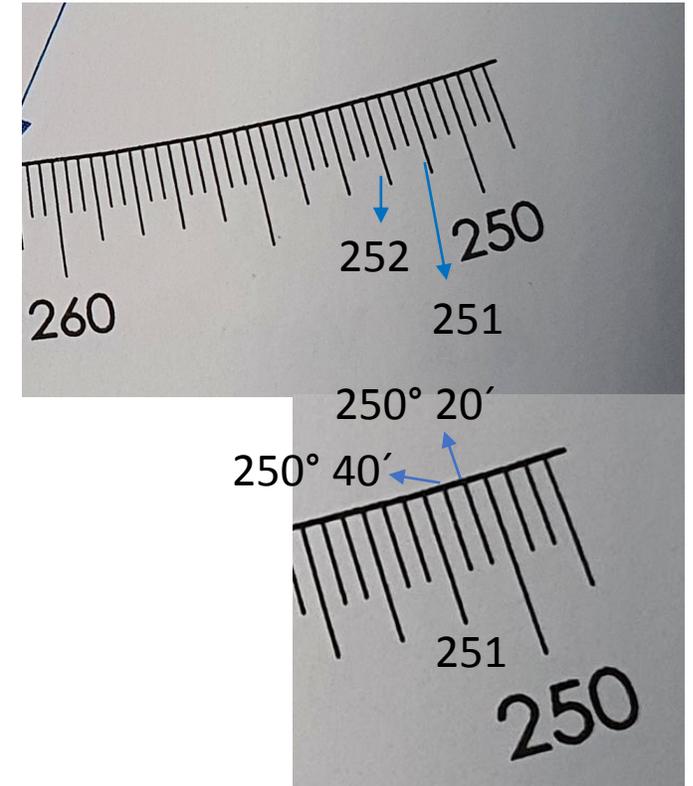
Ojo, dependiendo del b de la red pueden pasar estas cosas ...



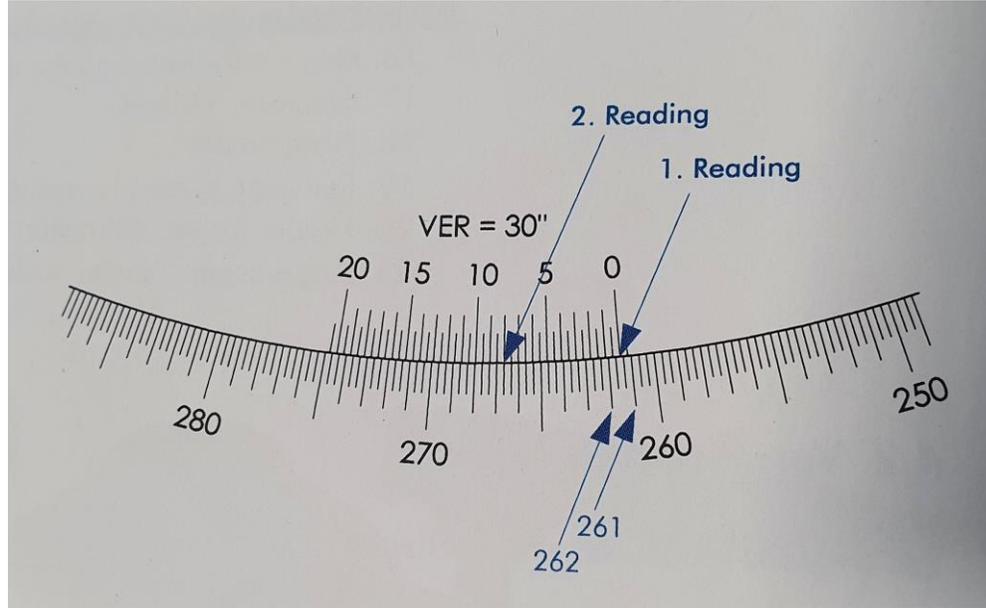
¿Cómo leer el vernier del goniómetro?



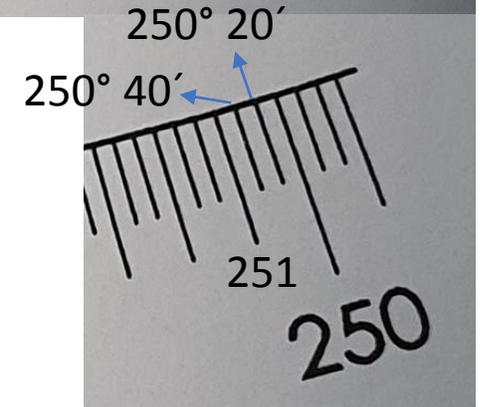
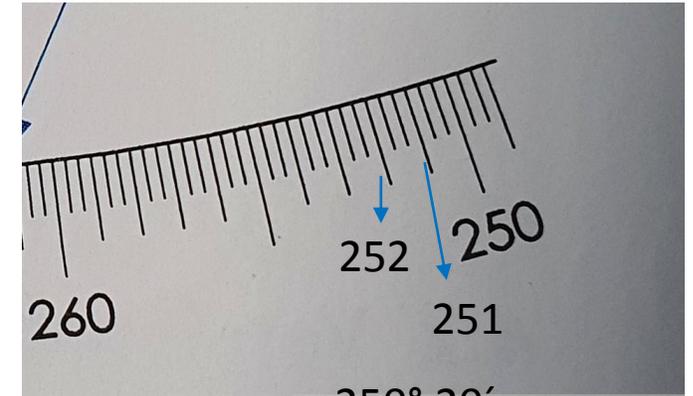
La escala grande (rueda del goniómetro) está en grados y la subescala en minutos



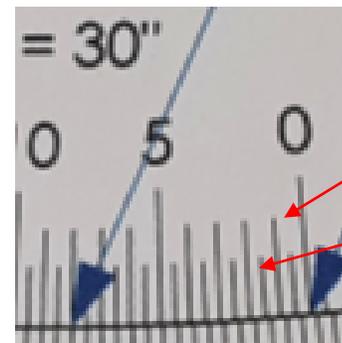
¿Cómo leer el vernier del goniómetro?



La escala grande (rueda del goniómetro) está en grados y la subescala en minutos

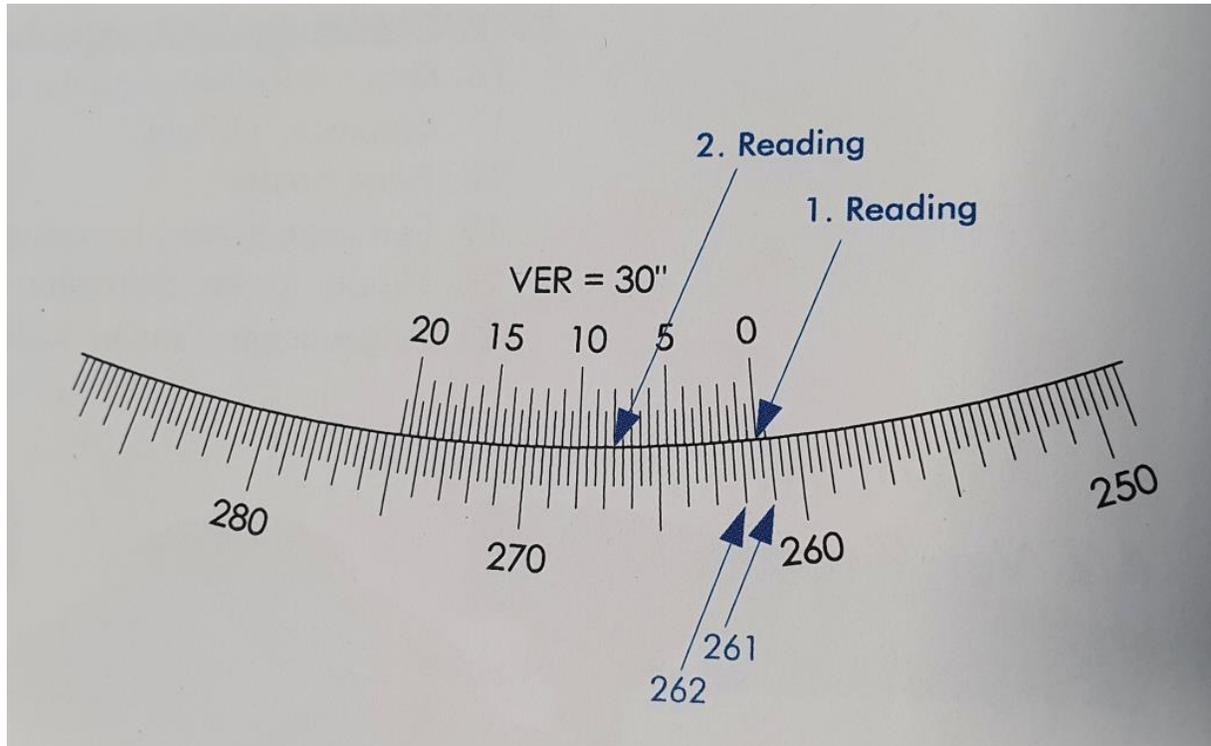


La escala del vernier está en minutos y su subescala (rayas más cortas) en segundos



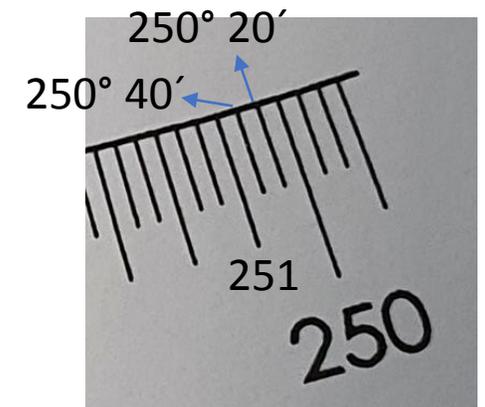
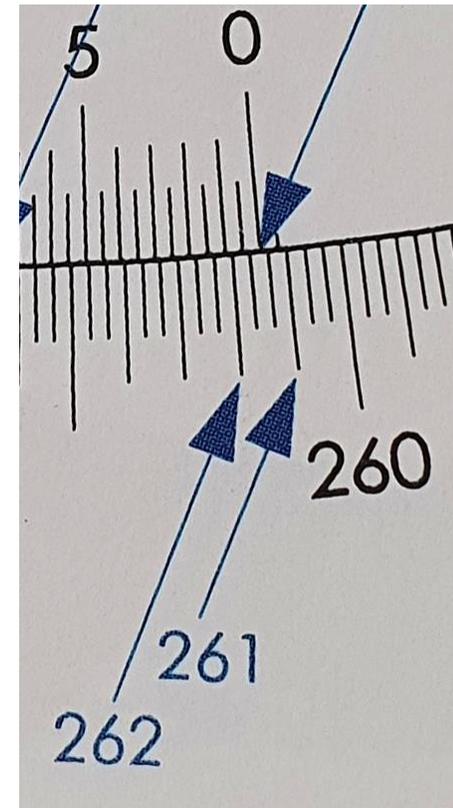
1 minuto
30 segundos

¿Cómo leer el vernier del goniómetro?

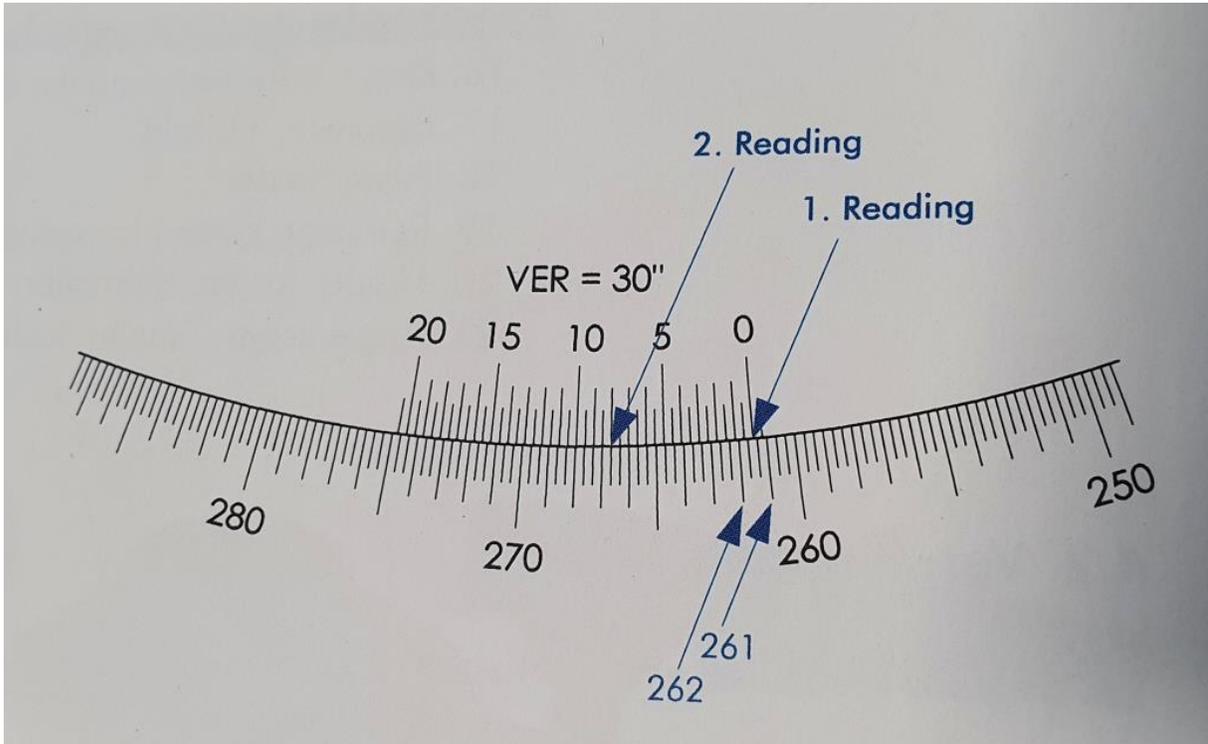


- 1) Veo detrás de qué unidad de la escala grande cae el 0 del vernier.

En este ejemplo está luego de $261^{\circ} 20'$



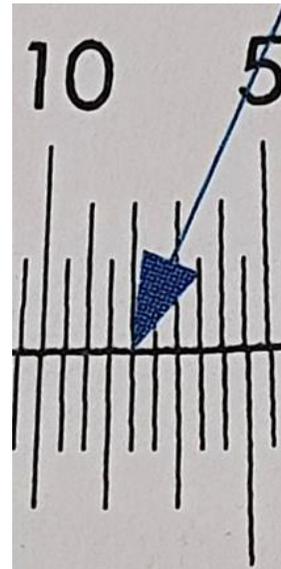
¿Cómo leer el vernier del goniómetro?



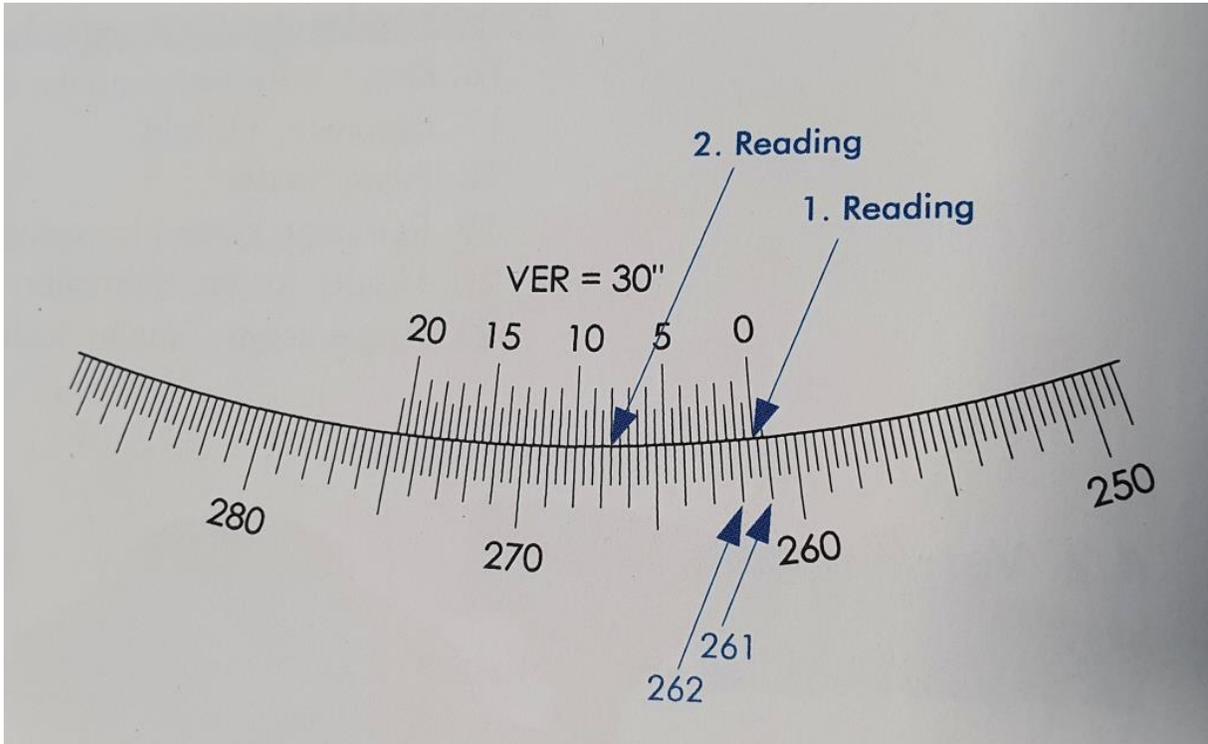
- 2) Determino dónde coincide la primer línea siguiente del vernier con una línea de la escala grande

En este caso es la línea correspondiente al valor 8. La medición en este caso es

$$261^{\circ} 20' + 8 = 261^{\circ} 28'$$



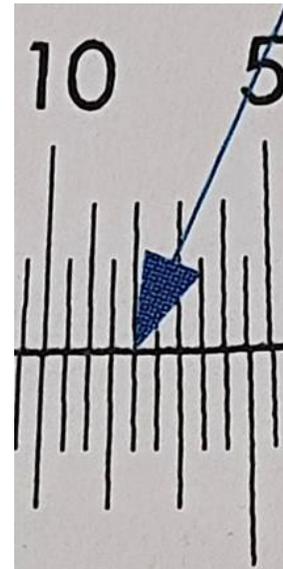
¿Cómo leer el vernier del goniómetro?



- 2) Determino dónde coincide la primer línea siguiente del vernier con una línea de la escala grande

En este caso es la línea correspondiente al valor 8. La medición en este caso es

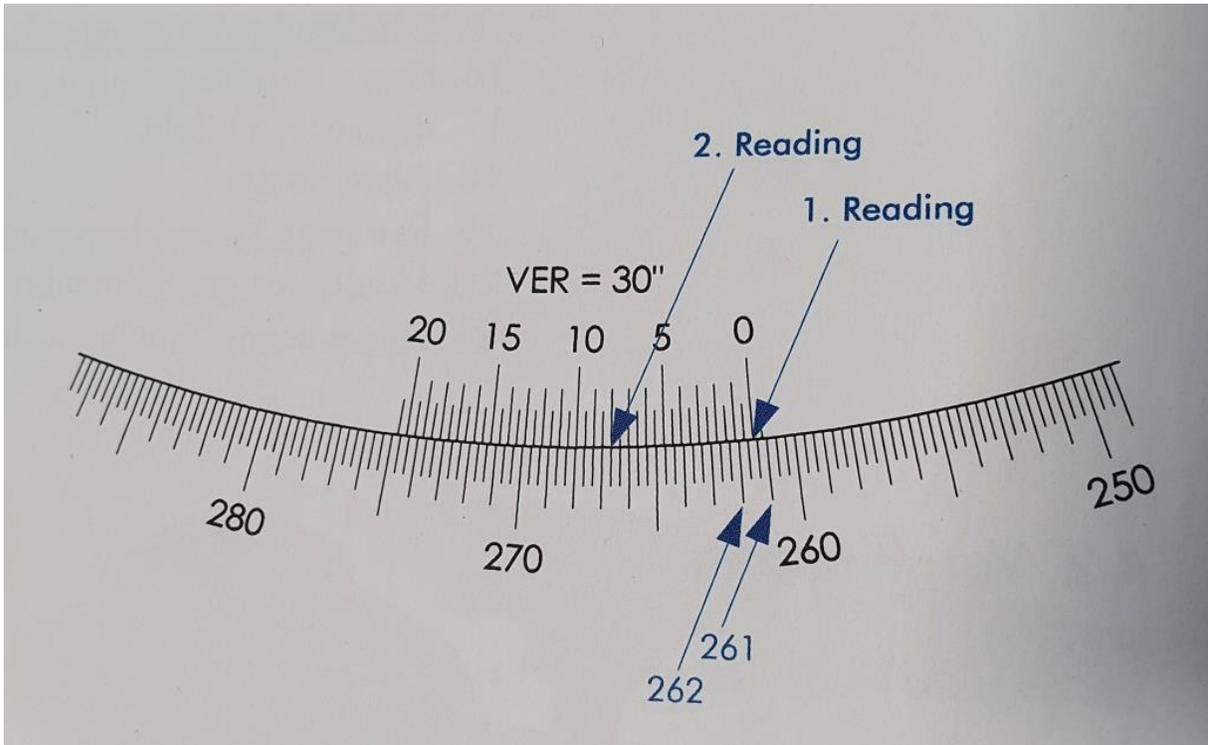
$$261^{\circ} 20' + 8 = 261^{\circ} 28'$$



Si nos convence mejor la siguiente raya corta, sería

$$261^{\circ} 20' + 8 + 30'' = 261^{\circ} 28' 30''$$

¿Cómo leer el vernier del goniómetro?

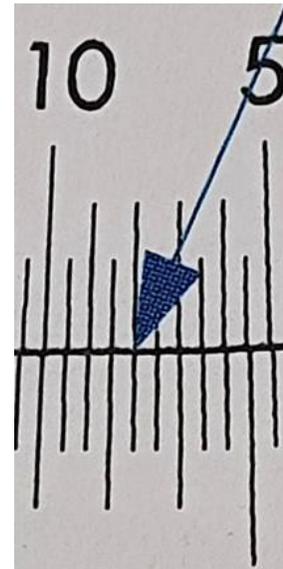


Para pasar a decimal $261^{\circ} 28' 30''$
Voy dividiendo por 60 y sumando a la escala anterior
 $\rightarrow 30/60 = 0.5 \rightarrow 28.5/60 = 0.475$
Resultado 261.475°

- 2) Determino dónde coincide la primera línea siguiente del vernier con una línea de la escala grande

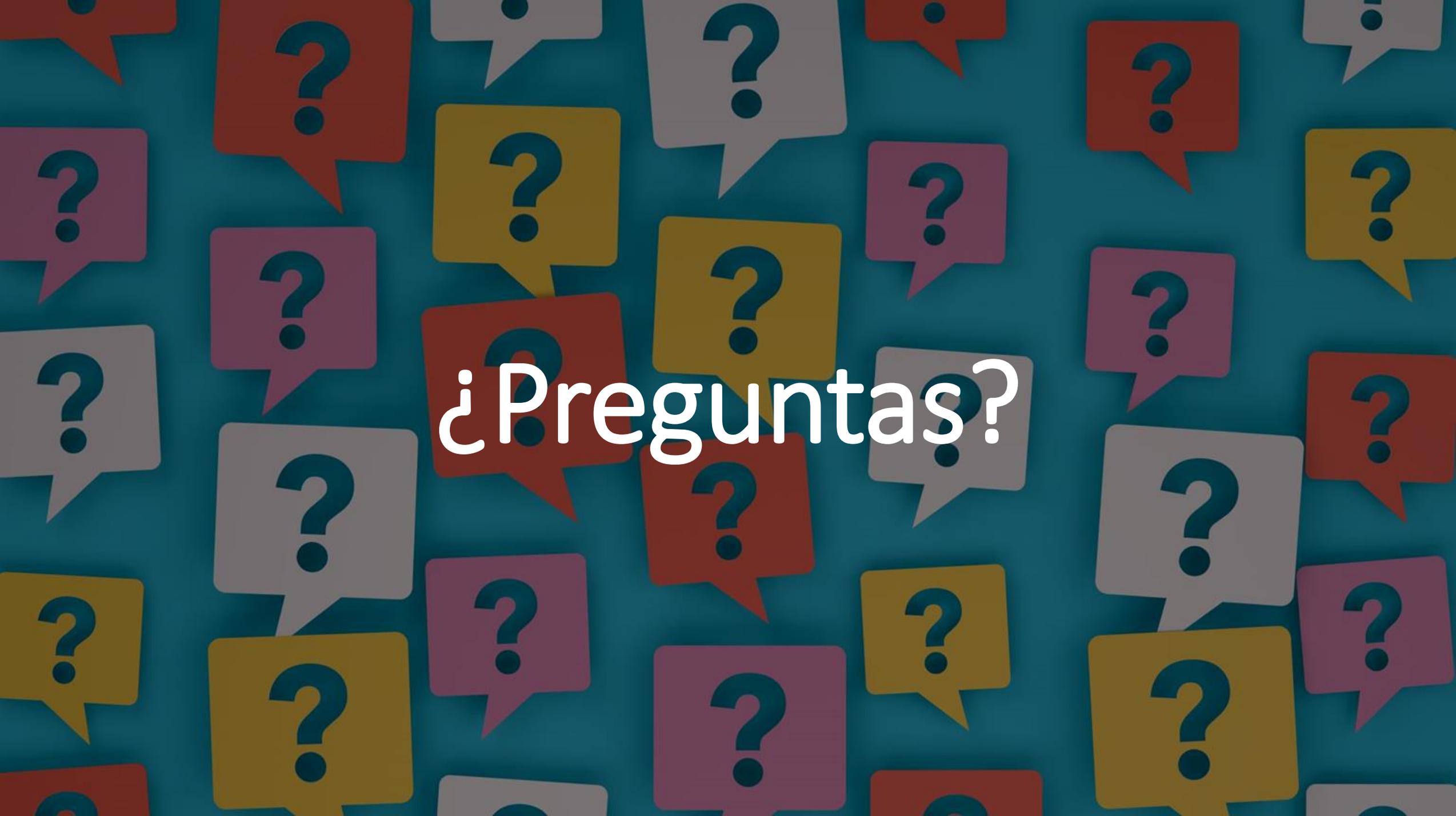
En este caso es la línea correspondiente al valor 8. La medición en este caso es

$$261^{\circ} 20' + 8 = 261^{\circ} 28'$$



Si nos convence mejor la siguiente raya corta, sería

$$261^{\circ} 20' + 8 + 30'' = 261^{\circ} 28' 30''$$

The background consists of a repeating pattern of speech bubbles in various colors (red, yellow, purple, grey) on a dark teal background. Each speech bubble contains a white question mark. The bubbles are scattered across the entire frame, creating a dense, textured effect.

¿Preguntas?