

## 19. A fényelhajlás jelensége optikai rácson. A fény hullámhosszának meghatározása.

### Videó

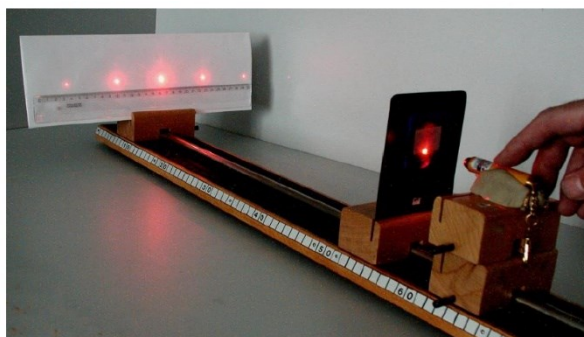
<https://www.youtube.com/watch?v=qjq9a-bfSv8>

#### Feladat:

Optikai rácscsal bemutatott fényelhajlási kísérlet segítségével határozza meg a fény hullámhosszát!

#### Eszközök

- Fénymutató lézer
- Optikai sín lovasokkal
- Ernyő
- Ismert rácsállandójú optikai rács
- Mérőszalag
- Vonalzó



Az optikai rács párhuzamos, egymástól egyenlő távolságra lévő rések sorozata. A szomszédos rések távolsága a rácsállandó ( $d$ ). Értékét jelzik az eszközön.

#### A mérés leírása

Az optikai sín végére rögzítsünk ernyőt, helyezük az optikai rácst diartartóba, azt pedig mozgatható lovasba, majd világítsuk át a rácst lézerfényvel! A lézerfény a rácson áthaladva elhajlik. A rácsállandó összemérhető a fény hullámhosszával. A szomszédos réseken való elhajlást követő interferencia eredményezi az ernyőn látható mintázatot, erősítési és kioltási helyeket.

*- Határozza meg az optikai sín mellé helyezett mérőszalag segítségével a rács és az ernyő távolságát ( $L$ )! Mérje meg az ernyőn az első elhajlási maximum és a direkt sugár foltjának (középső, legerősebb megvilágítású folt) távolságát ( $h$ ) és határozza meg a fény elhajlásának  $\alpha$  szögét!*

*- Az optikai rácson történő fényelhajlás elmélete alapján a mért adatokból határozza meg a fény hullámhosszát!*

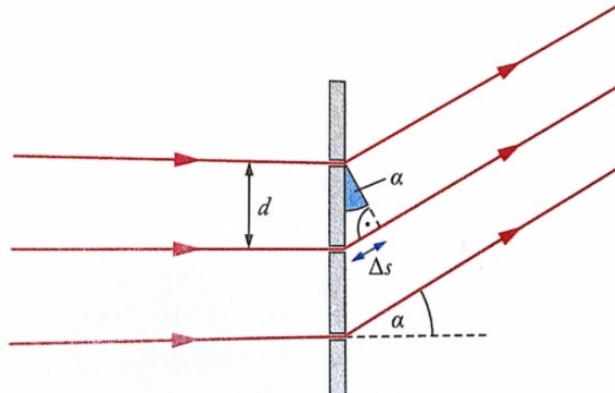
#### Elmélet

Ha az akadály (pl. rés) mérete összemérhető a hullámhosszal, akkor a hullám behatol a rés mögötti árnyéktérbe. Ekkor a hullámfront (minden pontja azonos fázisú) meggyöngyösödik. A Huygens-Fresnel elv értelmében a hullámfront minden pontja elemi hullámok kiindulópontja, melyek találkozására interferenciát eredményezhet.

Az interferencia a koherens hullámok találkozásakor észlelhető, tartósan megmaradó mintázatú hullám-szuperpozíció.

Koherens hullámok időben állandó fáziskülönbséggel találkoznak.

A szomszédos résekből kiinduló és egymással párhuzamosan haladó hullámok között útkülönbség ( $\Delta s$ ) lép fel.



Az útkülönbség az ábra szerint, geometriai megfontolásból a következő módon adható meg:

$$\Delta s = d \cdot \sin \alpha$$

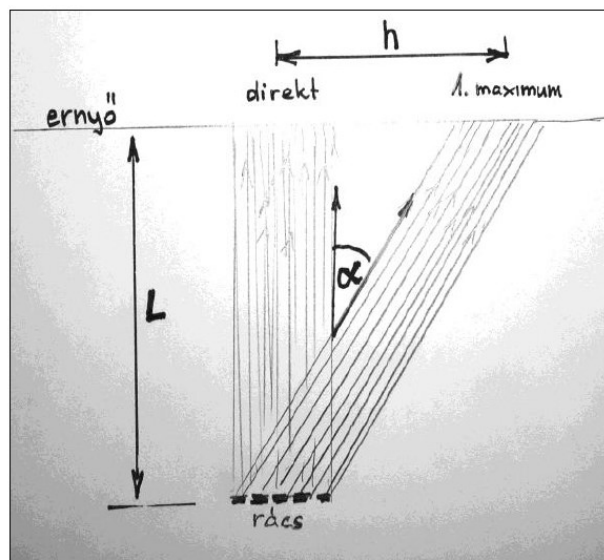
Az erősítés feltétele, hogy azonos fázisban ériék az ernyőt a szomszédos fényhullámok. Ekkor az útkülönbség a hullámhossz egész számú többszöröse.

$$\Delta s = k\lambda$$

$$k = 0, 1, 2 \dots$$

Ekkor az ernyőn jól érzékelhető fényfoltot láthatunk. Azokban az irányokban, amelyekre a fenti feltétel nem teljesül, az ernyő sötét marad.

**Határozzuk meg a fény hullámhosszát!**



$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{L}$$

Kis szögek esetén fennáll, hogy

$$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$$

(az L távolság lényegesen nagyobb, mint h)

Behelyettesítve az interferencia erősítés-feltételét leíró egyenletbe:

$$d \frac{h}{L} = k\lambda$$

Az ismert adatok alapján a fény hullámhossza meghatározható. Több különböző rács-ernyő távolság mellett pontosabb eredményt kaphatunk. Ekkor a kapott hullámhosszak átlagát adjuk meg!

Ha  $k=0$ , akkor a fény eredeti irányában a nulladrendű erősítést kapjuk, amely az interferenciakép középső foltja.  $k$ -ad rendű (elsőrendű, másodrendű, stb.) erősítések jönnek létre az elhajlási kép közepétől mindkét irányban.

### **Hibaforrások**

- Mérőszalag, vonalzó leolvasási hibája