

A fény hullám természete a fizikai (hullám) optika

Optika

```
graph TD; A[Optika] --- B[Geometriai optika]; A --- C[Fizikai optika]; A --- D[Fény-anyag kölcsönhatás];
```

Geometriai optika

A jelenségeket egyenes vonalak ún. fénysugarak segítségével írjuk le.

Fizikai optika

A jelenségeket, mint elektromágneses hullámjelenségek írjuk le.

Fény-anyag kölcsönhatás

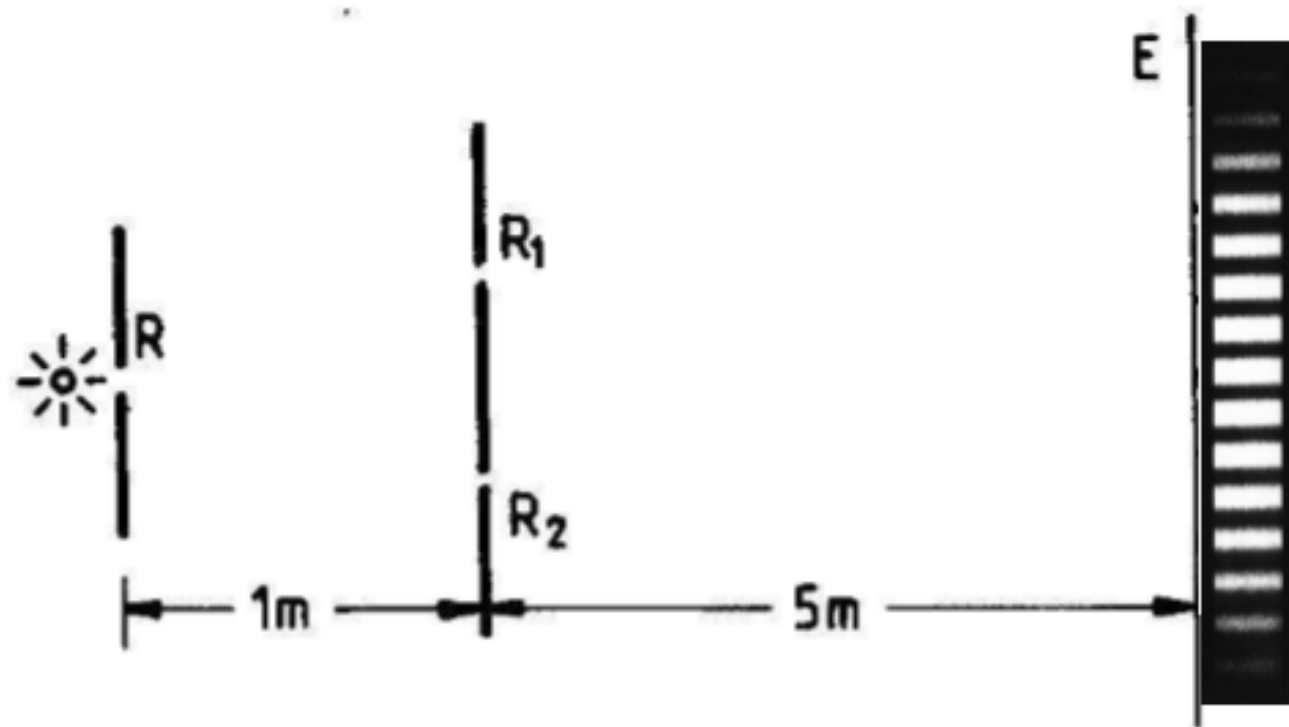
A jelenségek értelmezésénél a fényt részecske modellel (foton) írjuk le.

A Young-féle interferencia kísérlet(1802)

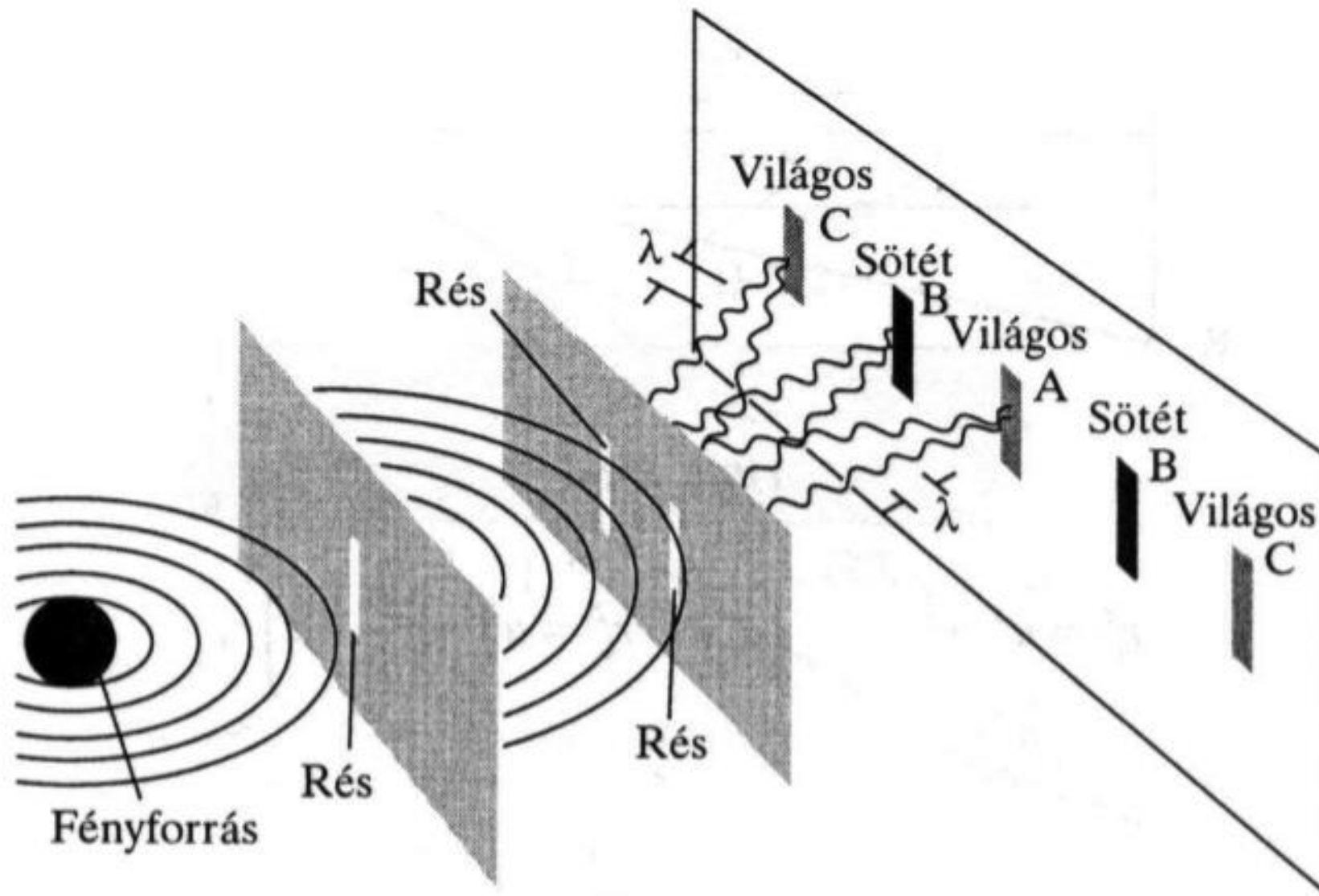


Thomas Young
(1773-1829)

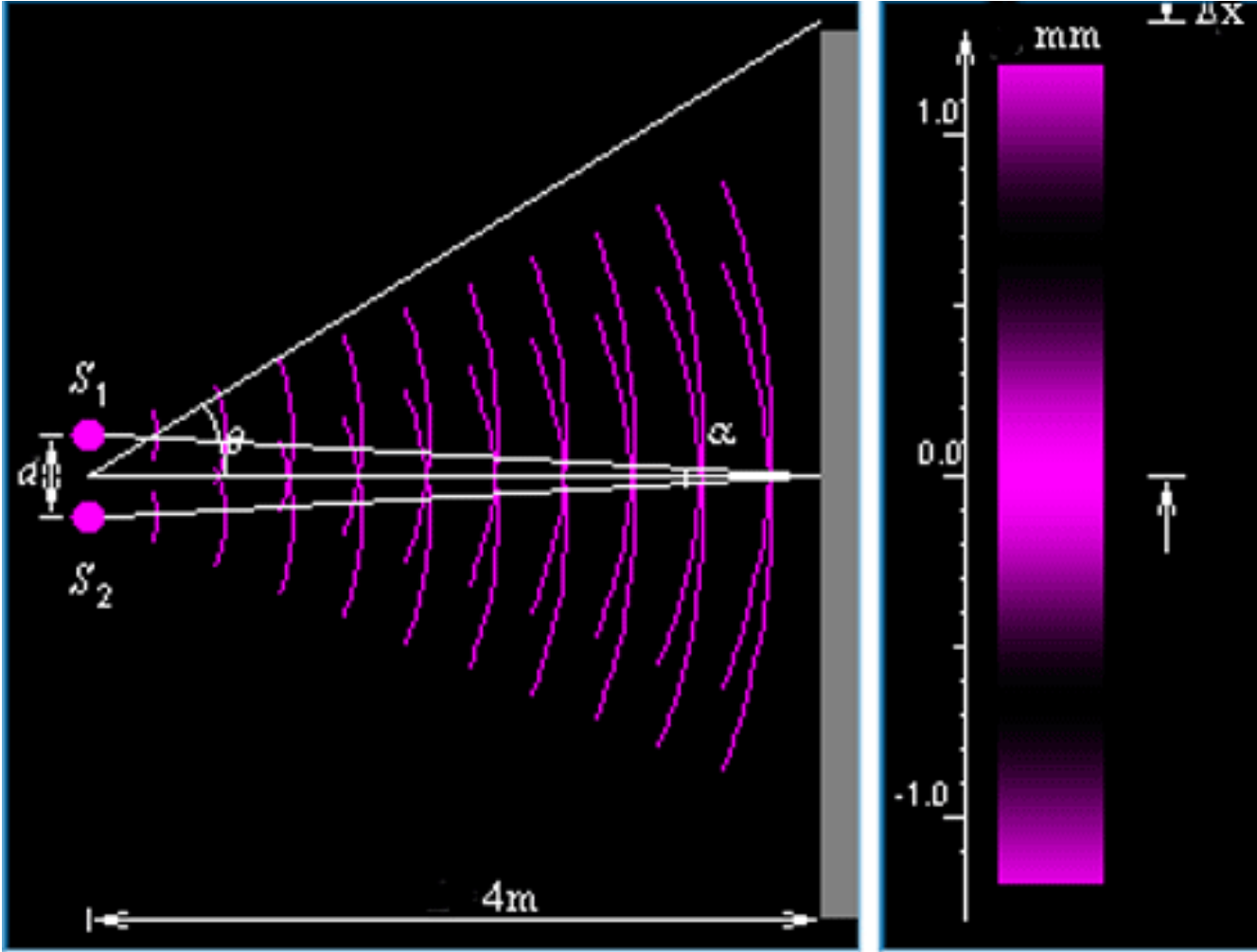
a rések mérete kb. 0,1mm
a rések távolsága kb. 1mm



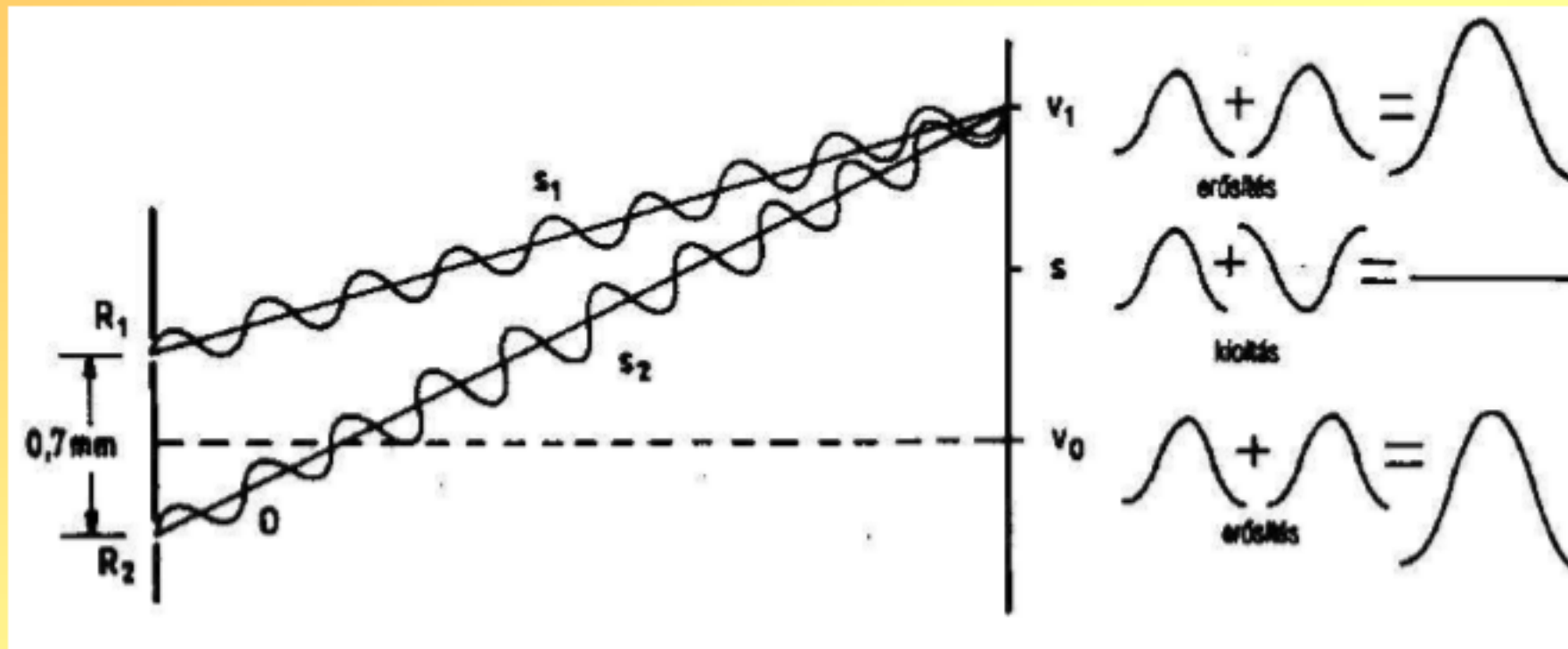
A Young-féle interferencia kísérlet(1802)



Young - féle kétréses interferencia



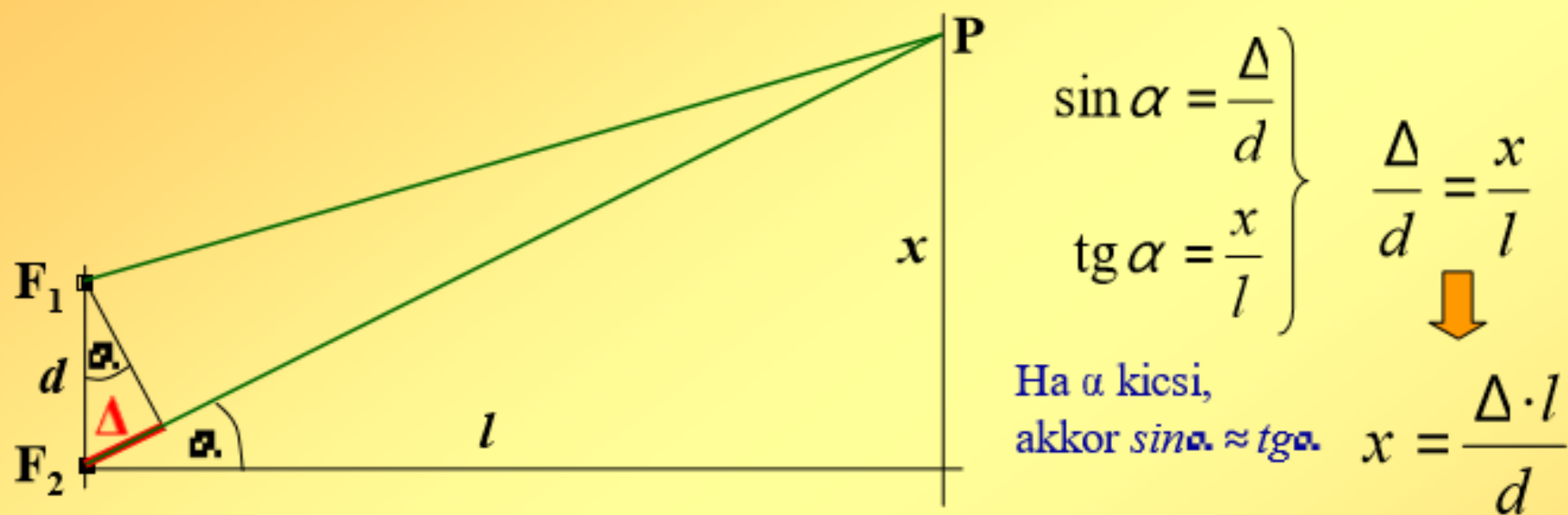
A Young-féle interferencia kísérlet(1802)



Erősítés feltétele: $\Delta = |s_1 - s_2| = k \cdot \lambda$ ahol $k \in N$

Kioltás feltétele: $\Delta = |s_1 - s_2| = (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2}$ ahol $k \in N$

A Young-féle interferencia kísérlet(1802)



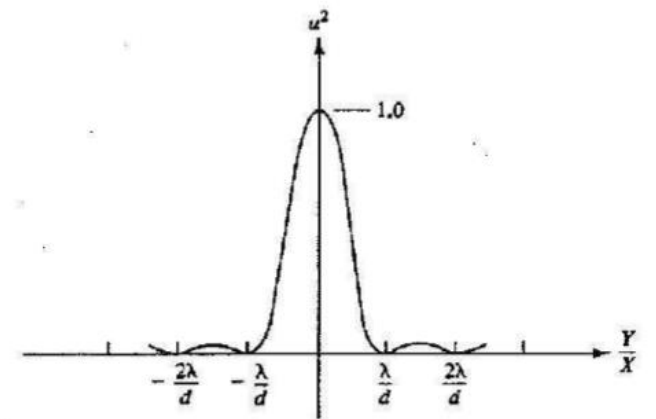
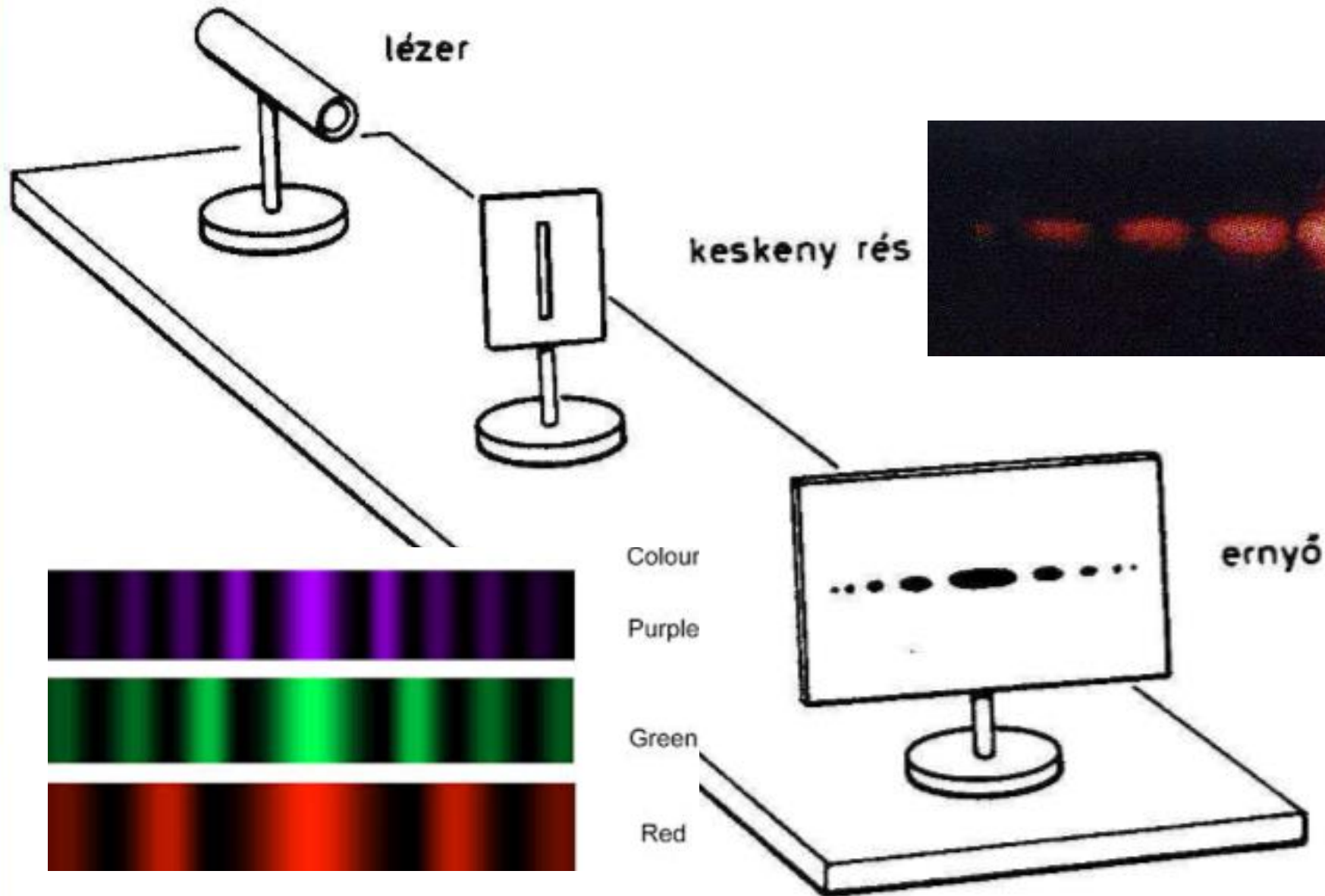
Kioltási helyek feltétele:

$$x_k = \frac{l}{d} \cdot (2k + 1) \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{ahol } k \in N$$

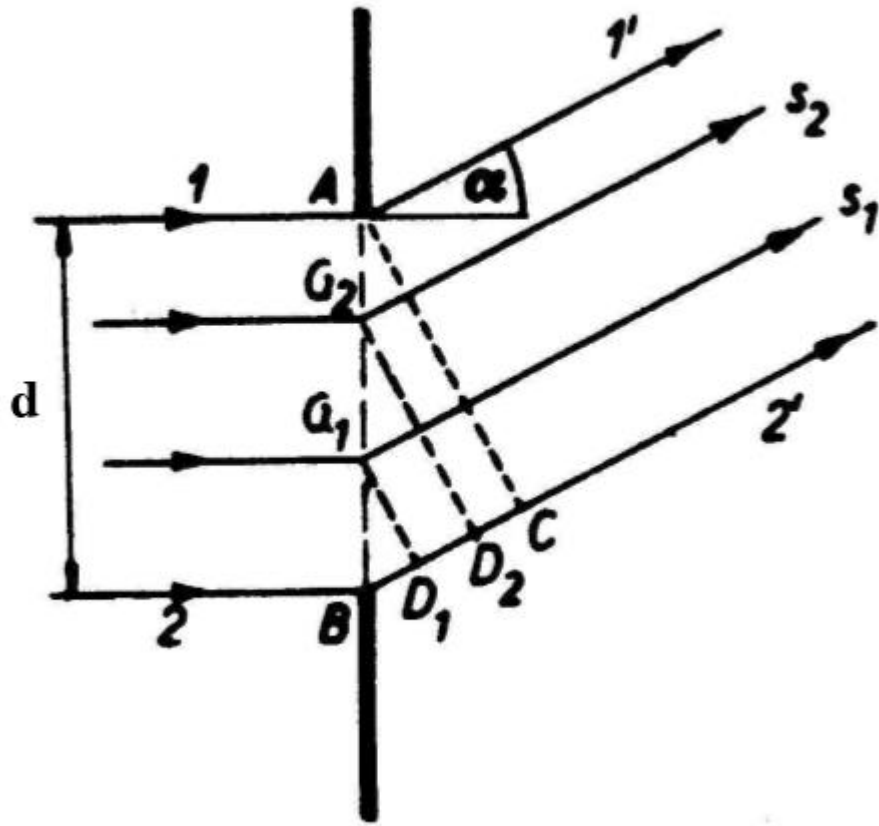
Maximális erősítésű helyek feltétele:

$$x_k = \frac{l}{d} \cdot 2k \cdot \frac{\lambda}{2} \quad \text{ahol } k \in N$$

Diffrakció (elhajlás résen)



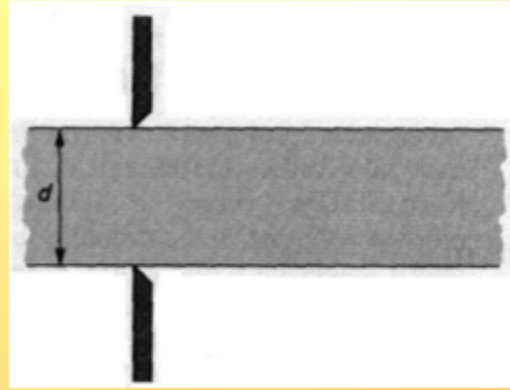
Diffrakció (elhajlás résen)



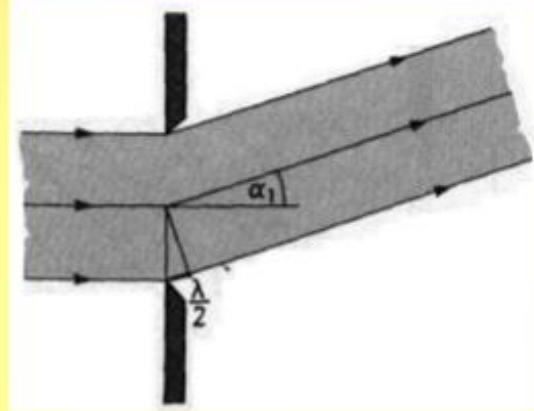
- A rés minden pontjából a Huygens-Fresnel elv értelmében elemi (gömb)hullámok indulnak ki.
- Szemleljünk ki egy párhuzamos nyalábot, mely a rés normálisával α szöget zár be.
- Az $1'$ és $2'$ sugár között $\overline{BC} = d \cdot \sin \alpha$ az útkülönbség
- A BC szakaszra felmérjük a $\lambda/2$ hosszúságú BD_1 és D_1D_2 szakaszokat
- A D_1 és D_2 pontokból AC -vel párhuzamosokat húzunk, ezáltal az AB rést G_1 és G_2 segítségével zónákra osztjuk
- A BG_1 zóna bármely sugarához találáható egy sugár a G_1G_2 zónából, amely hozzá képest $\lambda/2$ fázisban van
- Így ez a két zóna kioltja egymást az ernyőn, tehát csak a "maradék" G_2A részzóna hatása jelenik meg az ernyőn

Nézzünk meg speciális α szögeket!

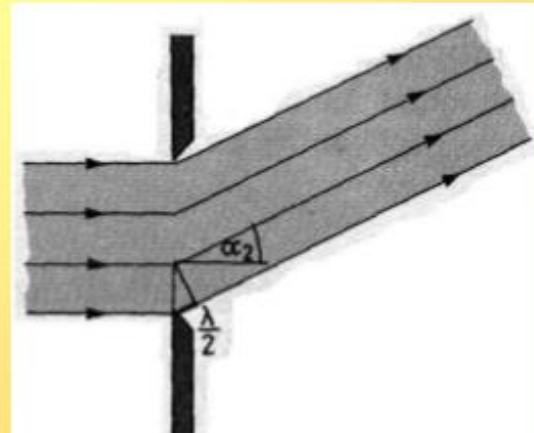
- Ha α nulla nincs fáziskülönbség a zónák között, így erősítést tapasztalunk az ernyőn.



- Találunk olyan α_1 szöget, ahol AB éppen két zónát tartalmaz.
- Ekkor:
$$BC = d \cdot \sin \alpha_1 = 2 \cdot \frac{\lambda}{2} = \lambda$$
- Az ernyőn kioltási helyet látunk



- Találunk olyan α_2 szöget, ahol AB éppen három zónát tartalmaz.
- Ekkor:
$$BC = d \cdot \sin \alpha_2 = 3 \cdot \frac{\lambda}{2}$$
- Ekkor az ernyőn maximális intenzitású helyet látunk



Diffrakció (elhajlás résen)

Összefoglalva:

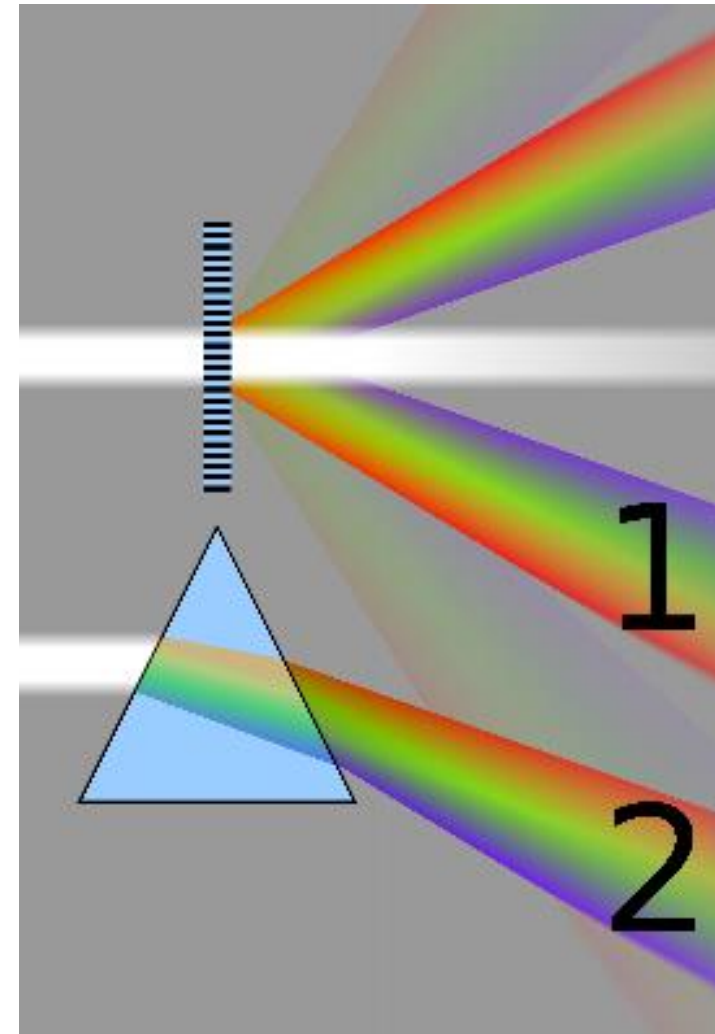
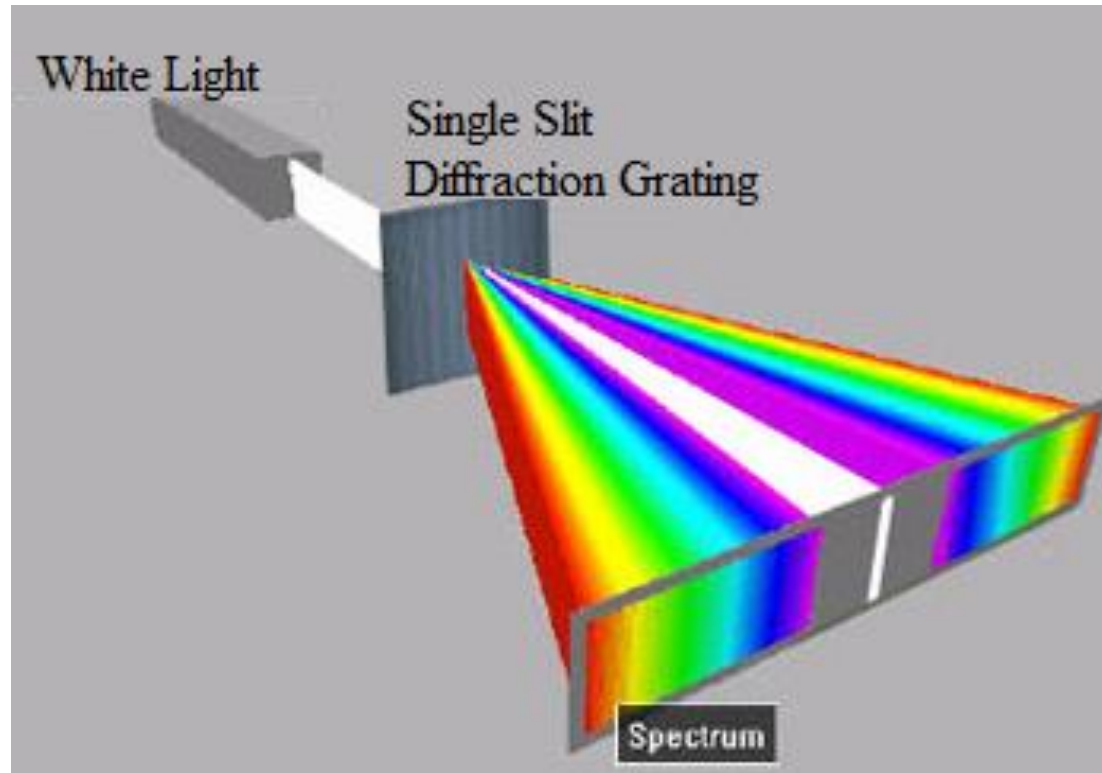
- Kioltsési helyek iránya:

$$\sin \alpha = 2k \frac{\lambda}{2d}, \text{ ahol } k = 1, 2, \dots$$

- Maximális intenzitású helyek iránya:

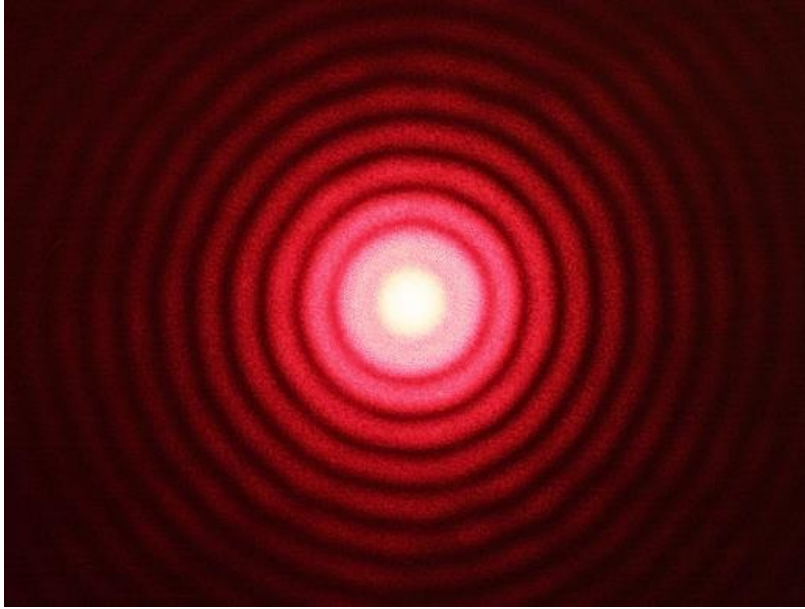
$$\sin \alpha = (2k + 1) \frac{\lambda}{2d}, \text{ ahol } k = 1, 2, \dots$$

Elhajlás résen fehér fényel

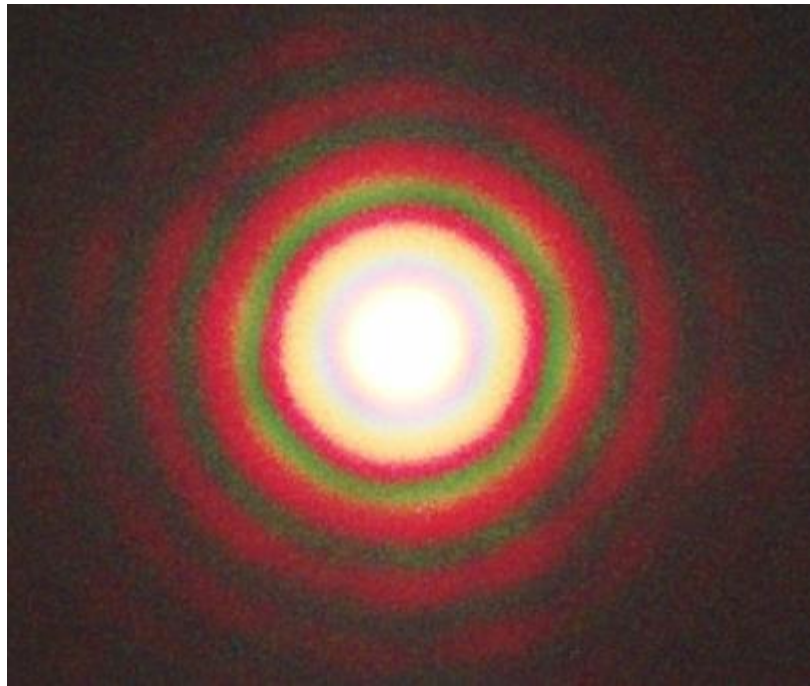
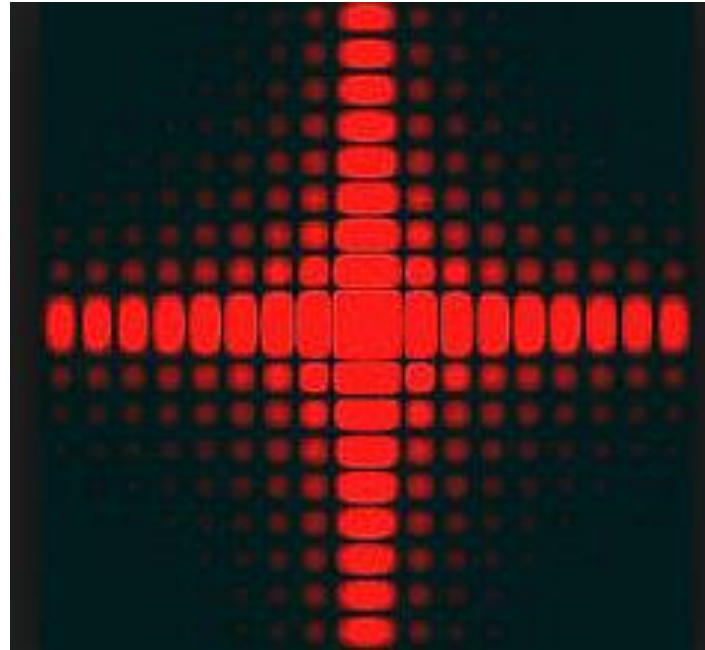


Elhajlás (diffrakció) \neq színszórás (diszperzió)

Elhajlás kör alakú résen



Elhajlás négyzet alakú résen



Optikai rács (Diffrakációs rács)

- Fényerősebb képet kapunk, ha nem egy rést, hanem milliméterenként több száz rést alkalmazunk.

Optikai rács:

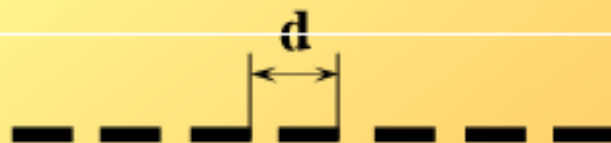
Egyenkénti szélességű, egymástól egyenlő távolságban párhuzamosan elhelyezkedő rések összessége.

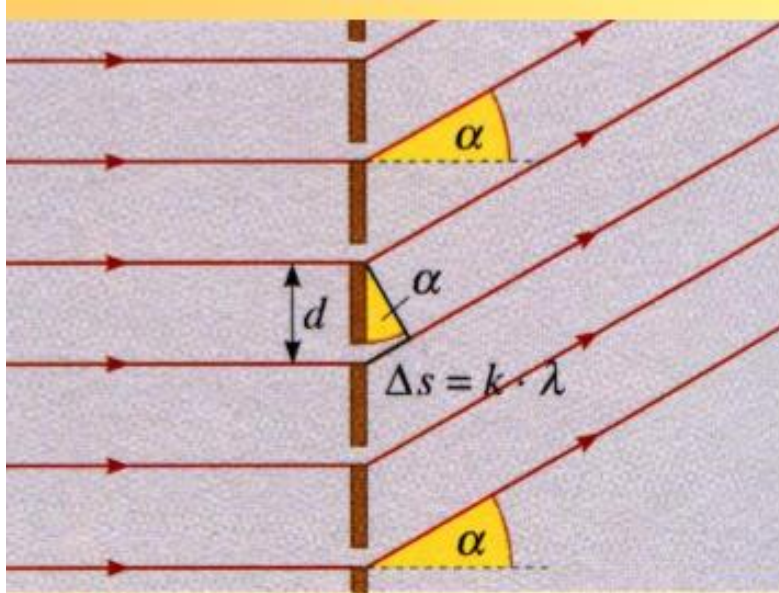
- Fontos jellemzője a rácsállandó, ami a milliméterenkénti (vagy méterenkénti) osztások számát adja meg.

Pl.: ha mm-enként 200 osztás van, akkor a rácsállandó:

$$d = \frac{1}{200} \text{ mm} = 0,005 \text{ mm} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

(Egy áteresztő és egy nem áteresztő tartomány együttes szélessége.)





Az ábráról leolvasható a két szomszédos nyaláb közötti útkülönbség:

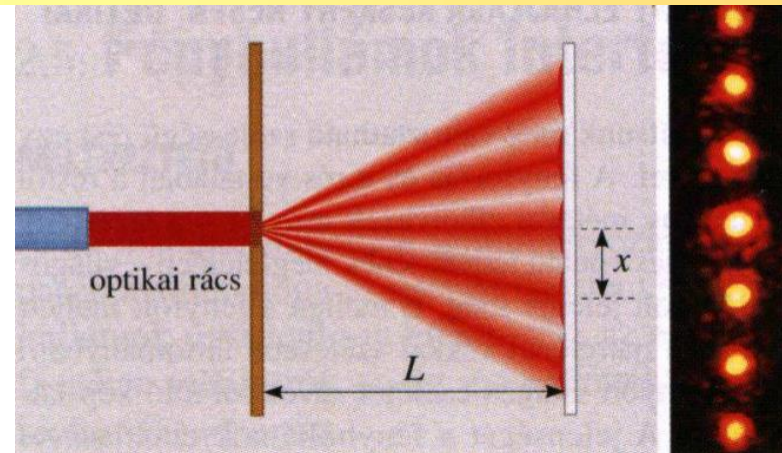
$$\Delta = d \cdot \sin \alpha$$

Az erősítés feltétele:

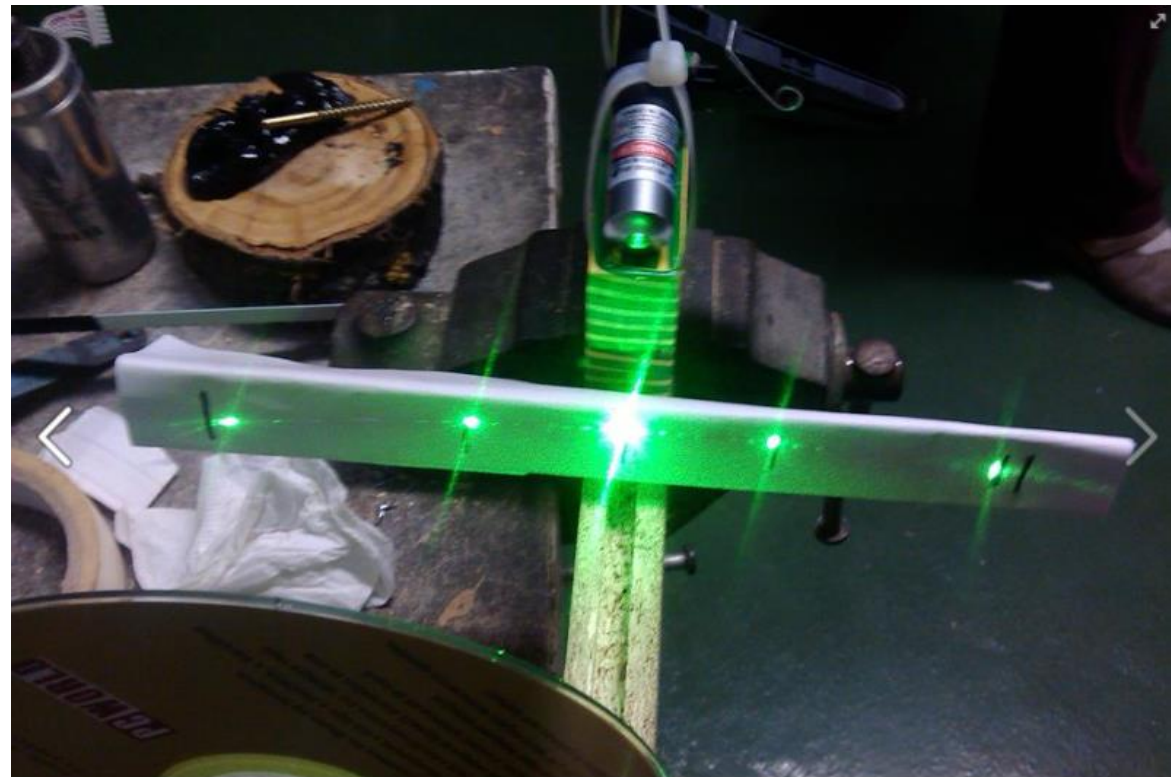
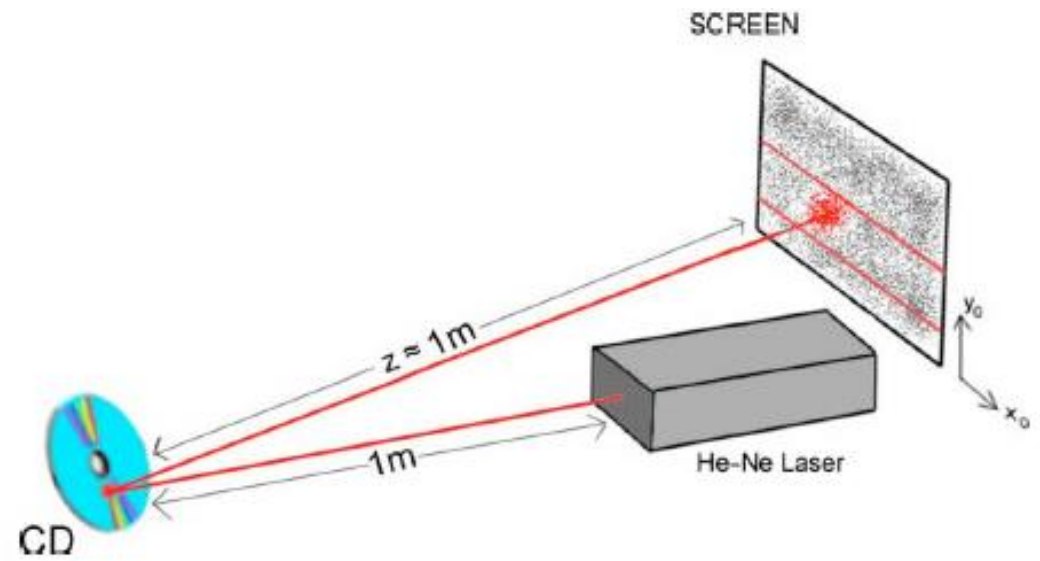
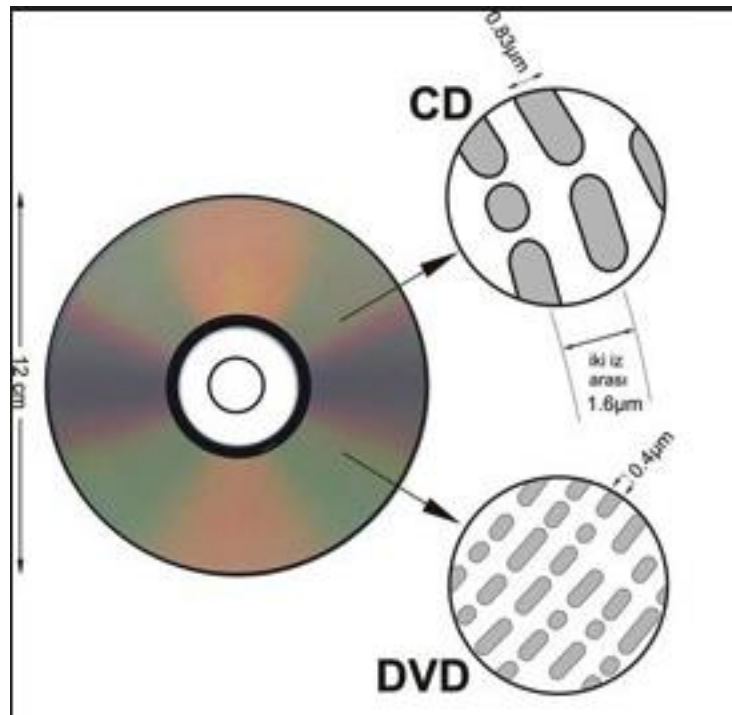
$$\Delta = k\lambda, \text{ ahol } k \in \mathbb{N}$$

A *rácsegyenlet*, amely megadja az erősítési helyek irányát:

$$d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda, \text{ ahol } k \in \mathbb{N}$$

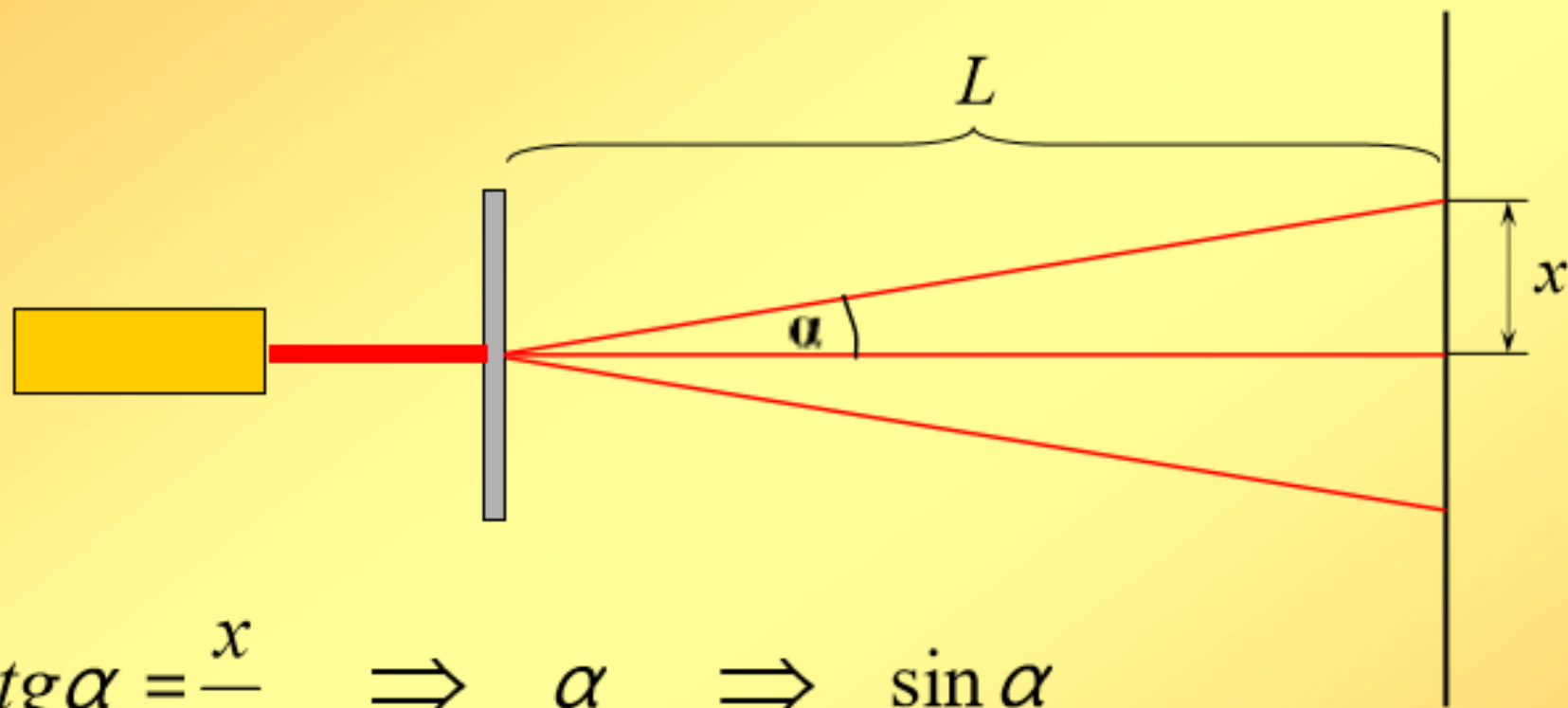


Elhajlás visszavert fényben



Optikai rács (Diffrakciós rács)

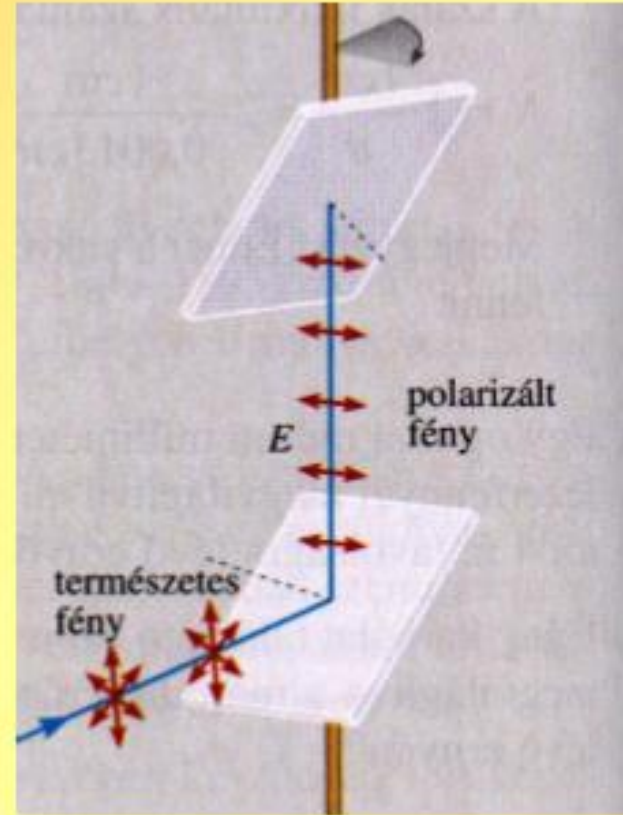
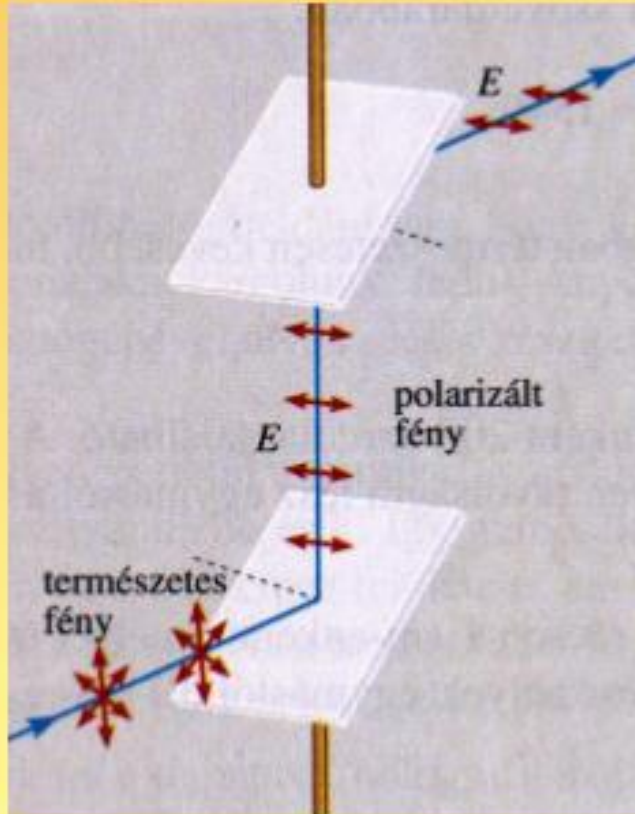
Mérjük meg a lézer hullámhosszát optikai ráccsal!



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{x}{L} \quad \Rightarrow \quad \alpha \quad \Rightarrow \quad \sin \alpha$$

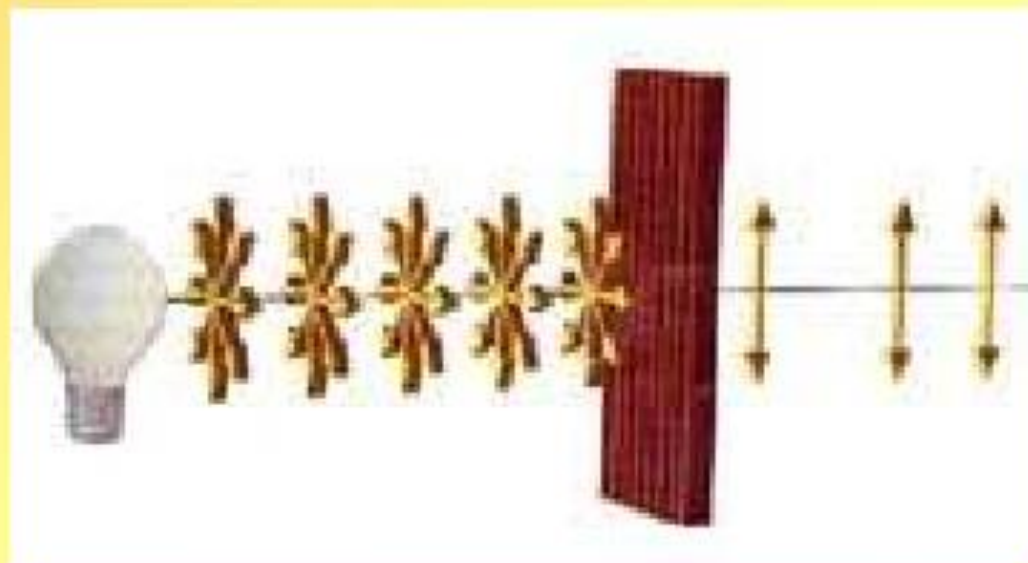
$$\left. \begin{array}{l} d \cdot \sin \alpha = k \cdot \lambda \\ k = 1 \end{array} \right\} \quad \lambda = d \cdot \sin \alpha$$

Polarizáció



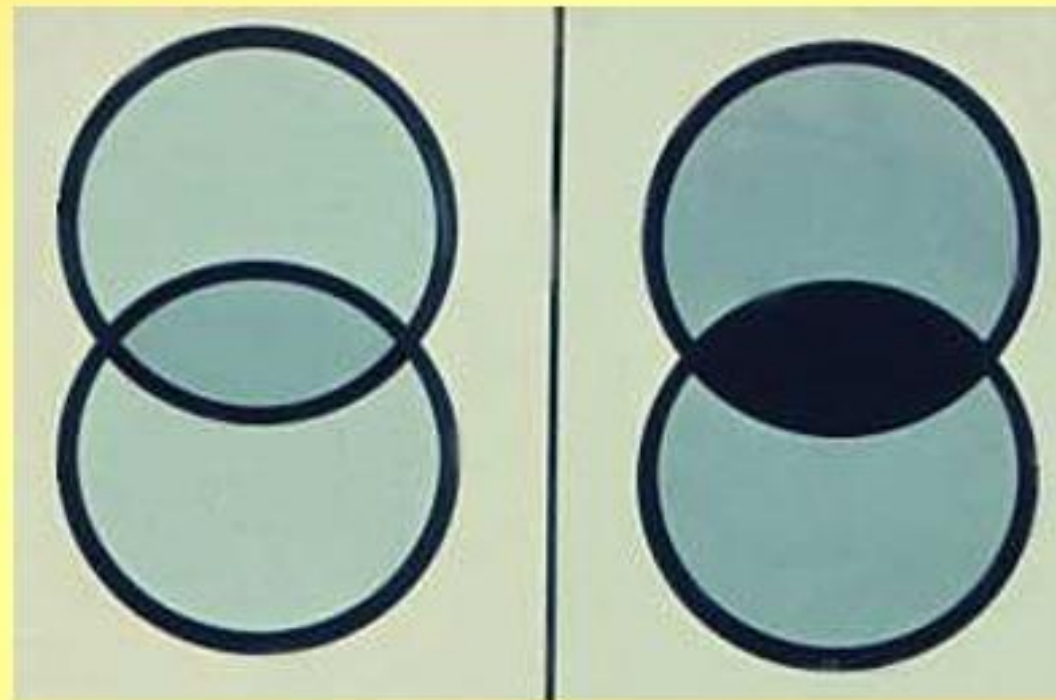
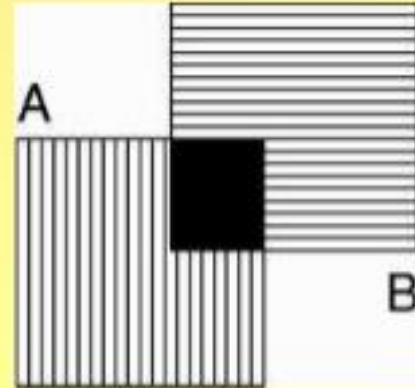
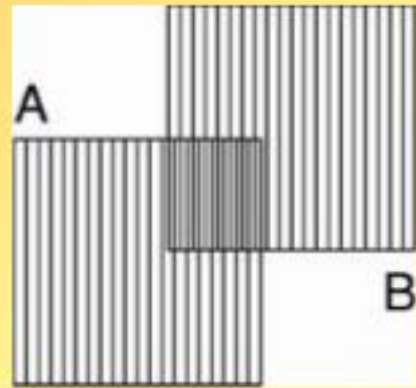
Polarizáció

Polarizált fényt ún. polarizációs szűrő segítségével is előállíthatunk.

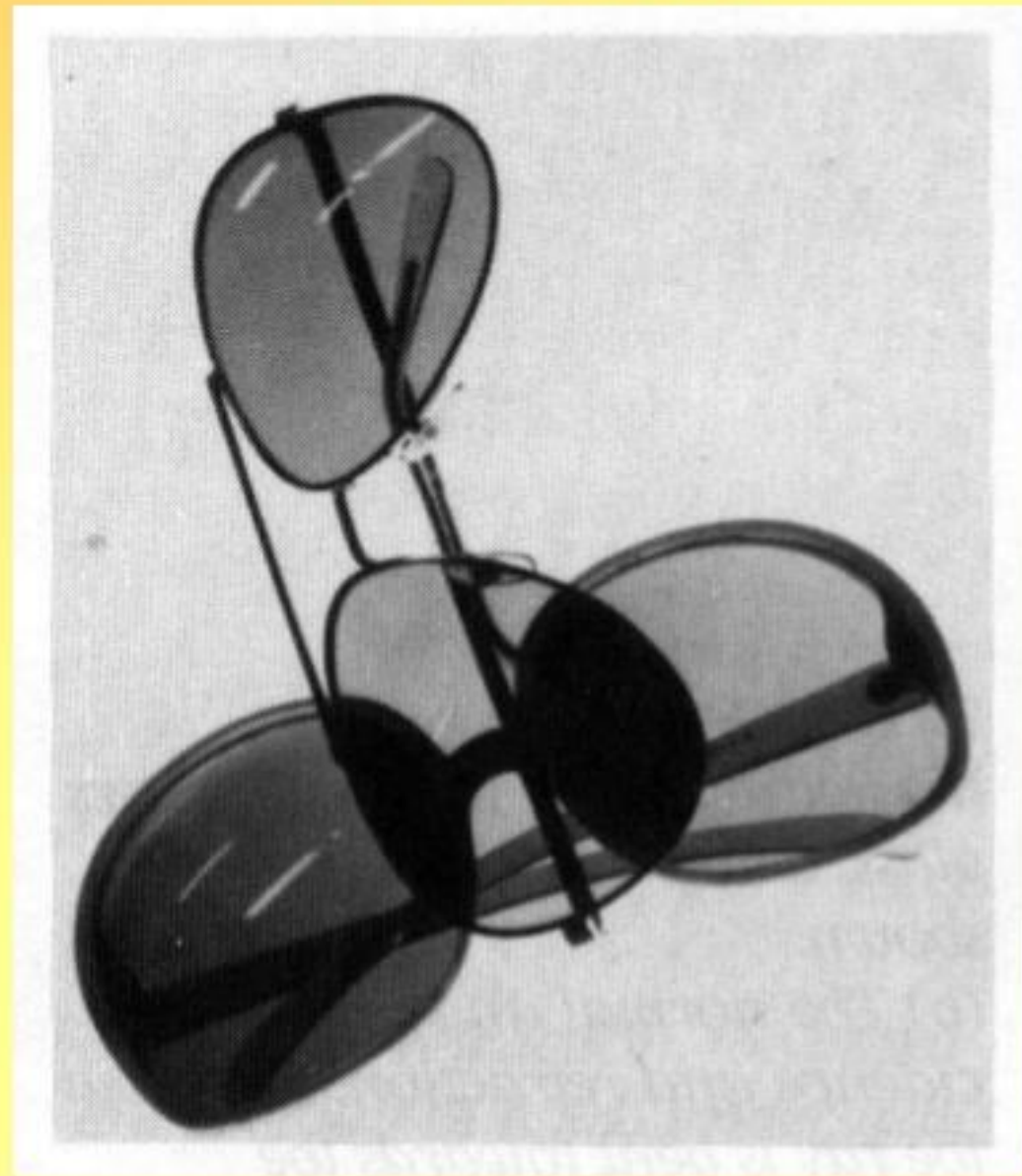


Üveglapra kettősen törő kristályokból álló vékony réteget visznek fel. A kettőstöréssel szétválasztott két fénysugár közül az egyiket az üveglap nagymértékben elnyeli, ezért csak a másik, meghatározott síkban polarizált fénysugár halad át rajta.

Polarizáció



Polarizáció



polárszűrő nélkül

polárszűrővel



polárszűrő nélkül

polárszűrővel

