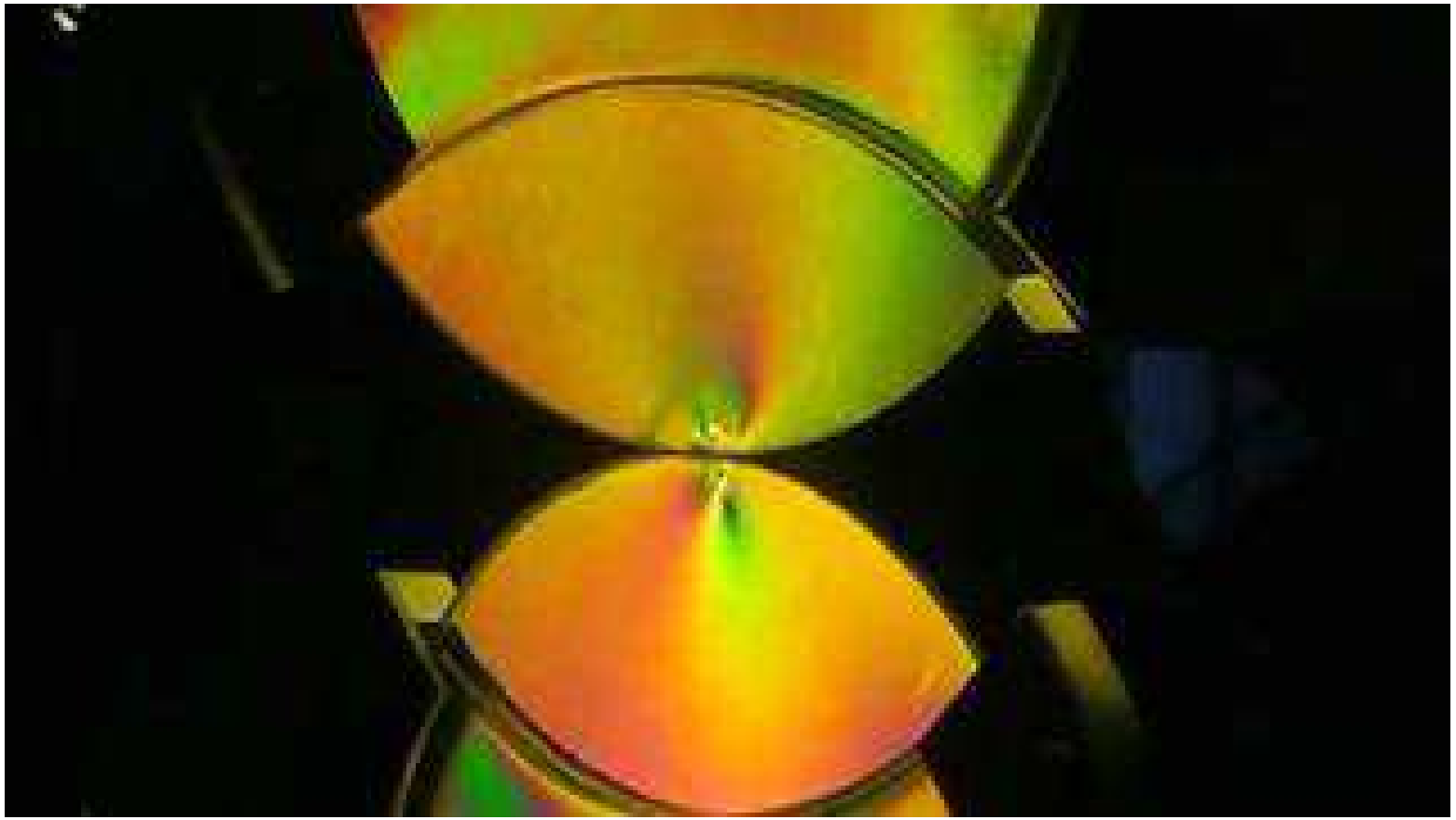
Llum polaritzada: de les pel·lícules 3D a les pantalles de cristall líquid

Gervasi Herranz

Institut de Ciència de Materials de Barcelona ICMAB-CSIC

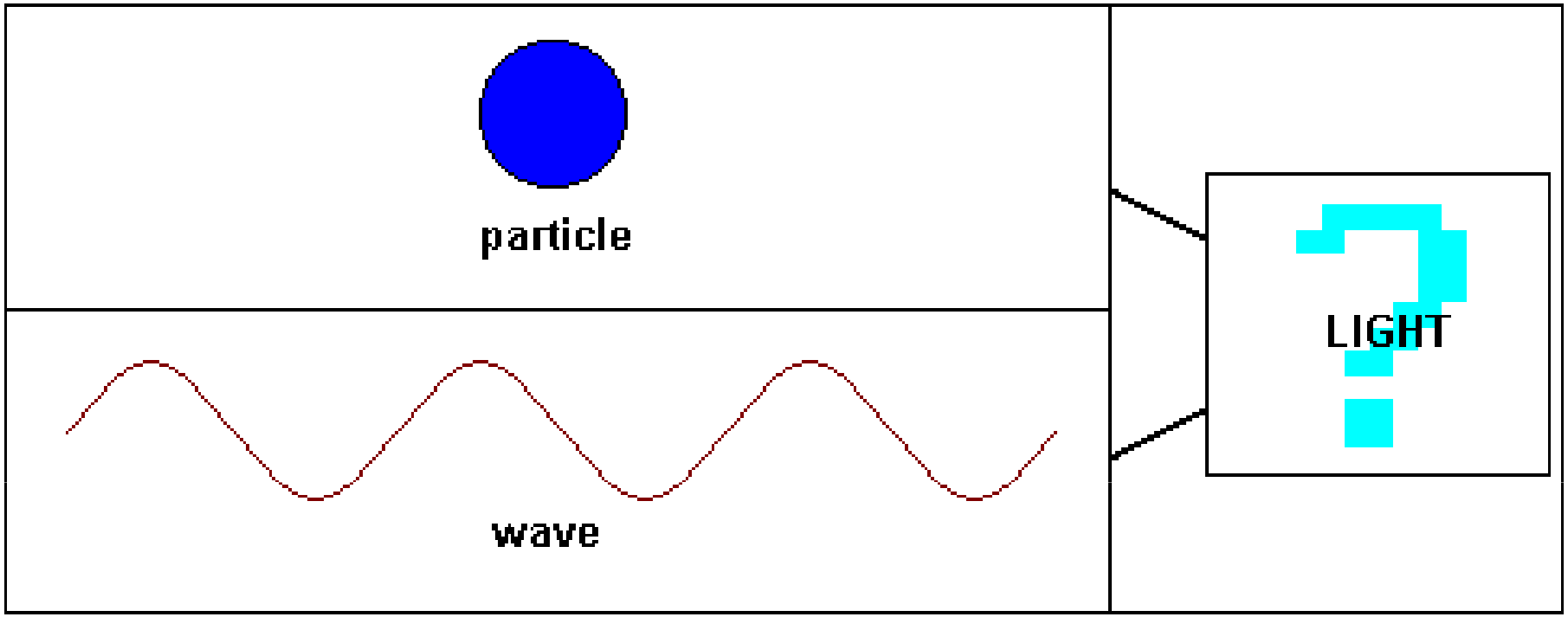
Campus UAB, Bellaterra

gherranz@icmab.cat

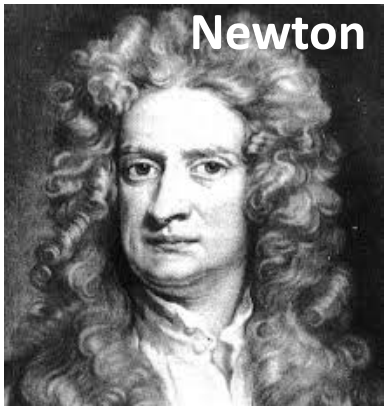


https://www.youtube.com/watch?v=Gu1HHQegAlU

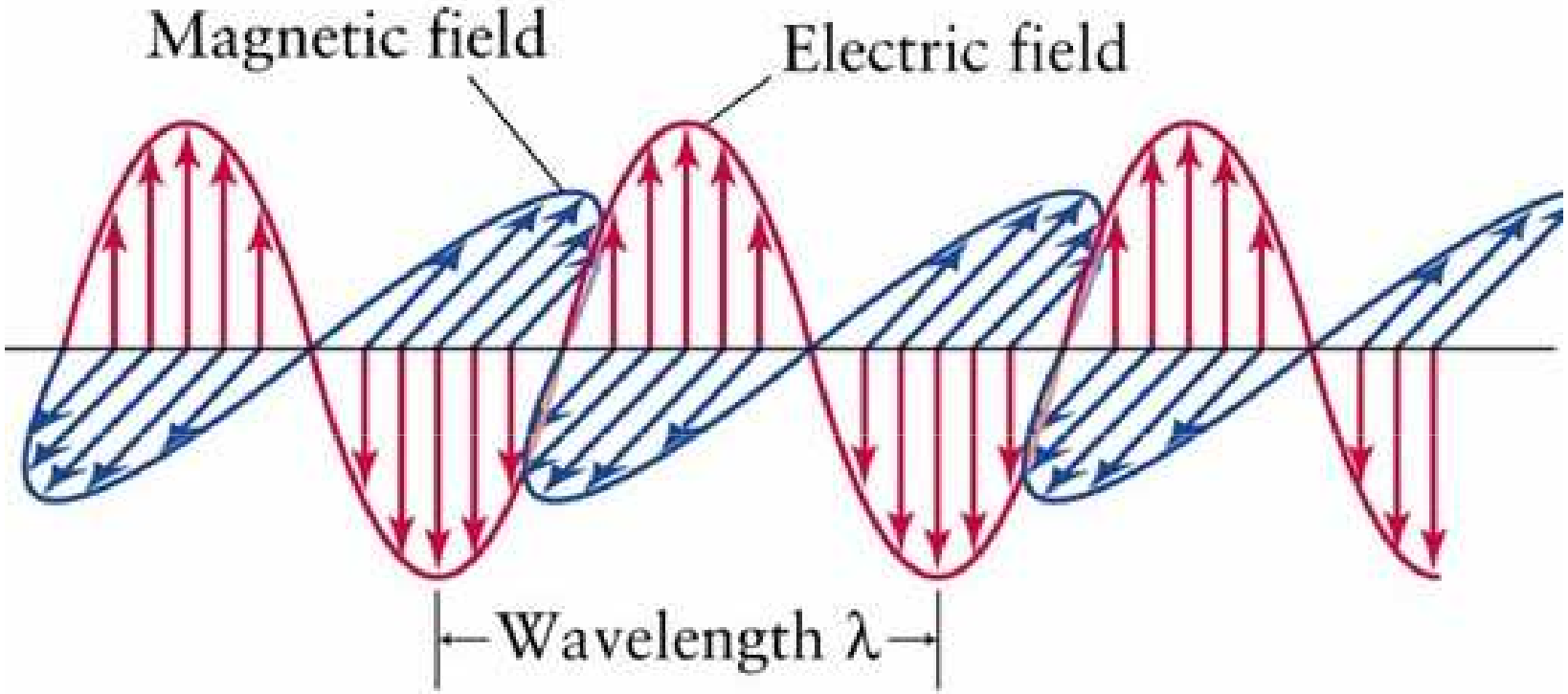
La llum: Ones o partícules?



How to imagine the wave-particle duality.



Ones o partícules? Totes dues coses alhora!

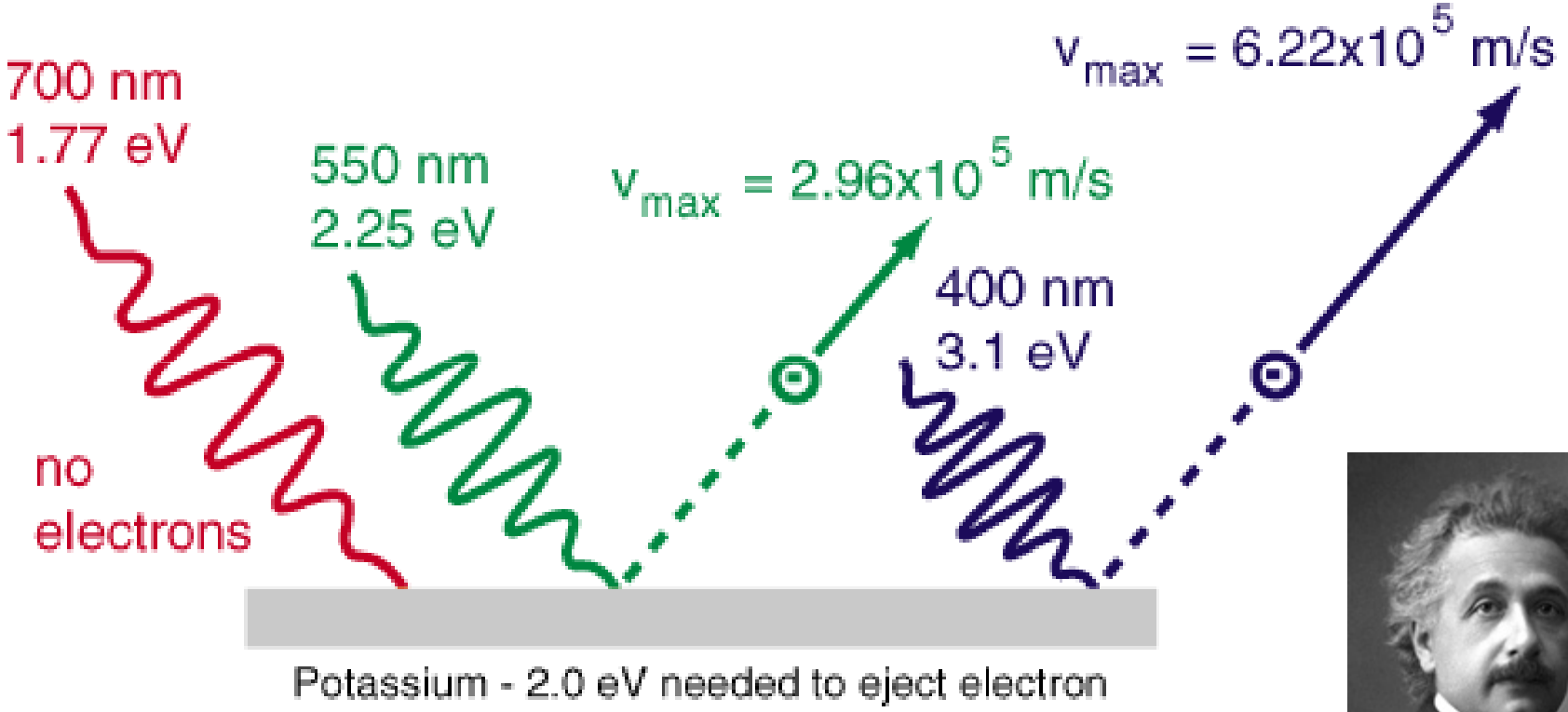


$E=h\nu$

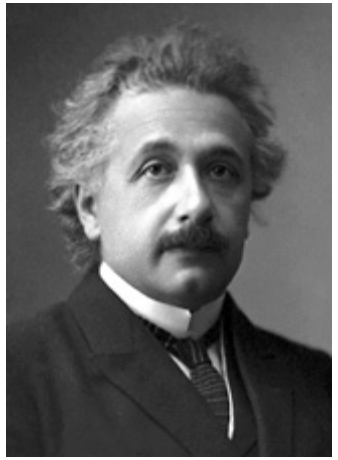
Wave Packet vs. Continuous beam/ray/wave

Efecte fotoelèctric: llum com a partícules

$$E_{photon} = h\nu$$

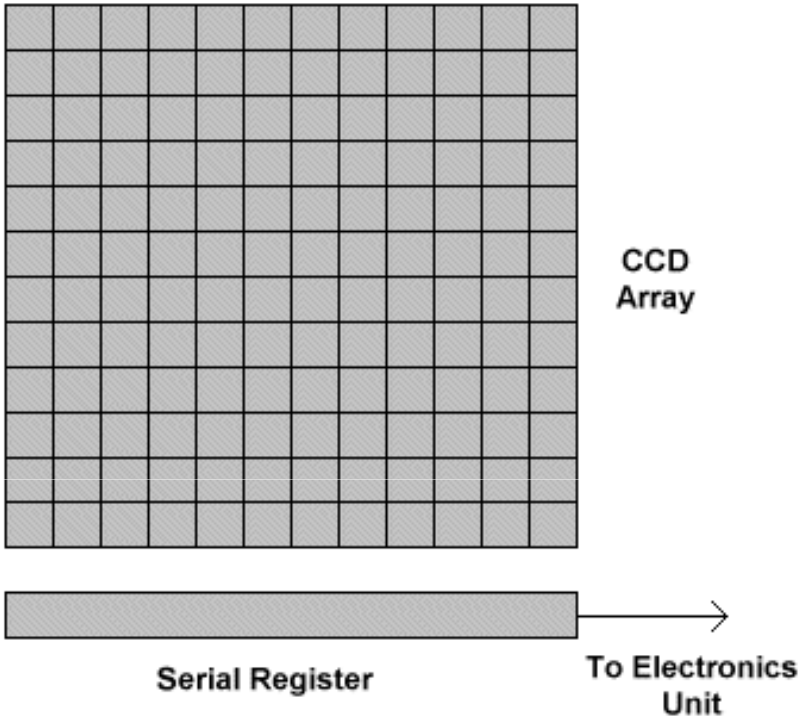


Photoelectric effect

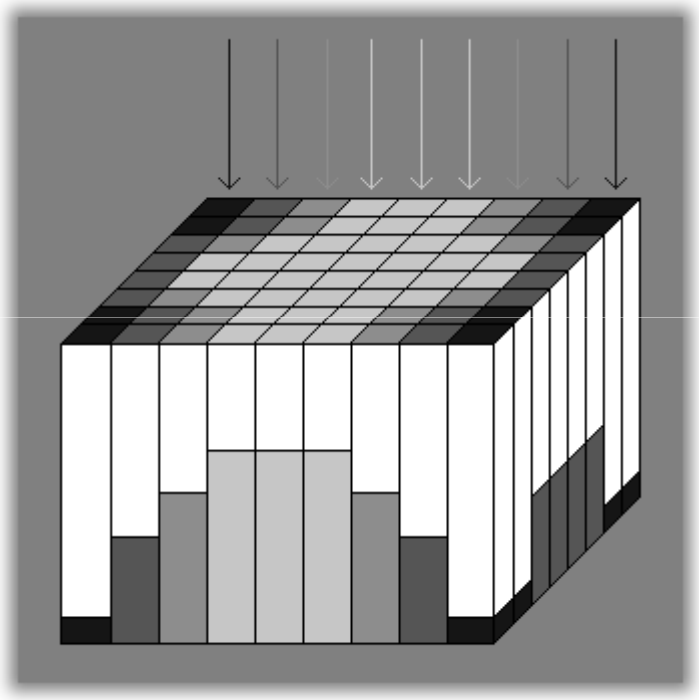


Premi Nobel Física 1921

Efecte fotoelèctric a les càmeres



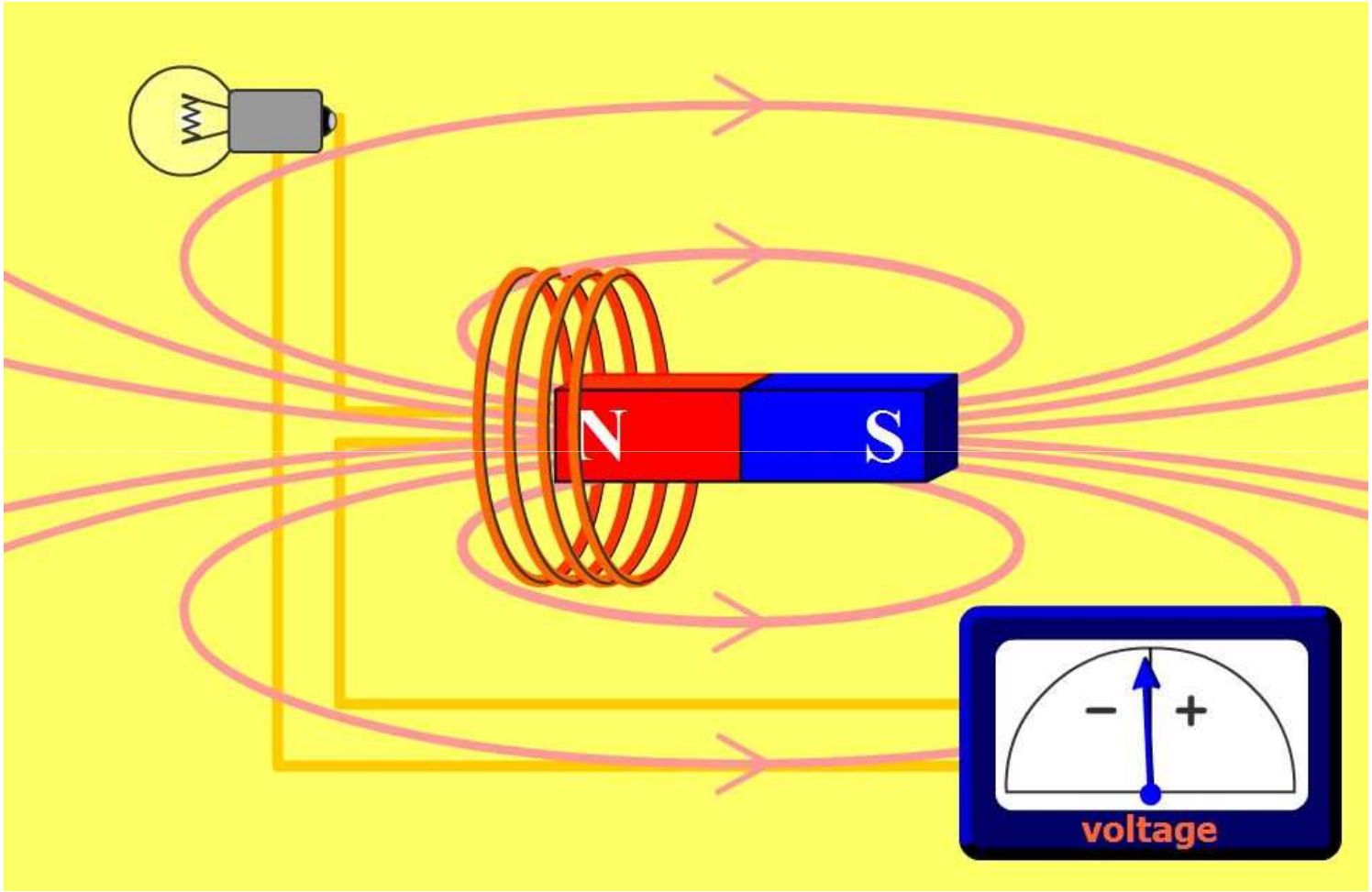
Càrregues induïdes per fotons



La llum com a ona

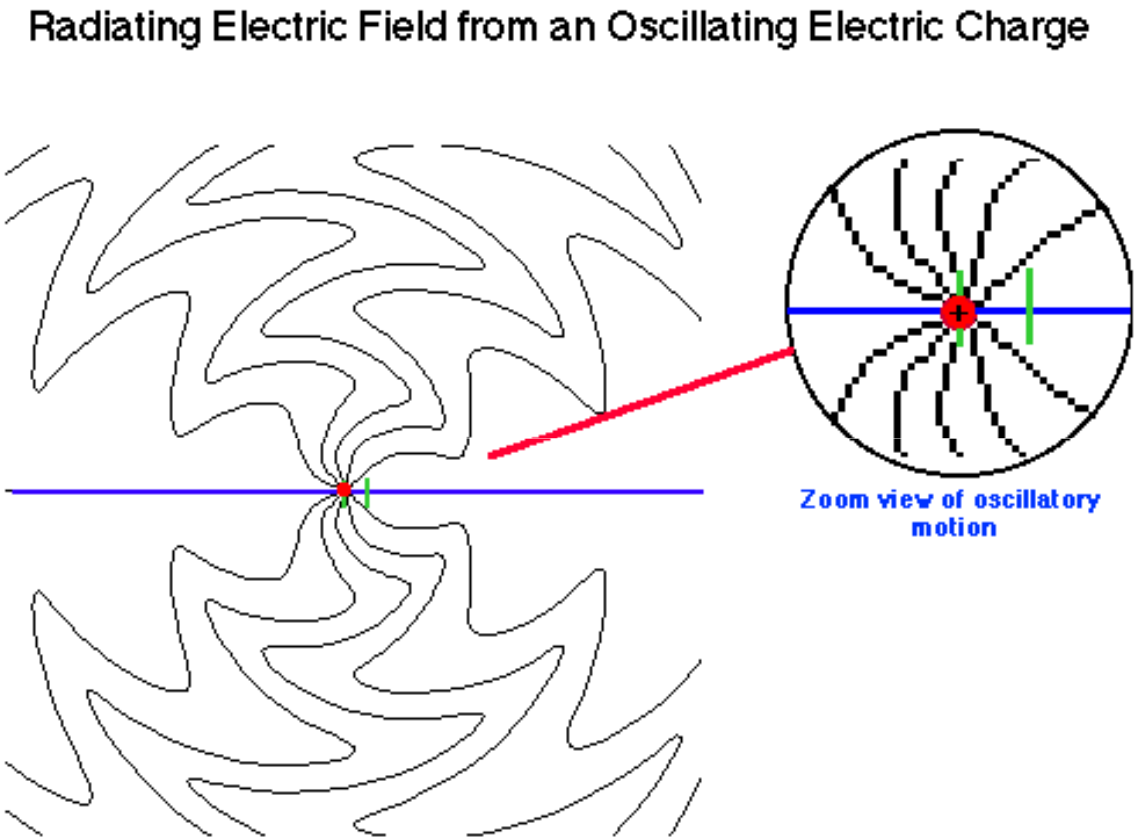
Llei de Faraday

Magnetisme i Electricitat van de bracet



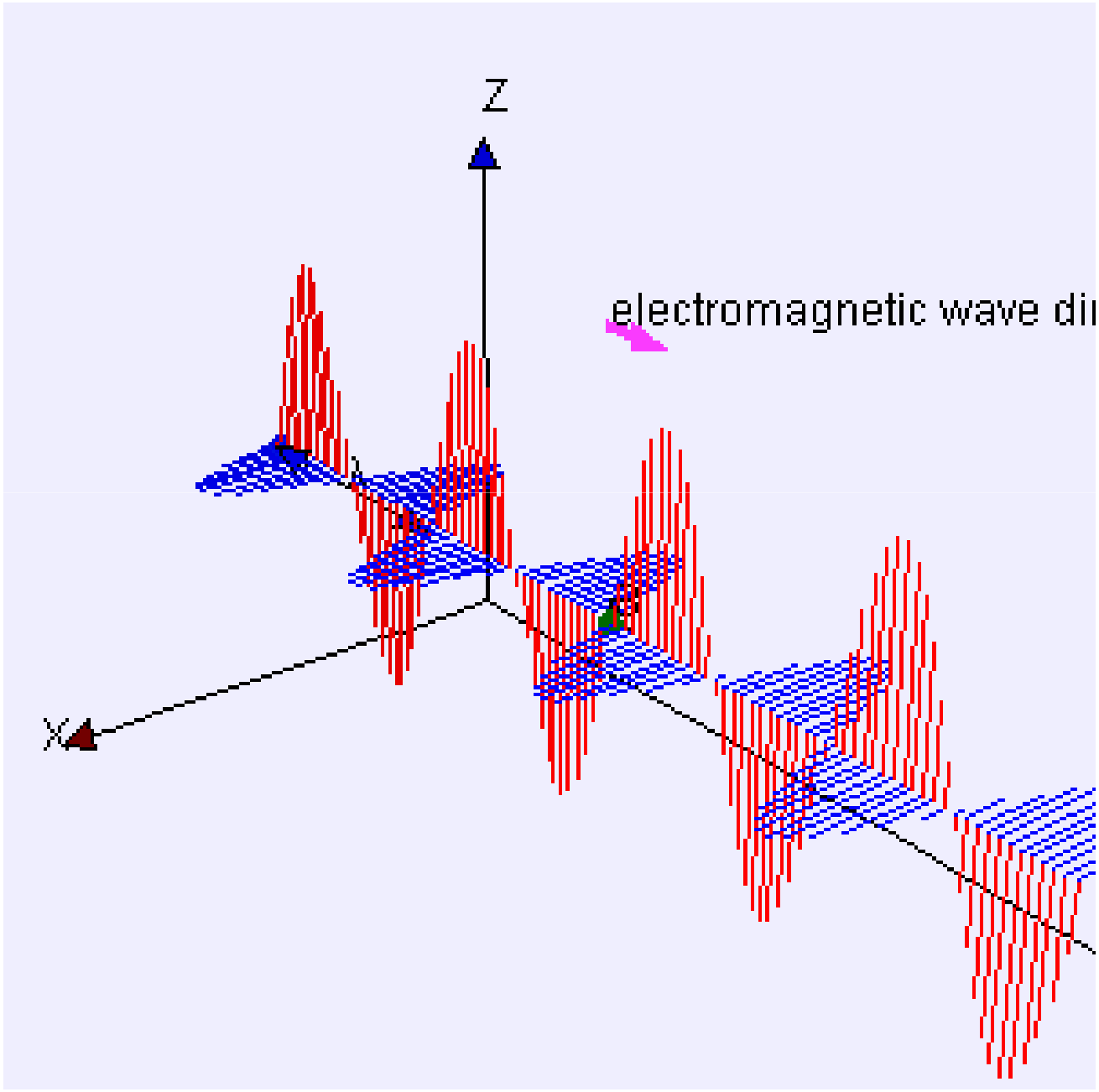
http://phet.colorado.edu/sims/faradays-law/faradays-law_en.html

Radiació electromagnètica d'una carrega oscil·lant

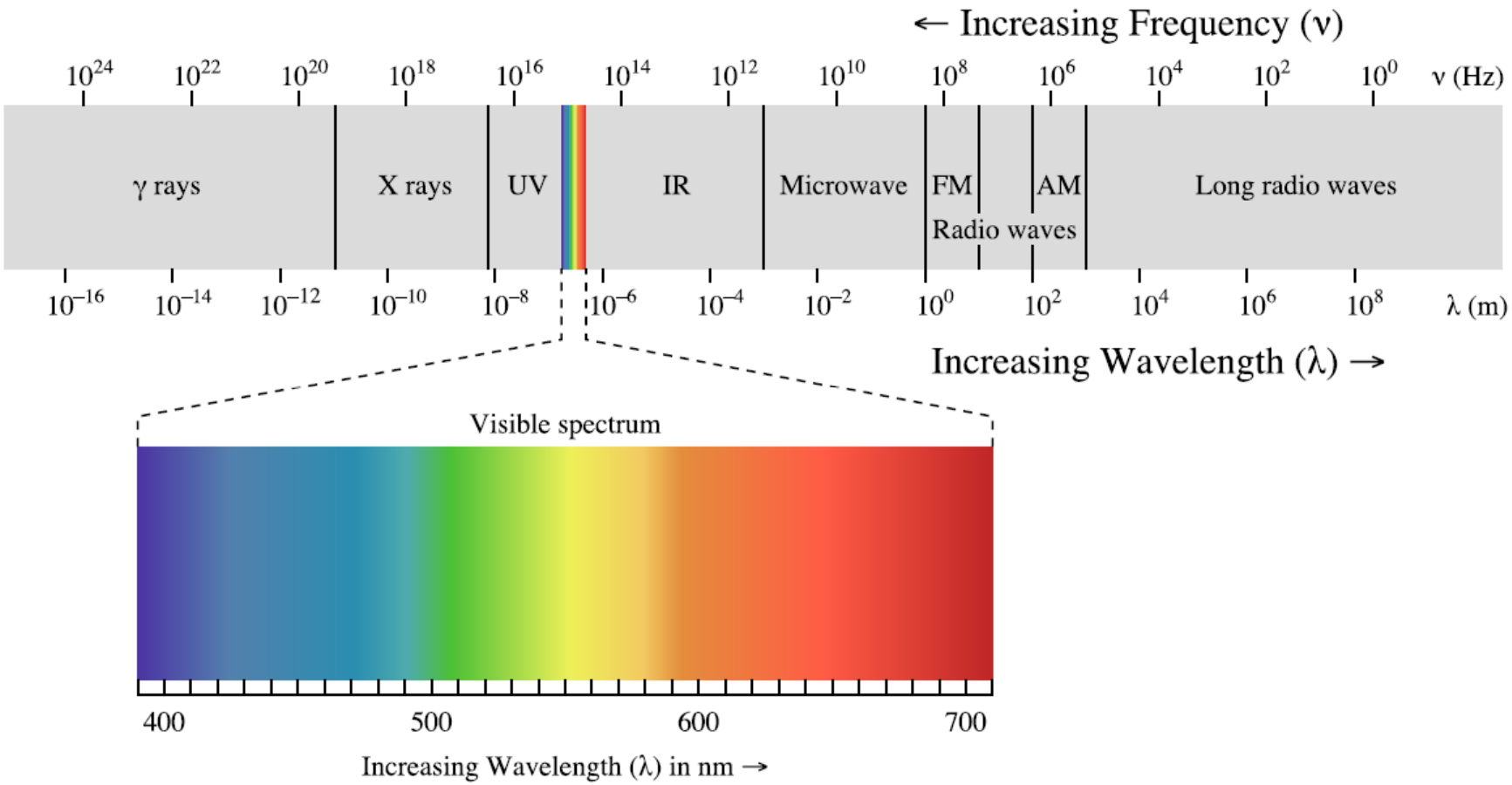


http://phet.colorado.edu/sims/radiating-charge/radiating-charge_en.html

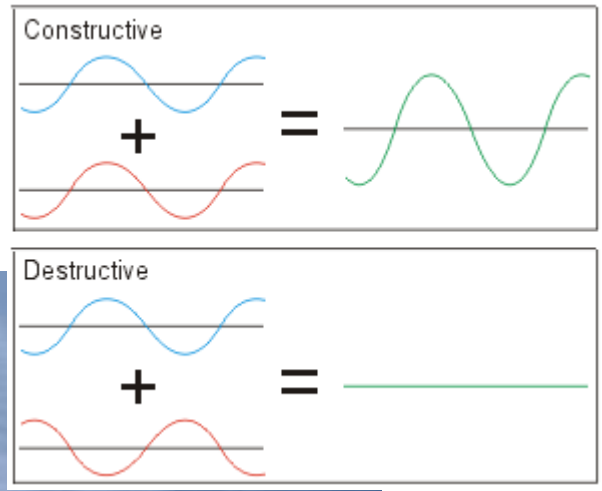
Camp magnètic (B) i elèctric (E) oscil·lants



Ones electromagnètiques

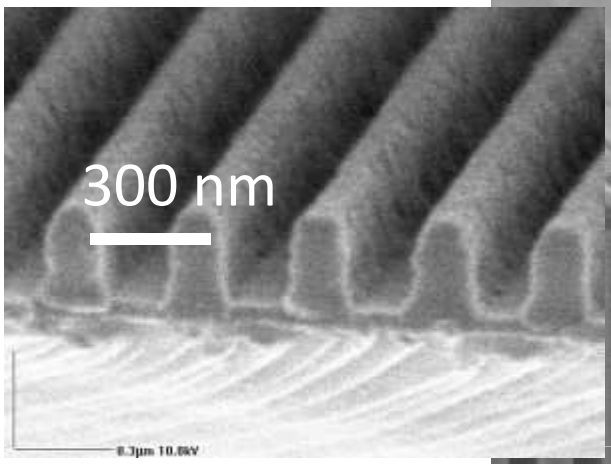


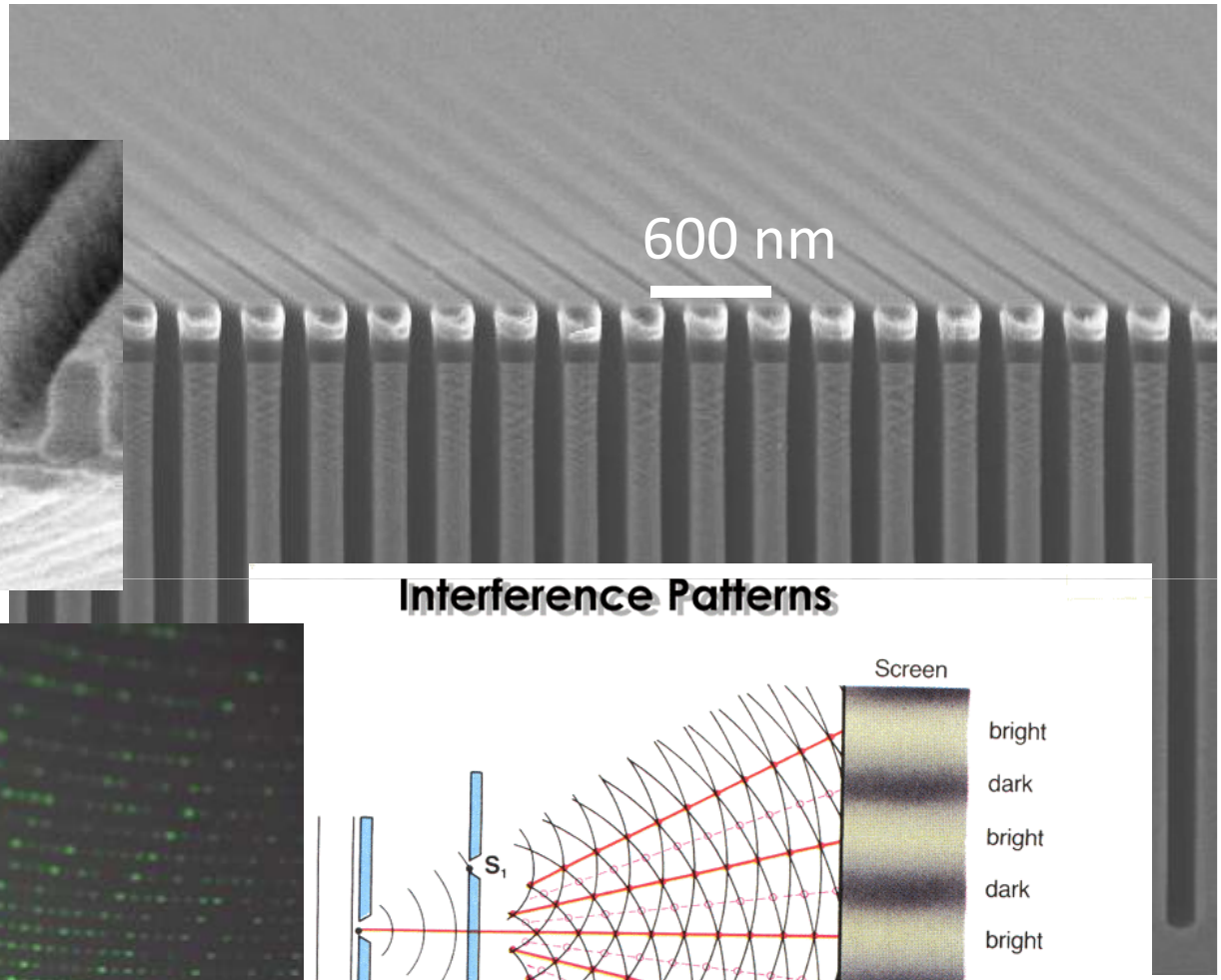
Les ones interfereixen

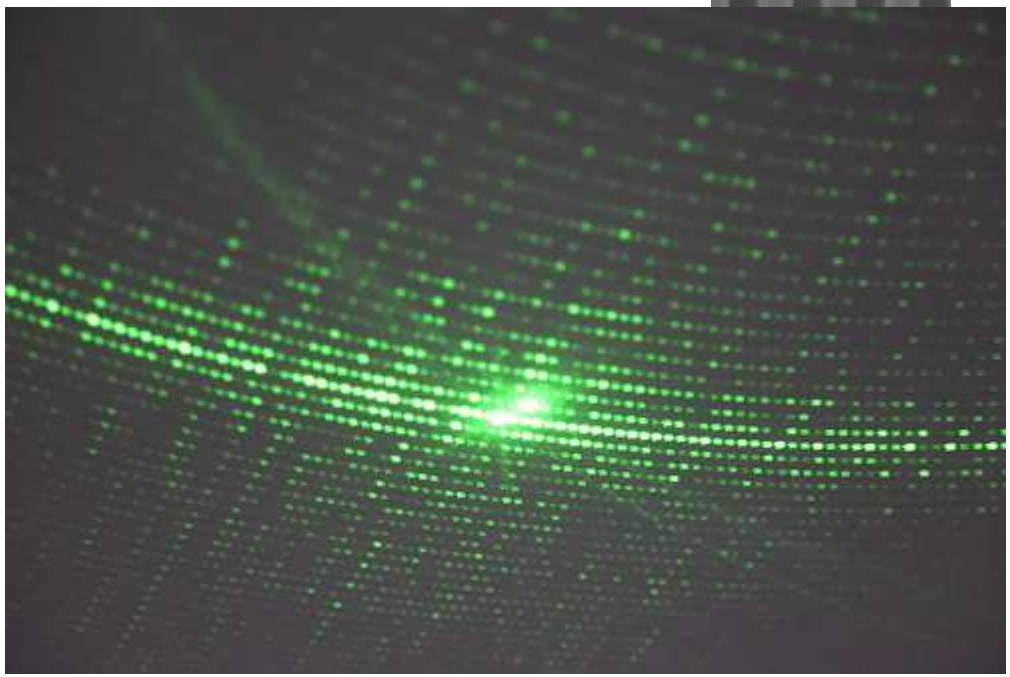


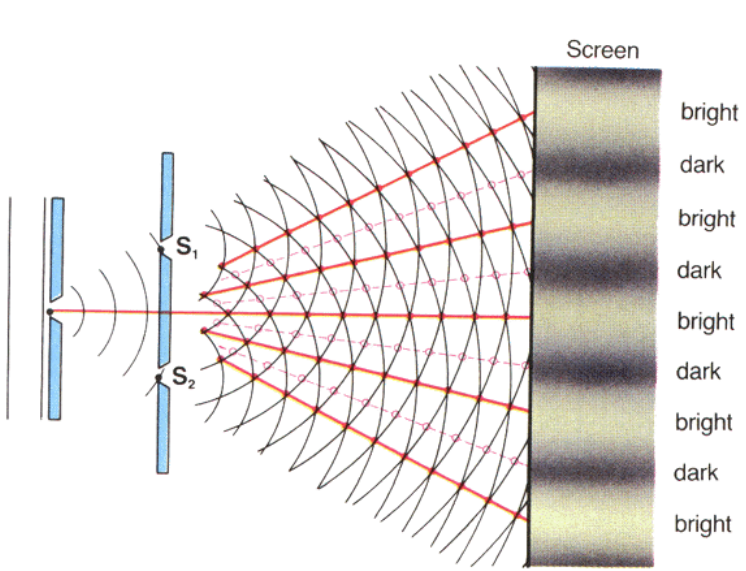
https://www.youtube.com/watch?v=hw3HkZ77iG4

Patrons d'interferència

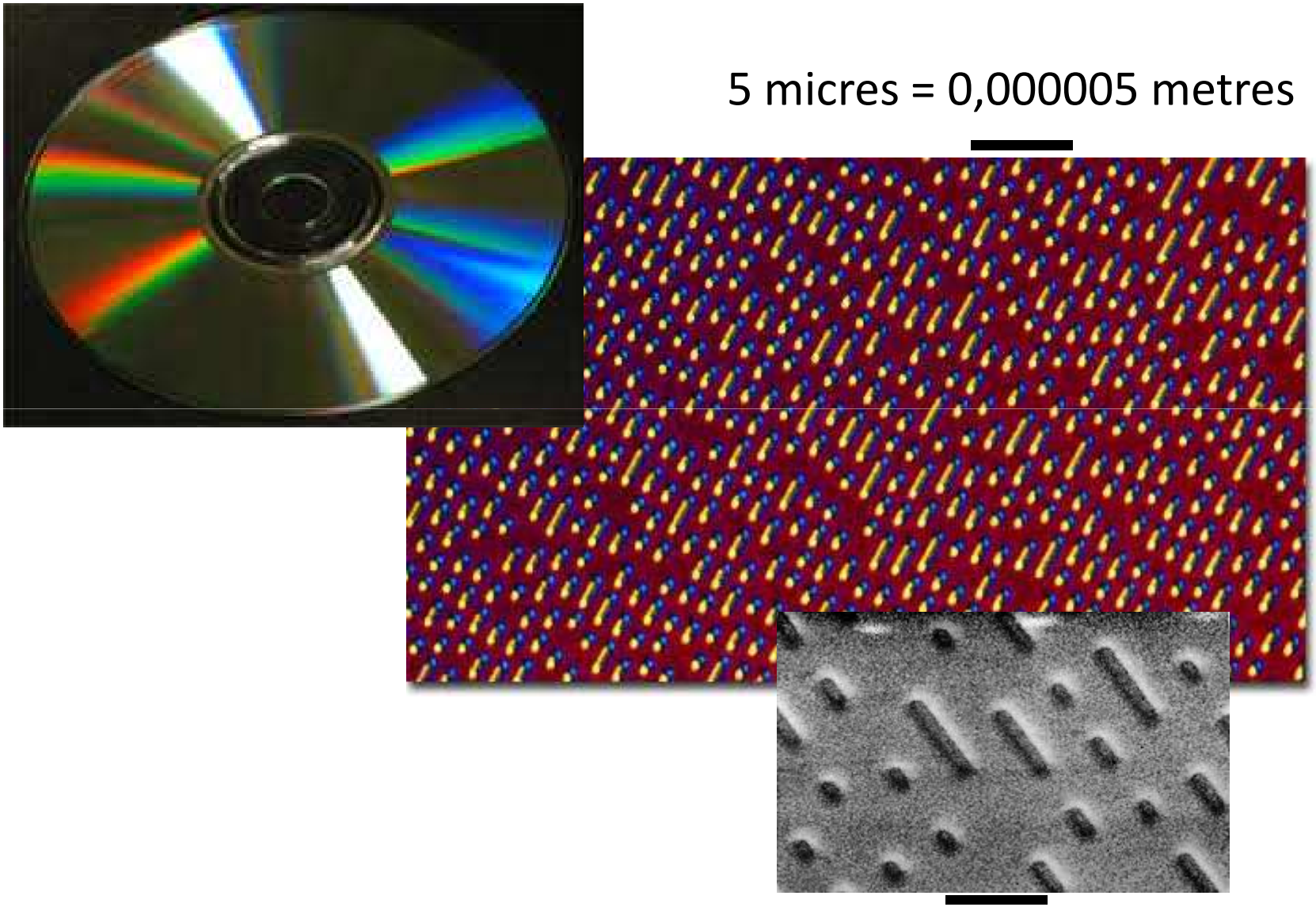




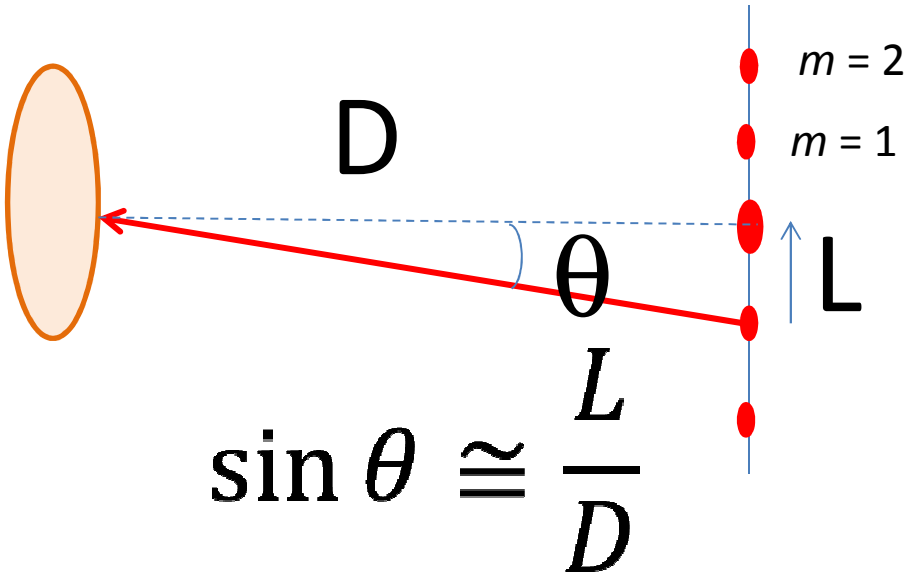




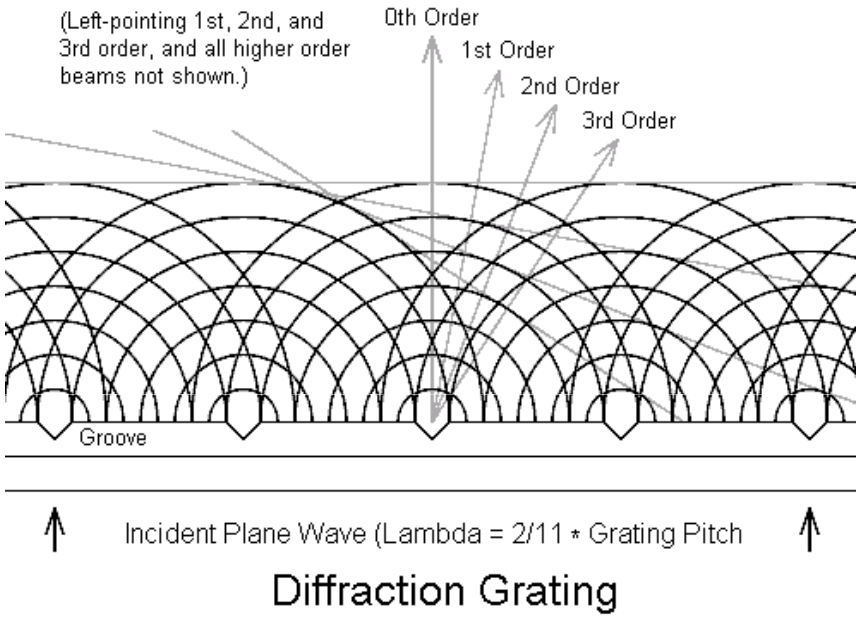
CDs i DVDs

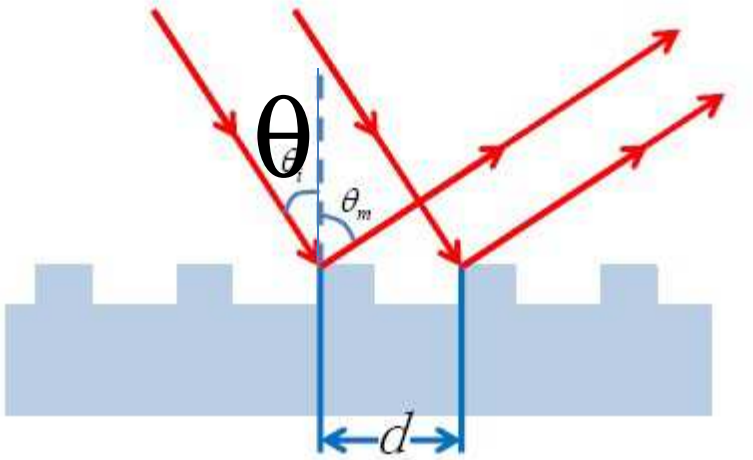


Interferència de la llum amb CDs i DVDs



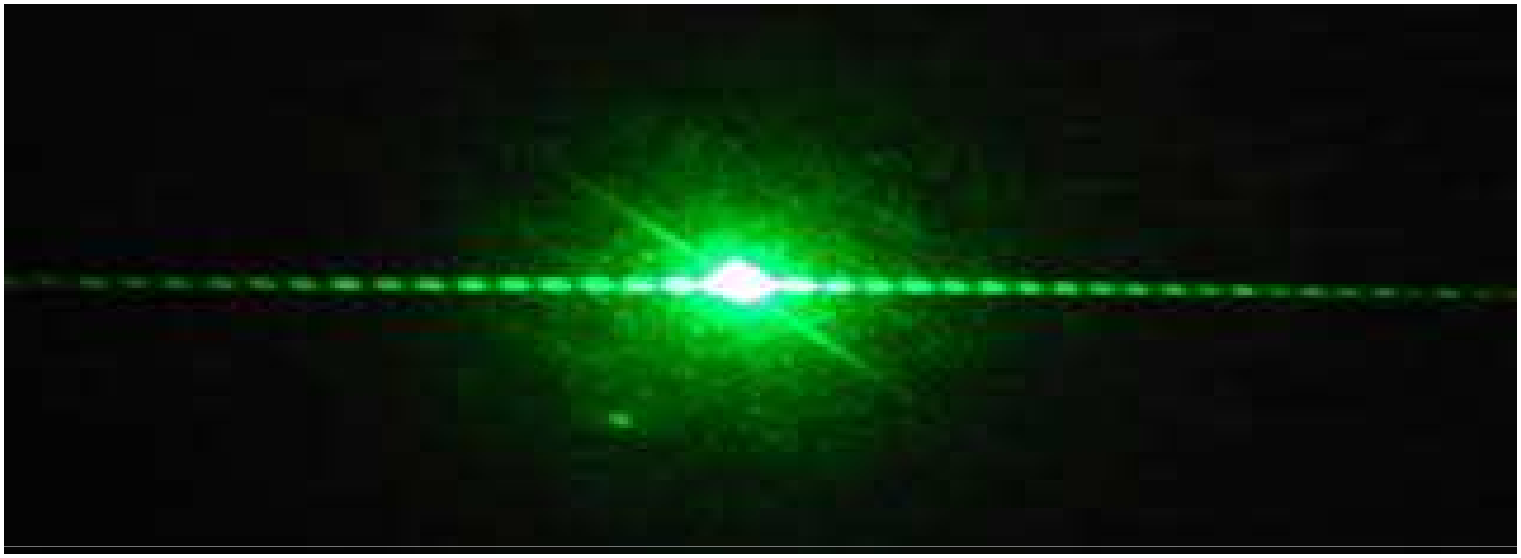
$$\sin\theta \cong \frac{L}{D}$$





$$d\sin\theta = m\lambda$$

Difracció amb un cabell humà



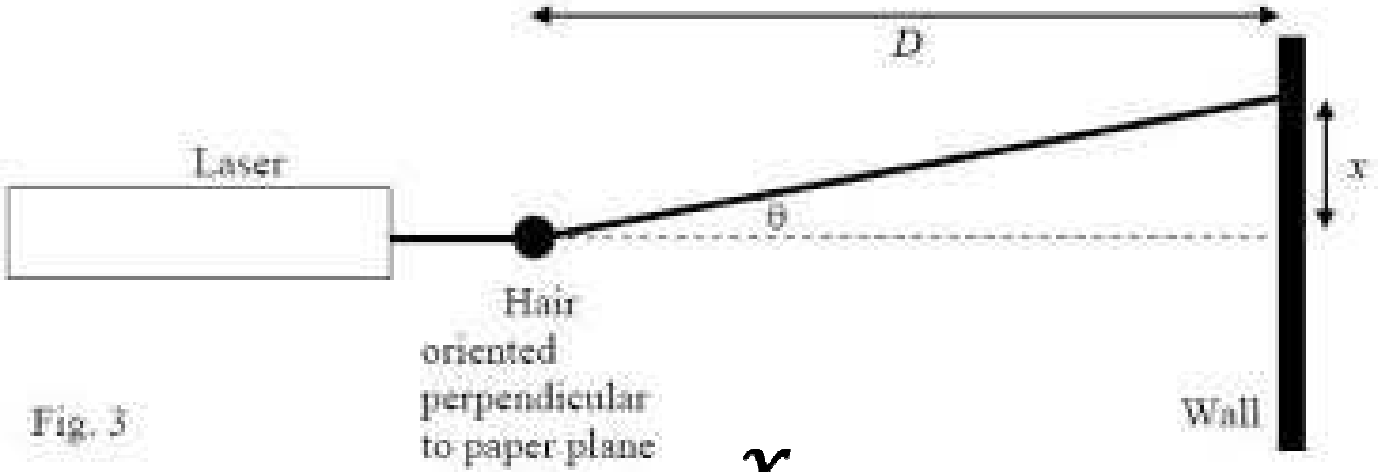
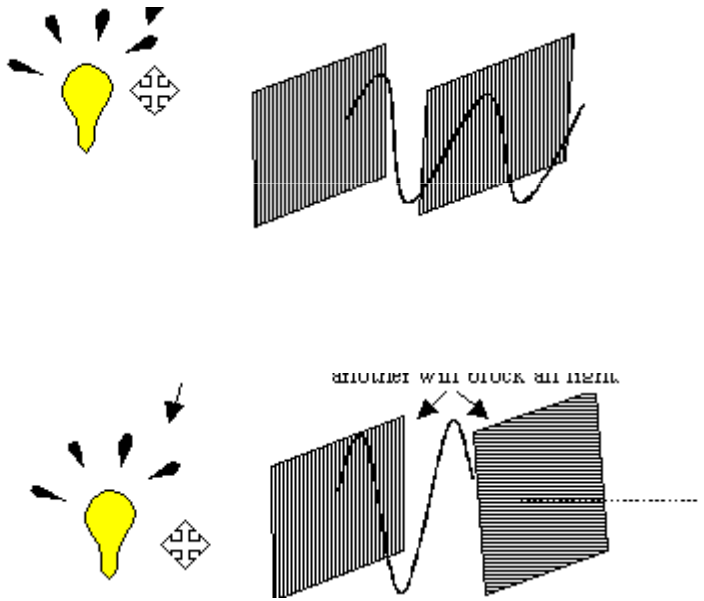


Fig. 3

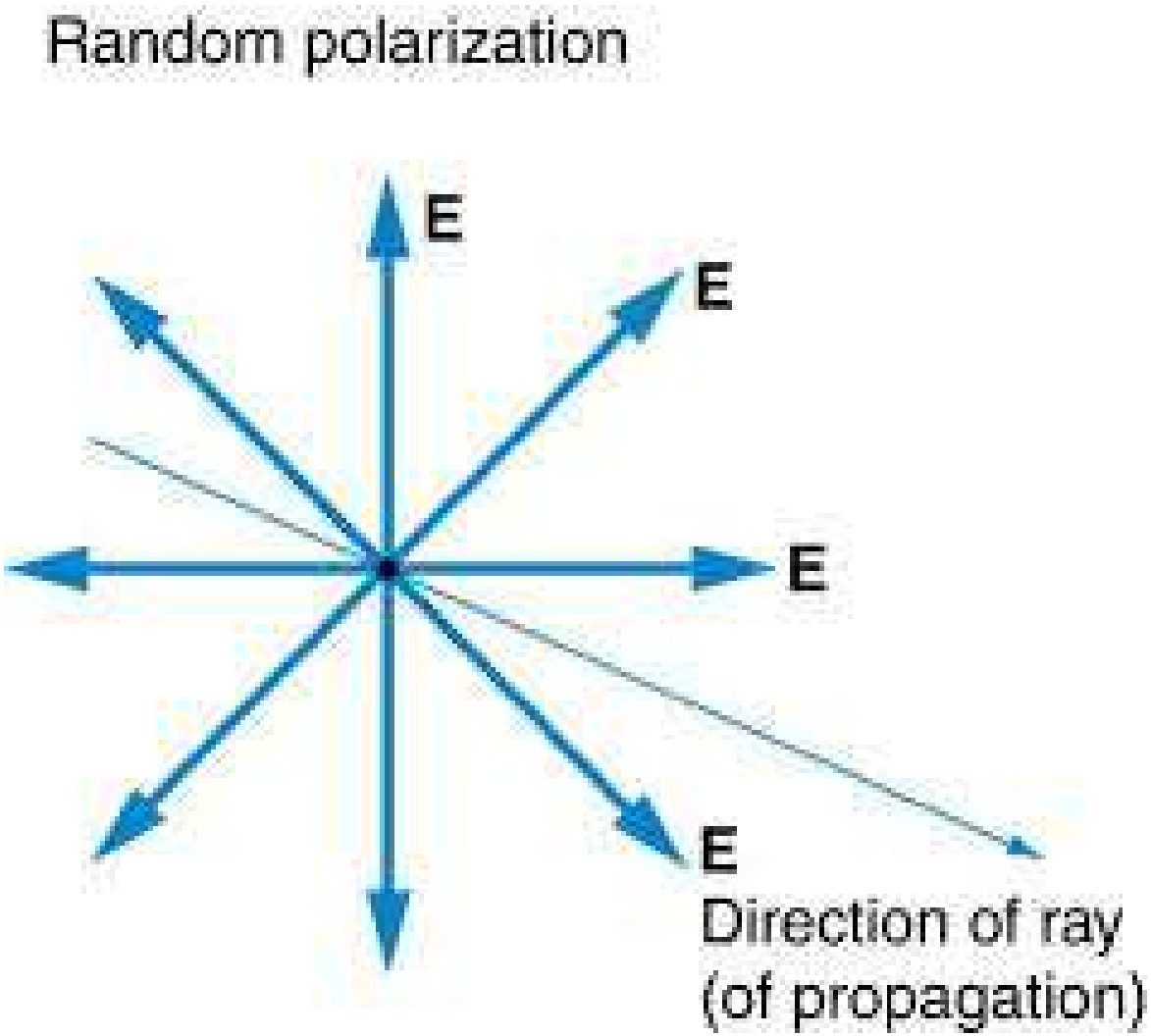
X ≈ 1 mm
D ≈ 100 mm
λ ≈ 500 nm

$$\sin\theta \cong \frac{x}{D} \qquad d\sin\theta = m\lambda$$

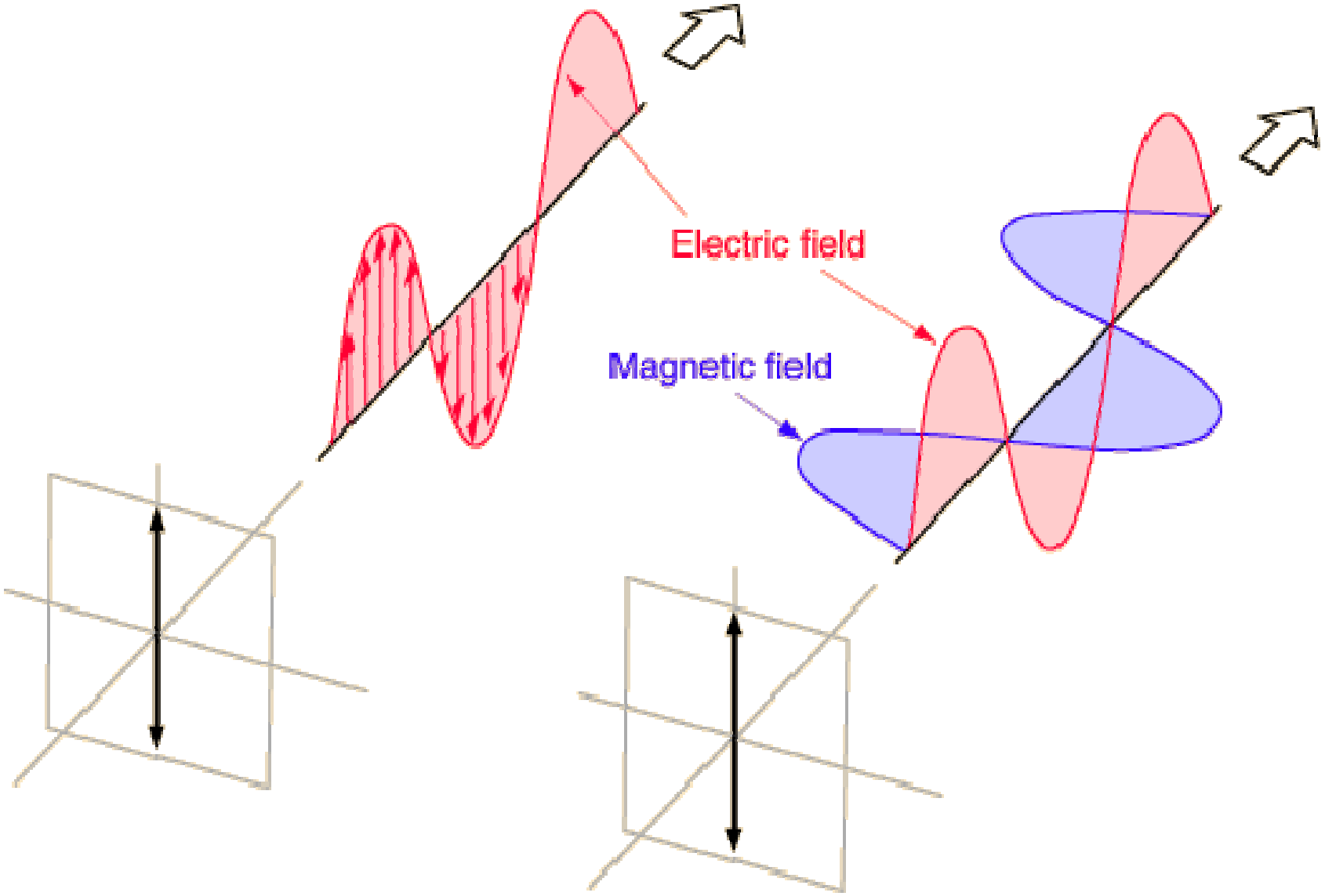
Més enllà de les ones: la polarització de la llum



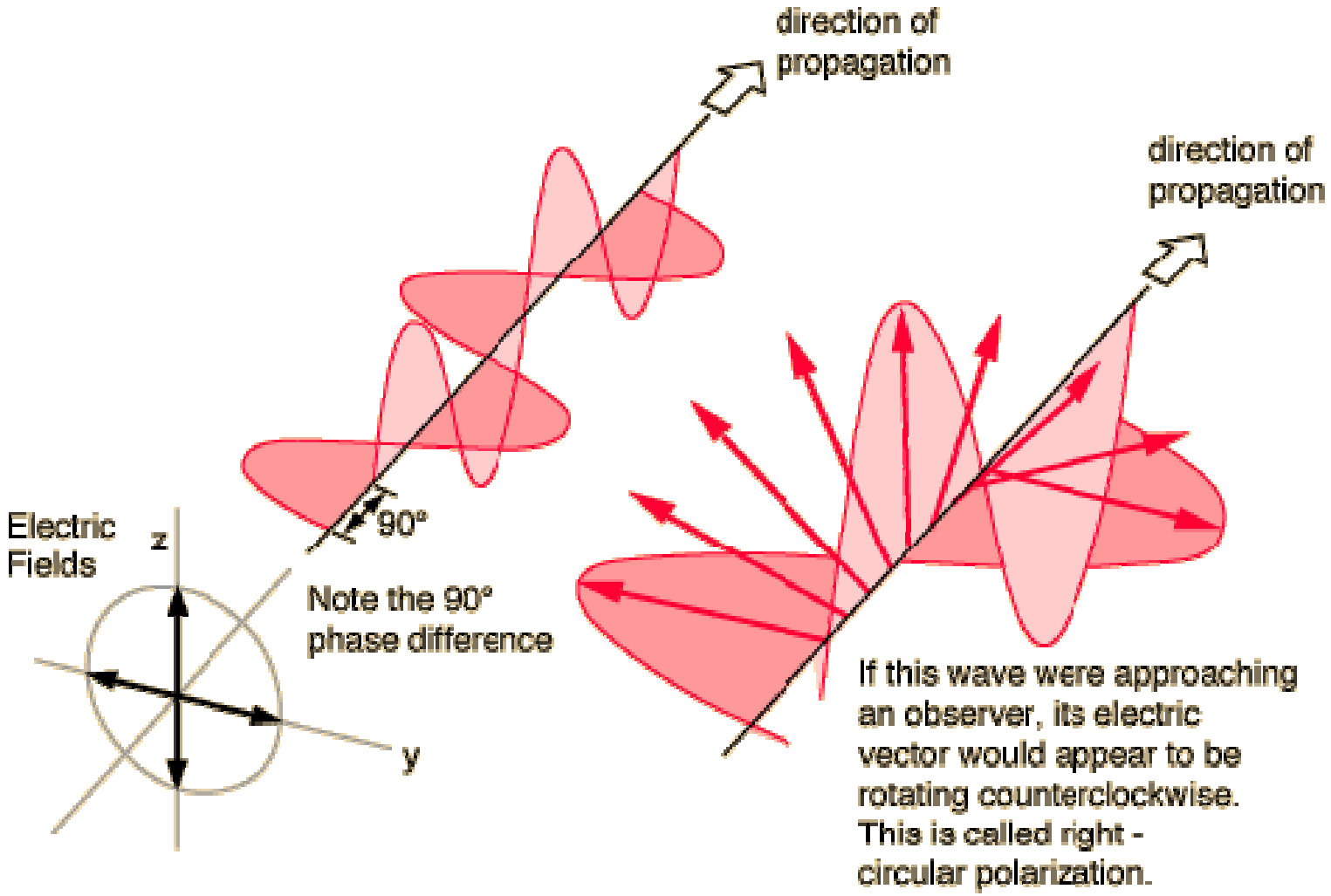
Llum no polaritzada



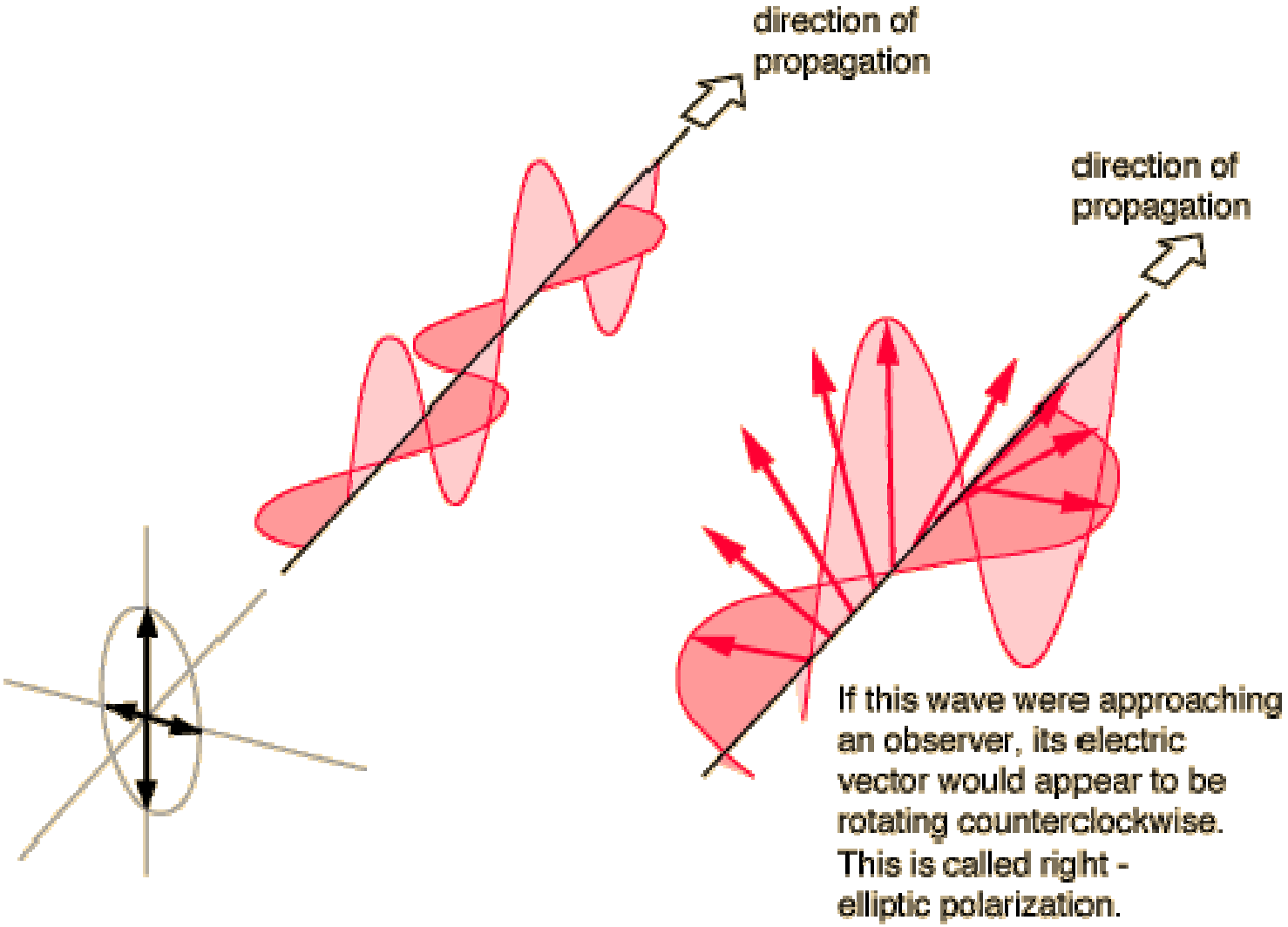
Llum linealment polaritzada



Llum polaritzada circularment

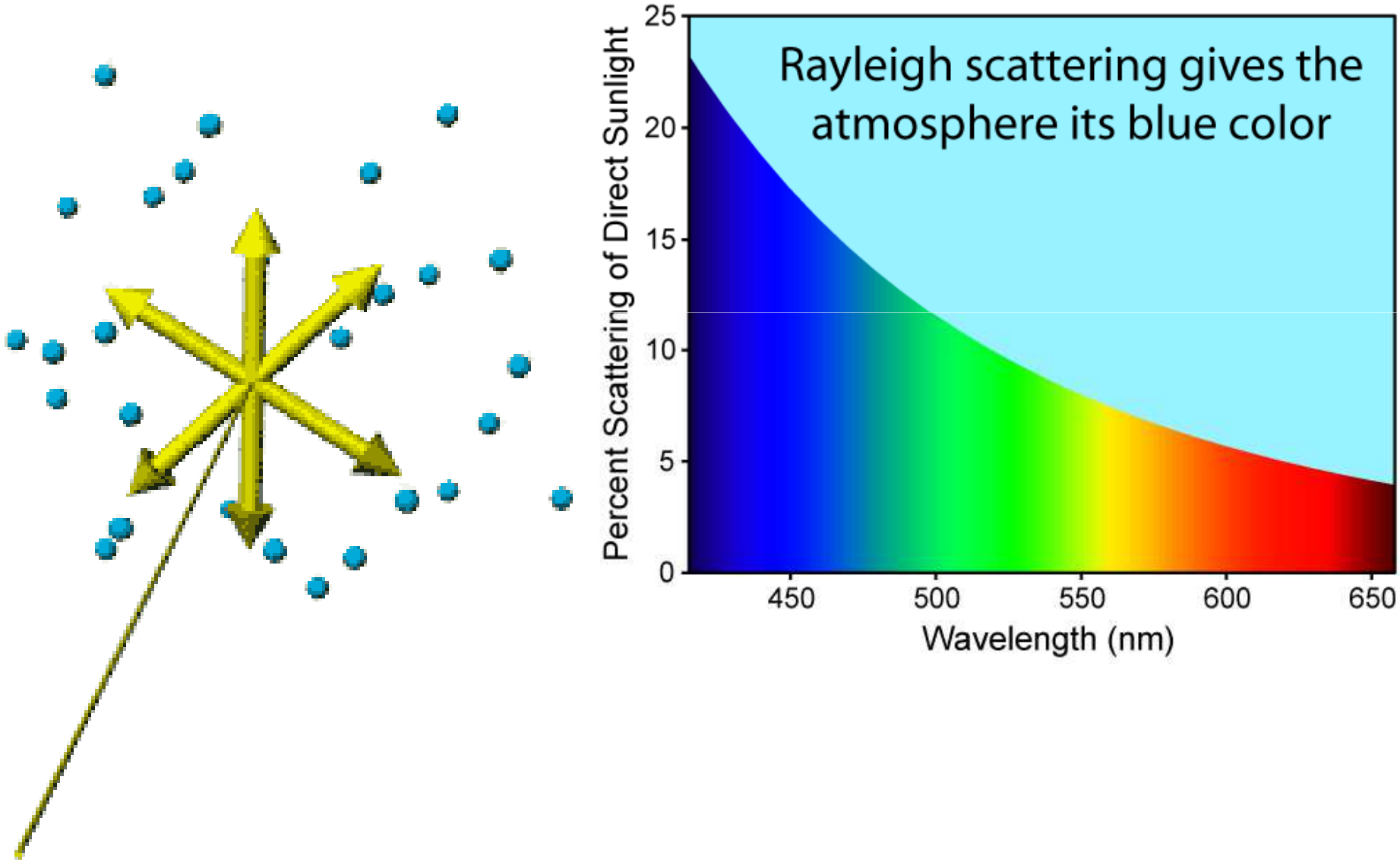


Llum polaritzada el·lípticament

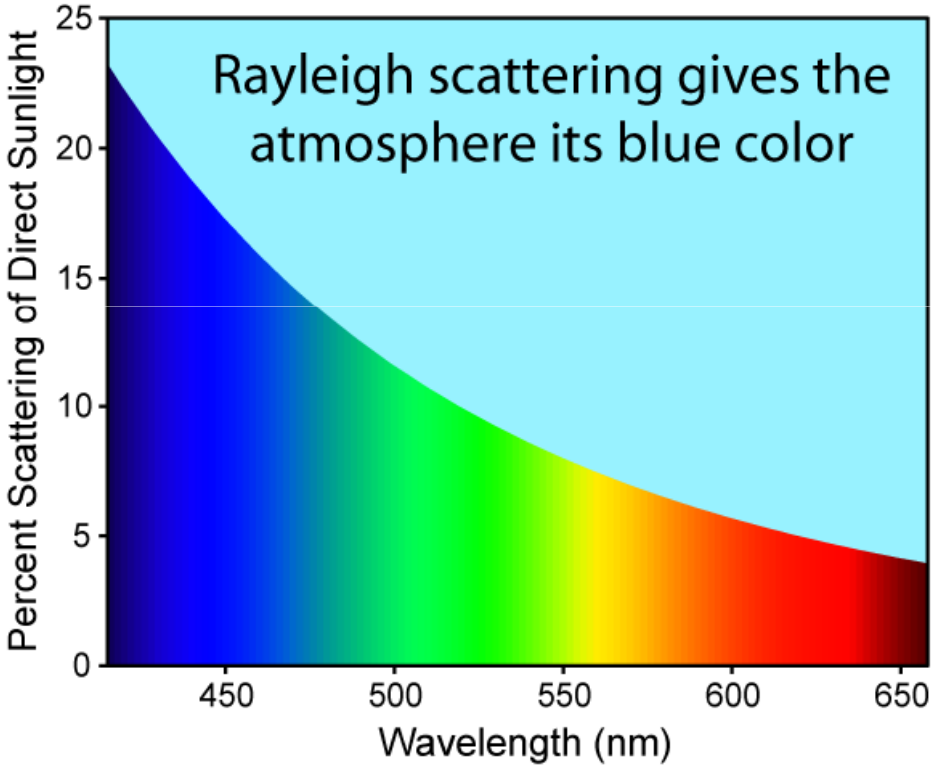


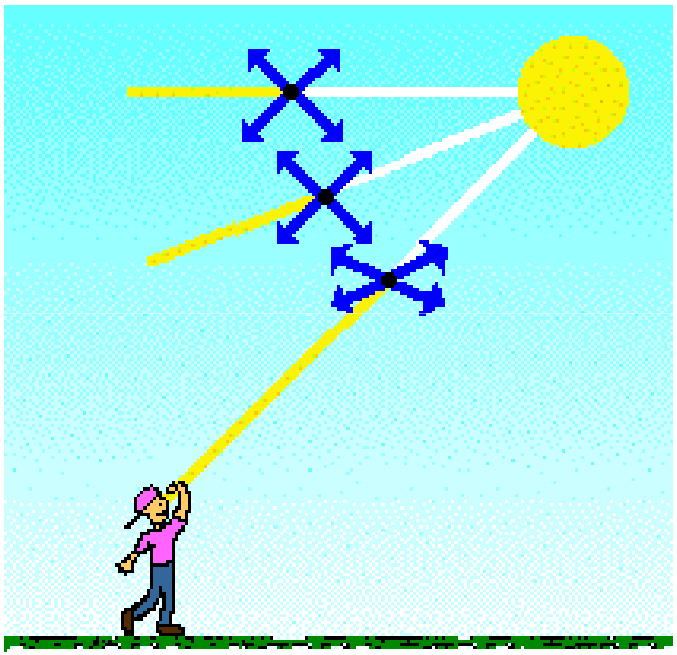
Com es pot polaritzar la llum?

Dispersió de llum per molècules



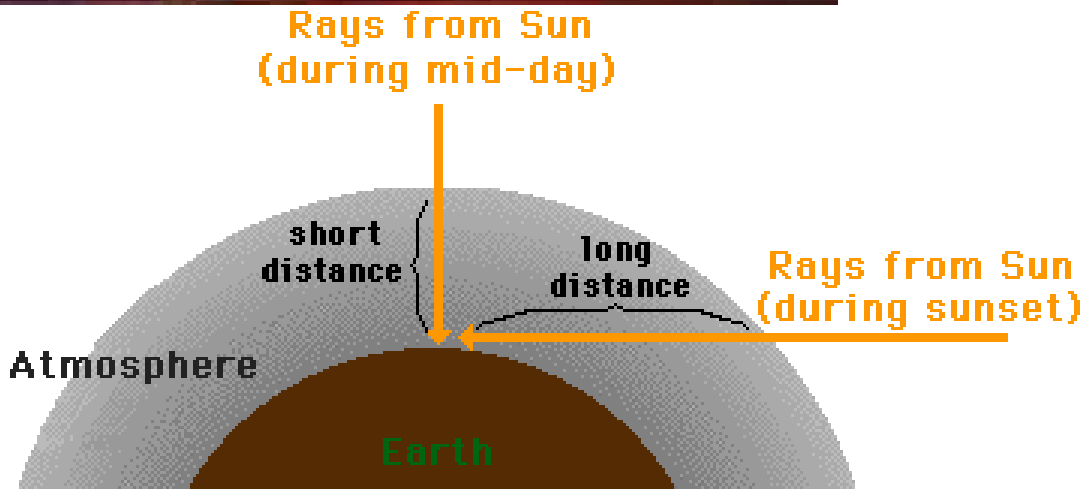
Polarització de la llum al cel



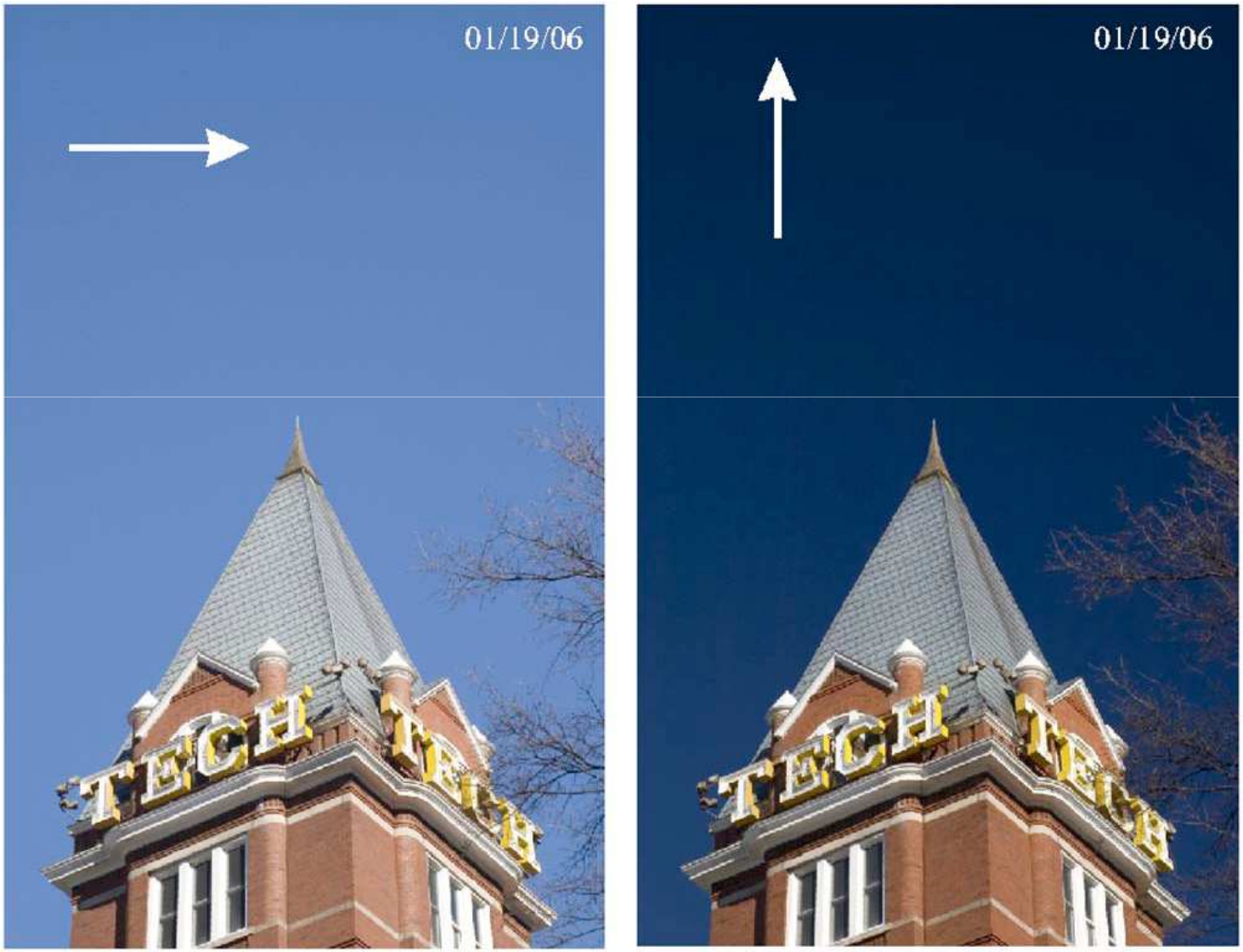


The yellow appearance of the noon-day sun is due to the scattering of the higher frequencies of sunlight.

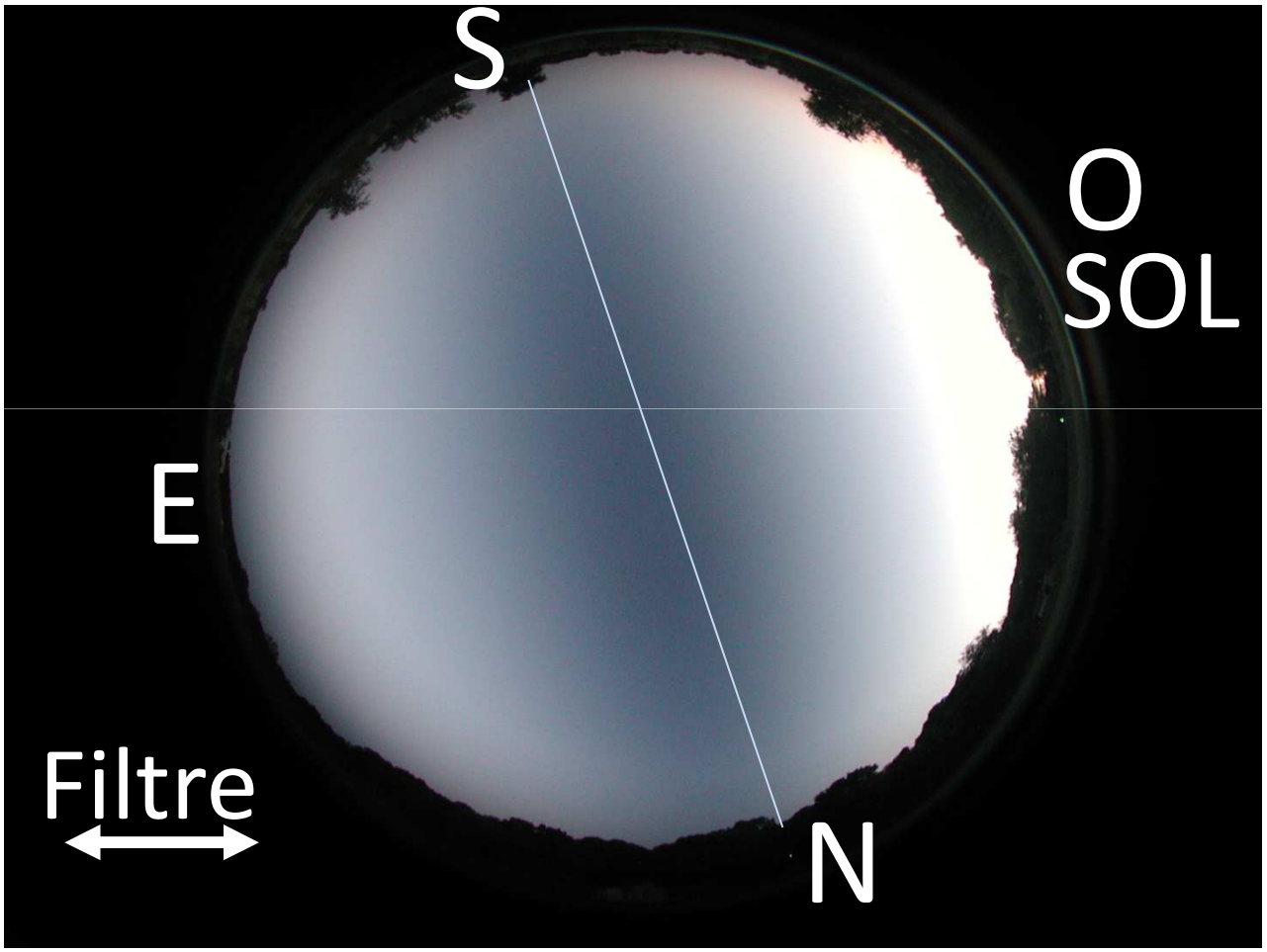
Posta de Sol


Rays from Sun
(during mid-day)
short
distance
long
distance
Rays from Sun
(during sunset)
Atmosphere
Earth

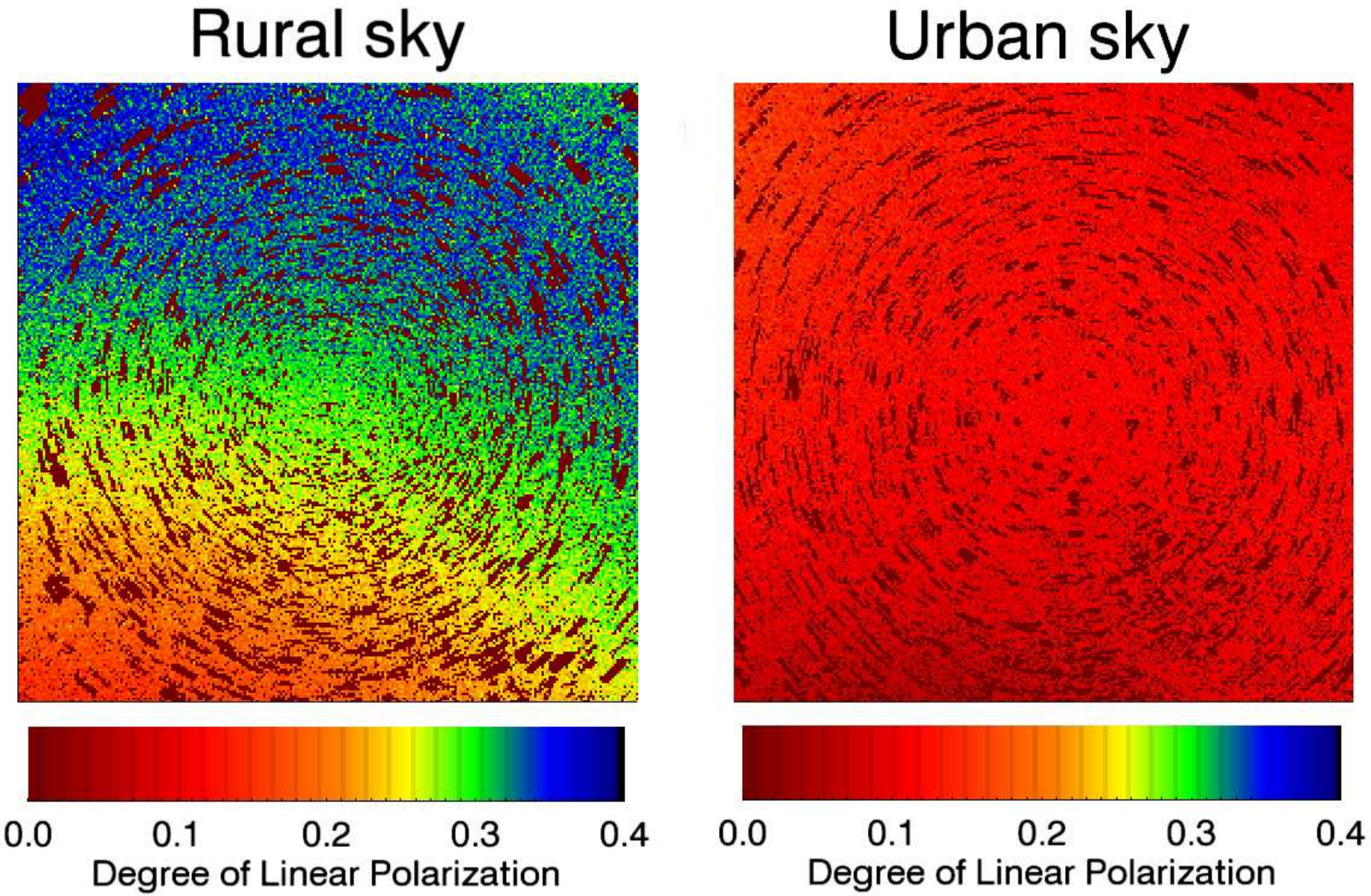
Ús de polaritzadors en fotografia: el cel



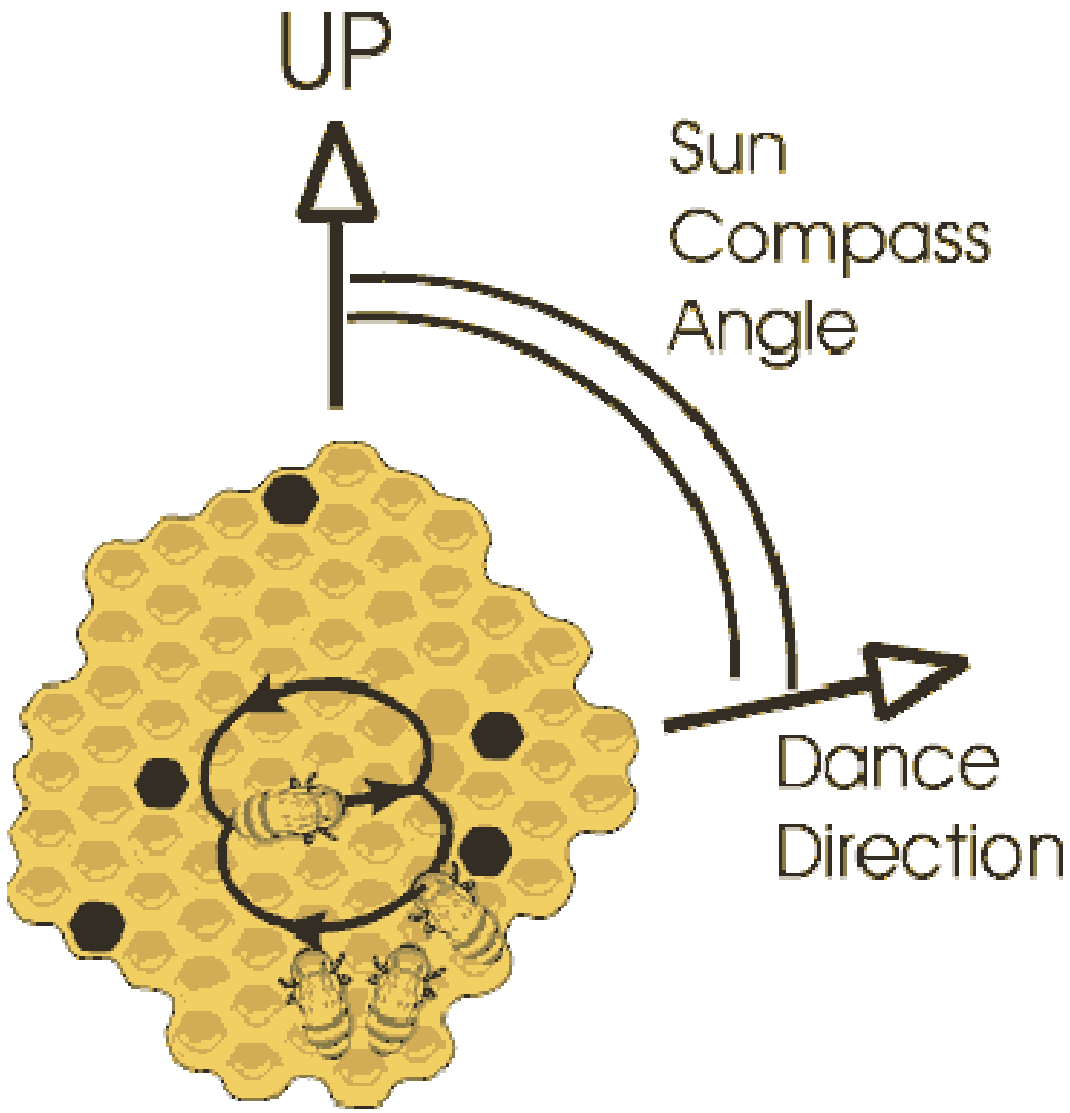
Polarització del cel a la posta del Sol

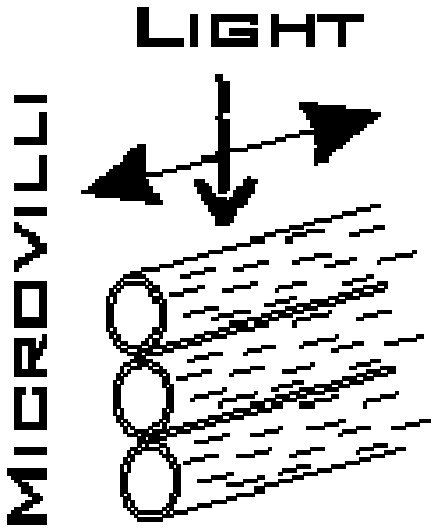


Efecte de la contaminació en la polarització



Les abelles perceben la polarització de la llum al cel

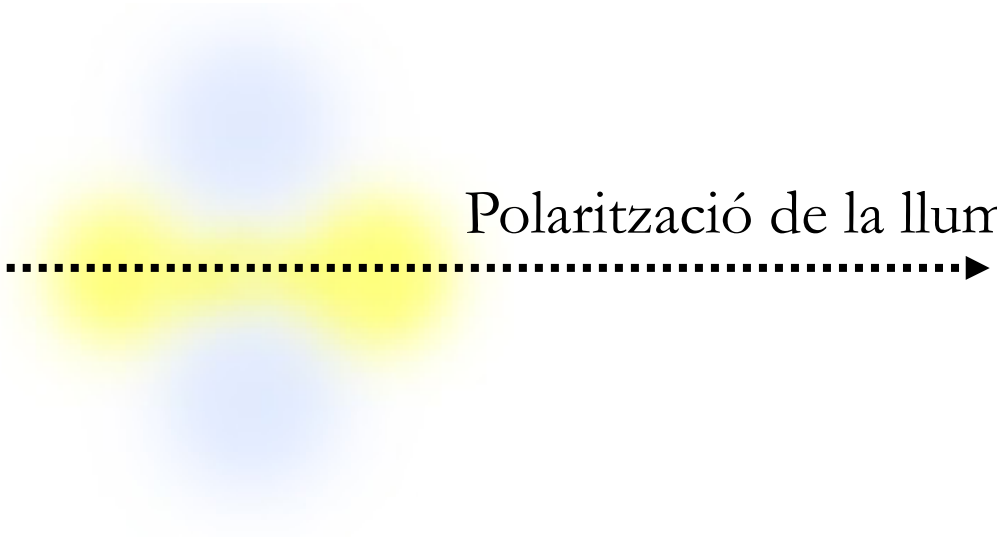


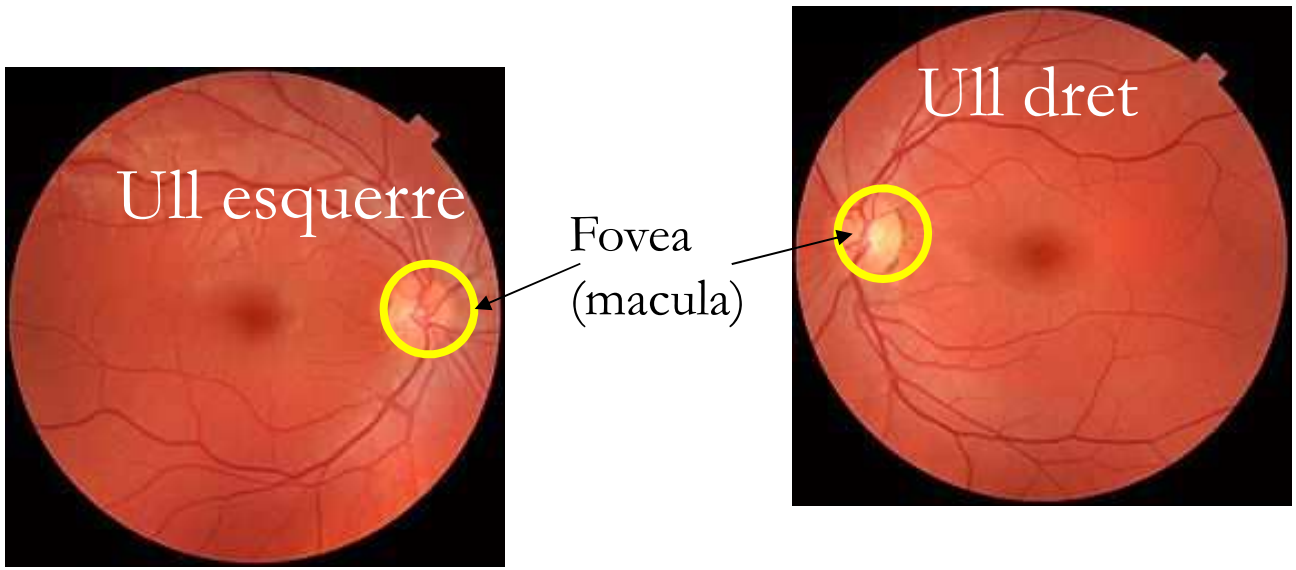


RHODOPSIN MOLECULE

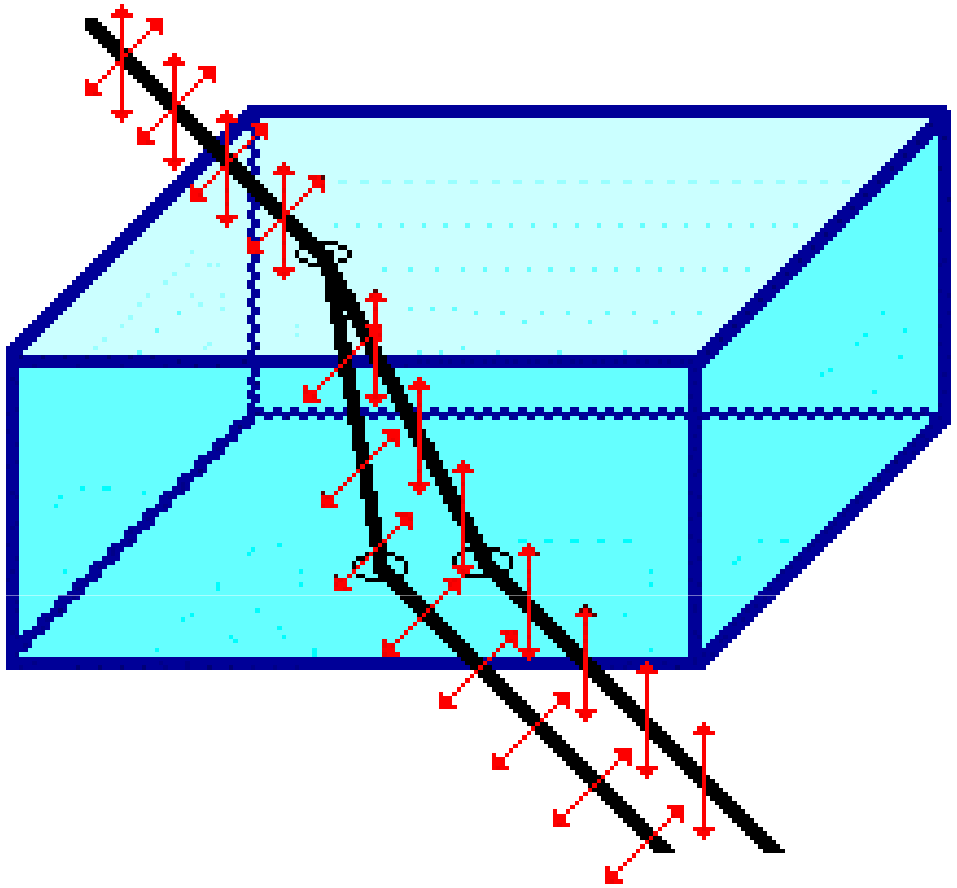
Els nostres ulls també poden percebre la polarització de la llum!

Efecte Haidinger



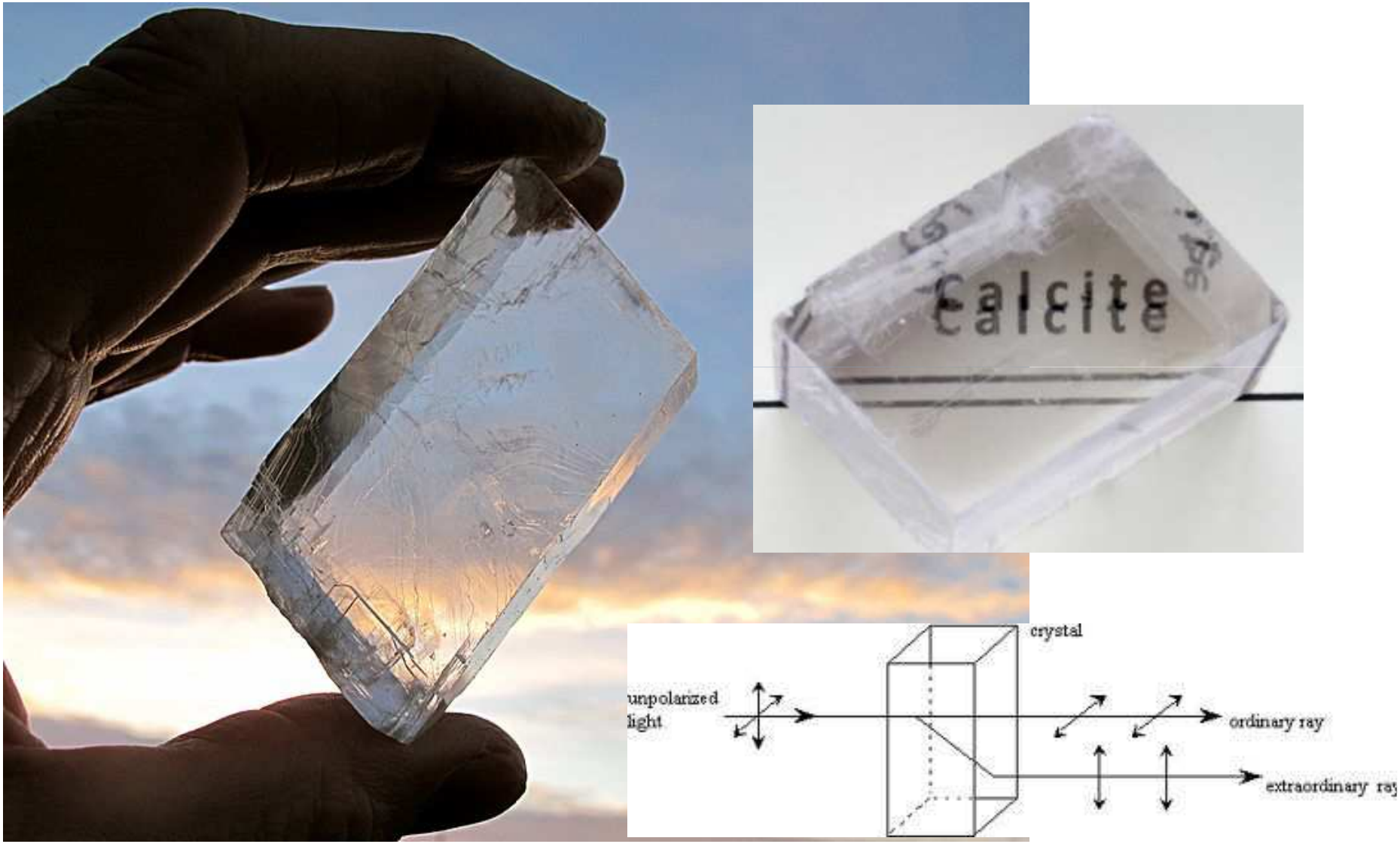


Polarització per doble refracció



The two refracted rays passing through the Iceland Spar crystal are polarized with perpendicular orientations.

Calcita (espat d'Islàndia)

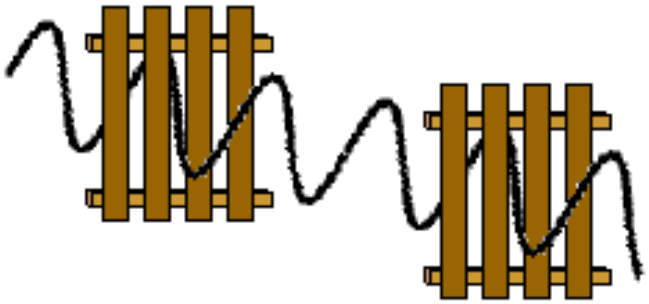


Calcita (espat d'Islàndia): jugant amb la llum polaritzada

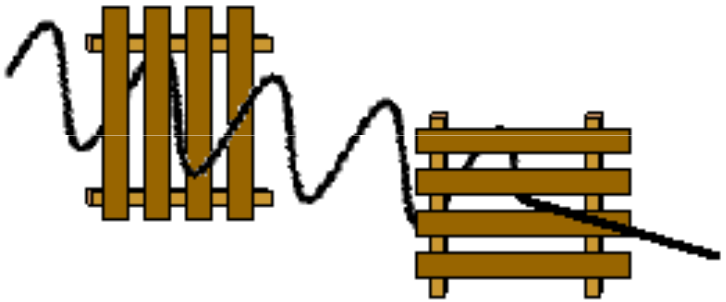
https://www.youtube.com/watch?v=4byrfj5ZJ9E

Polarització per filtres de Polaroid

The Picket Fence Analogy



When the pickets of both fences are aligned in the vertical direction, a vertical vibration can make it through both fences.



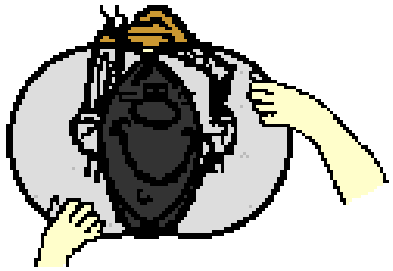
When the pickets of the second fence are horizontal, vertical vibrations which make it through the first fence will be blocked.

Teacher

Teacher seen through two Polaroids

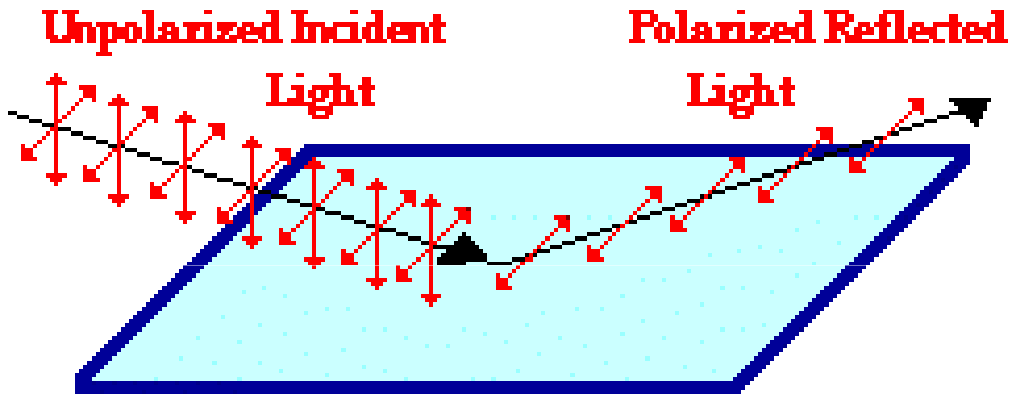
Axes aligned parallel to each other

Teacher seen through two Polaroids



Axes aligned perpendicular to each other

Polarització per reflexió en dielèctrics



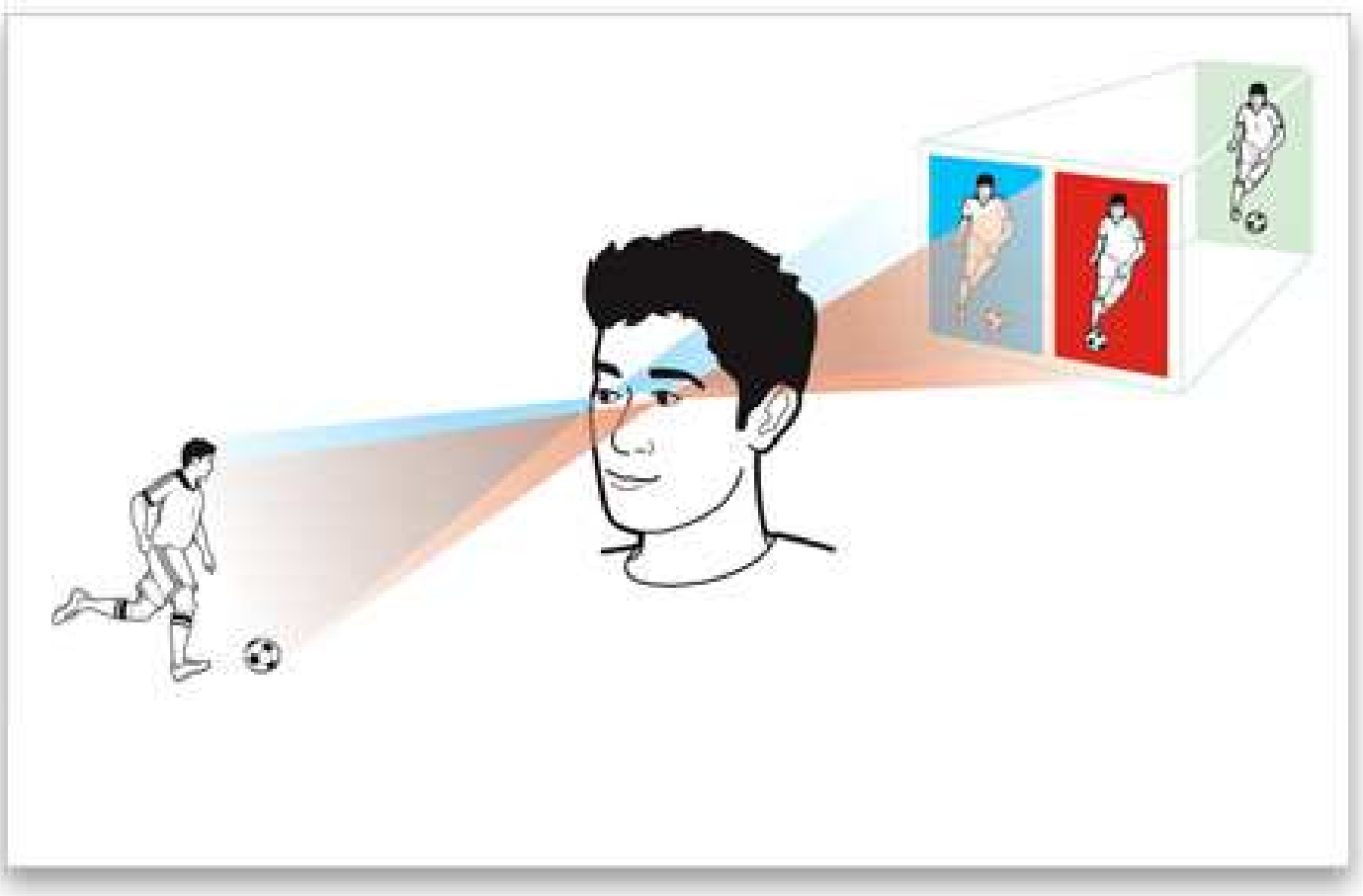
Reflection of light off of non-metallic surfaces results in some degree of polarization parallel to the surface.

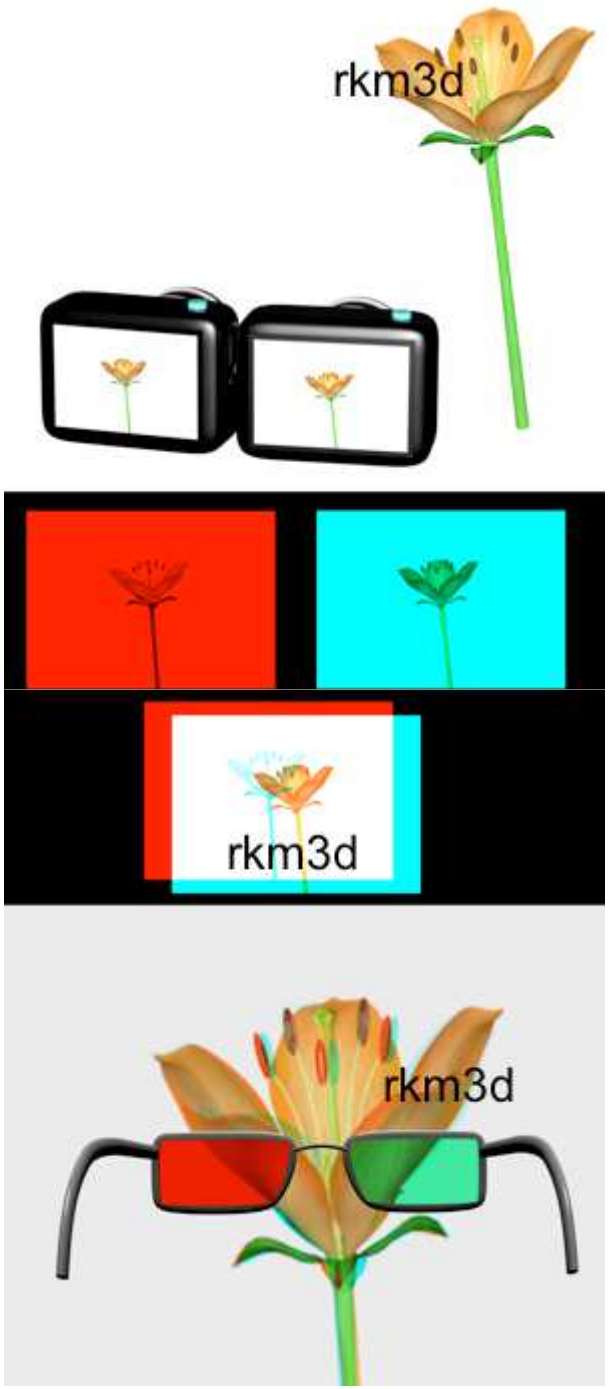
Eliminació de reflexos en fotografia

L'ús de filtres polaritzadors redueix l'enlluernament provocat per reflexos

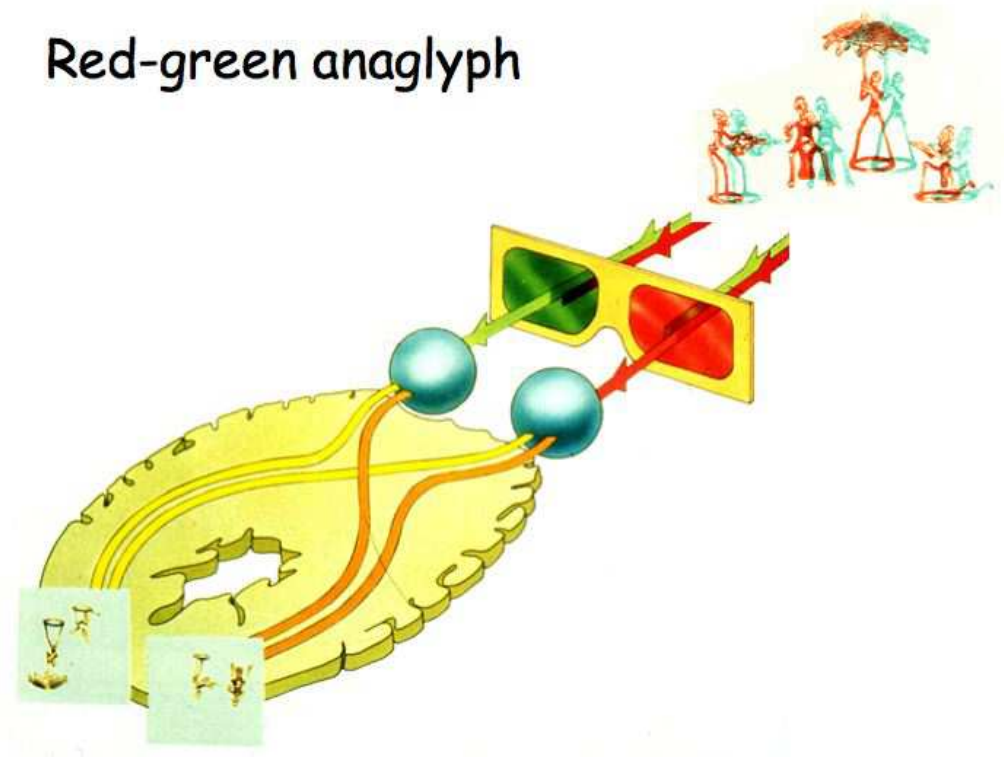
Com podem veure pel·lícules en 3D?

Com percep el nostre cervell les tres dimensions?

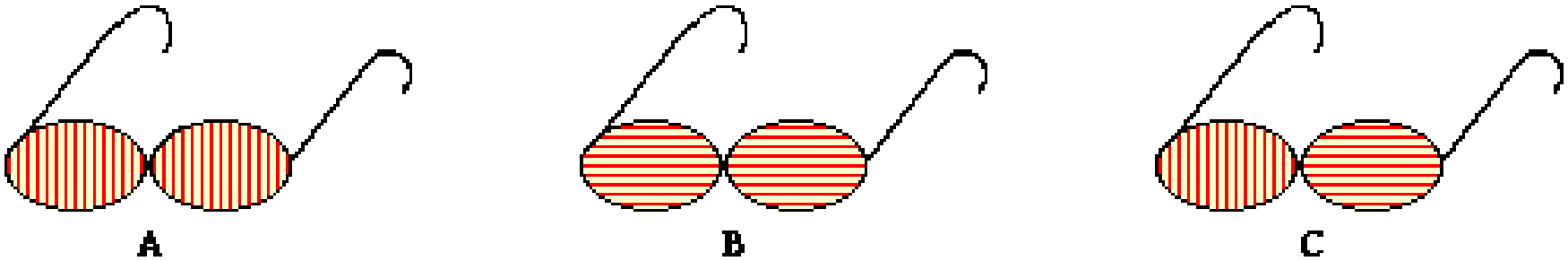




Imatges amb 3D, sense llum polaritzada: els anàglifs



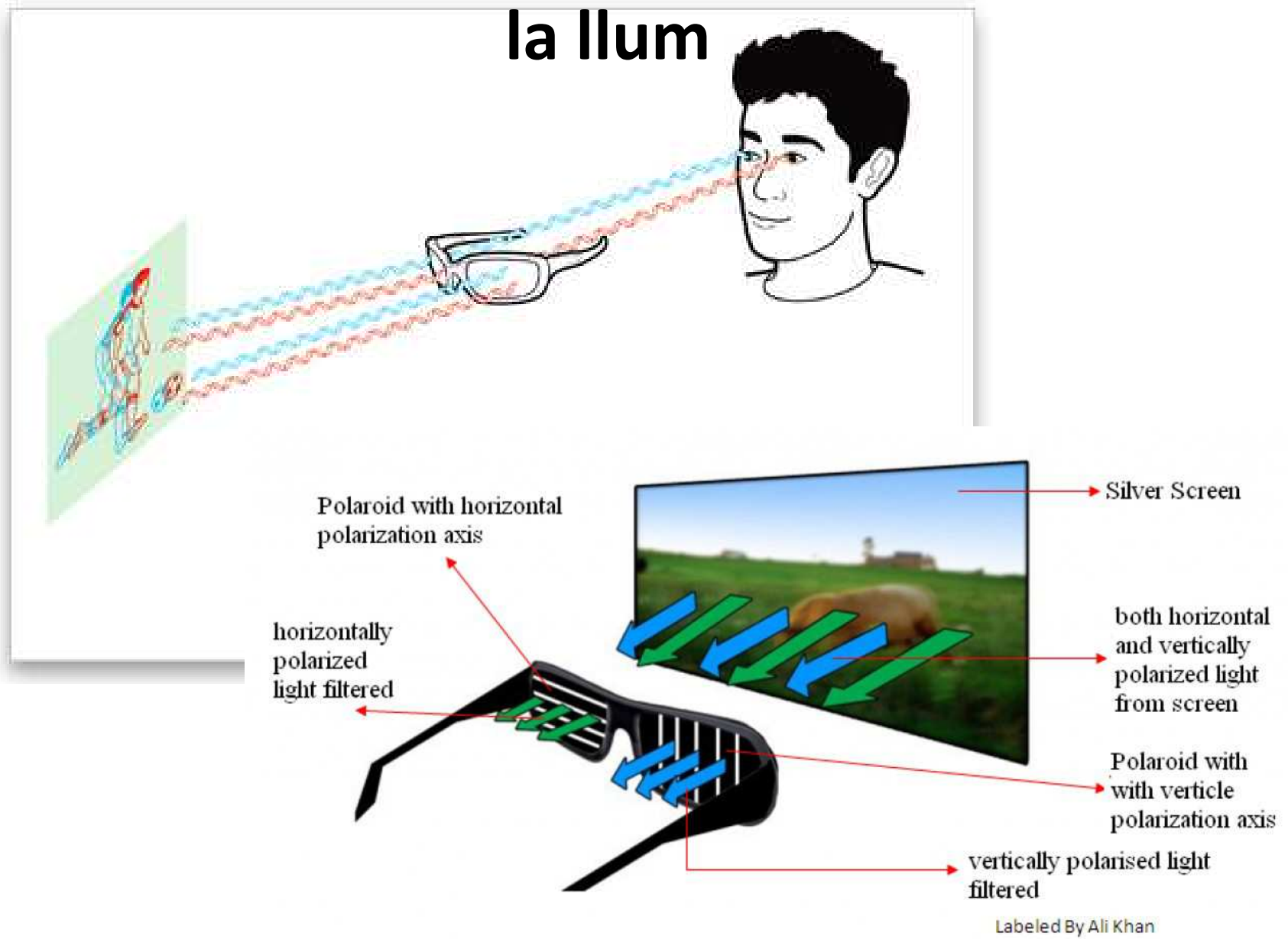
Percepció 3D al cervell, codificant amb els colors



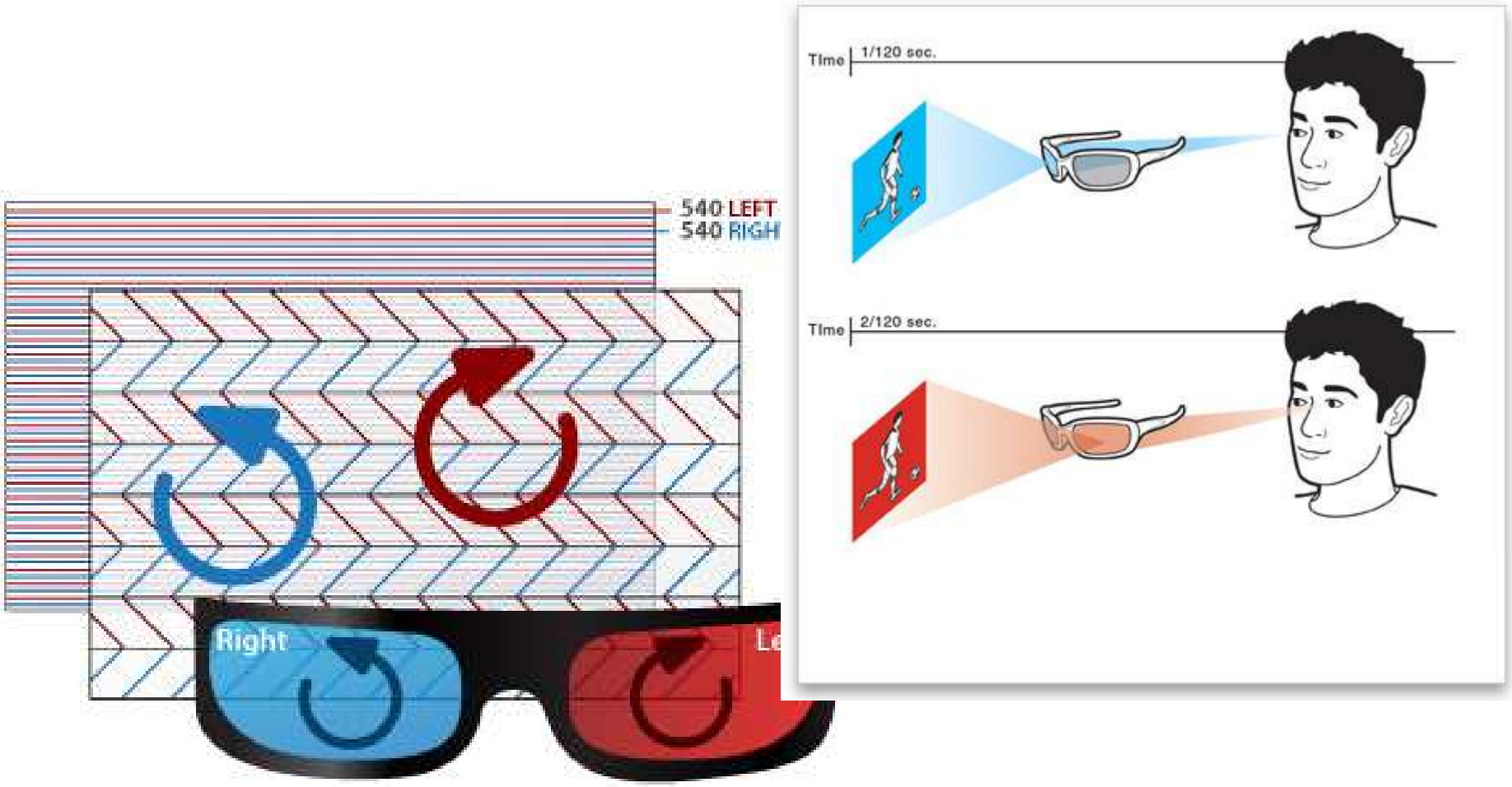
Com podem veure pel·lícules en 3D fent servir la llum polaritzada¿

La llum de la pantalla està polaritzada?

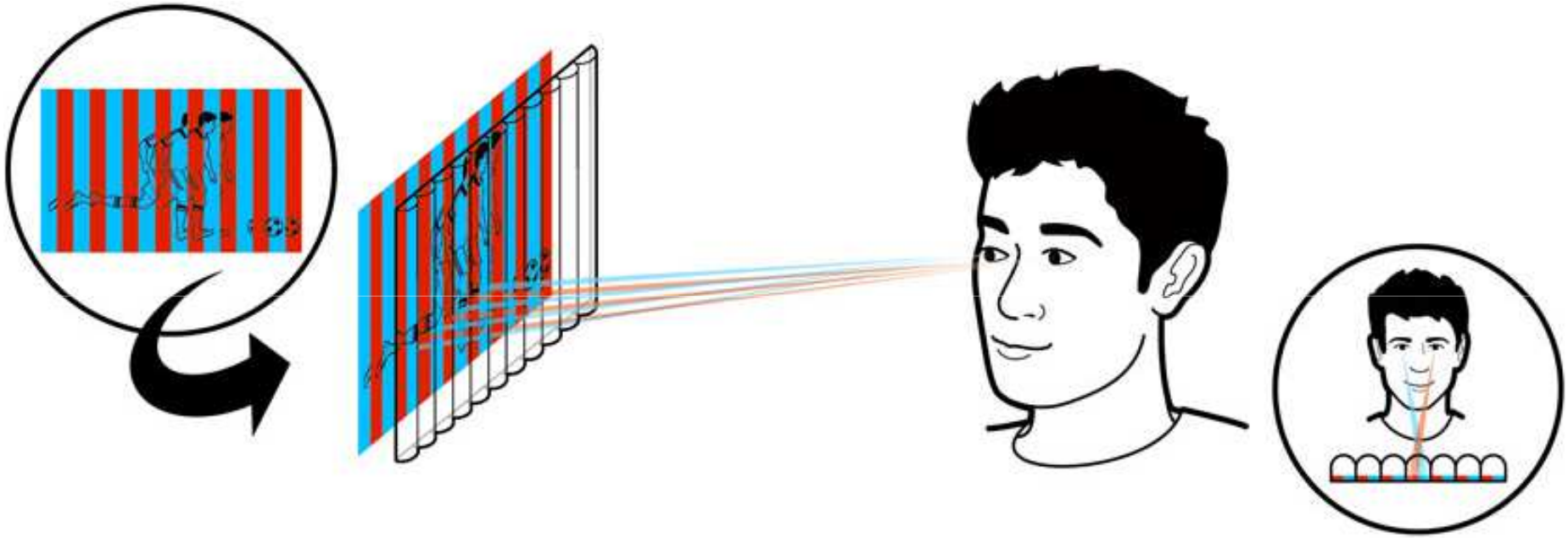
Pel·lícules 3D amb ulleres que polaritzen la llum



Televisors 3D amb llum polaritzada



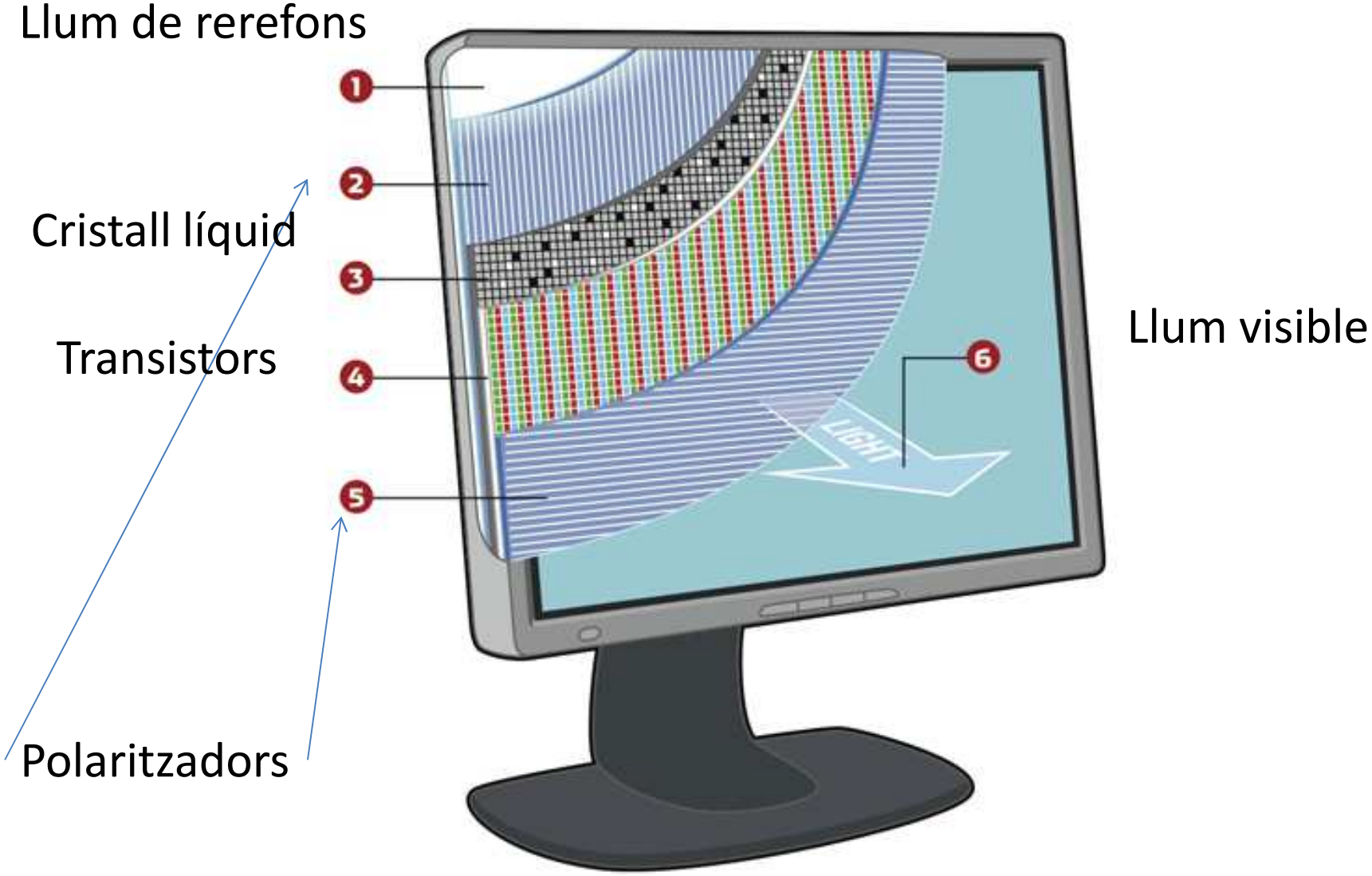
Televisors 3D amb llum polaritzada sense ulleres: nova generació



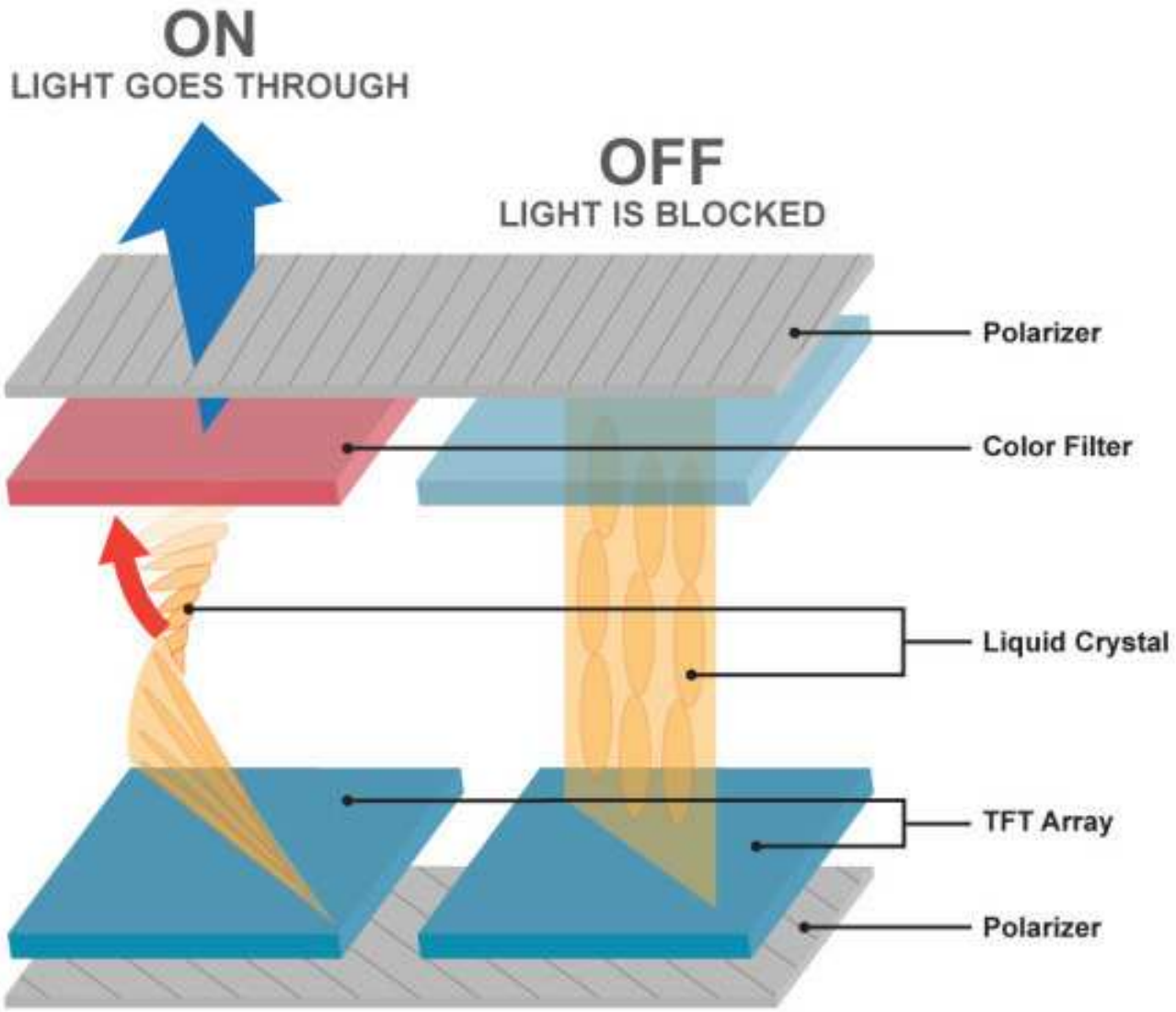
Les lents polaritzades es posen just davant de la pantalla de la TV, i redirigeixen les imatges als ulls dret/esquerre.

Com funcionen les pantalles de cristall líquid? LCDs

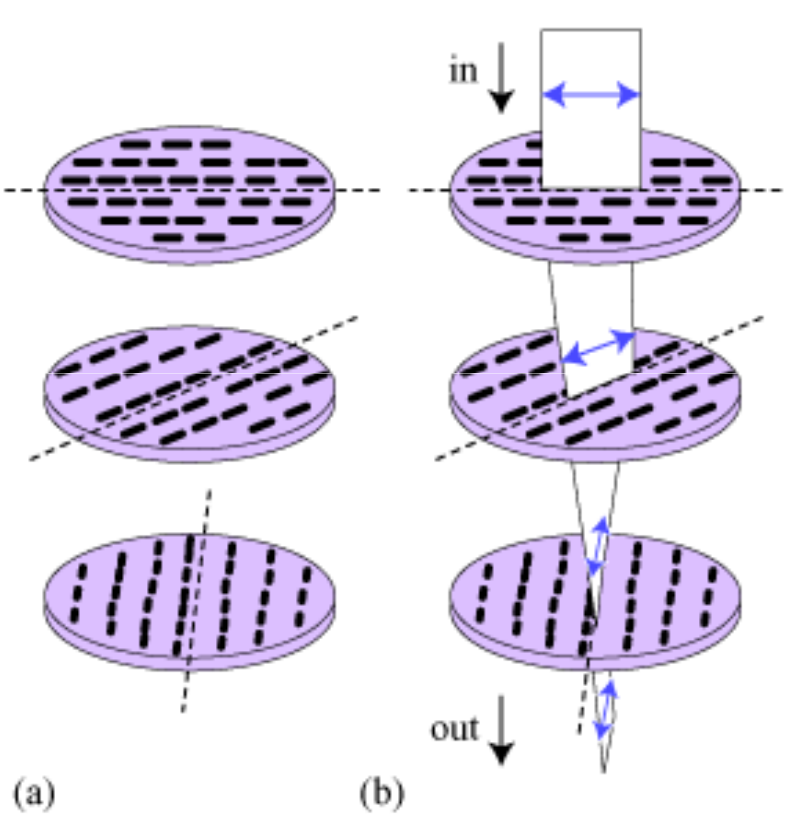
Pantalla LCD

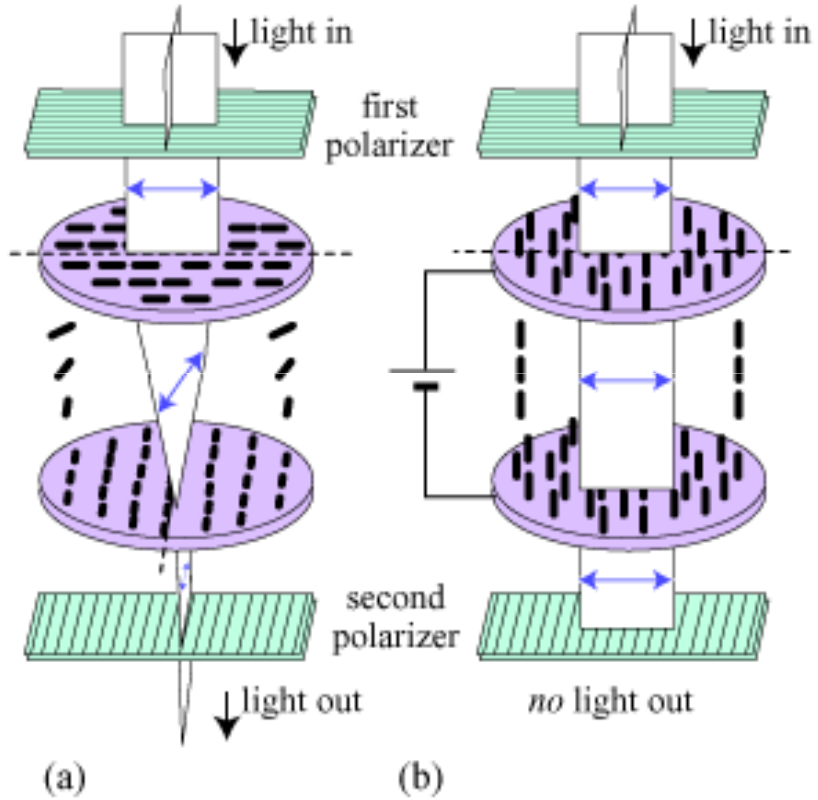


LCD: principi de funcionament

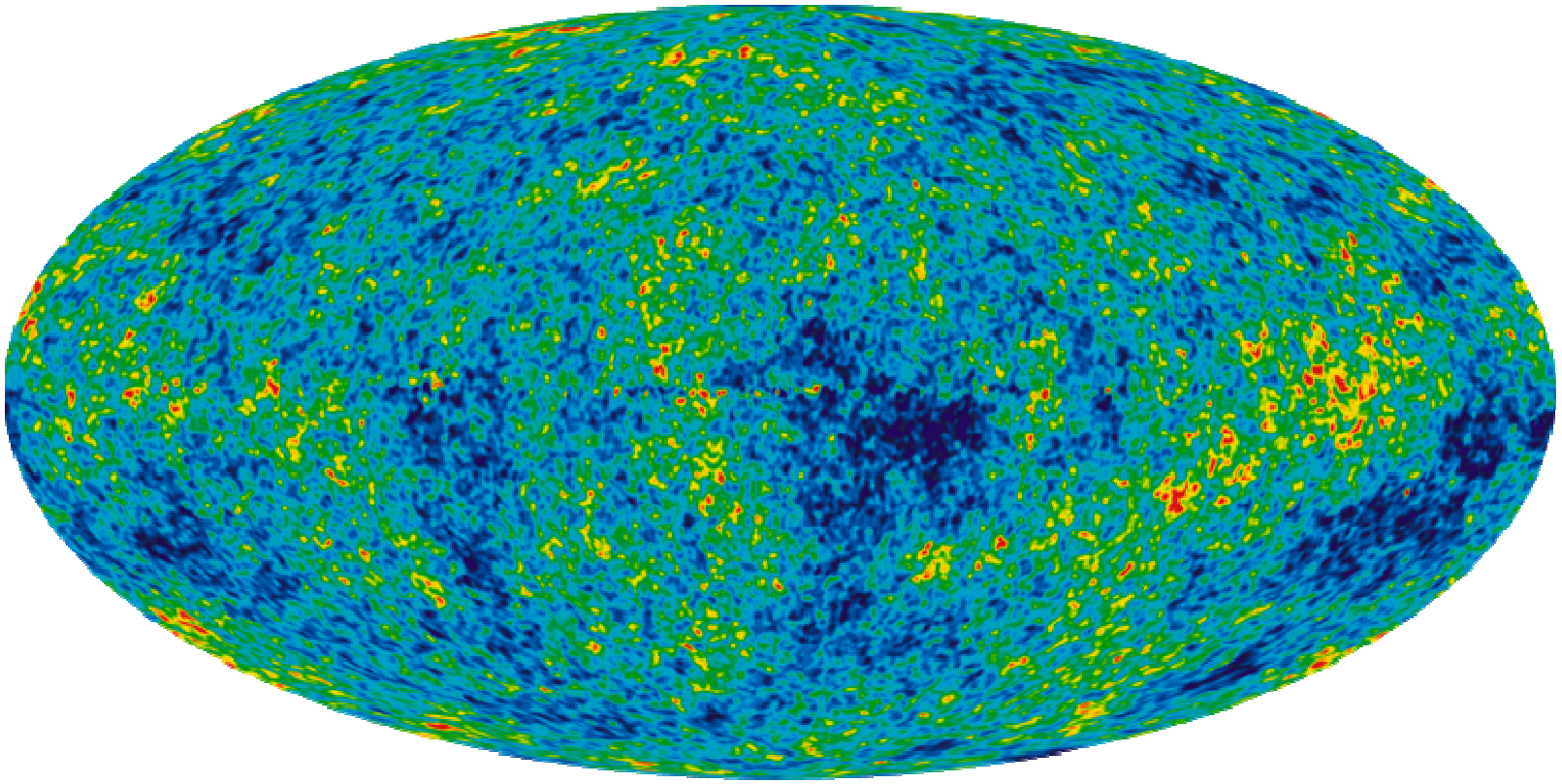


Cristalls líquids





La polarització de la llum més enllà...



Fons còsmic de microones (cosmic microwave background, CMB)