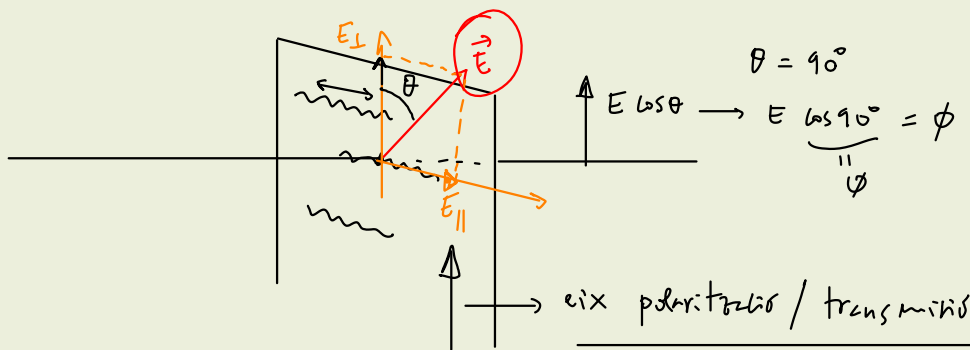
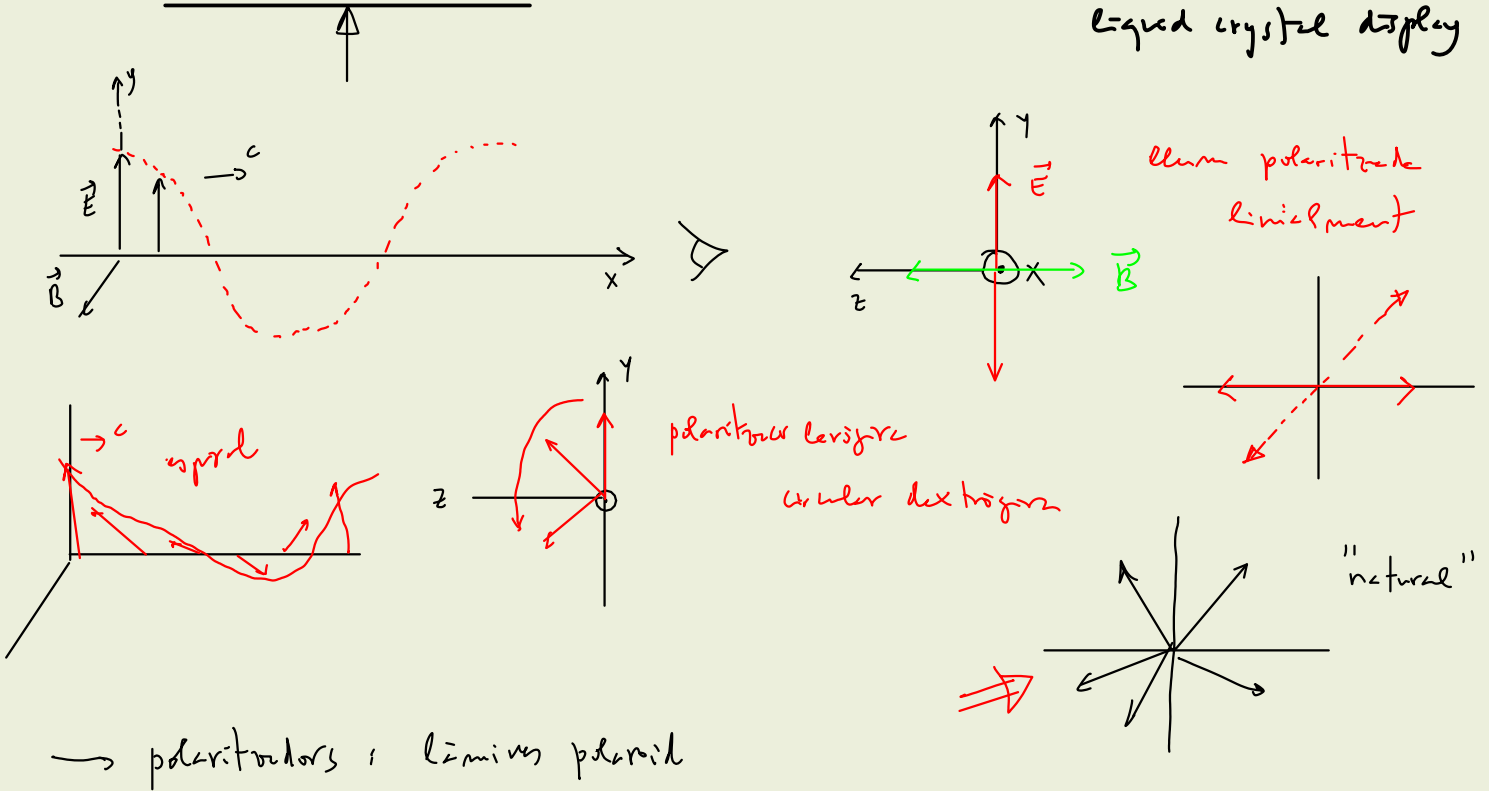


POLARITZACIÓ

→ entrance les pantalles LCD

Liquid crystal display



$$I \propto E^2 \cdot c \cdot \epsilon_0 \dots$$

$$(E_{in} \rightarrow E \cdot \cos \theta)^2$$

$$I_{in} \rightarrow I_{out} = I_{in} \cos^2 \theta$$

lleis de Malus

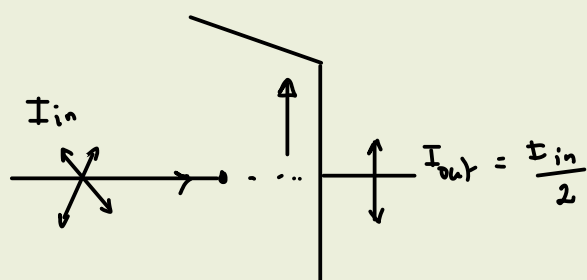
natural

$$I_{out} = I_{in} \langle \cos^2 \theta \rangle$$

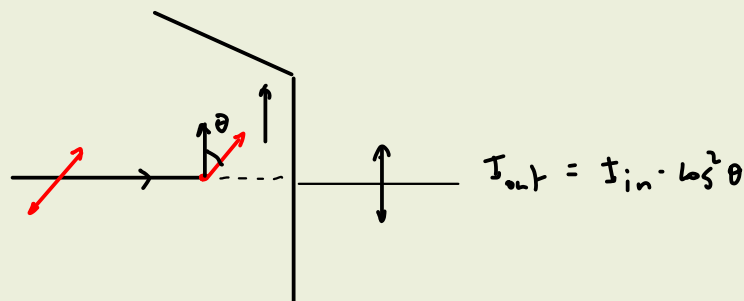
$$\frac{1}{2}$$

$$I_{out} = \frac{I_{in}}{2}$$

POLARITZACIÓ



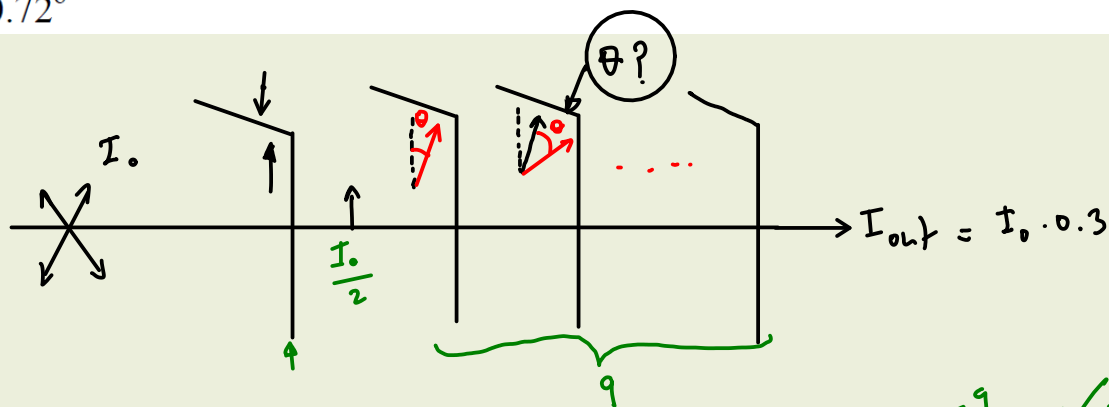
llum natural d'entrada



llum d'entrada polaritzada

38 Un raig de llum solar d'intensitat I_0 incideix sobre una sèrie de deu polaritzadors lineals, tals que l'angle (desconegut) entre els eixos de polarització de dos polaritzadors consecutius sempre és el mateix. Si la intensitat sortint és $0.3 I_0$, aquest angle val:

- a) 39.23°
- b) 19.68°
- c) 13.58°
- d) 20.72°



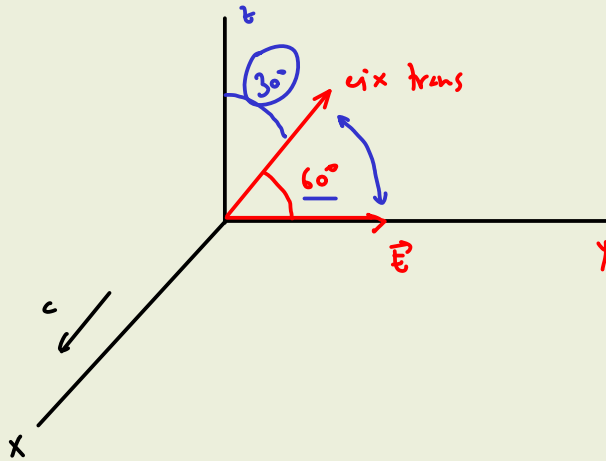
$$\left(\frac{I_0}{2}\right) \cdot [\cos^2 \theta]^9 \longrightarrow \frac{I_0}{2} \cdot [\cos^2 \theta]^9 = \frac{I_0}{2} [\cos \theta]^{18} = 0.3 I_0$$

$$[\cos \theta]^{18} = 0.6$$

$$\theta = \cos^{-1}(0.972) = 13.58^\circ \longleftarrow \cos \theta = [0.6]^{1/18} = 0.972$$

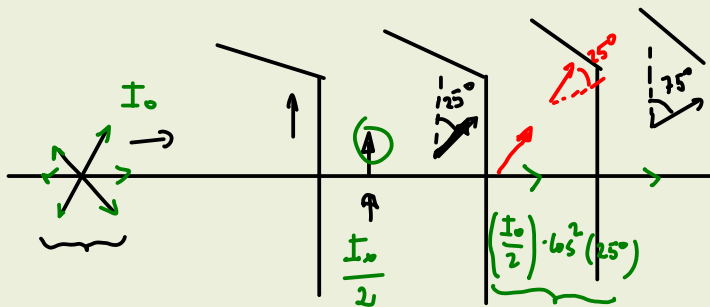
35. Un feix de llum polaritzada que és propaga amb una intensitat de 8 W/m^2 en la direcció de l'eix de les x , incideix sobre una làmina polaritzadora. Si el camp elèctric del feix incident està polaritzat en la direcció de l'eix de les y i l'eix de transmissió (també anomenat de polarització) de la làmina forma un angle de 60° amb l'eix de les y , quina és la intensitat de la llum polaritzada que surt de la làmina?

- a) 8 W/m^2
- b) 6 W/m^2
- c) 4 W/m^2
- d) 2 W/m^2

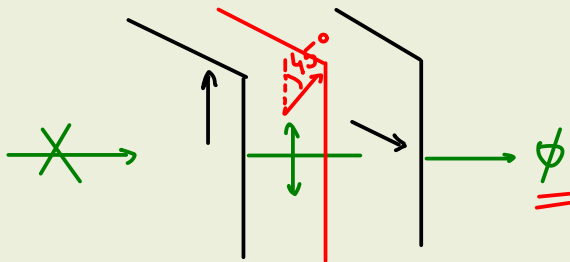


$$I_{out} = I_{in} \cos^2(60^\circ) = 8 \cos^2(60^\circ) = 2 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

15. Disposem de quatre làmines polaritzadores situades paral·lelament l'una a continuació de l'altra de manera que l'eix de transmissió d'una forma un angle de 25° amb l'eix de l'anterior. Si un feix de llum no polaritzada incideix perpendicularment sobre les làmines, quina fracció de la intensitat de la llum travessarà les quatre làmines?

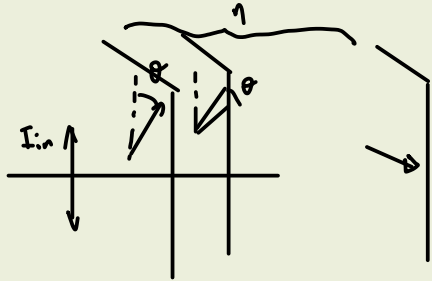


$$I_{out} = I_{in} \frac{[\cos^2(25^\circ)]^3}{2} = I_{in} \cdot 0.277 \sim \underline{\underline{28\%}}$$



$$I_{out} = \frac{I_{in}}{2} \cdot \cos^2 90^\circ = 0$$

$$I_{out} = I_{in} \cdot \frac{1}{2} \cdot \underbrace{\cos^2 45^\circ}_{\frac{1}{2}} \cdot \underbrace{\cos^2 45^\circ}_{\frac{1}{2}} = \frac{I_{in}}{8} !!!$$

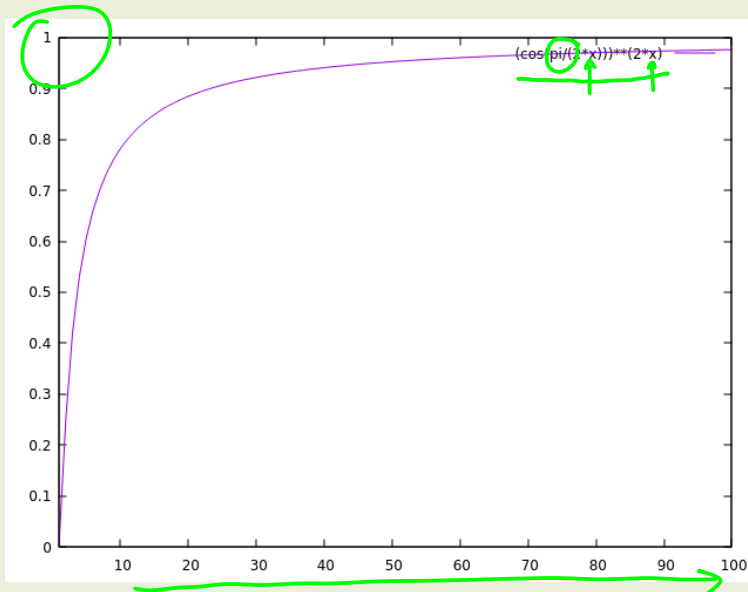


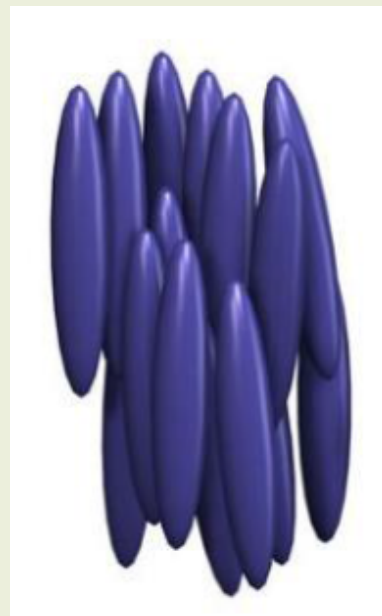
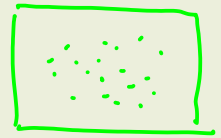
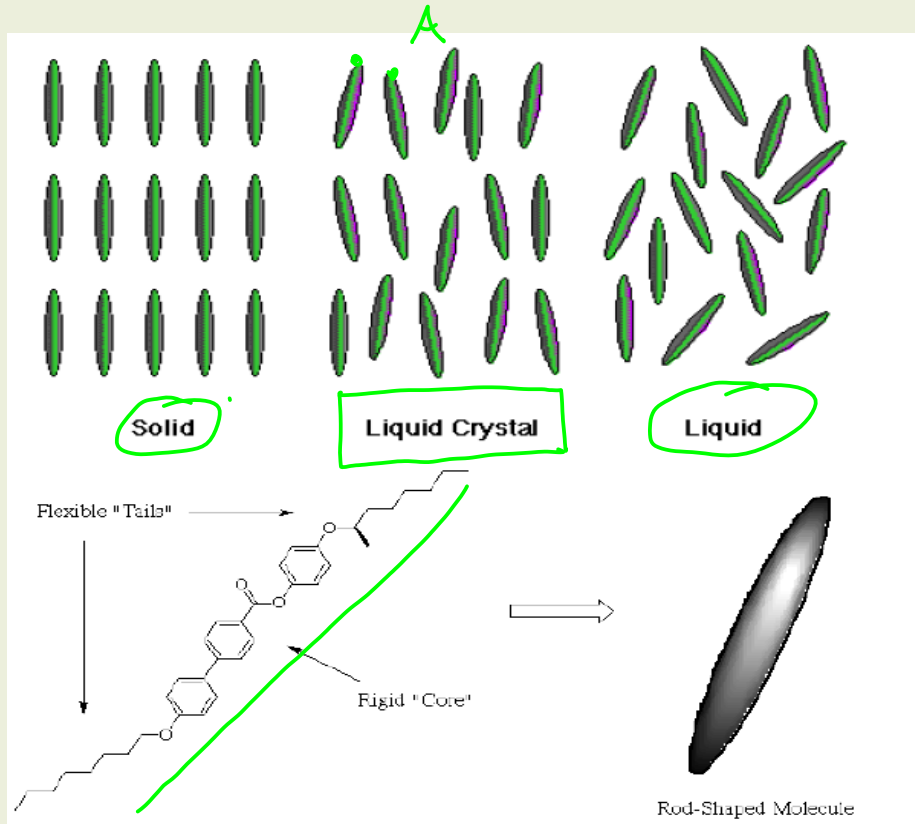
$$\theta = \frac{90^\circ}{n}$$

$$I_{out} = I_{in} \cdot \left[\cos^2 \left(\frac{90^\circ}{n} \right) \right]^n = I_{in}$$

$n \rightarrow \infty$

1



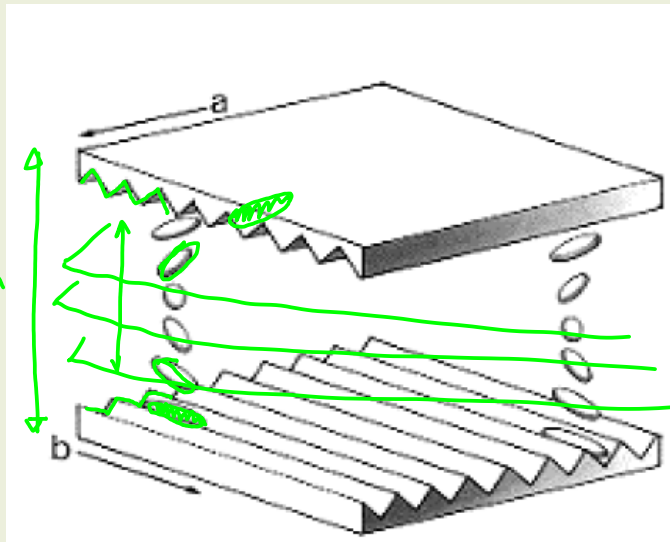


Fase nematice

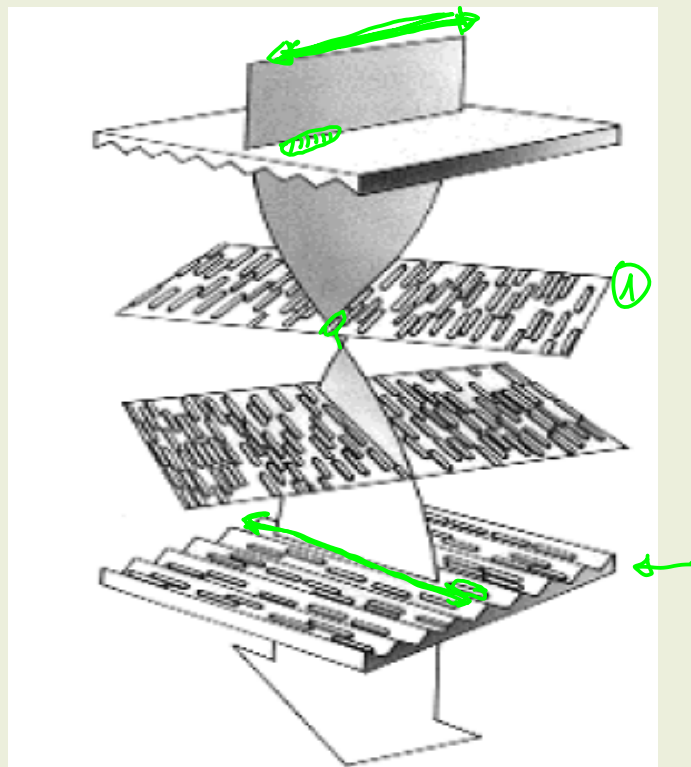
$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

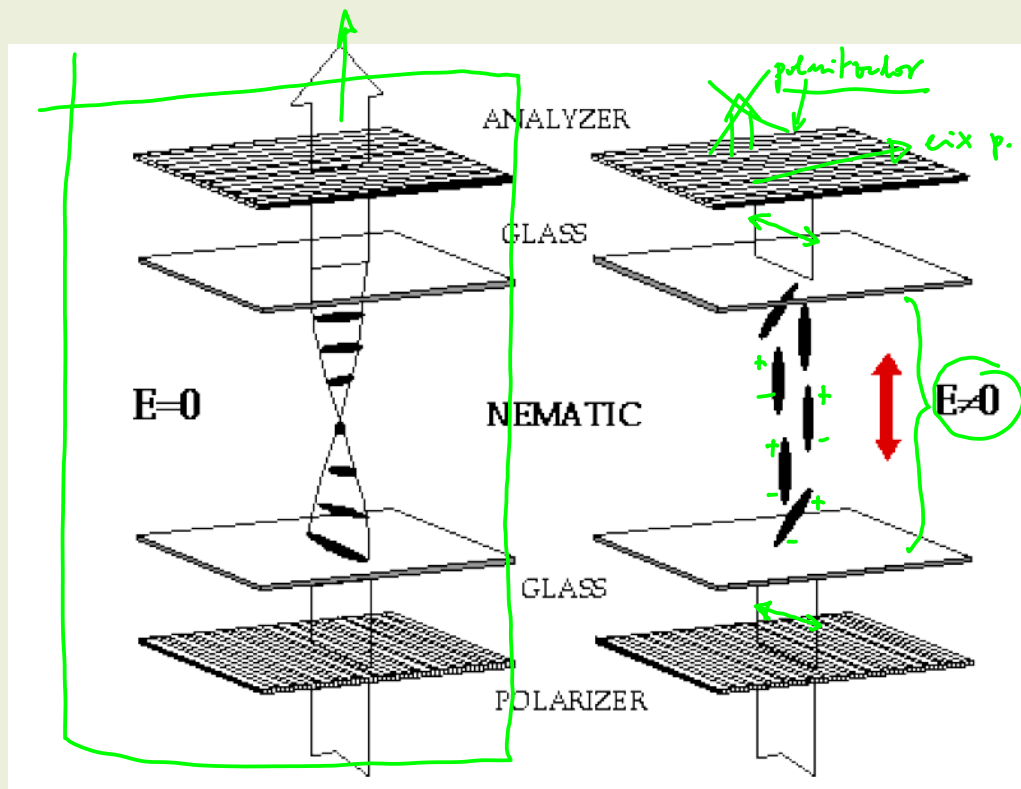
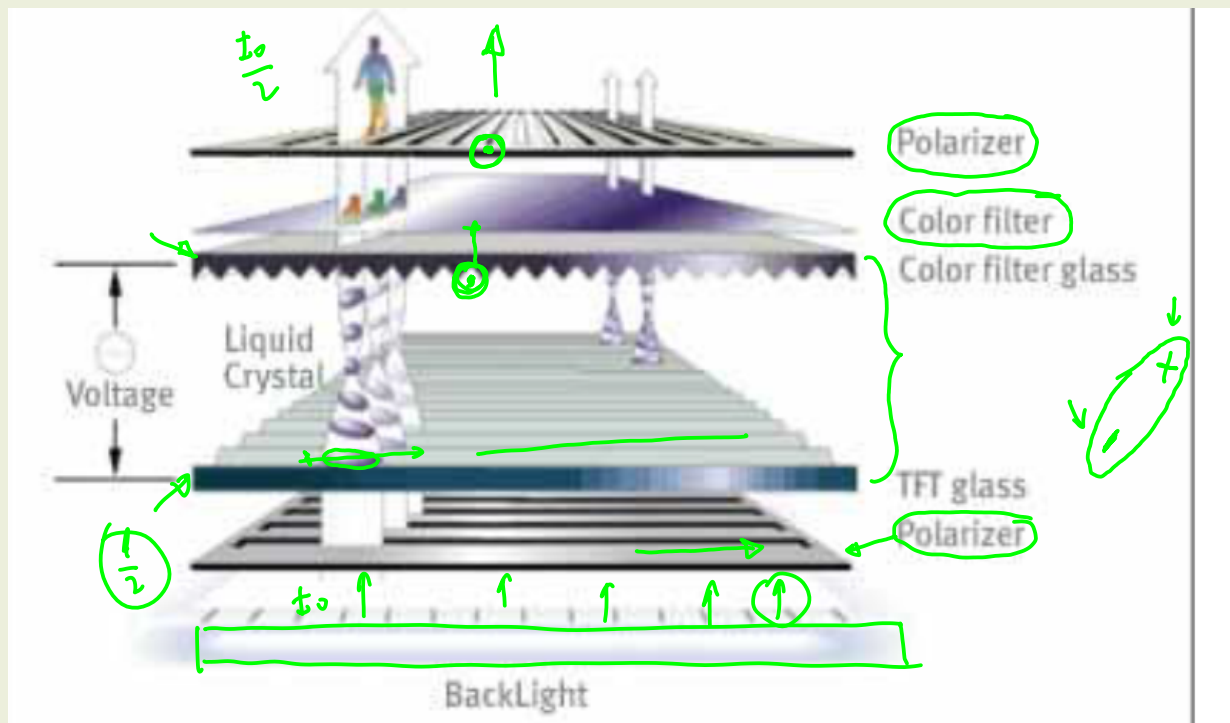
$1 \text{ \AA} = 0.1 \text{ nm}$

$10^3 \text{ m} = 1 \text{ mm}$



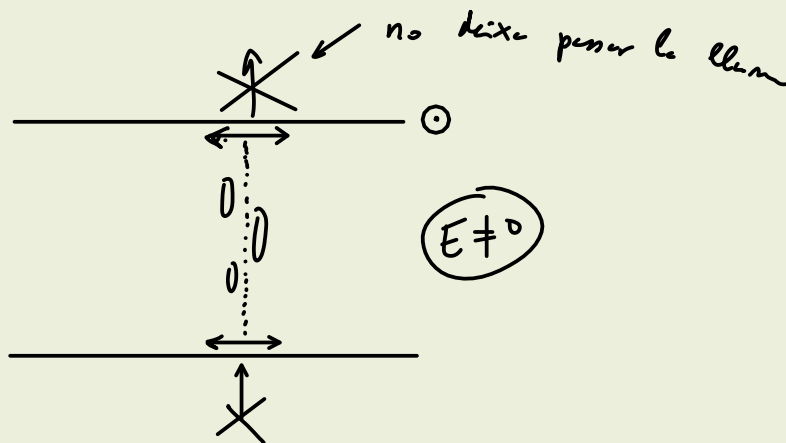
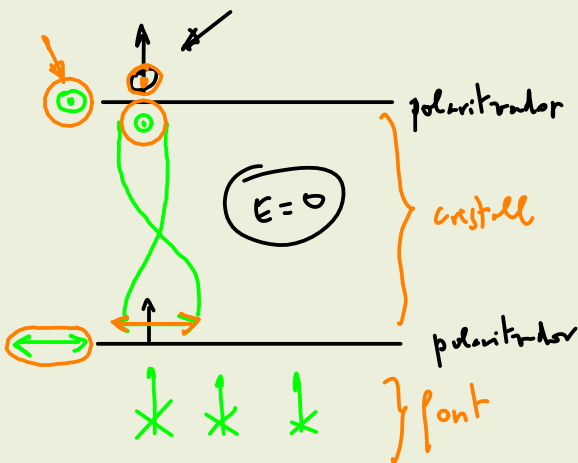
10^6 capas





40. En les pantalles de cristall líquid:

- a) Els píxels deixen passar la llum quan un camp elèctric alinea totes les molècules del cristall en la mateixa direcció.
- b) Els píxels deixen passar la llum quan el camp elèctric aplicat és zero.
- c) En cada píxel hi ha polaritzadors a les cares del davant i del darrera amb els eixos de polarització paral·lels. per què no passa la llum
- d) Cap de les anteriors.



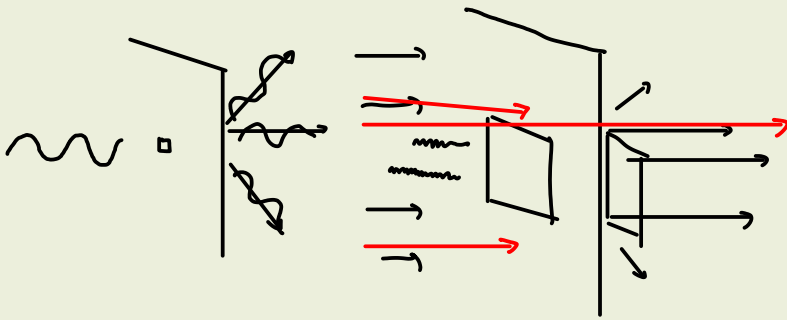
Una ona electromagnètica harmònica, plana i linealment polaritzada, de longitud d'ona 2 cm es propaga pel buit en el sentit positiu de l'eix de les Y. El camp elèctric té direcció paral·lela a l'eix de la Z i el seu valor màxim és 2V/m. Determineu:

- a) La freqüència angular, el nombre d'ones i la freqüència.
- b) Les expressions vectorials dels camps elèctric i magnètic, si sabem que a $t=0$ els camps són nuls a l'origen de coordenades.
- c) El valor mig de la densitat d'energia i de la intensitat de l'ona.
- d) L'ona incideix sobre un polaritzador posat perpendicular a l'eix Y amb l'eix de polarització formant un angle de 45° amb l'eix Z. Calculeu el nombre de fotons que surt d'una superfície de 5 cm^2 del polaritzador, en un temps total transcorregut de 10 s.

($h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J/s}$, $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12} \text{ F/m}$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$)

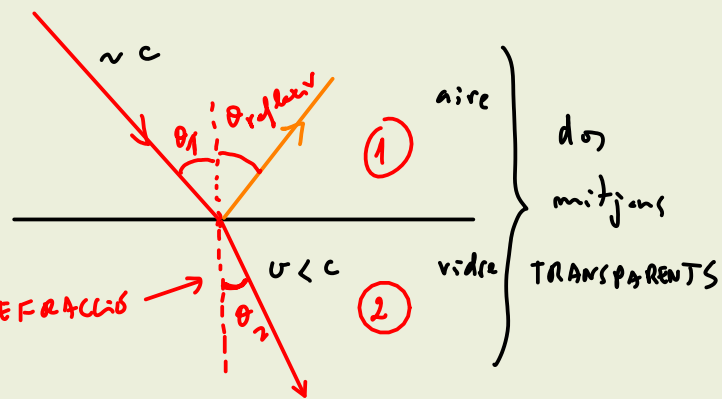
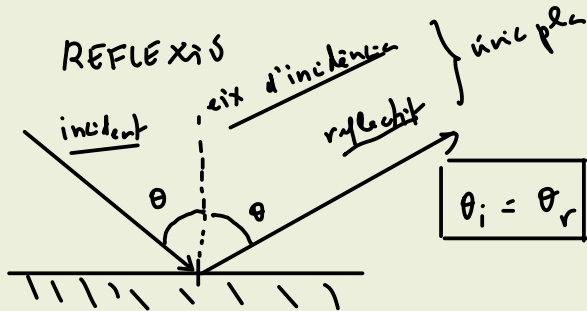
OPTICA GEOMÈTRICA → fibres òptiques

→ rajos que van en línia recta



$\lambda \ll$ dimensions obstacles

pot canviar de direcció: quan arriba a la frontera entre dos medis



Llei d'Snell

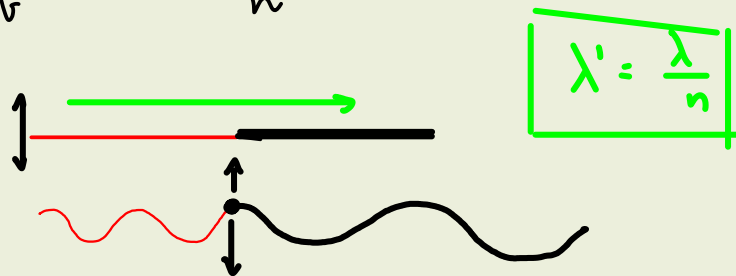
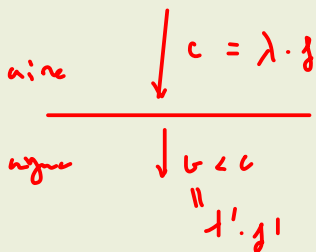
$$n = \frac{c}{v} \geq 1$$

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

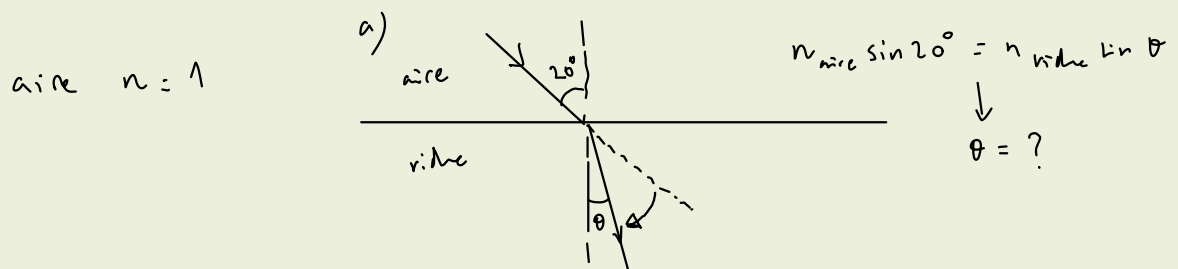
índex refracció del mitjà 1 ídem per 2

17. Quina és la velocitat de la llum a l'aigua ($n = 1.333$)? Tenint en compte que quan una ona passa d'un medi a un altre la seva freqüència no varia, quina és la longitud d'ona a l'aigua d'un feix monocromàtic de llum vermella que a l'aire té una longitud d'ona de 700 nm? Un nedador sota l'aigua veurà el mateix color o un de diferent?

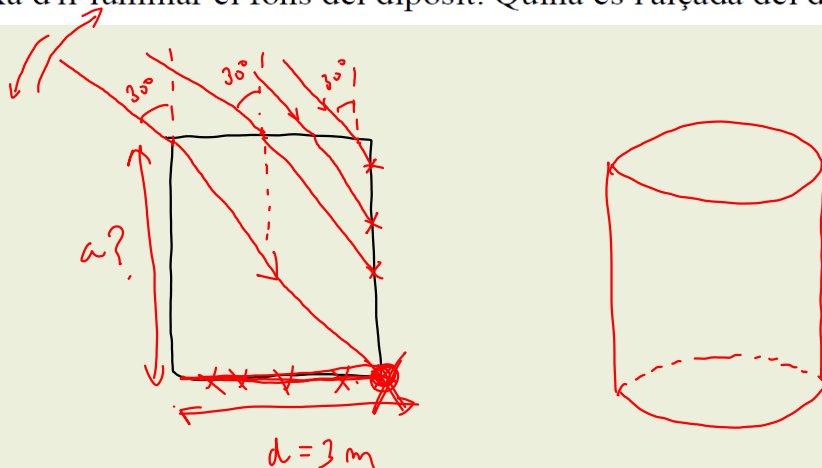
$$n = \frac{c}{v} \rightarrow v = \frac{c}{n} = \dots$$



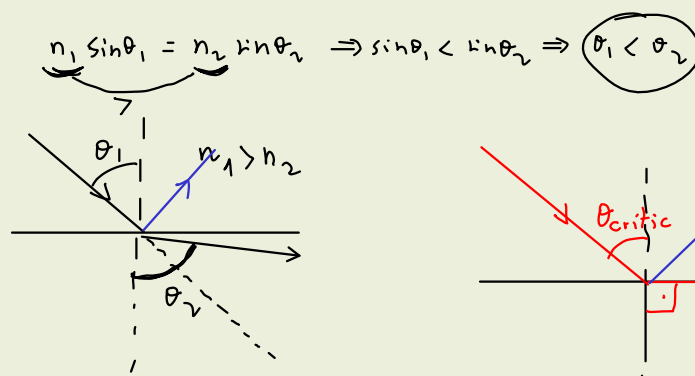
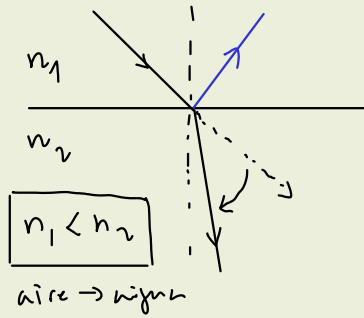
18. Calculeu l'angle de refracció d'un feix de llum que incideix des de l'aire sobre la superfície d'un vidre ($n = 1.5$) amb un angle de a) 20° , b) 30° , c) 45° , d) 60° .



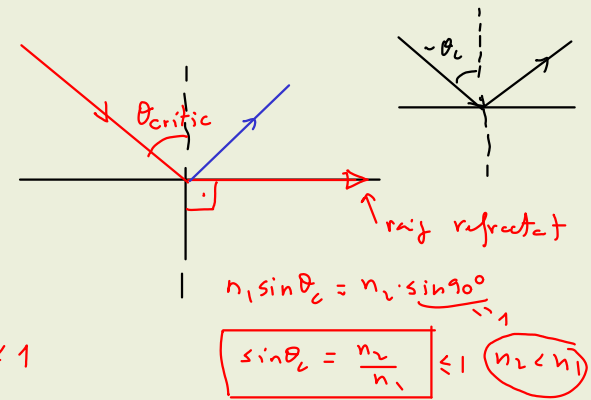
19. Un dipòsit cilíndric totalment ple d'aigua ($n = 1.333$), obert per la seva part superior, té un diàmetre de 3 m. Quan els raigs de sol formen un angle de 30° amb l'horitzontal la llum deixa d'il·luminar el fons del dipòsit. Quina és l'alçada del dipòsit?



ANGLE CRÍTIC



reflexió total interna

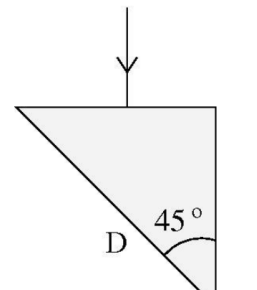


~~ANY~~ $\sin \angle 1$

20. Quin és l'angle crític per a la reflexió total interna de la llum des de l'aigua en una superfície aigua-aire?

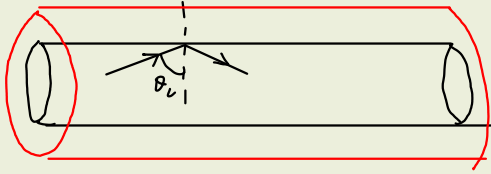
25 Un feix de llum incideix perpendicularment sobre una de les cares d'un prisma de vidre com el de la figura. El valor mínim de l'índex de refracció del vidre necessari per tal que un observador no vegi llum emergent per la cara D del prisma és:

- a) $n = 1.41$
- b) $n = 1.33$
- c) $n = 1.28$
- d) $n = 1.54$



21. A les fibres òptiques és essencial que la llum que es propaga pel nucli es reflecteixi totalment en la separació nucli-recobriment. Suposem que tenim una fibra amb nucli de quars d'índex de refracció 1.46 i un recobriment d'índex 1.4454.

- Calculeu l'angle crític per tal que es produeixi l'esmentada reflexió total interna.
- A l'entrada de la fibra, quin serà l'angle màxim que podrà formar un raig de llum amb l'eix de la fibra per tal que, un cop dins de la fibra, reboti totalment en les parets interiors?



22. Un cable de comunicacions rectilini de fibra òptica de 50 km està format per un nucli de quars amb un índex de refracció 1.46 i una capa envoltant de quars dopat amb B_2O_3 d'índex 1.457.

a) Quin és l'angle crític?

b) Si les reflexions totals internes es fan totes amb un angle de 87° i el diàmetre del nucli és de $100\ \mu\text{m}$, quin és el nombre de reflexions que hi ha en el cable?