

UNITAT 8

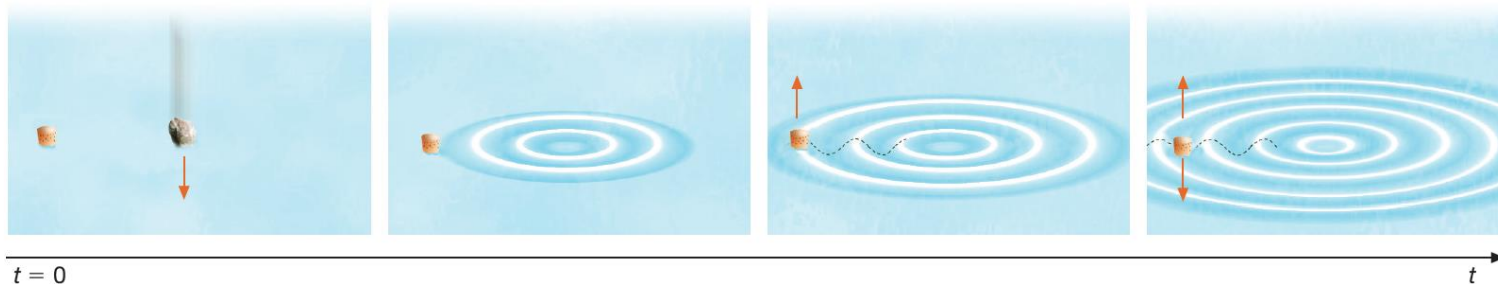
IMATGES

FÍSICA
1 BATXILLERAT

Moviment ondulatori

El **moviment ondulatori** és el moviment en el qual no hi ha un transport net de matèria, sinó només de quantitat de moviment i d'energia.

La quantitat de moviment i l'energia d'un moviment ondulatori es transmeten mitjançant ones de propagació, i el conjunt de partícules del medi material on s'origina la pertorbació s'anomena focus emissor d'ones.



Generació d'ones a la superfície d'un líquid

Exemples de moviments ondulatoris:

- El so (ona mecànica) \longrightarrow Necessita un medi per propagar-se.
- La llum (ona electromagnètica) \longrightarrow No necessita cap medi per transmetre's.

Característiques generals de les ones (I)

Velocitat de fase (v)

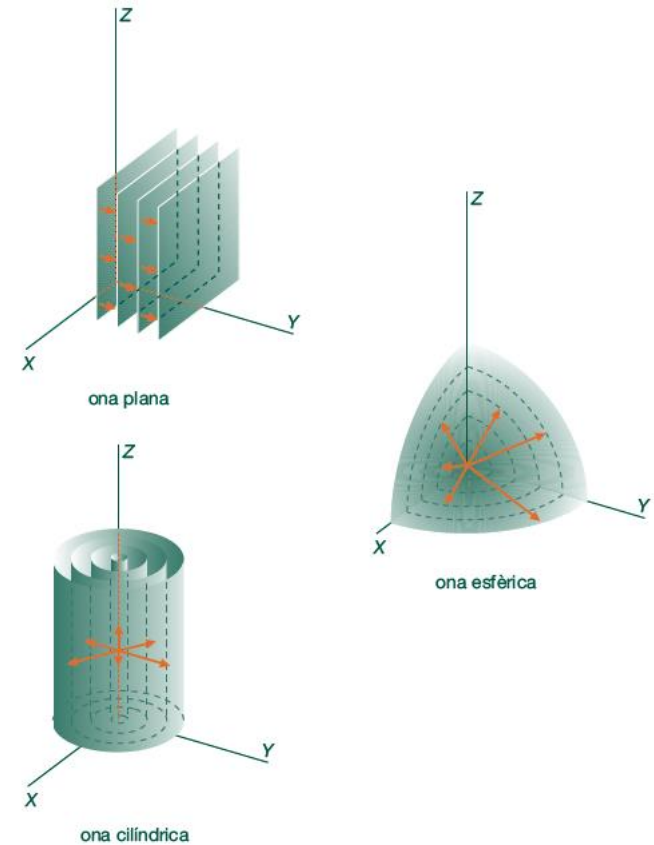
Velocitat amb què es transmet la pertorbació des del focus fins a un punt determinat del medi.

Front d'ona

Conjunt de punts del medi als quals arriba la pertorbació en un instant de temps determinat.

Raig

Qualsevol línia recta que sigui perpendicular a un front d'ona determinat. Els diferents raigs corresponen a diferents direccions de propagació de l'ona.



Ones tridimensionals en les quals es representen diversos fronts d'ona i raigs

Característiques generals de les ones (II)

Amplitud (A)

Distància que hi ha entre la posició màxima (o mínima) d'una partícula del medi i la seva posició d'equilibri.

Es mesura en metres (m).

Període (T)

Temps que tarda una partícula del medi o el camp electromagnètic en fer una oscil·lació completa.

Es mesura en segons (s).

Freqüència (f)

Nombre d'oscil·lacions que es verifiquen en un segon:

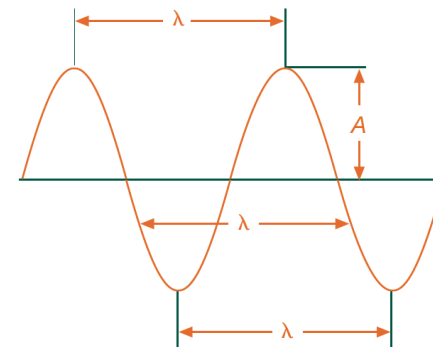
$$f = 1/T$$

Es mesura en hertzs (Hz).

Longitud d'ona (λ)

Distància que hi ha entre dos punts consecutius que es troben en el mateix estat d'oscil·lació en un instant de temps determinat.

Es mesura en metres (m).



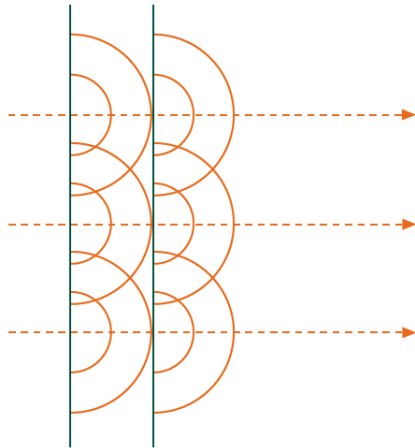
$$v = \lambda/T$$

$$v = \lambda f$$

Principi de Huygens

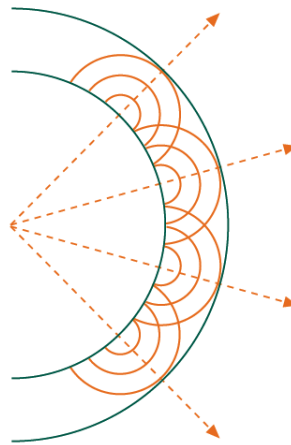
Principi de Huygens: els punts que formen un front d'ona es comporten com a nous focus emissors d'ones, les quals es propaguen en totes direccions amb la mateixa velocitat de fase i originen el front d'ona següent.

Medi homogeni:

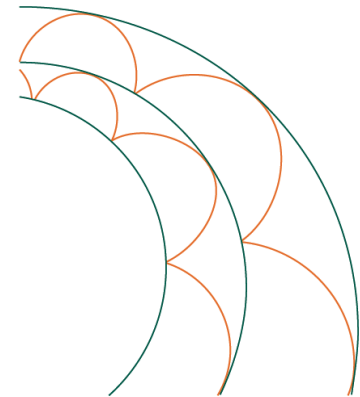


Construcció de Huygens en el cas d'ones planes

Medi no homogeni:



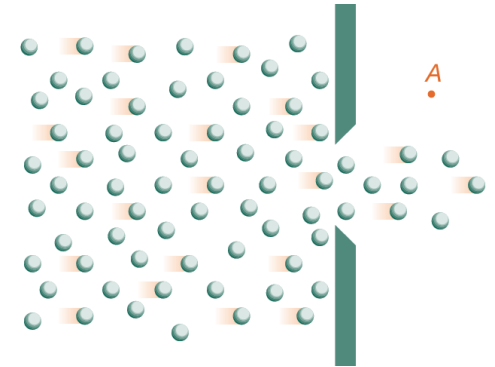
Construcció de Huygens en el cas d'ones esfèriques



Construcció de de Huygens: transmissió d'una ona

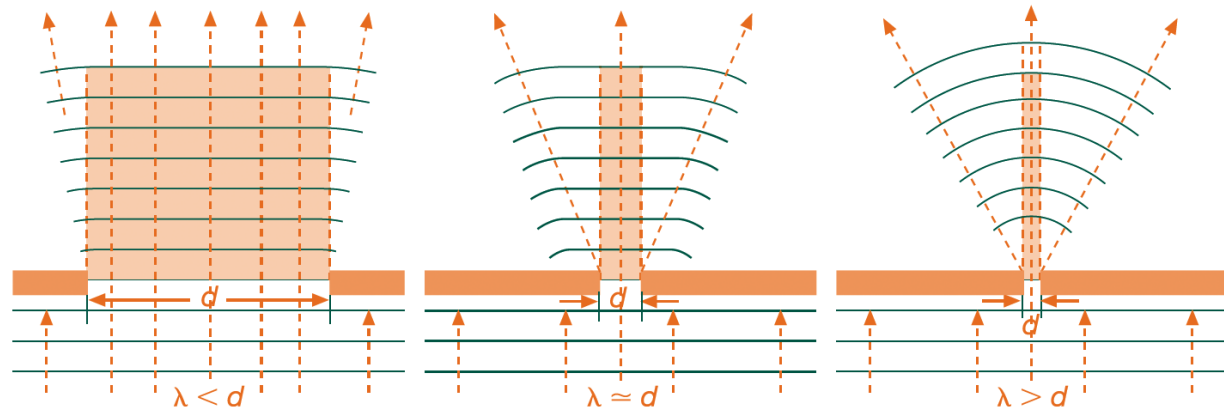
Difracció

La **difracció** consisteix en la distorsió que pateix una ona quan arriba a un obstacle que n'impedeix la transmissió i que té unes dimensions comparables a la longitud d'ona.



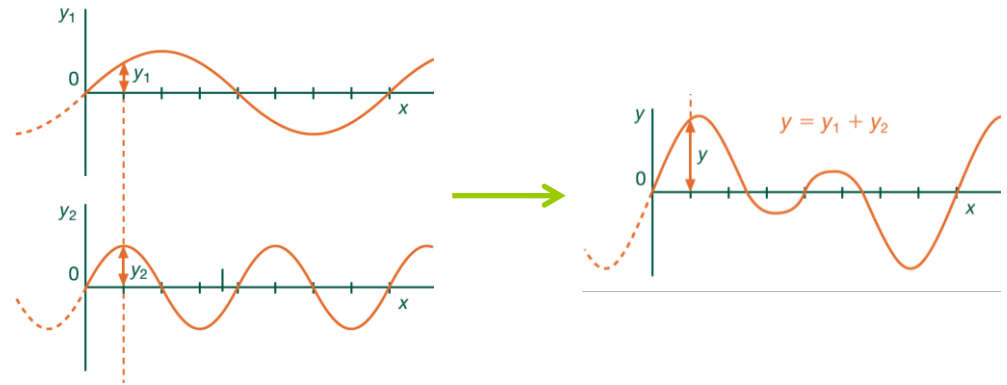
Situacions de difracció

- $\lambda < d$: l'ona no es difracta de manera apreciable.
- $\lambda \geq d$: l'ona canvia la seva direcció de propagació i es difracta.

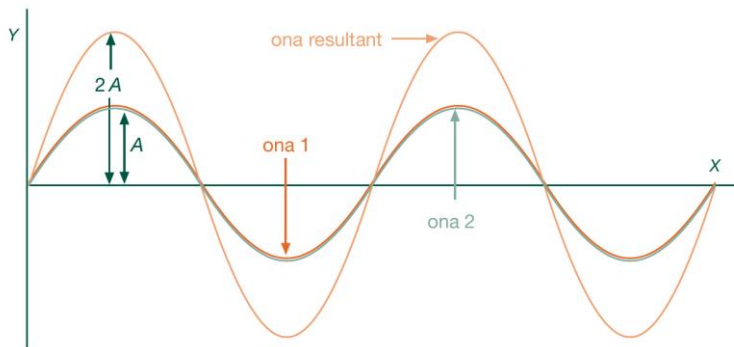


Interferències (I)

Principi de superposició: la funció d'ona resultant y és la suma algebraica de les dues funcions d'ona que interfereixen.



En les **ones coherents** existeixen dos focus puntuals que emeten ones de la mateixa freqüència i la mateixa amplitud de manera que el desfasament entre les fonts es manté constant.

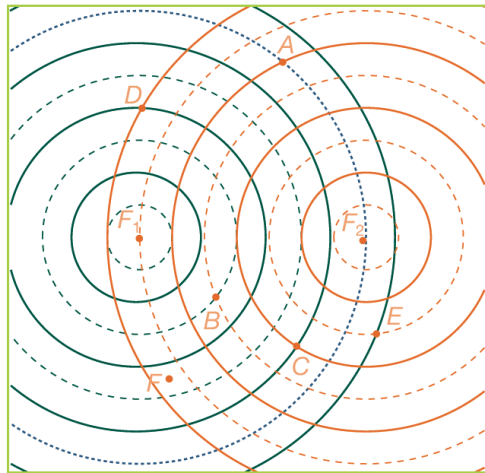


Interferència de dues ones coherents

Interferències (II)

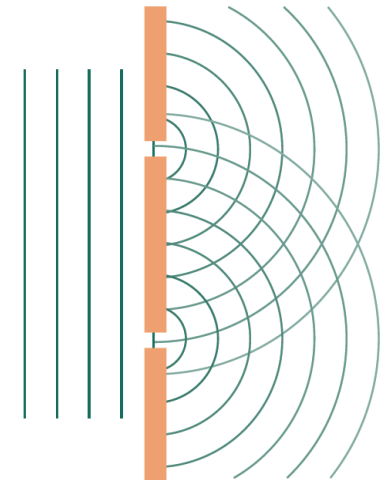
Interferències

- **Constructiva:** coincideixen dues crestes o dues valls.
- **Destructiva:** coincideixen una cresta i una vall.
- **Parcialment constructiva:** la resta de punts.



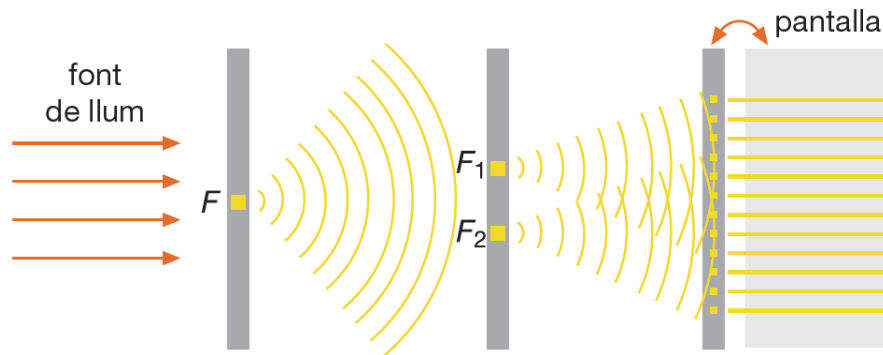
Interferència de dues fonts coherents

- Línies contínues: crestes.
- Línies discontinües: valls.
- B, C i D: interferències constructives.
- A i E: interferències destructives.
- F: interferència parcialment constructiva.

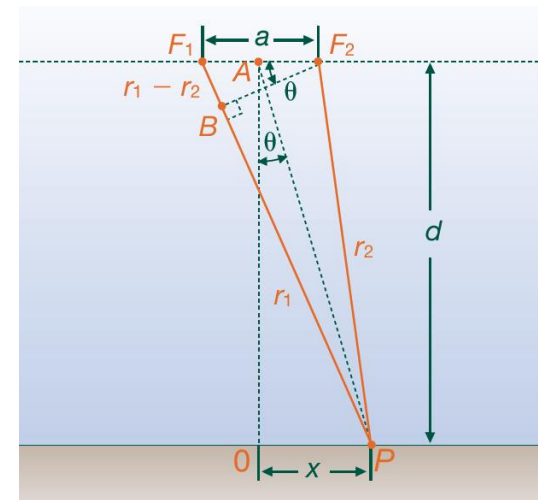


Interferència d'una ona plana que incideix sobre una paret amb dues esclatxes

Caràcter ondulatori de la llum



Dispositiu experimental ideat per Young per demostrar el caràcter ondulatori de la llum



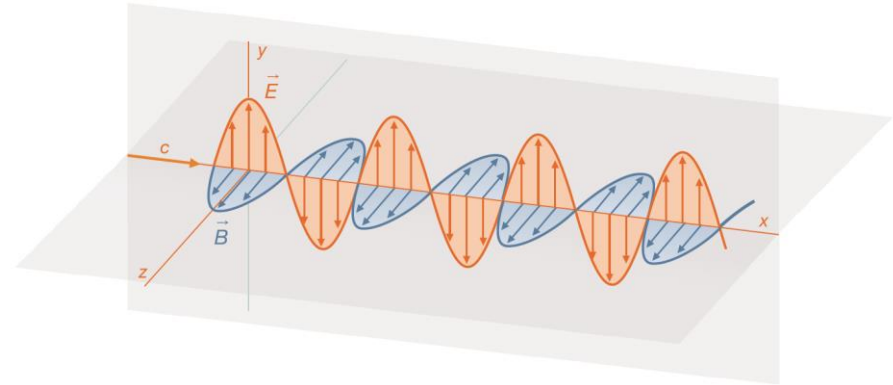
Experiment de Young amb llum monocromàtica que permet mesurar la longitud d'ona

$f (\cdot 10^{14} \text{ Hz})$	Color	$\lambda (\cdot 10^{-7} \text{ m})$
7,69-6,59	Violeta	3,09-4,55
6,59-6,10	Blau	4,55-4,92
6,10-5,20	Verd	4,92-5,77
5,20-5,03	Groc	5,77-5,97
5,03-4,82	Taronja	5,97-6,22
4,82-3,84	Vermell	6,22-7,80

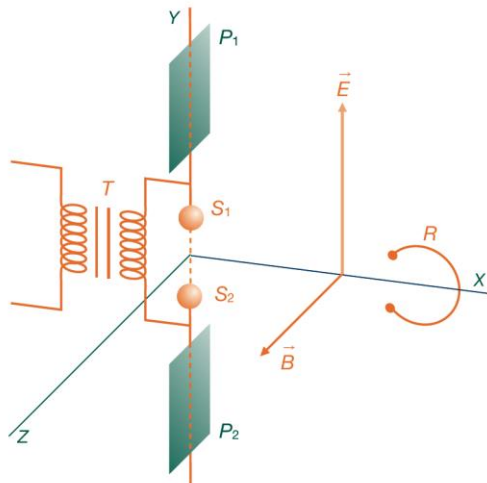
Longituds d'ona i freqüències dels diferents colors de l'espectre visible

Les lleis de Maxwell

Segons Maxwell, una **ona electromagnètica** consisteix en l'oscil·lació d'un camp elèctric E i d'un camp magnètic B perpendiculars; aquests camps són perpendiculars a la direcció de propagació de l'oscil·lació, la qual es transmet a la velocitat de la llum c .

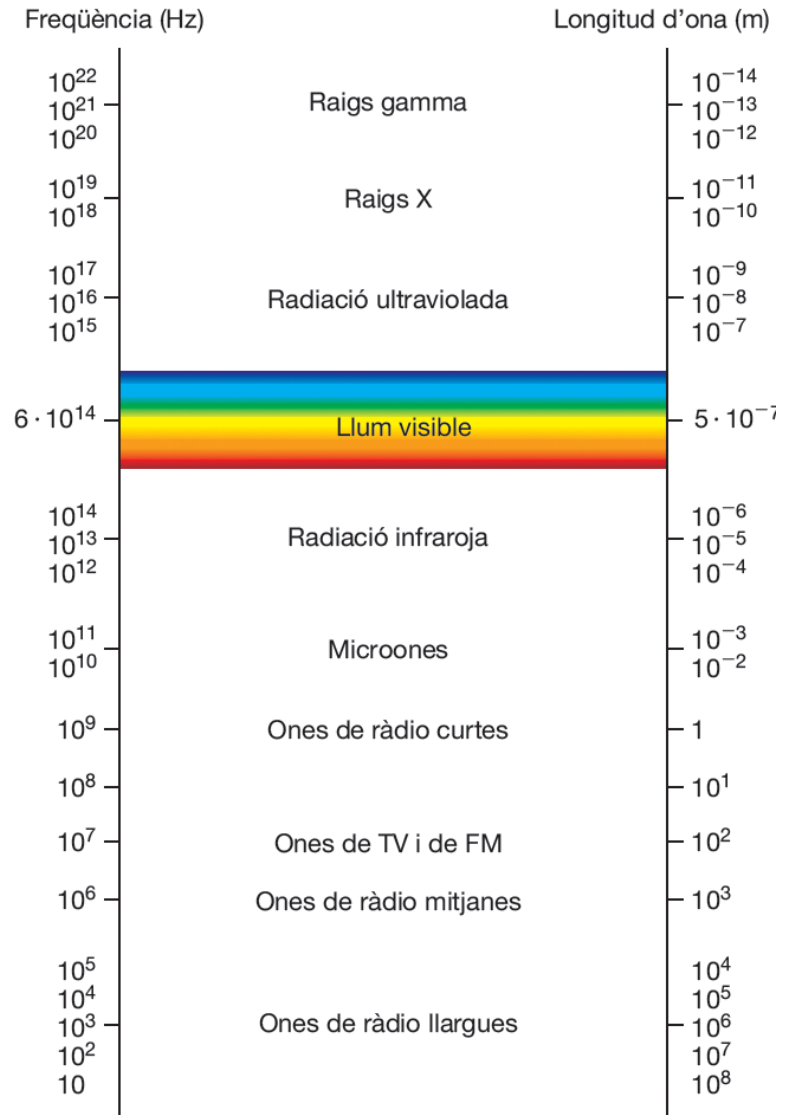


- Demostració experimental de la hipòtesi de Maxwell (Heinrich Hertz):



Espectre electromagnètic

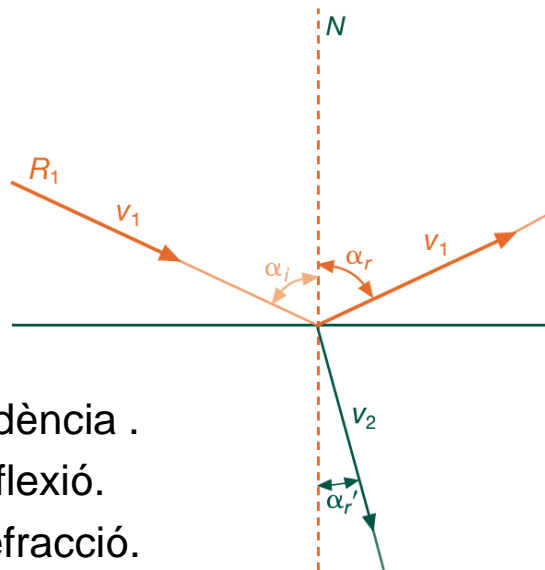
El conjunt de totes les ones electromagnètiques s'anomena **espectre electromagnètic**.



Propietats ondulatòries de la llum (I)

En la **reflexió**, l'ona incident canvia la seva direcció de propagació quan arriba a la superfície de separació dels dos medis, però continua movent-se en el mateix medi i dóna lloc a l'ona reflectida.

La **refracció** consisteix en una variació tant de la direcció de propagació de l'ona com del seu medi de transmissió.



α_i : angle d'incidència .

α_r : angle de reflexió.

α_r' : angle de refracció.



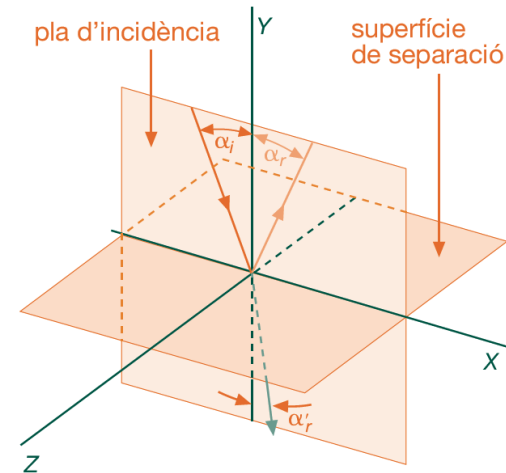
Important

Els angles d'incidència, reflexió i refracció es poden representar també amb els símbols \hat{i} , \hat{r} i \hat{r}' , respectivament.

Propietats ondulatòries de la llum (II)

Lleis que relacionen els angles d'incidència, reflexió i refracció

- Les direccions d'incidència, reflexió i refracció estan en un mateix pla, que és normal a la superfície de separació i que conté, per tant, la direcció normal a aquesta superfície.



- Llei de la reflexió:

$$\alpha_i = \alpha_r$$

- Llei de la refracció o de Snell:

$$\frac{\sin \alpha_i}{\sin \alpha'_r} = \frac{v_1}{v_2} = n$$

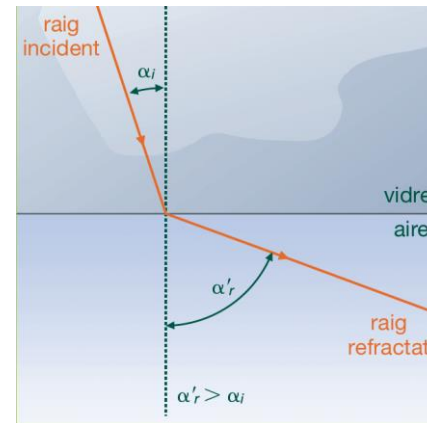
n = índex de refracció.

Refracció de la llum. Angle límit

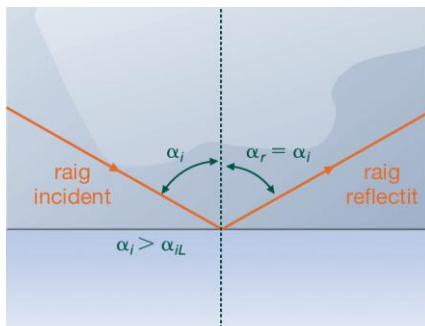
L'angle límit (α_{iL}) és l'angle d'incidència pel qual l'angle de refracció és de 90° .
Una aplicació d'aquest concepte la trobem en la fibra òptica.

Exemples de refracció de la llum:

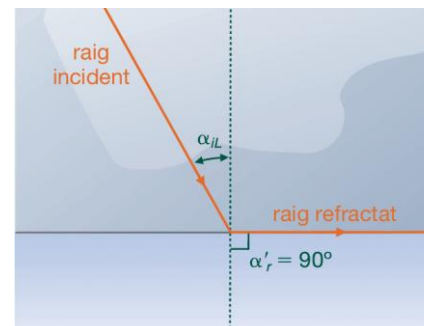
- Raig refractat en passar d'un medi més dens a un altre de menys dens (vidre-aire).



- Angle límit:



- Reflexió total del raig incident:

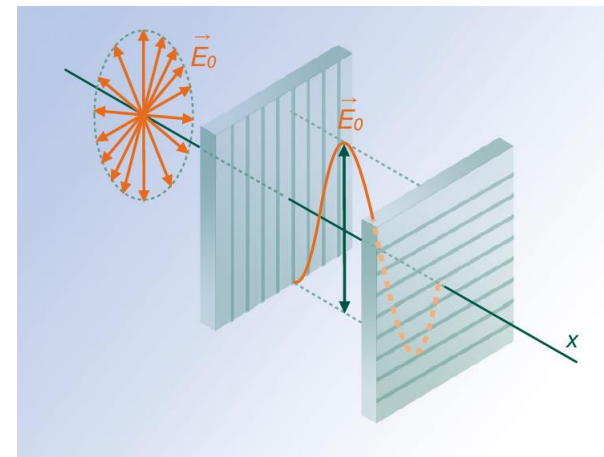
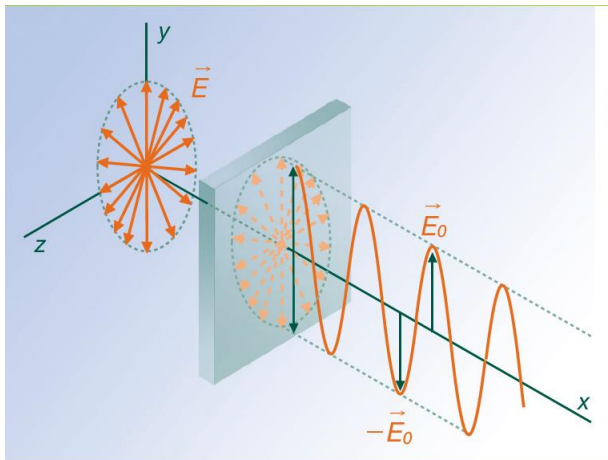


Polarització de la llum

Els **polaritzadors** de la llum són substàncies que tenen la propietat de ser travessades només per raigs de llum amb un pla d'oscil·lació del camp elèctric determinat i que absorbeixen la resta de raig.

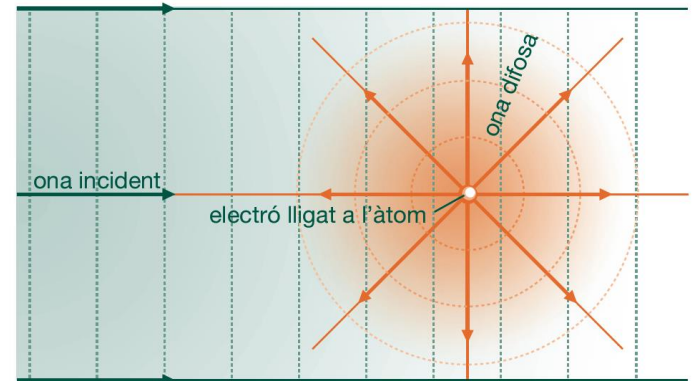
Exemples:

- **Un polaritzador:** absorbeix totes aquelles ones que vibren en un pla diferent al pla de polarització i deixa passar només l'ona que vibra en aquest pla.
- **Dos polaritzadors** col·locats amb les direccions de polarització perpendiculars no deixen passar cap raig de llum.



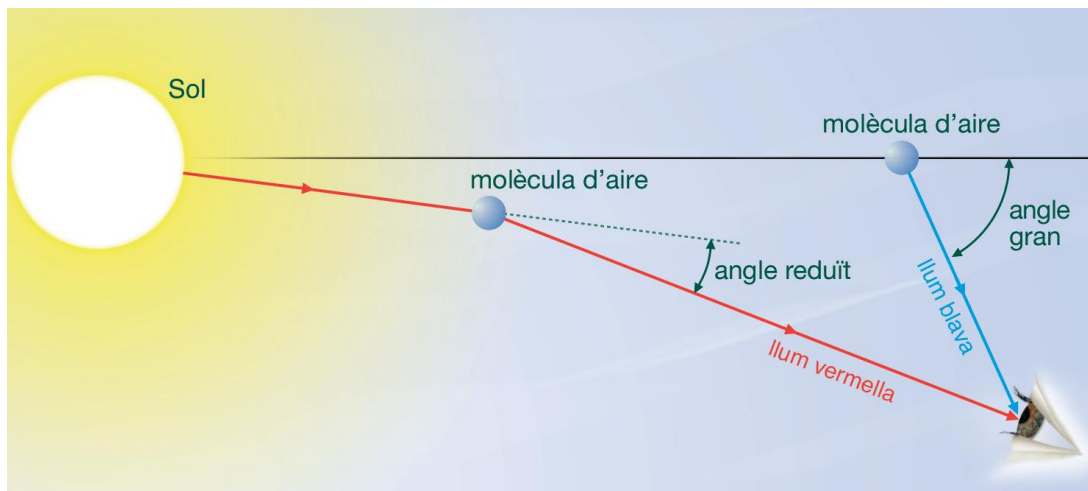
Difusió

La **difusió** és el fenomen segons el qual la radiació electromagnètica és parcialment absorbida pels àtoms del medi i, posteriorment, reemesa en totes direccions.



Exemple:

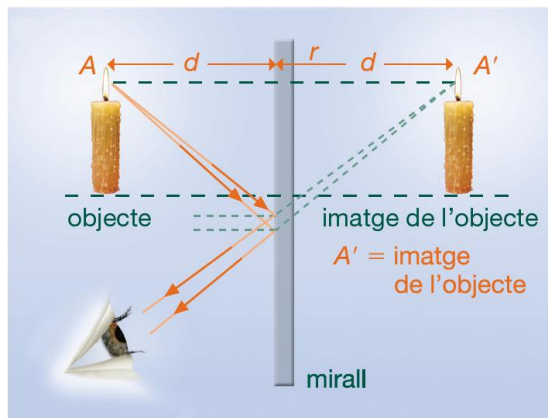
El fenomen de la difusió fa que el cel es vegi de color blau:



Els miralls (I)

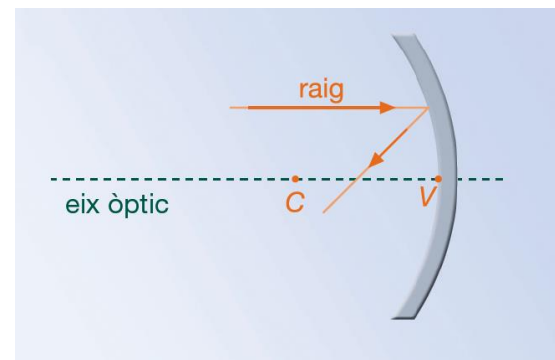
Un **mirall** és un sistema òptic constituït per una superfície polida i llisa que és molt reflectora, és a dir, que reflecteix pràcticament tots els raigs de llum que hi incideixen i que dóna imatges clares dels objectes.

Mirall pla

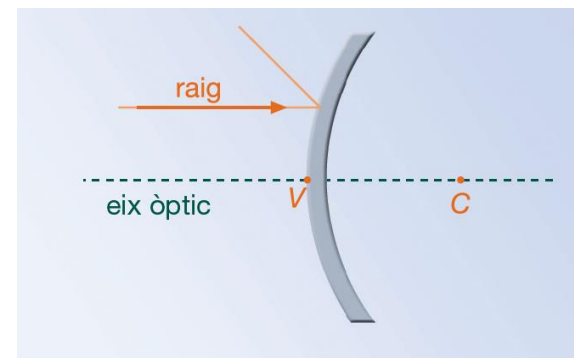


Imatge formada per un mirall pla

Mirall esfèric



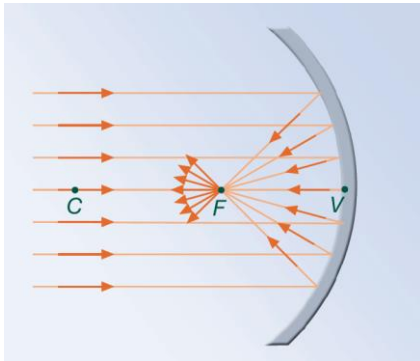
Mirall
esfèric
còncav



Mirall
esfèric
convex

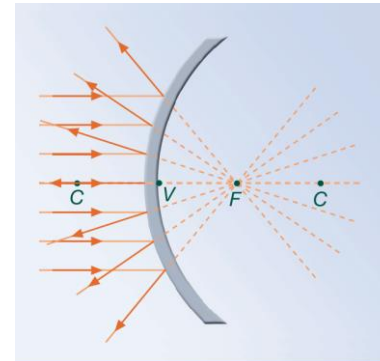
Els miralls (II)

Mirall esfèric còncav

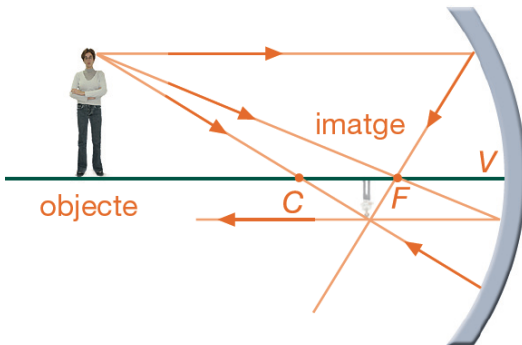


Punt focal
o focus

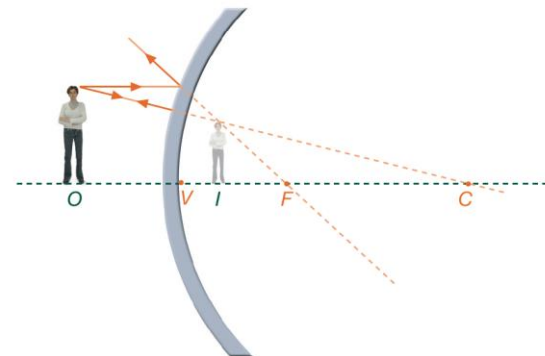
Mirall esfèric convex



Punt focal
o focus



Imatge I d'un objecte O



Imatge I d'un objecte O

$$f = \frac{r}{2}$$

f: distància focal (distància entre F i V).

Les lents

Una **lent** és un sistema òptic format per dues superfícies refringents (almenys una de les quals és corba), és a dir, que refracten els raigs de llum que hi incideixen amb un eix comú.



Lent biconvexa



Lent planoconvexa



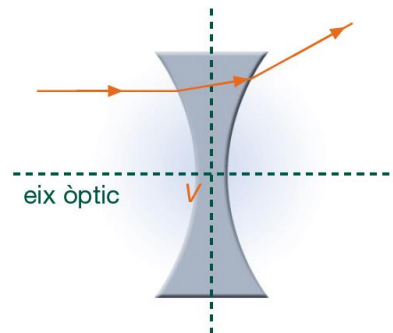
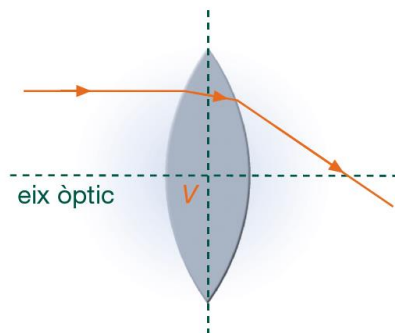
Lent concavoconvexa



Lent planocòncava

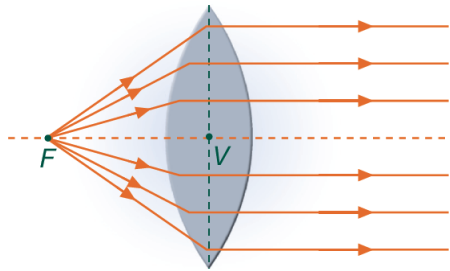


Lent bicòncava

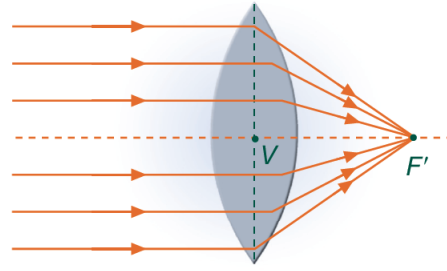


Eix òptic, vèrtex i trajectòria d'un raig que es refracta

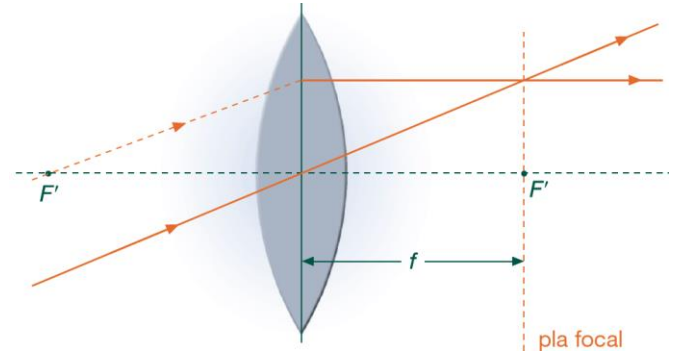
Lent biconvexa



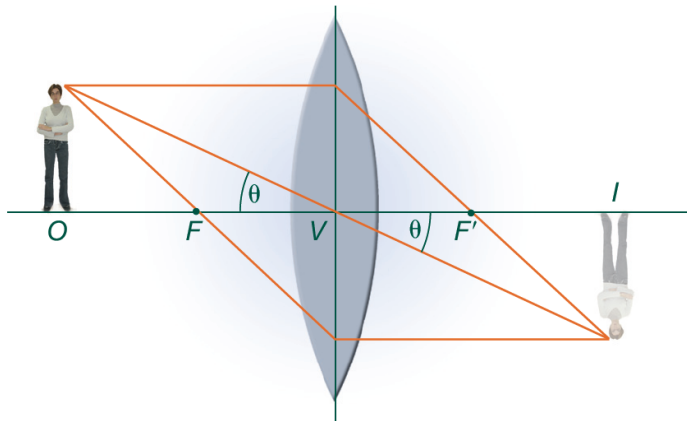
Primer punt focal:
focus objecte



Segon punt focal:
focus imatge



Pla focal imatge

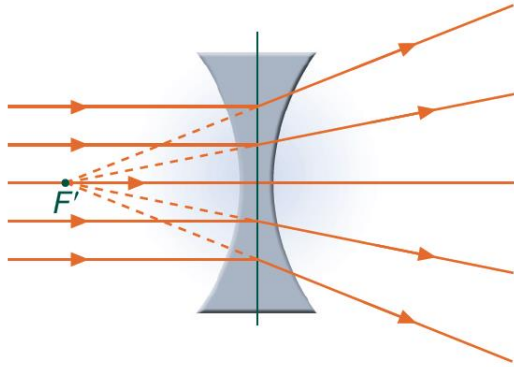


Imatge I d'un objecte O

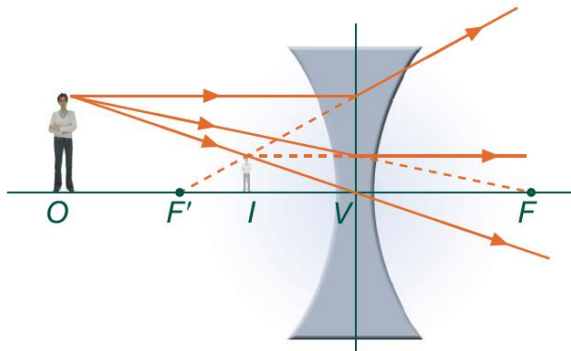
$$P = \frac{1}{f}$$

f : distància focal.
 P : potència de la lent.

Lent bicòncava



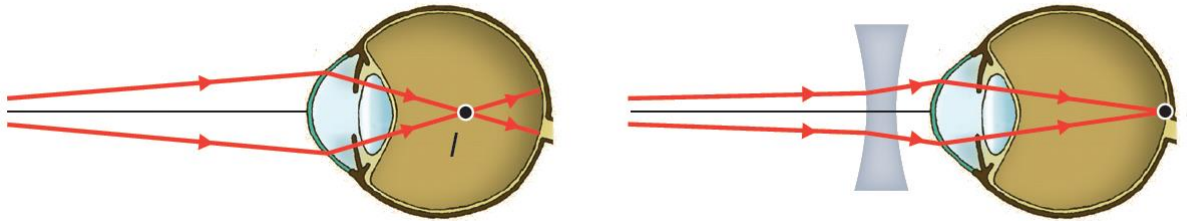
Segon punt focal:
focus imatge



Imatge / d'un objecte O

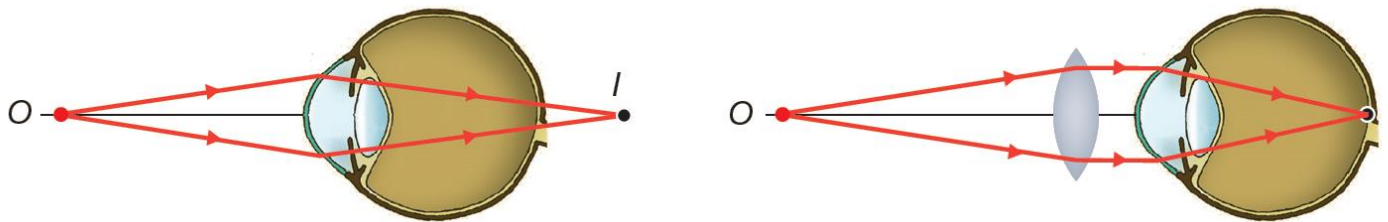
L'ull com a sistema òptic

Miopia



L'ull enfoca la imatge d'un punt llunyà davant de la retina; el defecte de la miopia es pot corregir amb una lent divergent

Hipermetropia



L'ull enfoca la imatge d'un punt proper darrere de la retina; el defecte de la hipermetropia es pot corregir amb una lent convergent