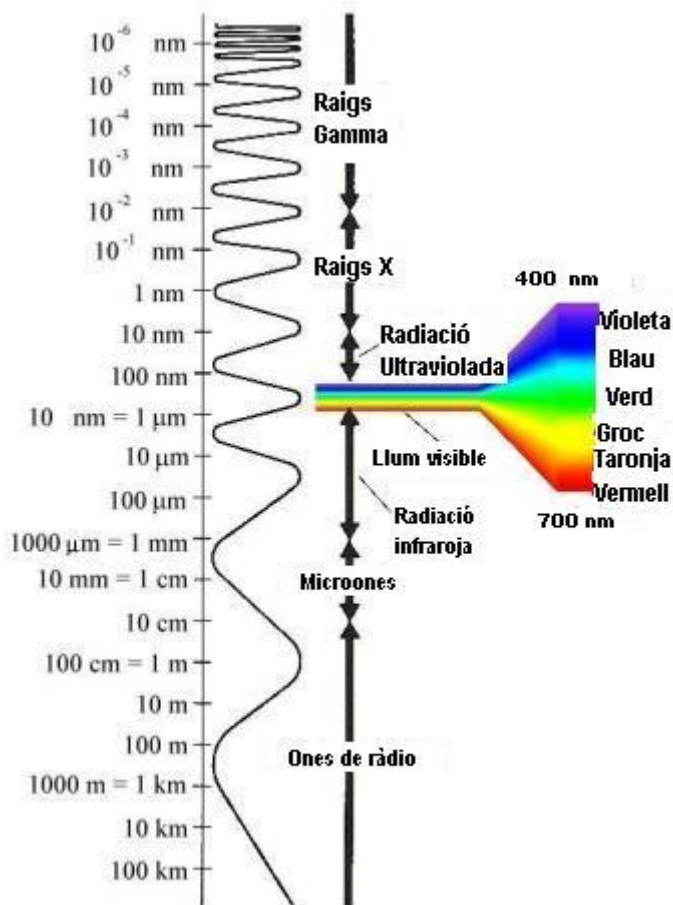


# CONCEPTES BÀSICS D'ONES

Sense tenir una **base d'ondulatòria** no podem entendre els models atòmics que expliquen la composició de la matèria. Escau deixar clar, primer, el concepte de **moviment ondulatori**, que definirem com el *moviment en el qual no hi ha un transport net de matèria, sinó només de quantitat de moviment i energia*. La quantitat de moviment i d'energia d'un moviment ondulatori es transmeten mitjançant **ones de propagació** i anomenem **focus emissor** d'ones el conjunt de partícules del medi material on s'origina la **pertorbació**.

Des de finals del segle XIX se sap que moltes formes d'energia són del mateix tipus: electromagnètica, que adopta la forma d'**ones electromagnètiques** (*ones que no necessiten cap medi material per propagar-se. L'únic que es produeix és una oscil·lació en el seus camps magnètic i elèctric, els quals són perpendiculars entre si i a la direcció de propagació de l'oscil·lació, la qual es transmet a la velocitat de la llum*). El que diferencia una ona electromagnètica d'una altra del mateix tipus és la seva freqüència o la seva longitud d'ona; el conjunt de totes les ones electromagnètiques s'anomena **espectre electromagnètic**:



Les **ones** que no són electromagnètiques sí són **mecàniques** i es caracteritzen pel fet de necessitar un medi material per poder dur a terme la seva propagació.

També podem classificar les **ones** segons siguin **transversals** (si les direccions de propagació de les ones són sempre horitzontals, és a dir, perpendiculars en tot moment a la direcció d'oscil·lació de les partícules) o **longitudinals** (si la direcció de propagació de l'ona i la direcció d'oscil·lació de les partícules coincideixen).

Les **magnituds característiques d'una ona** són:

A. **Cresta**: punt més alt de l'ona.

B. **Vall**: punt més baix de l'ona.

C. **Longitud d'ona** ( $\lambda$ ): distància mínima entre dos punts amb el mateix estat de vibració (en concordança de fase). La distància que hi ha, per exemple, entre cresta i cresta o vall i vall. Es mesura en unitats de longitud (**múltiples i submúltiples del metre**).

D. **Amplitud d'ona** ( $A$ ): valor màxim que adquireix la pertorbació. Si es tracta d'una ona en una corda la seva amplitud serà l'altura màxima que té un el seu punt més elevat; si es tracta d'una ona de pressió (so), el valor màxim de la pressió . . .

E. **Període** ( $T$ ): es pot interpretar de dues maneres diferents:

(a) Temps que triga una ona a recórrer una distància igual a la de la longitud d'ona.

(b) Temps que un punt tarda en donar una oscil·lació completa.

La seva unitat és el **segon** (s).

F. **Freqüència** ( $f$  o  $\nu$ ): nombre de longituds d'ona que per un punt determinat durant un segon (nombre d'oscil·lacions que un punt dona en un segon).

- Es fa servir  $f$  quan es tracta d'ones mecàniques.

- Es fa servir  $\nu$  per estudiar la freqüència de les ones electromagnètiques.

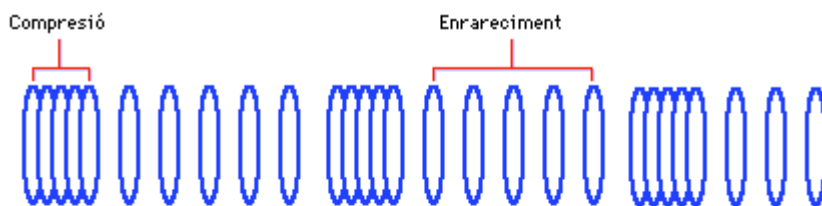
És la inversa del període ( $\frac{1}{T}$ ) i es mesura en **Hz** o **s<sup>-1</sup>**.

G. **Velocitat de propagació** ( $v$  o  $C$ ): rapidesa amb que es desplaça una ona. Depèn de les propietats del medi de propagació.

$$v = C = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \frac{1}{T} = \lambda \cdot f = \lambda \cdot \nu$$

La seva **unitat al SI** és el segon tot i que, com en el cas de la llum, pot mesurar-se en km/s.

La **velocitat de propagació de la llum** es representa amb la lletra "C" (tal i com es fa amb les velocitats de propagació de totes les ones electromagnètiques) i equival a  $3 \cdot 10^8$  m/s, el que és igual a 300.000 km/h.



**Figura 1: ona longitudinal**



**Figura 2: ona transversal**

## LA LLUM

Avui dia, gràcies a l'estudi i dedicació de molts científics al llarg dels segles (Thomas Young, Maxwell, Herz . . . ), se sap que **la llum és una tipus d'ona electromagnètica que es comporta, a més, com ho faria una partícula.**

Per arribar a aquesta conclusió foren necessaris nombrosos estudis i treballs de recerca que anessin perfilant una idea encertada del que passava realment amb la llum, de quines eren les seves característiques i el seu medi de transmissió . . .

Fem un petit recorregut històric:

- El món de les ones s'interpretava de forma mecanicista durant la primera meitat del segle XIX, cosa que propiciava l'atribució d'una imatge a la llum semblant a la que es té per a les ones mecàniques.

Això feia inconcebible el fet que la llum es pogués transmetre pel buit existent entre el Sol i la Terra; es veié necessària la introducció de la **hipòtesis de que tot l'espai estava ocupat per un medi, l'èter lumínic**, en el si del qual es transmetia la llum.

- El físic anglès **James Clerk Maxwell** va publicar, l'any 1861, un treball en que descrivia de forma exhaustiva els fenòmens elèctrics i magnètics de la matèria a partir d'unes lleis pròpies que es conegueren com a **lleis de Maxwell**.  
**Va arribar a la conclusió de que la llum era un tipus d'ona electromagnètica.**

- El físic Alemany **Heinrich Hertz** va demostrar experimentalment la hipòtesis de Maxwell de les ones electromagnètiques i va aconseguir generar-ne les primeres amb una freqüència diferent a la de la llum (una d'uns 10Hz).

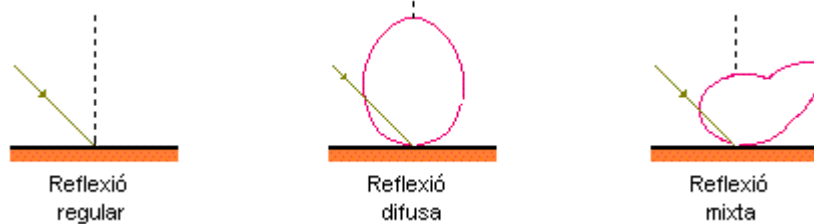
Definirem, a continuació, un parell de **fenòmens característics de la llum** com són la reflexió i la refracció:

1. **Reflexió**: fenomen en què 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 una ona reflectida. La direcció en que surt reflectida ve determinada pel tipus de superfície i pot ser de diversos tipus:

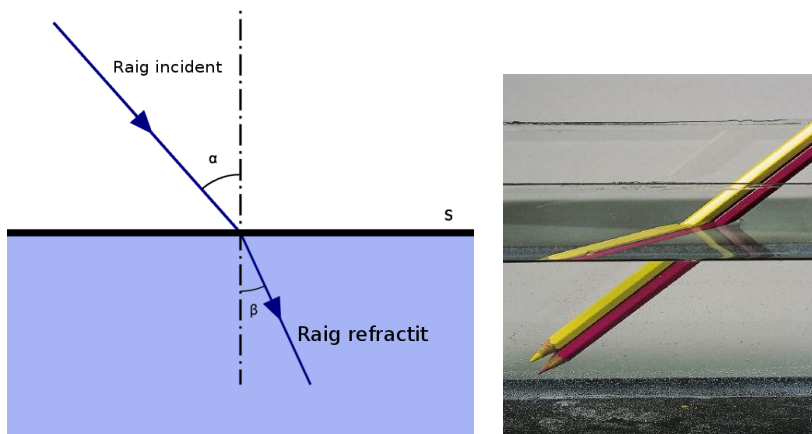
**A. Reflexió regular**: tota la llum surt en una mateixa direcció; és característica de superfícies brillants i polides.

**B. Reflexió difusa**: la llum surt escampada en totes les direccions; és característica de les superfícies mate.

**C. Reflexió mixta**: la llum s'escampa per tot arreu però hi ha una direcció predominant sobre les altres; és característica de superfícies metàl·liques sense polir, paper brillant . . .



2. **Refracció**: variació tant en la direcció de propagació de l'ona com del seu medi de transmissió.



## ELS ESPECTRES ATÒMICS

Ja sabem que quan fem passar la llum a través d'un prisma òptic es produeix l'efecte anomenat **dispersió**, que consisteix en la separació de les diferents longituds d'ona que formen el raig incident.

La llum blanca produeix, al descompondre-la, el que anomenem un **espectre continu**, que conté el conjunt de colors que correspon a la gamma de longituds d'ona que la integren.



No obstant això, els elements químics en estat gasós i sotmesos a temperatures elevades produeixen **espectres discontinus**, en els quals s'aprecia un conjunt de línies que corresponen a emissions de només algunes longituds d'ona. S'obtenen uns gràfics que mostren els **espectres d'emissió** de cada element (per separat, és clar).

El següent, que mostra l'*espectre d'emissió* del sodi:



El conjunt de línies espectrals que s'obté per un element concret és sempre el mateix, fins i tot si l'element forma part d'un compost complex i **cada element produeix el seu propi espectre diferent al de qualsevol altre element**. Això significa que cada element té la seva pròpia firma espectral.

Si fem passar la llum blanca a través d'una substància abans de travessar el prisma, només passaran aquelles longituds d'ona que no hagin estat absorbides per l'esmentada substància i obtindrem l'**espectre d'absorció** d'aquesta substància.

El gràfic següent mostra l'espectre d'absorció del sodi:



Tal i com podem veure, el **sodi** absorbeix les mateixes longituds d'ona que és capaç d'emetre. **Tots els elements absorbeixen les mateixes longituds d'ona que són capaços d'emetre.**

La regularitat trobada en els espectres discontinus suposa un recolzament molt important per comprendre l'estructura dels àtoms.