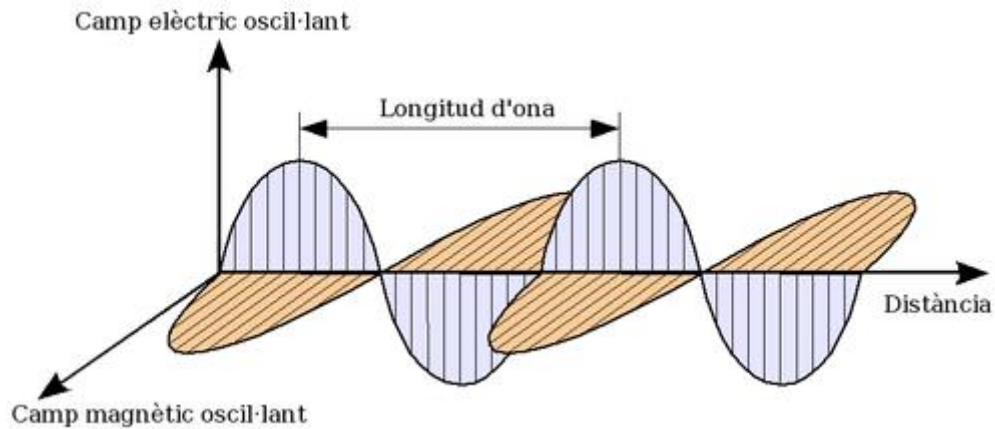


## UF3\_PROPIETATS ÒPTIQUES

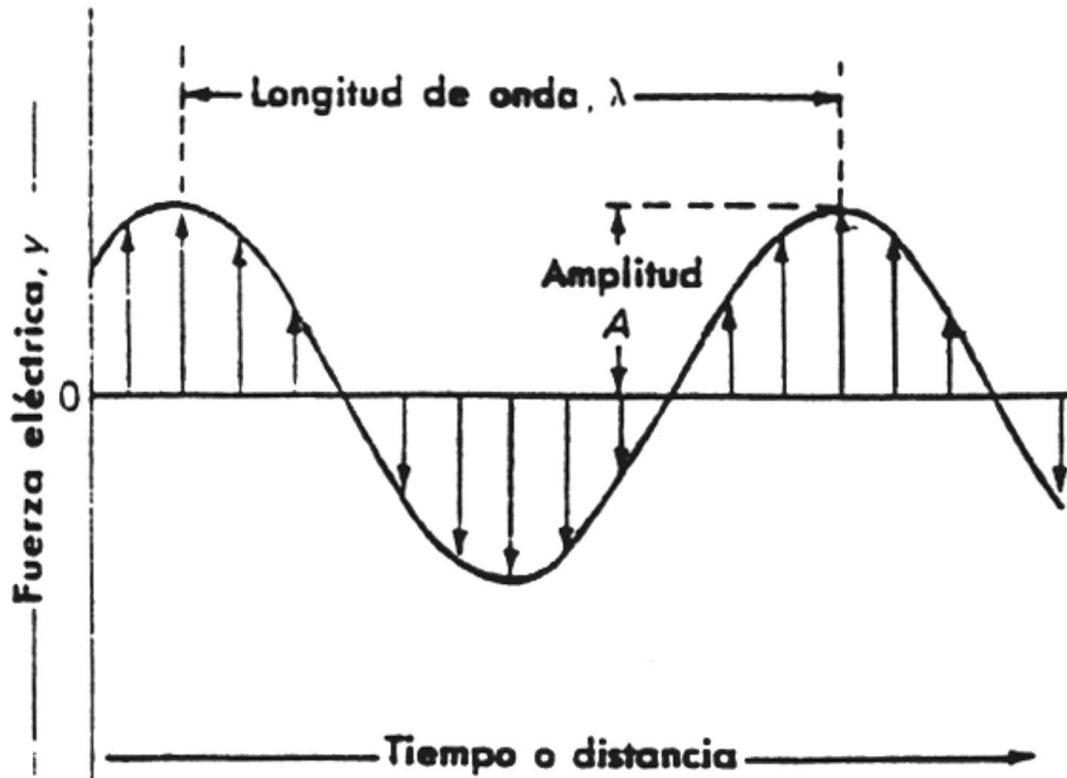
### LES ONES ELECTROMAGNÈTIQUES\_LA LLUM

La radiació electromagnètica és una emissió d'energia en forma d'ones. Aquestes ones arriben a nosaltres perquè es desplacen en línia recta per l'espai, però de forma tridimensional, al voltant d'un eix.



Els paràmetres característics de les ones electromagnètiques són:

- Longitud d'ona
- Amplitud
- Freqüència
- Període



Longitud d'ona ( $\lambda$ ) \_ distància que hi ha entre dues ones seguides.

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

Es el paràmetre que permet definir el tipus de radiació electromagnètica amb la que es treballa.

\_ Amplitud (A)\_ Alçada a la que arriba la ona a partir de la línia base.

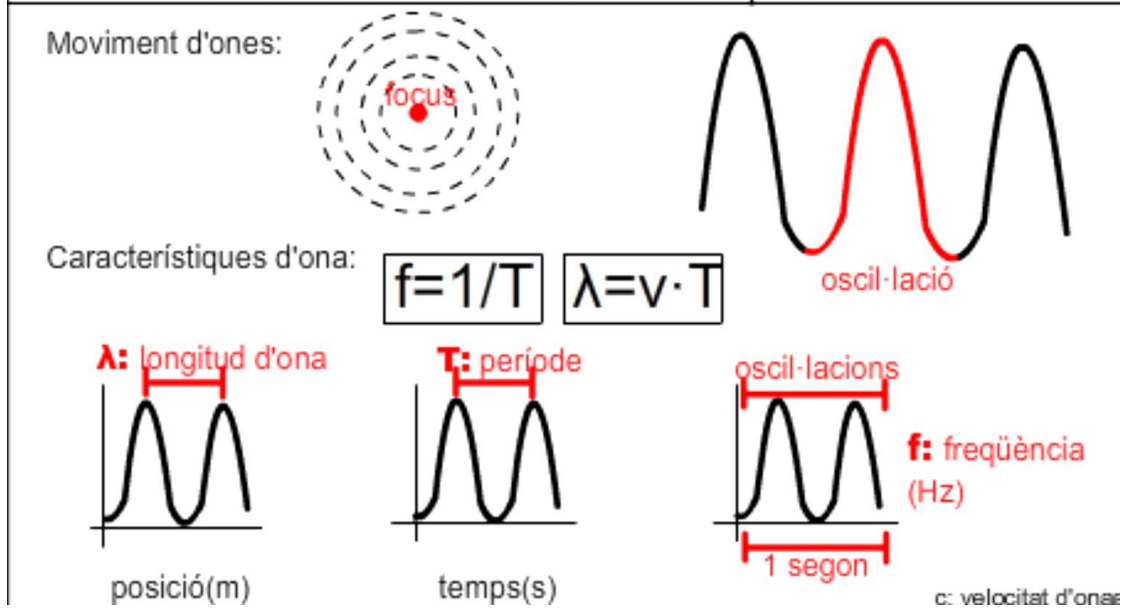
\_ Freqüència ( $\nu$  o  $f$ )\_ Nombre de repeticions per unitat de temps (  $\text{s}^{-1}$  o Hertz Hz)

$C = \text{velocitat de la llum al buit (} 300.000 \text{ km/s)}$   $\lambda = \frac{c}{\nu}$

\_ **Període (T)**\_ és el temps que triga una ona en realitzar una repetició.

El període es l'invers de la freqüència. La seva unitat es el segon  $T = \frac{1}{\nu}$

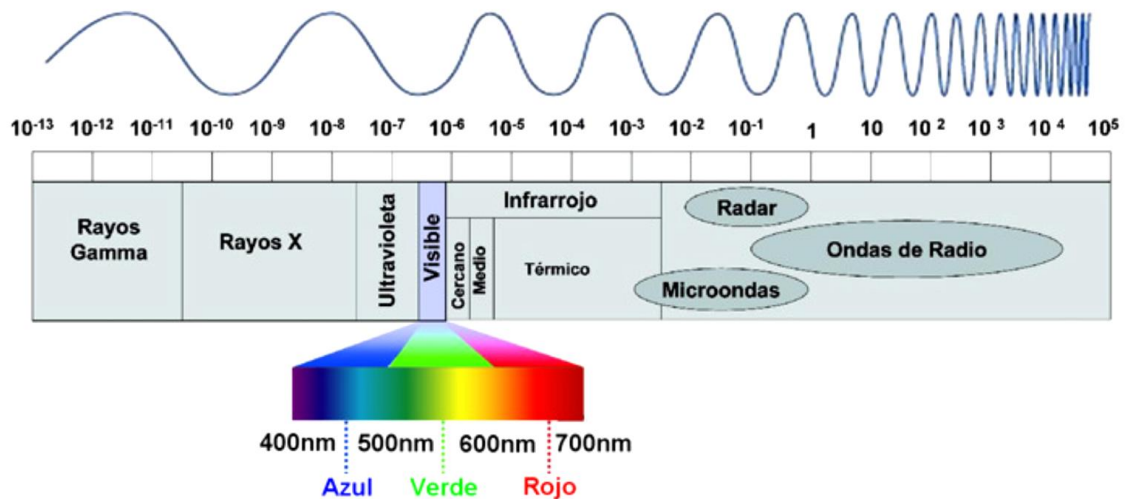
## Moviment d'ones i característiques d'ona



Podem classificar la radiació segons la seva energia, freqüència o longitud d'ona.

### Espectro electromagnètic.

Longitud de onda ( $\lambda$ ) en metres.



Les radiacions e-m més energètiques tenen longitud d'ona més curta. La llum visible se situa entre 400 i 700 nm aproximadament.

Els mètodes òptics que fan servir ones electromagnètiques, es basen en els fenòmens de refracció, rotació, dispersió, fluorescència....

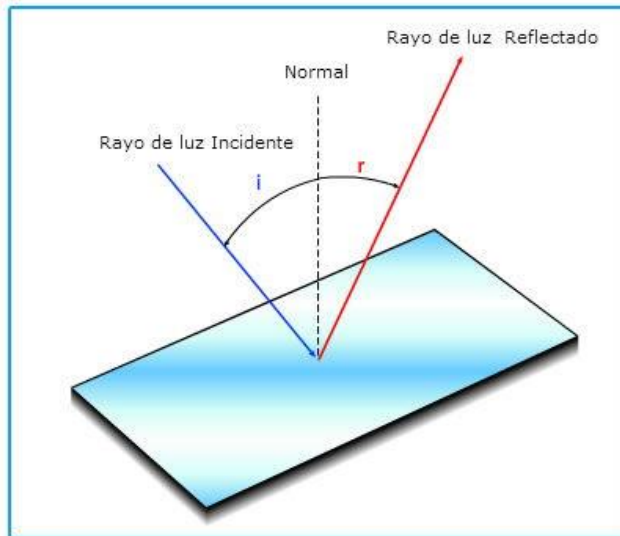
Principals tècniques òptiques:

- Refractometria

- Polarimetria
- Turbidimetria i Nefelometria

## REFRACCIÓ I REFLEXIÓ:

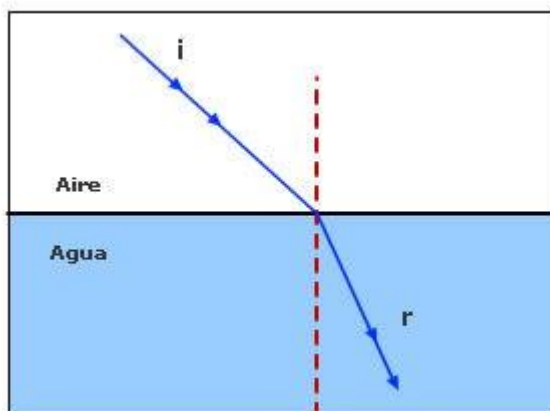
**La reflexió** és el canvi de direcció que experimenta la llum quan en el seu camí topa amb un objecte, això ens permet veure objectes que no emeten llum pròpia.



On “Normal” és una línia imaginària perpendicular a la superfície.

on “i” i “r” són l'angle d'incidència i reflexió respectivament. En aquest cas l'angle d'incidència i el de reflexió són iguals.

**La refracció** és un fenomen que experimenta la llum quan passa d'un determinat medi (transparent) a un altre diferent (transparent). La velocitat de propagació de l'ona electromagnètica canvia, i la seva direcció també.



En aquest cas, l'angle d'incidència i l'angle de refracció són diferents.

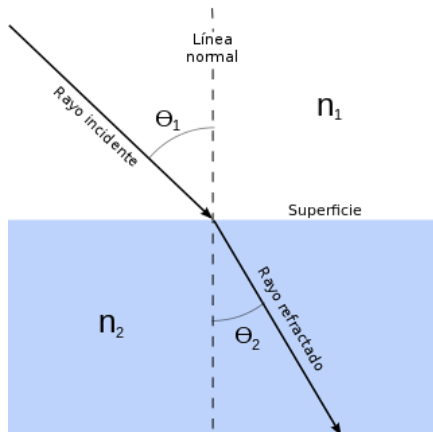
Quan passem d'un medi poc dens a un medi molt dens, l'angle de refracció s'acosta a la “normal” (perpendicular a la superfície) i en canvia quan passem d'un medi més dens a un medi poc, l'angle

de refracció s'allunya de la “normal”.

L'índex de refracció ens indica la relació que existeix entre la velocitat de la llum en el buit i la seva velocitat quan passa per un determinat medi. S'indica amb la lletra  $n$  i és adimensional.

$$n = c / v$$

L'índex de refracció sempre serà més gran que 1, ja que la velocitat de la llum sempre és més gran en el buit que en qualsevol medi.



Normalment es representa com  $n^T_\lambda$  perquè aquest índex serà diferent per al mateix medi si està més calent, o si el feix de llum que fem servir és de diferent longitud d'ona (feix monocromàtic de color) S'anomena **índex de refracció absolut**.

L'índex de refracció depèn de la pressió, la temperatura i el tipus de font emissora (freqüència o longitud d'ona).

**La Refractometria** és la tècnica que mesura el canvi de direcció de la llum (i de velocitat) en travessar diferents medis.

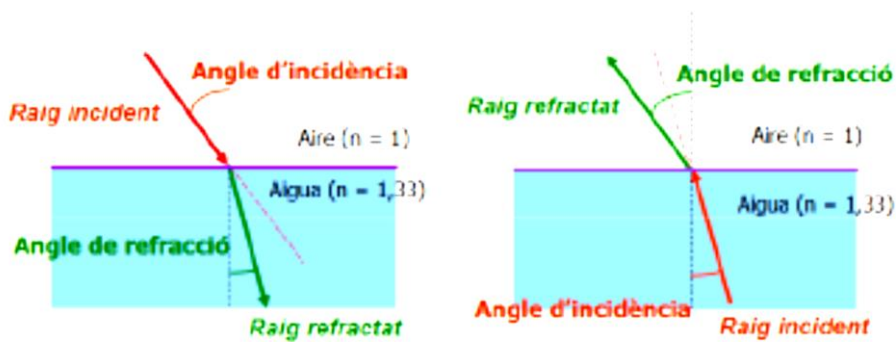
Així doncs, a una pressió i temperatura determinades i a una longitud d'ona determinada (normalment 589,3 nm que és la línia D del sodi), l'índex de refracció que s'obté és:

$$n^T_\lambda = \sin \theta_1(\text{incident}) / \sin \theta_2(\text{refractat})$$

### ÍNDEX DE REFRACCIÓ DE SUBSTÀNCIES (LÍNIA D DEL SODI) A 20°C

SUBSTÀNCIA	$[n]_D^{20}$
Aigua	1,333
Diamant	2,417
Alcohol etílic	1,362
Toluè	1,542
Glicerina	1,473
Aire	1,000277
Buit	1,000

## EXEMPLE AIRE/AIGUA:



■ Quan la llum passa a un altre medi amb  $n$  més gran, el raig refractat s'apropa a la normal

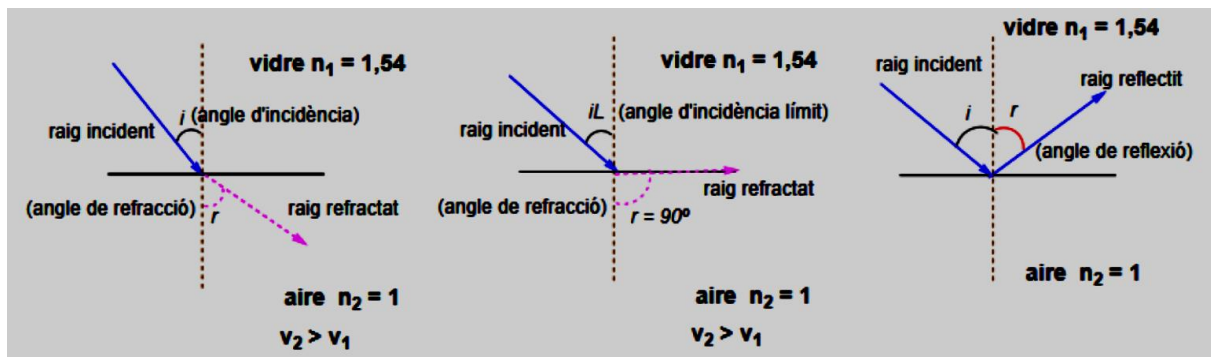
■ Quan la llum passa a un altre medi amb  $n$  més petita, el raig refractat s'allunya de la normal.

Llei d'Snell :

$$n_1 \cdot \sin \theta_1(\text{incident}) = n_2 \cdot \sin \theta_2 (\text{refractat})$$

## ANGLE LÍMIT D'INCIDÈNCIA

L'angle límit d'incidència és aquell que ni es reflexa ni es reflecteix (fig.b)



Matemàticament aquesta condició s'escriu, segons la llei d'Snell:

$$n_1 \cdot \sin \theta_1(\text{incident}) = n_2 \cdot \sin 90 (\text{refractat}) \text{ o}$$

$$n_1 \cdot \sin \theta_1(\text{incident}) = n_2 \cdot 1 (\text{refractat})$$

<http://www.educaplus.org/luz/refraccion.html>

## ANGLE CRÍTIC D'INCIDÈNCIA:

No es pot refractar la llum més de  $90^\circ$  perquè el que es produeix és la reflexió total.

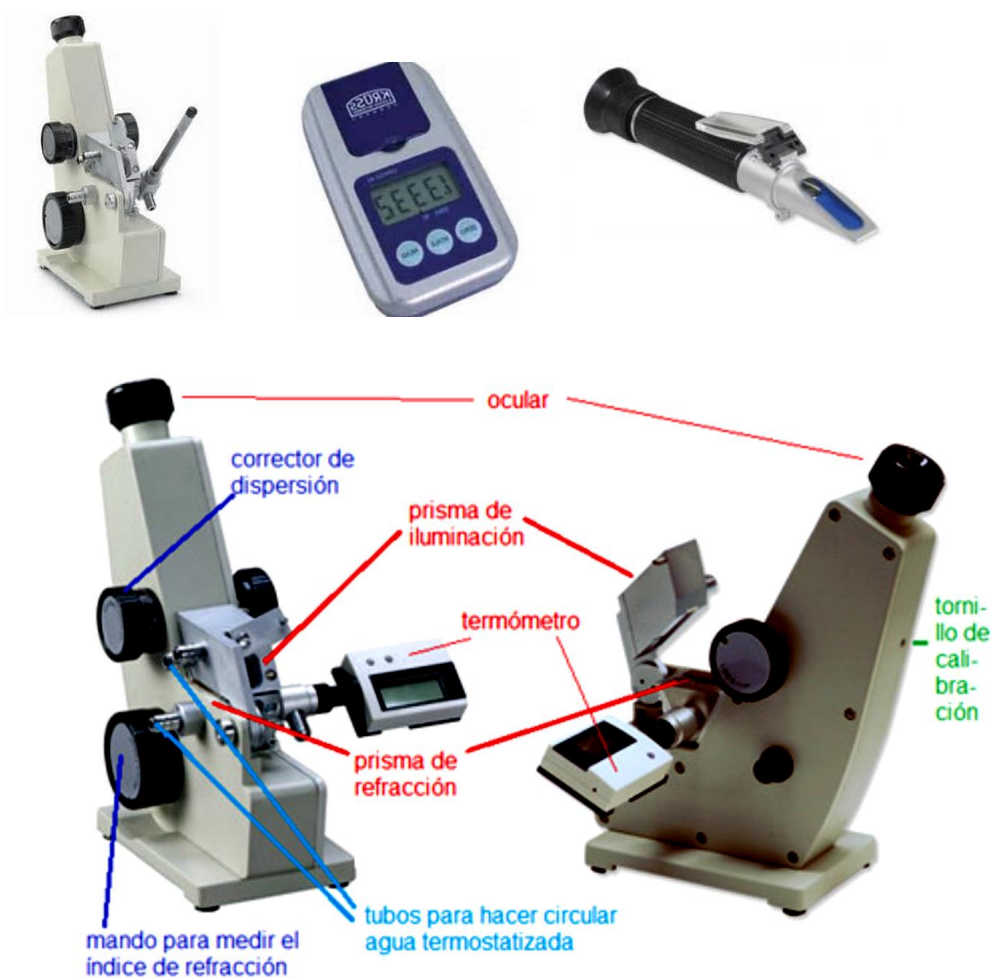
## EL REFRACTÒMETRE

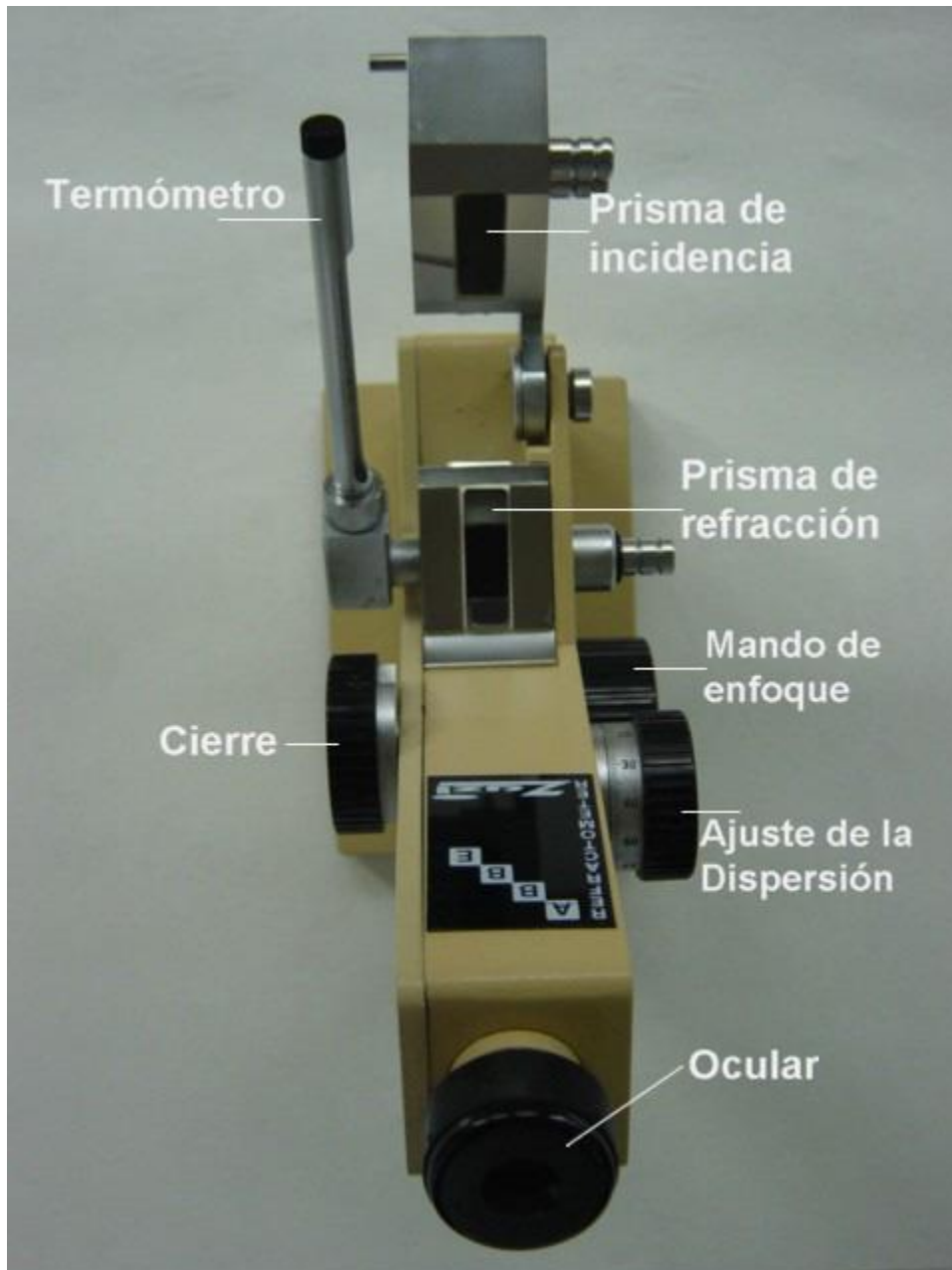
El **refractòmetre** és un instrument basat en un sistema òptic que ens ajuda a determinar l'índex de refracció de les substàncies.

L'aparell es basa en la **mesura de l'angle desviat** d'una radiació incident sobre una mostra.

Fa servir 2 prismes :un prisma fix (on es diposita la mostra) i un altre de mòbil (de refracció).

Tipus de refractòmetres: Poden ser Analògics o Digitals i poden ser portàtils o de sobretaula.





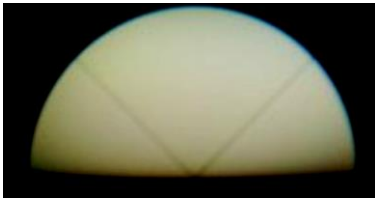
## FUNCIONAMENT DEL REFRACTRÒMETRE

- 1- Netejar amb paper suau o cotó fluix. (amb aigua o acetona)
- 2- Connectar el termòstat en cas necessari.
- 3- Calibrar l'aparell amb aigua destil·lada a 20°C. Si el valor no és 1,3330, al realitzar les mesures caldrà tenir en compte la correcció (diferència entre l'experimental i el teòric).
- 4- Afegir la mostra sobre el prisma de refracció (pel·lícula uniforme i sense bombolles). 2 gotes



5- Assegurar-se del tancament ( cierre).

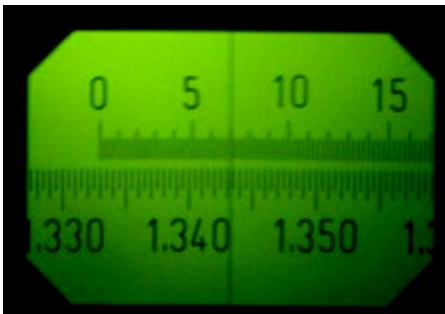
6- Ajustar amb el comandament la dispersió ( línia de l'horitzó nítida).



7- Amb el comandament d'enfoc, situar la línia de l'horitzó al centre de la creu d'ajust.

8- A continuació es pot fer la lectura.

9- Entre lectura i lectura s'han de netejar els prismes i assecar amb cotó.



Hi ha dues escales: la superior i la inferior.

- La superior indica els graus Brix, mesura la concentració de sucre (sacarosa) en %
- La inferior indica l'índex de refracció.