

*“... sia fatta la luce, e la luce fu.”
Genesi, 1,3*

PLS Astronomia – Secondo anno

- I. Cose è uno SPETTRO e come si costruisce
- II. Gli spettri delle stelle: che informazioni fisiche ci forniscono ?
(osservazione di spettri al telescopio)
- III. La classificazione spettrale delle stelle
(misure di spettri al telescopio)



Impareremo a classificare le stelle in base ai loro spettri

OGGI

Senza sapere cosa è la luce, possiamo studiarne alcune proprietà

1.Scomposizione in colori di un fascio di luce:

Prismi

Reticoli

2.Costruzione di “colorigramma” per varie sorgenti di luce:

I colorigramma dipendono dalla Sorgente

3. Dal colorigramma qualitativo al colorigramma quantitativo:

Uno di uno spettroscopio e di un rivelatore CCD

4. Come si passa dal “colorigramma” allo Spettro

Il Prisma



Cosa osserviamo sperimentalmente ?

Che un prisma non funziona senza una fenditura !

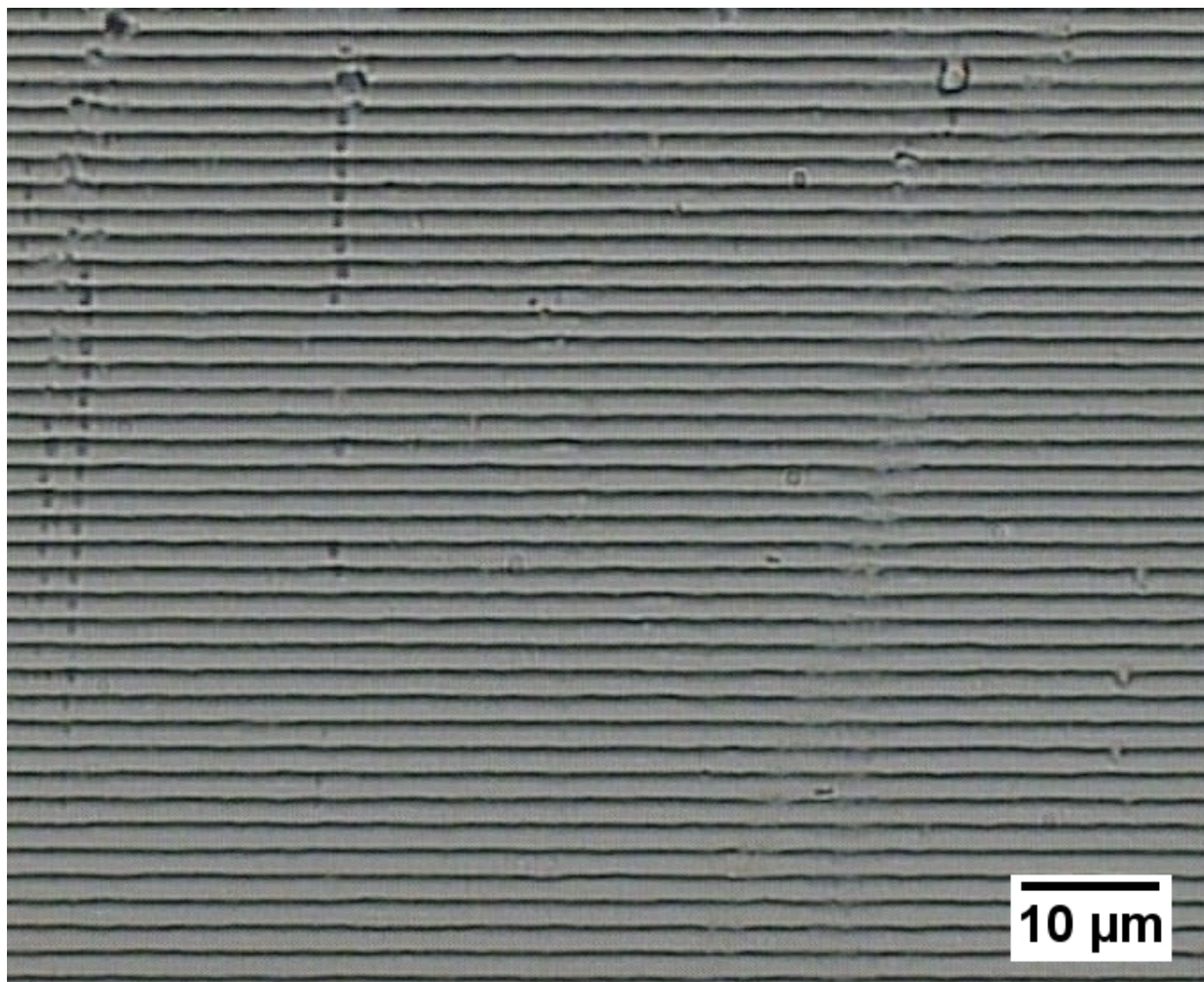
Se non utilizziamo una fenditura il prisma è colpito da più fasci di luce, ogni fascio di luce produce uno spettro in posizioni diverse, gli spettri si sovrappongono, i colori si sovrappongono e otteniamo nuovamente luce bianca:

A meno di non usare una sorgente di luce collimata (come a esempio una luce laser o una immagine stellare) è SEMPRE necessario usare una fenditura per far funzionare uno spettroscopio.

La stessa cosa osserviamo con un **reticolo di diffrazione**.

Il reticolo produce una immagine centrale (ordine zero) NON scomposta nei suoi colori e poi due immagini scomposte cromaticamente simmetriche rispetto all'ordine zero (primo ordine).

Immagine ingrandita della superficie di un reticolo di diffrazione



Con un reticolo osserviamo diverse sorgenti:

Osserveremo spettri “continui”, spettri a righe e spettri a bande.

Possiamo caratterizzare ogni sorgente con il suo “colorigramma”:

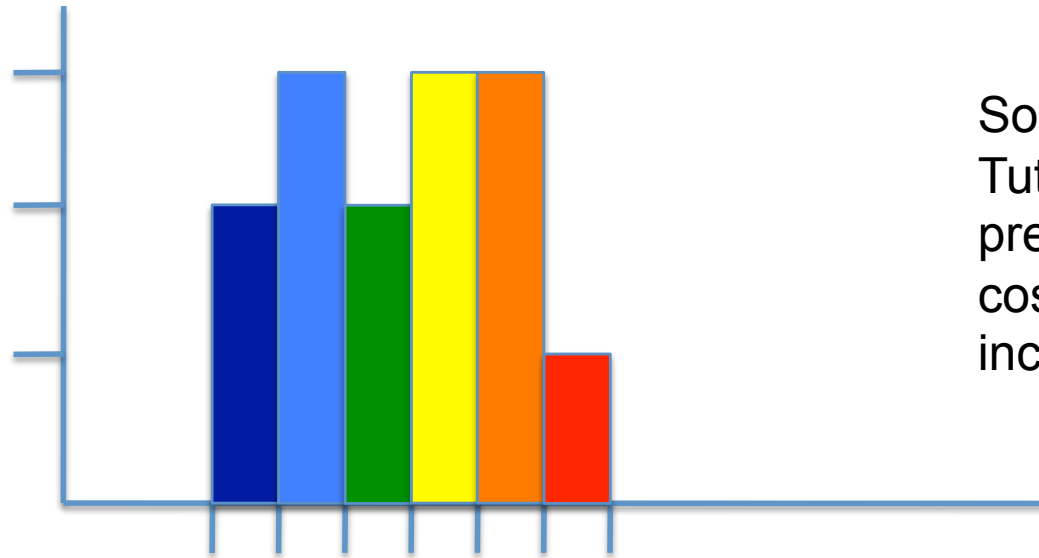
Costruiamo un grafico nel seguente modo:

In ascissa (asse orizzontale) riportiamo i 6 colori “principali”. Da destra verso sinistra: Viola, Blu, Verde, Giallo, Arancione, Rosso. Ogni colore individua una colonna.

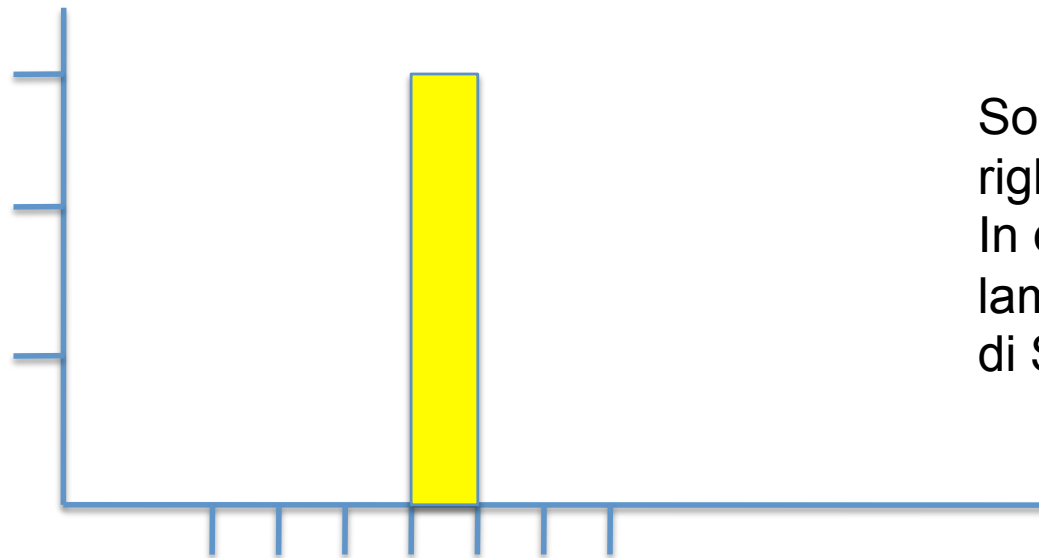
In ordinata (asse verticale) riportiamo tre intensità: poco intenso, intensità media, molto intenso.

Costruiamo in questo modo alcuni colorigramma per sorgenti diverse: cosa osserviamo ?

Alcuni esempi:



Sorgente continua:
Tutti i colori sono
presenti (appaiono
così le lampade a
incandescenza)



Sorgente "a
righe".
In questo caso
lampada ai vapori
di Sodio.

Ovviamente i colorigrammi sono qualitativi:

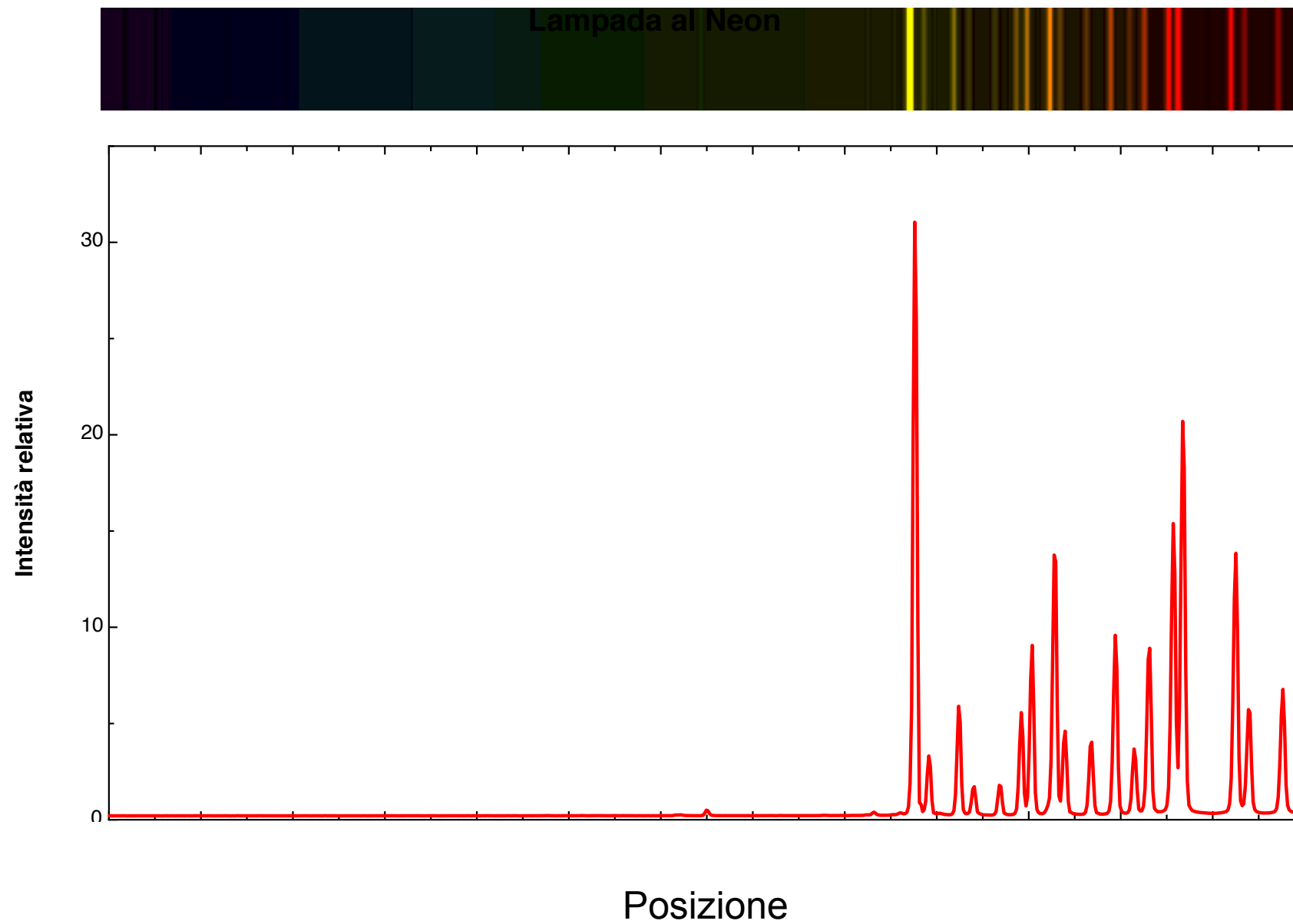
Le intensità sono apprezzate “a occhio” e i colori sono riportati solo per alcuni valori discreti.

Per poter fare una misura quantitativa dobbiamo usare uno strumento di misura (e possibilmente di registrazione).

Lo facciamo applicando una telecamera (CCD) a uno spettroscopio.

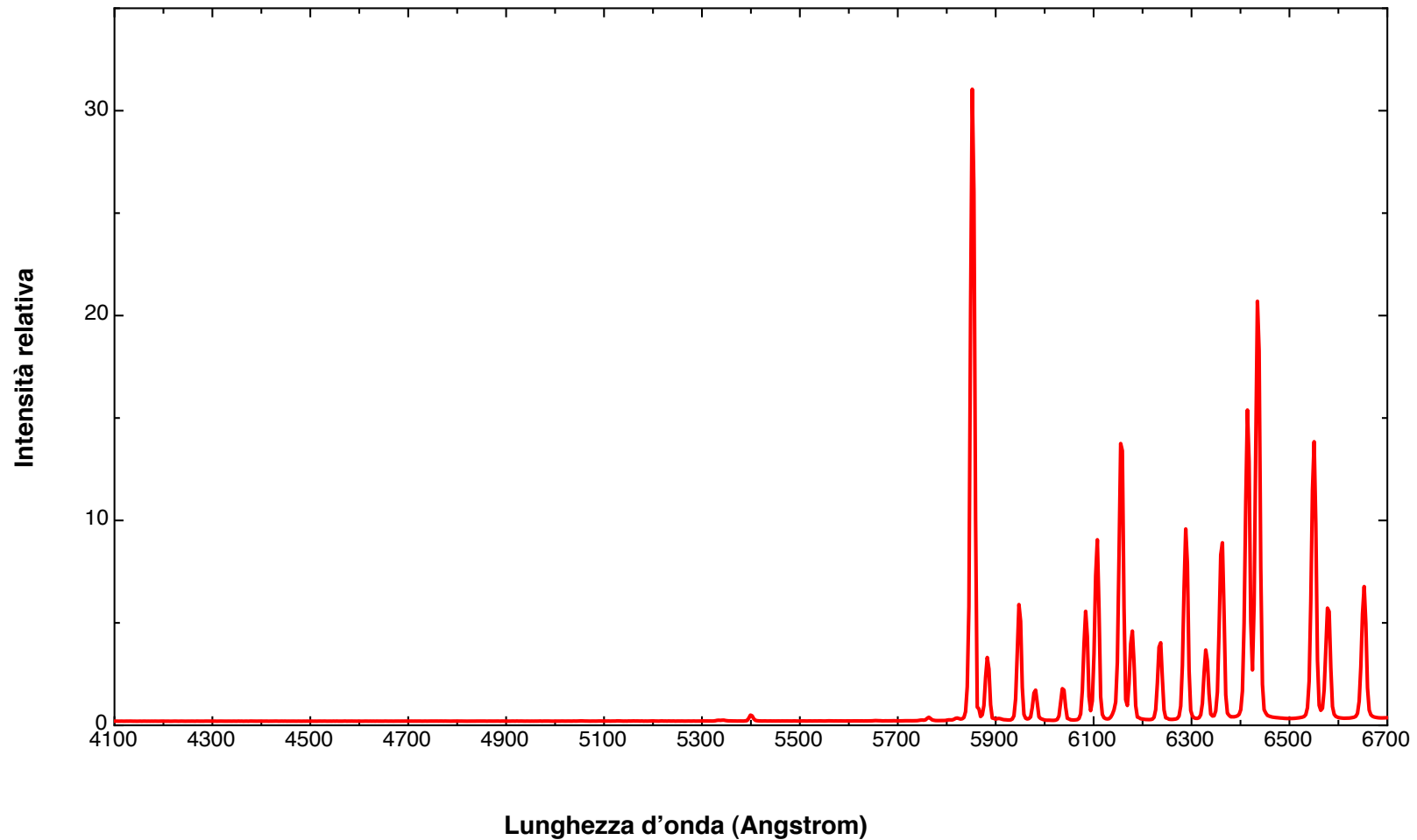
In questo modo abbiamo un grafico “continuo” che ci riporta tutti i colori e le loro sfumature, con le intensità (relative) corrette in funzione della posizione sul sensore della telecamera.

Scomposizione dei “colori” di una lampada al Neon



L'ultimo passaggio per costruire uno SPETTRO è sostituire sull'asse delle ascisse ai colori (o alla posizione) la LUNGHEZZA D'ONDA.

Lampada al Neon



Come si fa ?

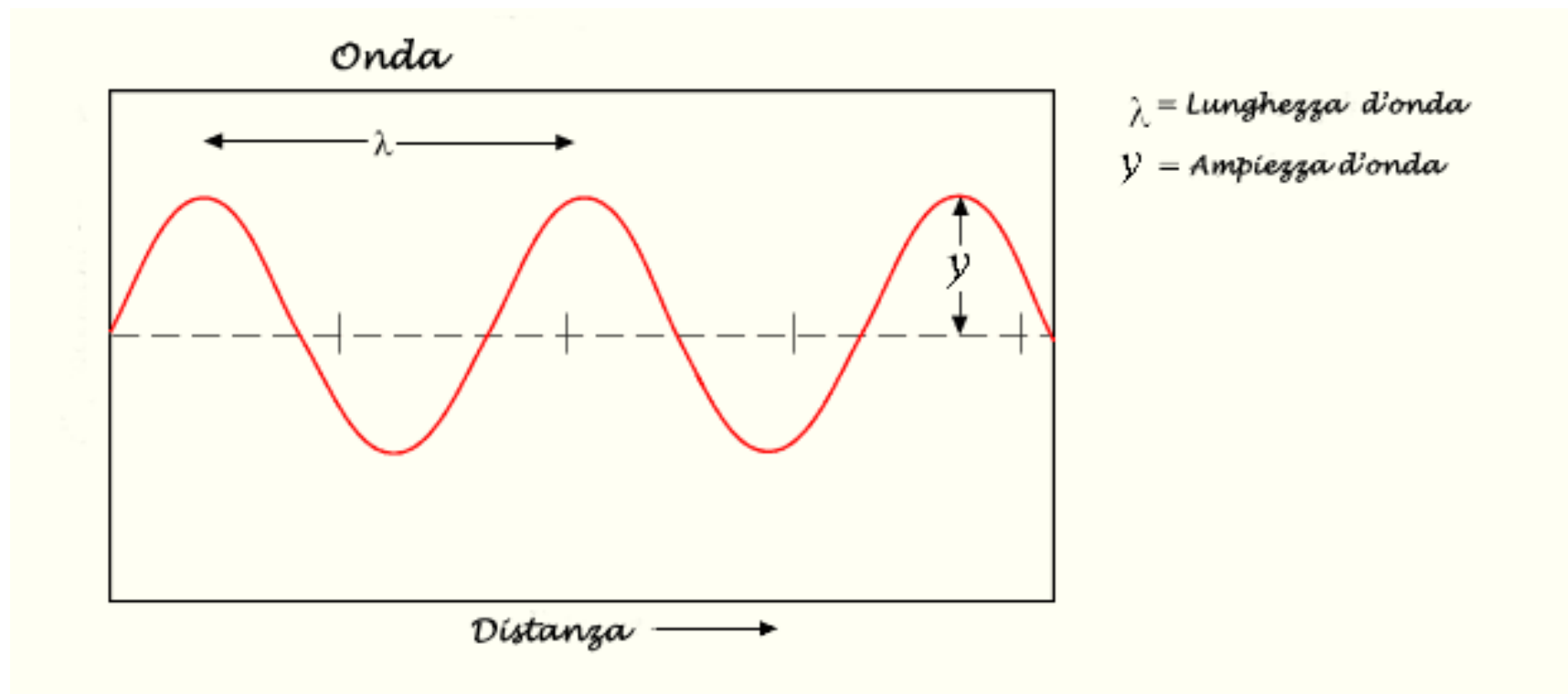
E' necessario sapere che la luce può essere descritta come un'onda (elettromagnetica).

Ogni onda è caratterizzata da una lunghezza d'onda (in genere contrassegnata con la lettera greca λ).

A ogni colore può essere associata una precisa lunghezza d'onda.

A esempio le onde “verdi” hanno una lunghezza d'onda di circa 5300 – 5400 Ångstrom.

Per maggiori dettagli su queste cose guardate le pagine che seguono...
Se non capite tutto in questa fase non importa: saltate alle (importanti!)
CONCLUSIONI.



Ogni onda è caratterizzata da una lunghezza d'onda λ .

Se l'onda si propaga con una certa velocità V , in 1 secondo avrà compiuto un numero ν di oscillazioni.

Questo numero ν si chiama frequenza (numero di oscillazioni al secondo) e vale la relazione: $\lambda \nu = V$

Unità di misura

La lunghezza d'onda è una lunghezza e pertanto si misura i metri.

Ma per la luce si tratta di una lunghezza molto piccola, di circa 0.0000005 m.

Pertanto conviene usare un sottomultiplo del metro.

In genere si usano i nanometri (nm), cioè 10^{-9} m (un miliardesimo di metro).

La luce che vediamo è compresa tra circa 400 (Violetto) e 700 (Rosso cupo) nm.

Un'altra unità di misura usata molto spesso per motivi storici è l' Ångstrom (si scrive Å) che corrisponde a 10^{-10} m.

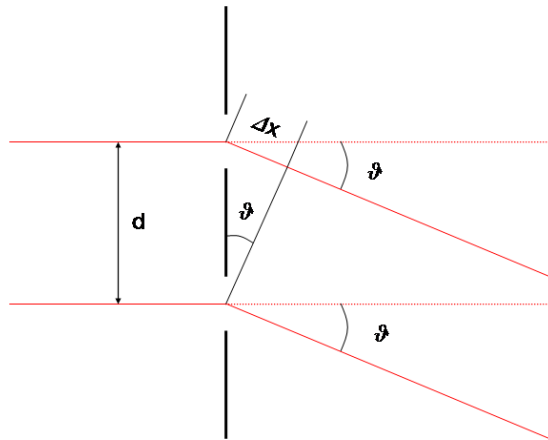
Pertanto $1 \text{ nm} = 10 \text{ Å}$

Come si associa una lunghezza d'onda a un dato colore ?

Un modo può essere quello di usare l'Equazione del Reticolo.

Al primo ordine, questa equazione dice che:

$$\lambda = 2d \cdot \sin\theta$$



d è la distanza tra due righe (che è sempre la stessa).

Se osserviamo a un angolo θ rispetto alla direzione di arrivo del fascio di luce sul reticolo stiamo osservando la lunghezza d'onda λ .

Comunque l'importante è capire che prismi e reticoli scompongono la luce mandando in ogni direzione (individuata dall'angolo) una certa lunghezza d'onda.

CONCLUSIONI

Per i fisici uno SPETTRO è un grafico (ottenuto come abbiamo visto con uno SPETTROSCOPIO) con in ascissa la lunghezza d'onda (o la frequenza) e in ordinata l'Intensità.

Ogni corpo ha il suo SPETTRO (la sua curva di questo tipo) che lo caratterizza come una sorta di impronta digitale.

Qui sotto un altro esempio di SPETTRO (in questo caso di una lampada a fluorescenza, come alcune delle lampade a basso consumo che usiamo a casa)

Lampada a fluorescenza (25W, 6500K)

