

Spettroscopia

Lo Spettro Elettromagnetico

Lo spettro elettromagnetico è costituito da un insieme continuo di radiazioni (campi elettrici e magnetici che variano nel tempo, autogenerandosi) che va dai raggi gamma alle onde radio. Dato che la lunghezza d'onda e la frequenza di una radiazione sono inversamente proporzionali, tanto minore è la lunghezza d'onda, tanto più elevata sarà la frequenza e quindi l'energia *.

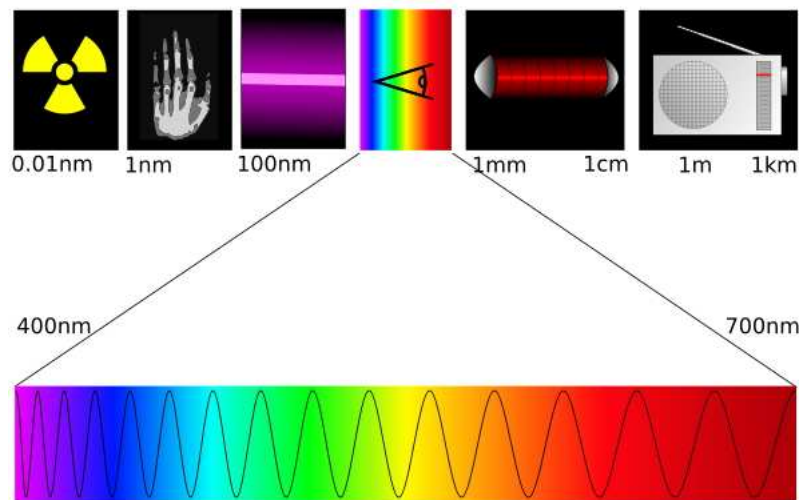


Figura 1: *Lo spettro elettromagnetico*

Così come l'orecchio umano possiede dei limiti nella percezione del suono, l'occhio umano ha dei limiti nella visione della luce. L'intervallo di lunghezze d'onda

*Da ricordare che le grandezze fondamentali di un'onda sono: la lunghezza d'onda λ , il periodo T e la frequenza ν , legate dalle relazioni $\nu = \frac{\lambda}{T}$, $\nu = \lambda\nu$. Inoltre $E = h\nu$. Nel caso delle onde elettromagnetiche $v = c$

compreso tra i 400 e i 700 nanometri rappresenta il campo di radiazione visibile. Ad ogni colore può essere associata una determinata lunghezza d'onda.

Colore	Lunghezza d'onda (in nm)
Violetto	<450
Blu	450-500
Verde	500-570
Giallo	570-590
Arancione	590-610
Rosso	>610

Ogni corpo emette una radiazione elettromagnetica, tipica degli elementi di cui è costituito. Dato che ogni elemento esistente in natura presenta una struttura atomica ben precisa e unica rispetto agli altri atomi e che, come abbiamo appena visto, ad ogni radiazione di una certa energia nel campo visibile corrisponde un determinato colore, ogni elemento esistente in natura emette una sua radiazione caratteristica, che rappresenta quindi una sorta di impronta digitale dell'elemento. Ecco perchè osservando la radiazione emessa da un determinato corpo siamo in grado di stabilire l'elemento, o gli elementi, di cui è costituito.

Di questo tipo di analisi si occupa la SPETTROSCOPIA

L'analisi Spettroscopica

Come accennato in precedenza ogni atomo possiede una precisa e unica struttura atomica, ossia gli elettroni che lo costituiscono possono trovarsi solo su orbitali ben determinati, con energia definita. Per far passare un elettrone da un orbitale di energia inferiore ad uno di energia superiore è necessario fornire dall'esterno una quantità di energia pari al salto quantico. Quando viceversa un elettrone passa da un livello energetico più alto ad uno più basso emette un fotone di energia pari alla differenza tra i due livelli. Quindi i fotoni emessi dagli atomi di un elemento dipendono dalla differenza dei livelli energetici, i quali a loro volta sono univocamente determinati dalla struttura atomica.

Bombardando con elettroni un determinato elemento allo stato gassoso e osservando la radiazione emessa si può risalire quindi al tipo di elemento.

Gli Spettroscopi

Sono strumenti che permettono di decomporre l'onda elettromagnetica complessa in uno spettro in cui sono separate le componenti di diversa lunghezza d'onda (e quindi di diverso colore). Esiste una grande varietà di spettroscopi, di concezione molto diversa in modo da coprire la gamma di frequenze; fra i più conosciuti ci sono lo **spettroscopio a prisma** e lo **spettroscopio a reticolo**.

Lo spettroscopio che utilizza il prisma come elemento dispersivo consiste in un collimatore composto da una fenditura e da un gruppo di lenti, un prisma per la dispersione e un cannocchiale. La luce da analizzare, proveniente da una sorgente esterna, attraversa la fenditura e una o più lenti di collimazione, quindi viene indi-

rizzata sul prisma. Per effetto delle due rifrazioni sulle superfici del prisma, il raggio viene separato in tutte le sue componenti e dà luogo ad una serie di immagini della fenditura, ciascuna di colore diverso, che vengono messe a fuoco mediante l'oculare.

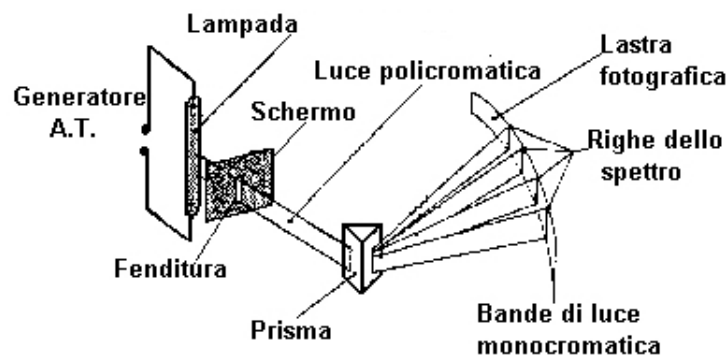


Figura 2: *Scomposizione delle luce attraverso un prisma*

L'altro tipo di spettroscopio d'uso comune è quello che impiega come elemento dispersivo un reticolo di diffrazione. Questo dispositivo, che nel relativo spettroscopio ha le stesse funzioni del prisma di vetro, consiste in una superficie metallica o di vetro su cui sono incise delle fenditure. I reticoli di diffrazione sono ampiamente usati per determinare la lunghezza d'onda della luce emessa da una qualsiasi sorgente, sia essa una lampada o una stella. I massimi di interferenza per le varie lunghezze d'onda sono dati infatti, per il primo ordine, dalla relazione:

$$d \sin \theta = \lambda \tag{1}$$

Dalla misurazione dell'angolo θ si può quindi ricavare la lunghezza d'onda.

L'esperienza in laboratorio

L'esperienza in laboratorio consisterà nell'osservazione di tre diversi spettri di emissione:

- Idrogeno (H_2)
- Elio (He)
- Mercurio (Mg)

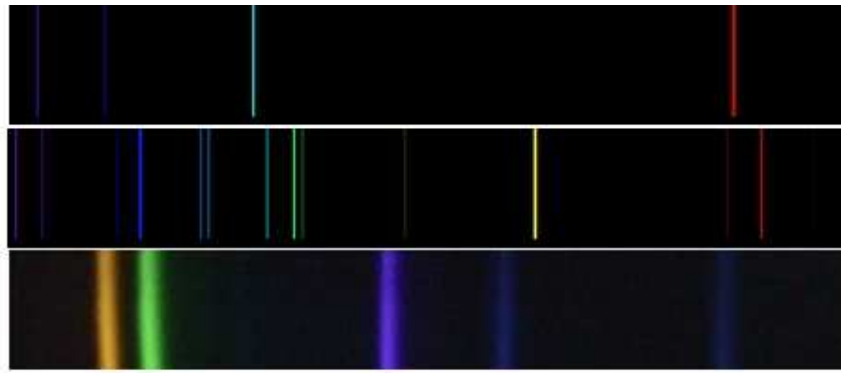


Figura 3: *Spettri di emissione. Dall'alto: idrogeno, elio e mercurio*

Utilizzando il primo strumento (spettroscopio a reticolo), dopo aver misurato θ_0 , angolo per il quale si osserva l'immagine della sorgente luminosa, bisognerà misurare i vari angoli sotto i quali si osservano le linee di emissione dei vari colori e ricavare la lunghezza d'onda associata [†]. Con l'utilizzo del secondo spettroscopio (a prisma) sarà possibile misurare direttamente la lunghezza d'onda associata alle varie bande luminose.

[†]In questa prima serie di misurazioni l'errore relativo nella determinazione della lunghezza d'onda è pari all'errore relativo nella determinazione dell'angolo θ , ossia $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{\Delta\theta}{\theta}$

Classificazione spettrale delle stelle

Le stelle dell'universo sono formate da differenti elementi chimici, quindi la luce emessa presenta caratteristiche diverse. La classificazione di Harvard distingue sette classi spettrali contrassegnate nell'ordine dalle lettere **O, B, A, F, G, K, M**. Ecco le caratteristiche essenziali delle varie classi:

CLASSE O - Stelle bianco-azzurre di altissima temperatura (fra 60.000° e 30.000°). Solo poche righe solcano lo spettro continuo e sono più che altro le righe dell'elio neutro e ionizzato, nonché deboli righe dell'idrogeno.

CLASSE B - Stelle bianco-azzurre sui 30.000° - 10.000° . Mostrano righe dell'elio neutro mentre non ci sono più quelle dell'elio ionizzato; le righe dell'idrogeno sono più intense che nella classe O.

CLASSE A - Stelle bianche di temperatura fra 10.000° e 7.500° . Le righe dell'idrogeno hanno in questa classe la massima intensità; compaiono deboli righe di alcuni metalli, come calcio e magnesio.

CLASSE F - Stelle bianche di temperatura fra 7.500° e 6.000° . Le righe dell'idrogeno, più deboli che nella classe precedente, sono ancora molto intense. Le righe dei metalli appaiono numerose.

CLASSE G - Stelle bianco-giallastre di temperatura fra i 6.000° e 5.000° . Le righe dell'idrogeno sono ancora più deboli che nella classe F, mentre quelle dei metalli sono numerosissime ed intense: calcio neutro e ionizzato, ferro, magnesio, titanio,

ecc. Quelle del calcio ionizzato, note come righe H e K, che cadono nel vicino ultravioletto, sono fra le più intense dello spettro.

CLASSE K - Stelle fredde di colore rosso-arancio. Essendo la temperatura compresa fra 5.000° e 3.500° lo spettro è fitto di righe dovute prevalentemente a metalli. Le righe dell'idrogeno sono molto deboli.

CLASSE M - Stelle ancora più fredde, avendo temperatura sui 3.000° , e quindi di colore rossastro. L'atmosfera, cioè gli strati più esterni di queste stelle, contengono non solo elementi ma anche composti chimici e cioè molecole, le quali danno origine ad uno spettro a bande.

Ciascuna classe viene suddivisa in 10 sottoclassi o tipi, indicate con i numeri da 0 a 9 aggiunti alle lettere.