

LA DIFFRAZIONE

Base della strumentazione spettroscopica

Risulta chiaro a chi abbia seguito fin qui che una miscela di gas rarefatti e molto caldi, come possono essere quelli che avviluppano una stella, contenendo un certo numero di elementi, produrrà uno spettro di assorbimento molto complesso, che contiene radiazioni di tutte le lunghezze d'onda corrispondenti a tutte le transizioni permesse per gli atomi di quegli elementi, sia pur con intensità differenti. Le intensità risentono sia delle probabilità di transizione, diverse per i vari salti quantici, sia l'abbondanza relativa degli elementi contenuti.

Lo studio degli spettri è dunque una fonte ricchissima di informazioni.

Il principio fisico che rende possibile la separazione delle varie lunghezze d'onda (colori se siamo nel visibile), è la diffrazione, su cui si basano tutti gli spettroscopi moderni, sia quelli dell'astronomia professionale, sia quelli usati dagli astrofili, come il nostro SBIG DSS7. (Trascureremo gli spettroscopi a prisma, basati sulla dispersione, in quanto hanno solo un valore storico).

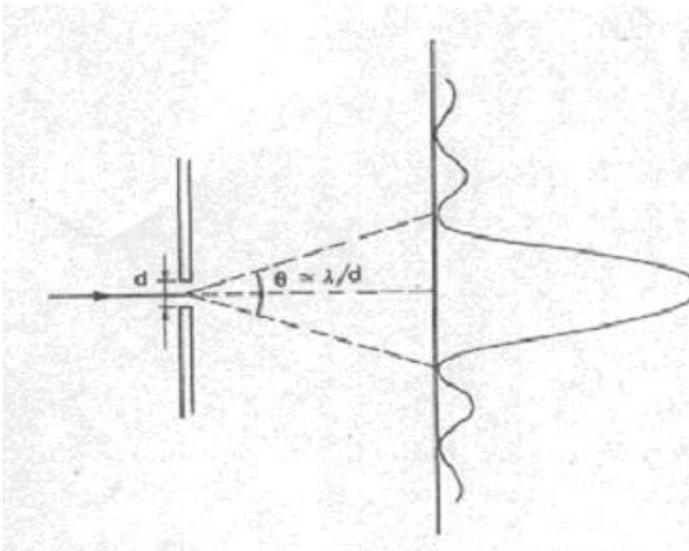
Una trattazione analitica completa del fenomeno, non fa parte degli scopi di questo documento, e sarebbe eccessivamente lunga. Ne daremo una descrizione qualitativa del fenomeno, cercando di usare parole semplici del linguaggio comune. Ciò nonostante, la lettura che segue sarà abbastanza impegnativa, e sarà necessario leggere con attenzione e talora rileggere pazientemente più volte. Chi vorrà approfondire, anche sul piano quantitativo, (valori di intensità luminosa dei massimi, distanza tra i massimi in funzione della lunghezza d'onda, potere risolvibile dei reticoli, ecc), potrà procurarsi un buon testo di Fisica del Liceo, per la cui comprensione occorre una conoscenza dell'algebra elementare – oltre che la solita dose di pazienza.

Come dicevamo all'inizio, l'aspetto della luce che bisognerà considerare, è quello ondulatorio: la luce è costituita da vibrazioni del campo Elettromagnetico, la cui lunghezza d'onda nella gamma visibile va da 380 a 680 milionesimi di millimetro, (nanometri). Si incontra spesso un'altra unità introdotta dai primi spettroscopisti, che vale un decimo di nanometro e si chiama Angstrom (simbolo Å). In questa unità le lunghezze d'onda della luce visibile vanno da 3800 a 6800 Å (I valori sono convenzionali e possono variare leggermente sui vari testi)

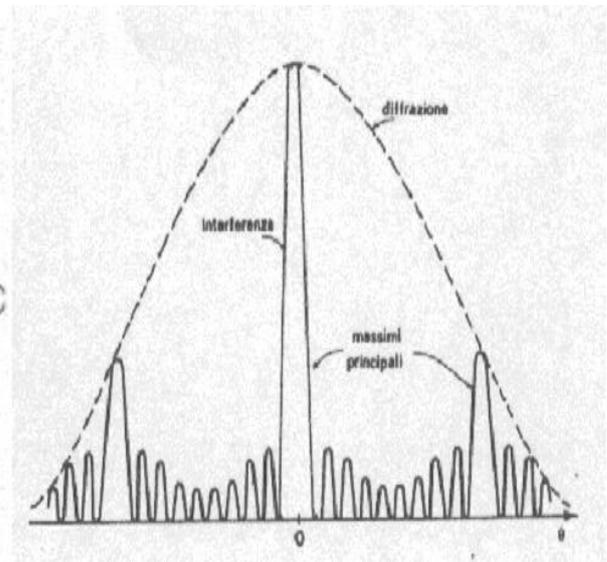
Se la luce fosse costituita da corpuscoli (o meglio: se la luce avesse *soltanto* la natura corpuscolare), non potrebbe assolutamente aggirare gli ostacoli, perché i singoli corpuscoli sarebbero costretti a procedere in linea retta, oppure sarebbero respinti o assorbiti dagli ostacoli. Invece i corpuscoli che la costituiscono, i fotoni, sono anche dei piccoli treni d'onda: quelli che passano vicinissimi al bordo netto di un ostacolo (come la lama di un rasoio) vengono deviati di un certo angolo e quindi un flusso luminoso riesce a penetrare dietro la lamina. La cosa riuscirebbe totalmente incomprensibile se non sapessimo che i fotoni sono anche onde.

Ma che cosa succede se facciamo passare della luce attraverso **una fenditura**? Per rispondere a questa domanda dobbiamo pensare che un fotone è un pacchetto di onde, esteso nello spazio di una lunghezza pari a qualche lunghezza d'onda. Se costringendolo ad attraversare una fenditura dello stesso ordine di grandezza, tentiamo di determinarne la traiettoria (concetto proibito per un'onda!), il fotone "scantona", deflettendo di un angolo tanto maggiore quanto la fenditura è stretta.

In un raggio di luce **monocromatica** di una intensità anche modesta fluiscono miliardi di miliardi di fotoni per centimetro quadro; ognuno di essi viene deflesso (=diffratto) secondo le stesse regole, e dopo la fenditura viaggiano fotoni con fase differente, e danno luogo a un particolare tipo di accumulazione chiamato **interferenza**, che avviene quando le grandezze che si sommano sono dotate, oltre che di intensità, anche di **fase**. L'interferenza tra le varie porzioni di fascio con fase differente dà luogo a **zone luminose alternate a zone oscure**, digradanti in modo simmetrico a partire dalla zona chiara centrale.

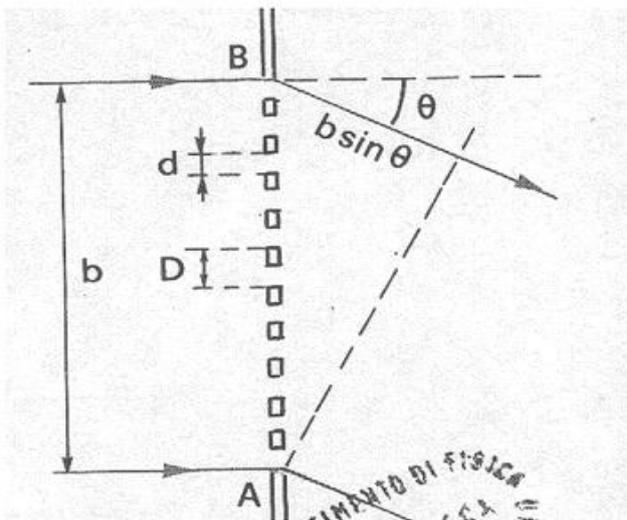


Frange da una fenditura.

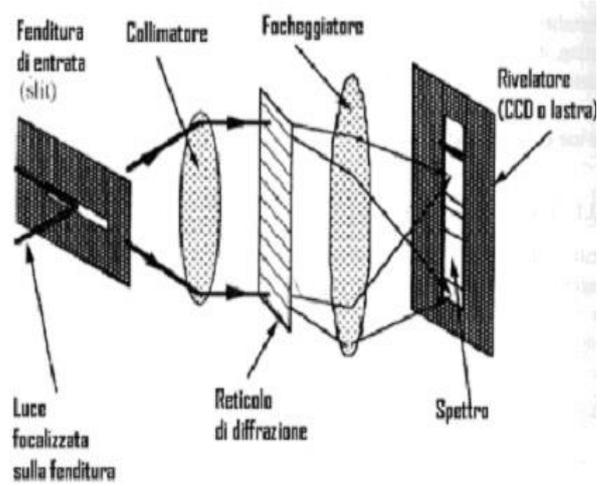


Frange da due fenditure.

Un reticolo con centinaia o migliaia di tratti equivale a una altrettanto numerosa serie di fenditure equidistanti, e dà luogo (parlando sempre di luce monocromatica) a una configurazione di zone chiare nette e strette, praticamente delle linee, molto distanziate tra di loro.



Reticolo.



Schema spettroscopio.

Il passaggio dalla luce monocromatica alla luce di una sorgente qualunque il passo è semplice: ogni lunghezza d'onda contenuta nella sorgente dà la sua serie di linee chiare, cioè noi possiamo raccogliere su uno schermo lo spettro della sorgente. Il primo ordine di deflessione di tutte le linee costituisce lo spettro del primo ordine. Gli ordini successivi costituiscono gli spettri di ordine successivo: sono molto meno luminosi, meno netti, molto deflessi, e di solito vengono esclusi dallo spettro, anche perché i vari ordini per i diversi colori si sovrapporrebbero.

[1] L'energia associata a un fotone di frequenza ν è uguale ad $(h/2\pi) \cdot n$, h costante di Planck $= 6,626176 \cdot 10^{-34}$, energia risultante in Joule

[2] prodotto della massa dell'elettrone per la sua velocità per il raggio dell'orbita