

---

# Spettroscopia Atomica

---

Spettri di Emissione ed  
Assorbimento Atomico

---

Lodovico Lappetito

---

## Sommario

Spettri Atomici.....	3
Spettrometro a Reticolo di Diffrazione .....	4
Lampade Spettrali.....	5
Idrogeno .....	5
Anidride Carbonica .....	6
Azoto.....	6
Lampade Commerciali.....	7
Lampada Fluorescente ai vapori di Mercurio.....	7
Lampada al Neon.....	8
Lampada ai Vapori di Sodio .....	8
Lampada allo Xenon .....	8
Spettri di emissione / assorbimento atomico .....	9

## Spettri Atomici

Lo **spettro di emissione** di un elemento chimico o di un composto chimico è l'insieme delle frequenze della radiazione elettromagnetica emessa dagli elettroni dei suoi atomi quando questi compiono una transizione da uno stato ad energia maggiore verso uno a energia minore.

Per ogni transizione tra stati, l'energia del fotone emesso è uguale alla differenza di energia dei due stati secondo l'equazione :

$$E = h \cdot \nu$$

che mette in correlazione l'energia della transizione con la frequenza del fotone di luce emesso ( $h$  è la costante di Planck). Dal momento che in ogni elemento o composto chimico vi sono numerose transizioni possibili, l'insieme dei fotoni di diverse frequenze emessi dall'elemento o dalla molecola ne costituisce lo spettro.

Lo spettro di emissione di ciascun elemento o molecola è unico, per questo la sua analisi, detta spettroscopia, può essere usata per analizzare qualitativamente e quantitativamente una sostanza.

Gli spettri di emissione si distinguono in :

- spettri a righe: corrispondenti ad una successione discreta di lunghezze d'onda e quindi di righe spettrali
- spettri a bande: nei quali le righe sono addensate con continuità nell'intorno di certe lunghezze d'onda, formando delle bande tra loro separate
- spettri continui: consistenti in una successione continua di lunghezze d'onda all'interno di un intervallo relativamente largo.

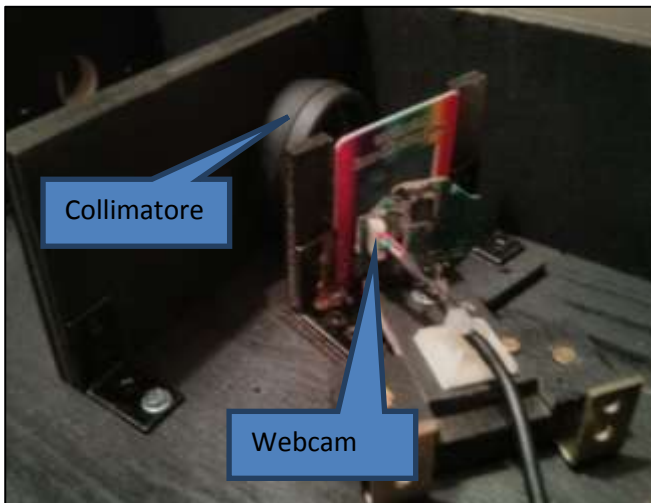
Gli spettri a righe e gli spettri a bande sono emessi da gas e vapori a pressione non troppo elevate. I primi sono dovuti ad atomi isolati, i secondi a molecole biatomiche o pluriatomiche. Essi sono caratteristici degli elementi che li emettono; non vi sono spettri comuni a due elementi e neppure singole righe.

Nell'atomo di idrogeno, i salti quantici di un elettrone tra gli orbitali sono descritti dall'equazione di Rydberg:

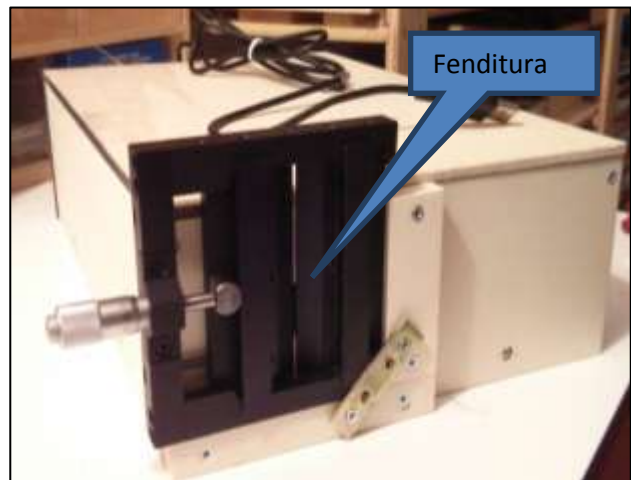
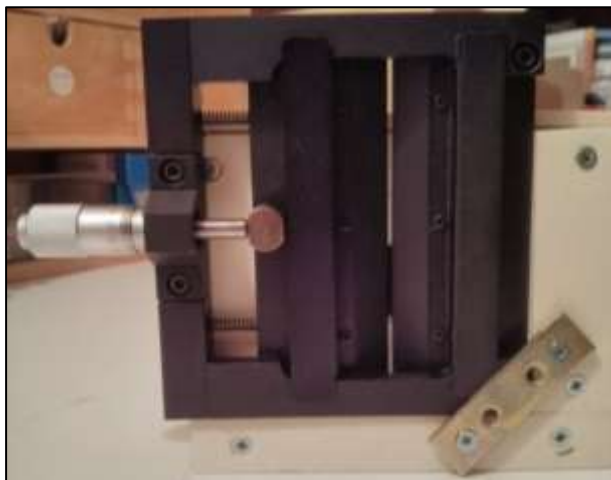
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{m_e e^4}{8ch^3 \epsilon_0^2} \left( \frac{1}{n_i^2} - \frac{1}{n_f^2} \right)$$

con  $n_i > n_f$  che rappresentano i livelli energetici iniziale e finale,  $m_e$  ed  $e$  rispettivamente la massa e la carica dell'elettrone,  $c$  la velocità della luce,  $h$  la costante di Planck ed  $\epsilon_0$  la costante dielettrica nel vuoto. Nello spettro dell'idrogeno questa relazione rende conto perfettamente della presenza di alcune serie di righe, chiamate di Lyman, di Balmer e di Paschen. La **serie di Balmer** è l'unica a cadere nel visibile, e corrisponde alla transizione dai livelli più energetici al livello 2; la riga più importante di questa serie è chiamata **H $\alpha$** , la sua lunghezza d'onda è circa 6563 Å, che corrisponde a radiazione rossa, ed è data dalla transizione dell'elettrone tra i livelli 3 e 2.

## Spettrometro a Reticolo di Diffrazione

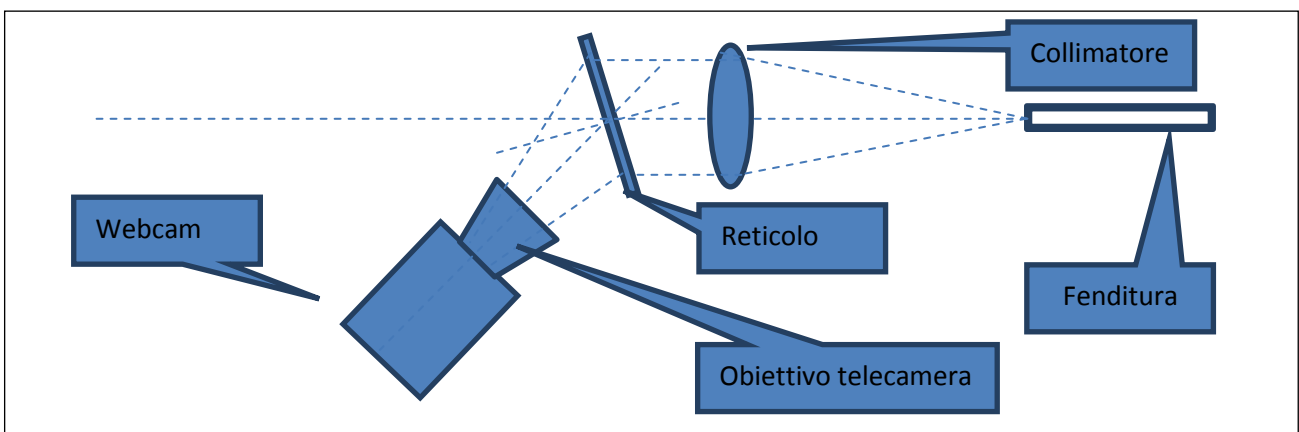


Interno dello strumento con obiettivo collimatore, reticolo e webcam

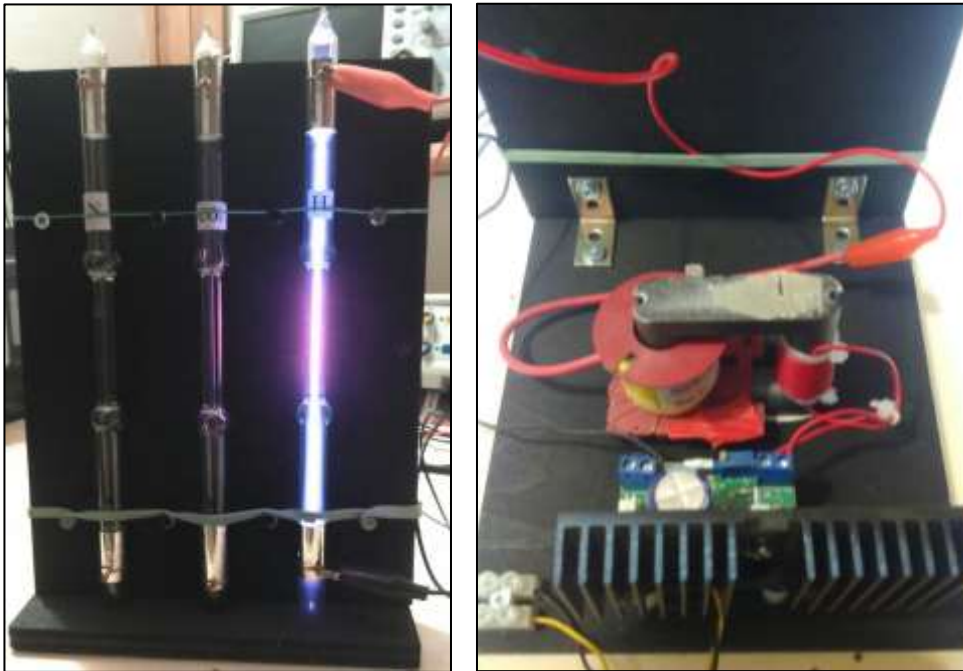


Dettaglio della fenditura micrometrica e vista dello spettrometro assemblato

### Schema costruttivo dello spettrometro :

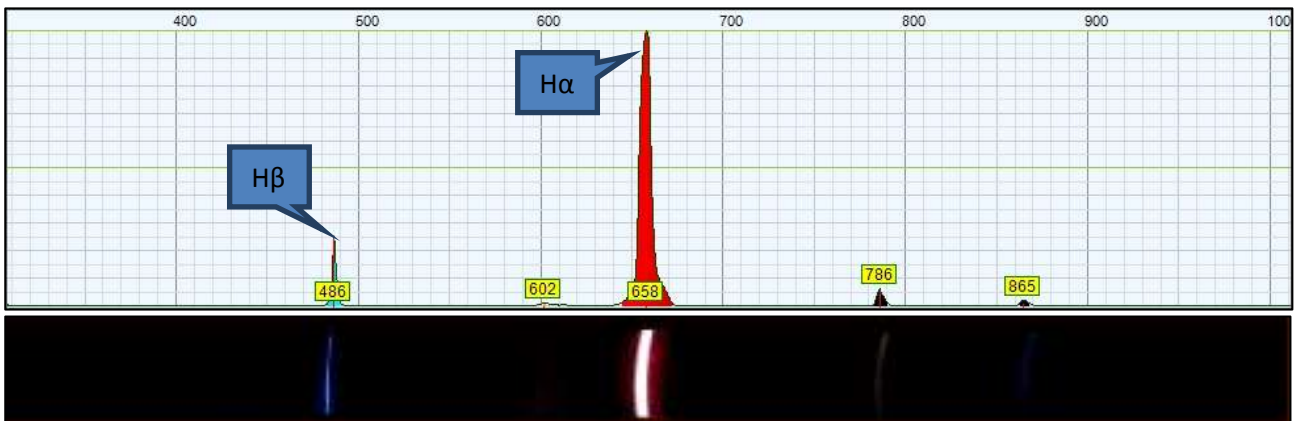


## Lampade Spettrali

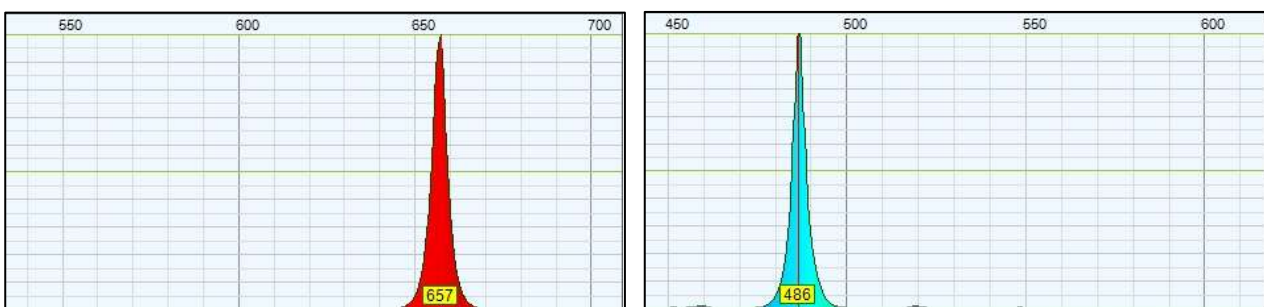


Tubi spettrali e trasformatore Fly-Back di alta tensione

## Idrogeno

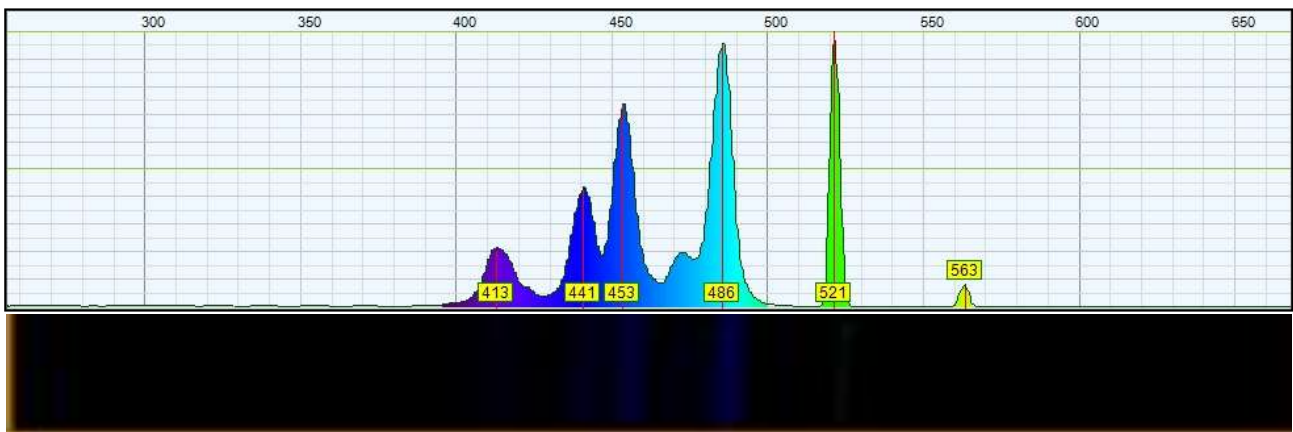


Lampada Spettrale con idrogeno a bassa pressione alimentato da alta tensione ad alta frequenza. Spettro discreto con le righe principali dello spettro di emissione dell'idrogeno.



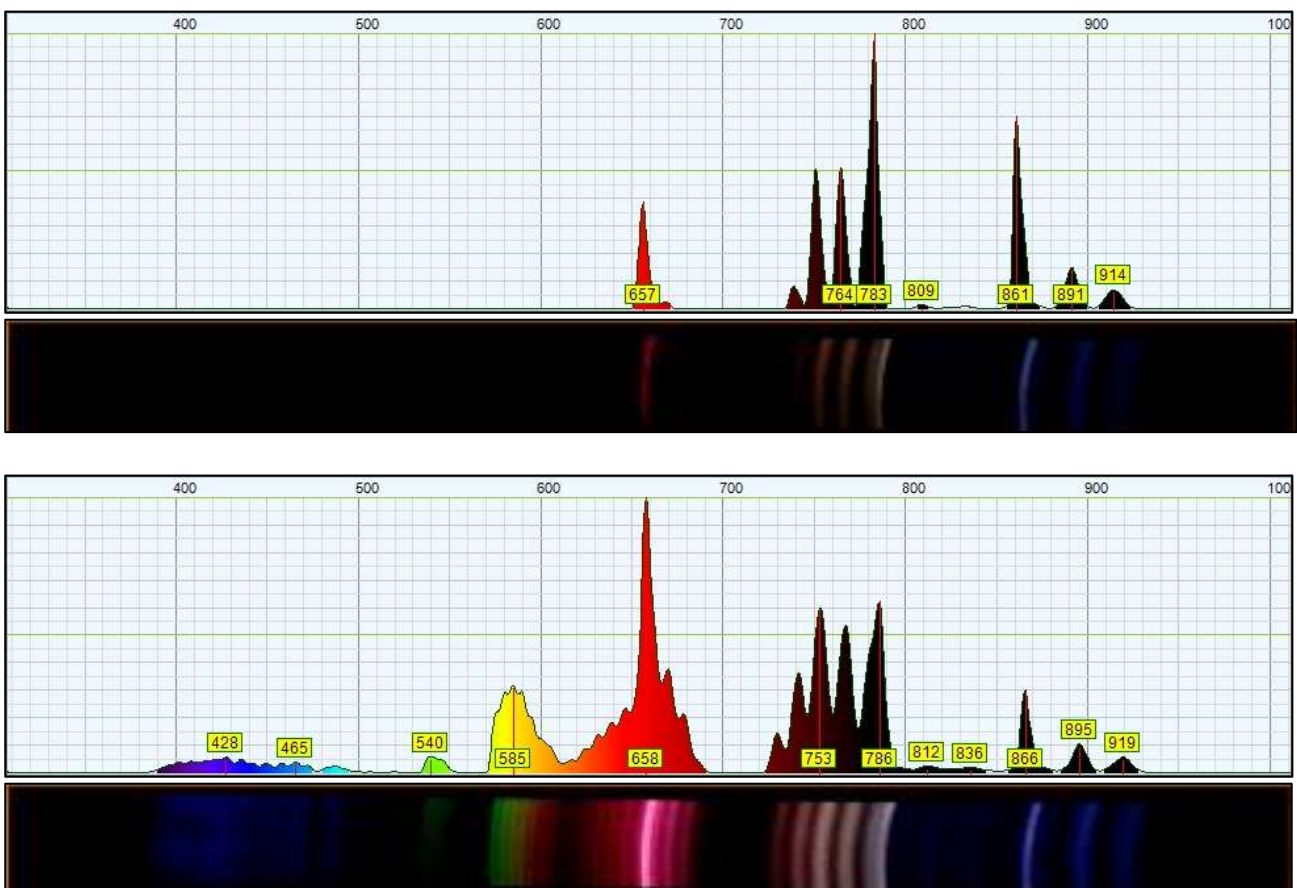
Particolare della linea H $\beta$  (486nm) e della linea H $\alpha$  (657nm) dell'idrogeno

## Anidride Carbonica



Lampada Spettrale con Anidride Carbonica a bassa pressione alimentato da alta tensione ad alta frequenza. Spettro discreto con le righe principali dello spettro di emissione della Anidride Carbonica.

## Azoto

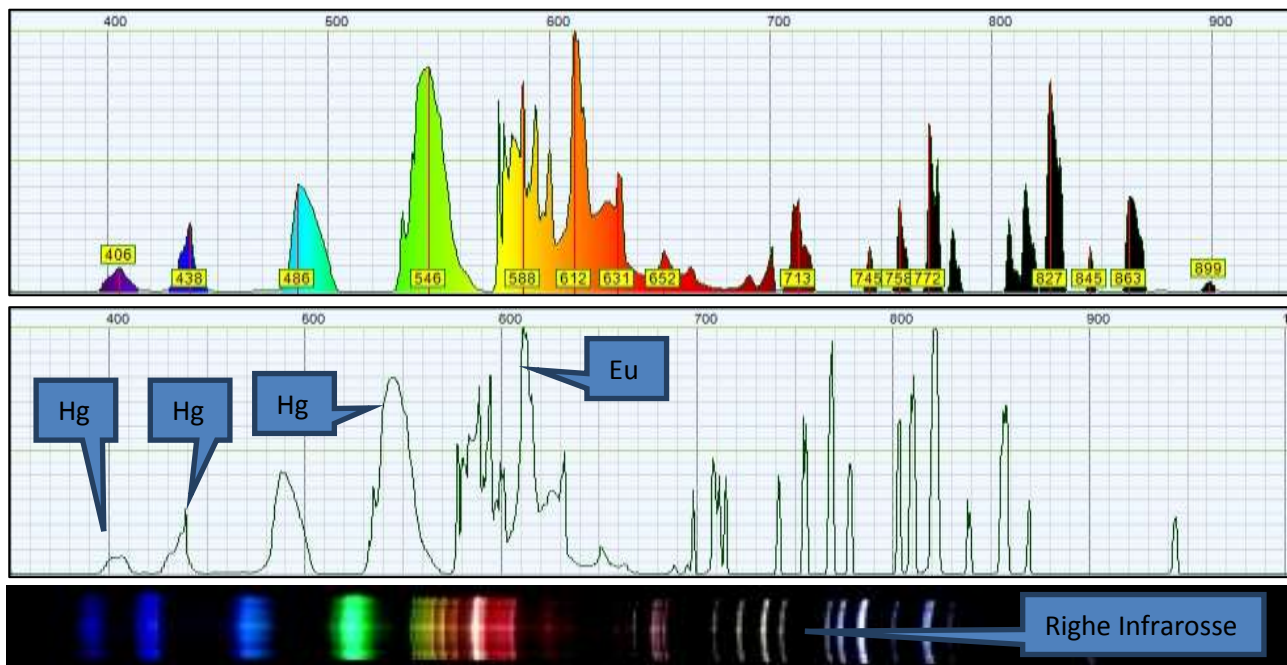


Lampada Spettrale con Azoto a bassa pressione alimentato da alta tensione ad alta frequenza. Spettro discreto con le righe principali dello spettro di emissione dell'azoto. Nel secondo spettro è stata allargata la fessura dello spettrometro al fine di visualizzare anche le righe di emissione più debole.

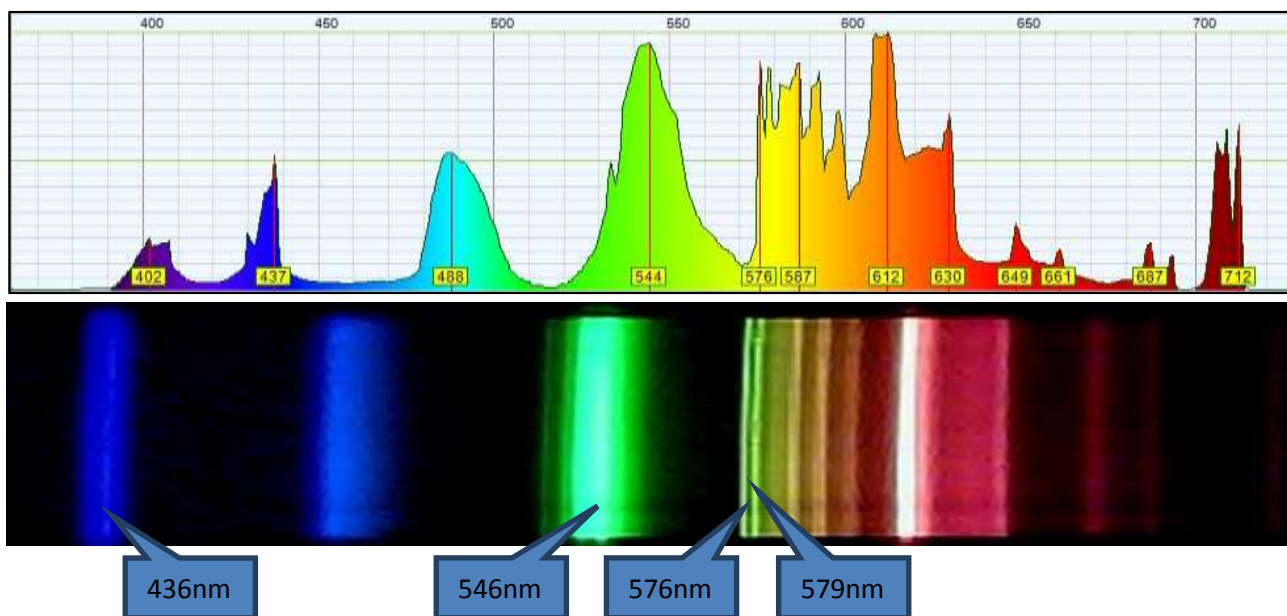


# Lampade Commerciali

## Lampada Fluorescente ai vapori di Mercurio

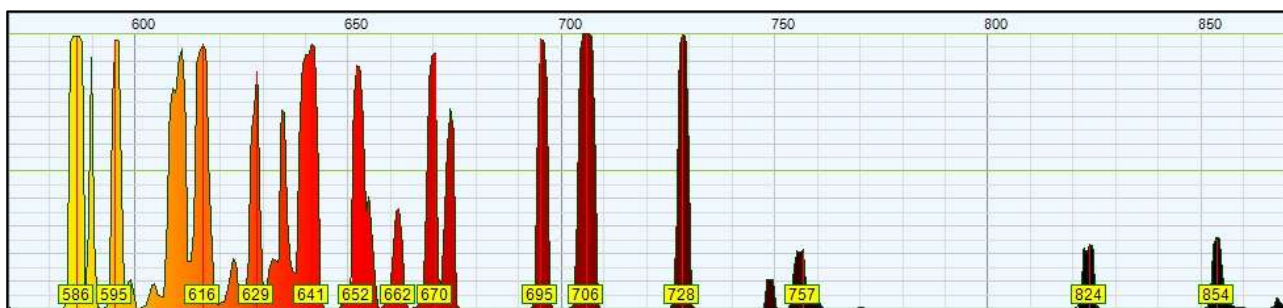


CFL appena accesa – spettro discreto con righe allargate dalle sostanze fluorescenti – presenza emissione infrarossa ( $\lambda > 750\text{nm}$ )



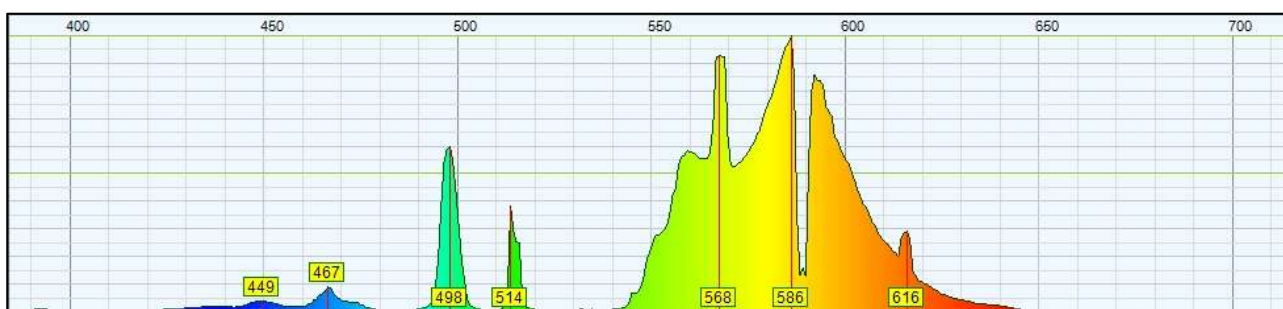
CFL dopo il riscaldamento (dettaglio 400nm – 800nm) – emissione infrarossa assente

## Lampada al Neon



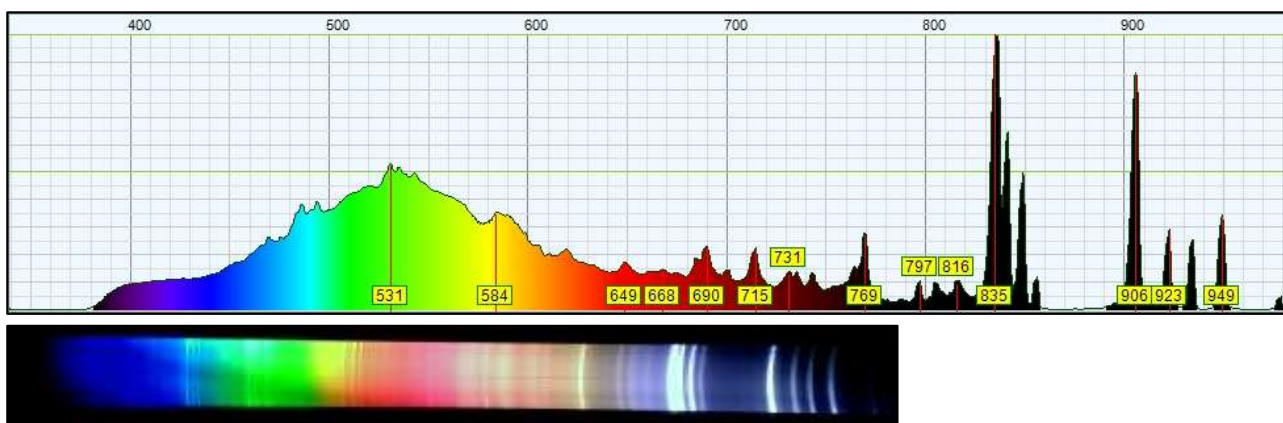
Lampadina al gas neon a bassa pressione – spettro discreto con molte righe non allargate

## Lampada ai Vapori di Sodio



Lampada ai vapori di sodio (lampiono stradale) – evidente la riga d'assorbimento sdoppiata del sodio a 589nm – evidenti anche le righe a 568nm, 616nm, 514nm, 498nm tutte corrispondenti a righe di emissione dello spettro del sodio

## Lampada allo Xenon

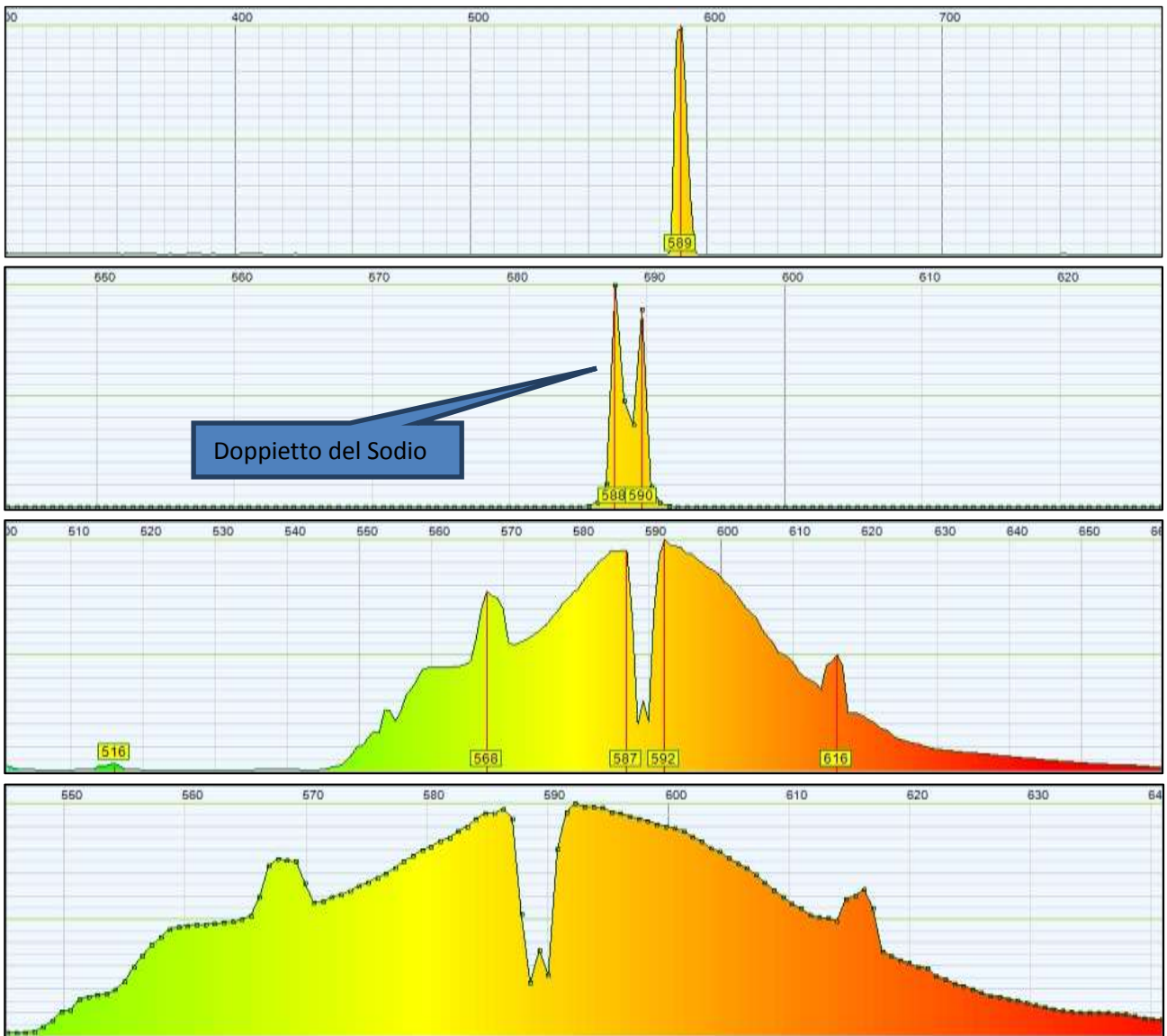


## Lampada allo Xenon

Data l'estensione della emissione su di una ampia gamma di lunghezze d'onda, dai 350nm ai 950nm, questa lampada viene utilizzata in apparecchiature per misure di assorbimento e fluorescenza



## Spettri di emissione / assorbimento atomico



Nel primo spettro di plasma arco elettrico HV con cloruro di sodio si evidenzia la riga a 589nm del sodio. Nel dettaglio del secondo spettro viene mostrato come viene risolto il "doppietto" del sodio a 589,0nm e 589,6nm. Nel terzo e quarto spettro viene mostrato il dettaglio della linea di assorbimento del sodio in una lampada al sodio ad alta pressione



Spettro di fiammifero al clorato di potassio – si evidenziano le righe del doppietto del potassio a ca 770nm