

# Esperienza di Fisica: Ottica I

Gruppo E.B24

Giovanni Sucameli, Francesco Sacco, Davide Incalza

9 Maggio 2019

## Introduzione

L'esperienza si articola in due fasi: nella prima verrà impiegato uno spettroscopio a prisma (opportunamente tarato) per la misura della lunghezza d'onda di una riga spettrale del sodio. Nella seconda verrà valutata la risoluzione di uno spettroscopio a reticolo, impiegato successivamente per la misura della costante di Rydberg sfruttando le righe di emissione dell'idrogeno.

## PARTE II: Misura della Costante di Rydberg

### Materiale e Apparato Sperimentale

La seconda parte dell'esperienza impiega il seguente materiale:

1. Spettroscopio a Reticolo
2. Lampada al Mercurio
3. Lampada al Sodio
4. Lampada a Idrogeno

### Calibrazione e determinazione del passo reticolare $d$

Come in precedenza, la stima dell'angolo zero del sistema in condizione di allineamento dei telescopi restituisce  $\theta_0 = (168.63 \pm 0.02)^\circ$ . Inizialmente occorre usare la lampada a mercurio per regolare il fuoco dello spettroscopio e misurare il passo reticolare dell'elemento dispersivo. Per questa seconda fase si pone il reticolo ad un angolo di circa  $60^\circ$  e abbiamo misurato l'angolo di riflessione speculare e degli angoli rifrazione dei seguenti colori ottenendo rispettivamente:

- Riflessione speculare  $\alpha_r = (225.07 \pm 0.04)^\circ$ ,
- Frangia Viola  $\alpha_1 = (265.88 \pm 0.04)^\circ$ ,  $\lambda_1 = 435.833$  nm
- Frangia Azzurra  $\alpha_2 = (269.88 \pm 0.04)^\circ$ ,  $\lambda_2 = 491.068$  nm
- Frangia Verde  $\alpha_3 = (273.77 \pm 0.04)^\circ$ ,  $\lambda_3 = 546.074$  nm

A seguito indicheremo  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  con  $\alpha_d$  con  $d \in \{1, 2, 3\}$  dove  $d$  sta per Diffratto.

Sfruttando le relazioni trigonometriche che legano l'angolo incidente e diffratto alle letture del goniometro:

$$\theta_i = \frac{\alpha_r - \theta_0 + \pi}{2} \quad (1)$$

$$\theta_d = \pi + \alpha_d - \theta_0 - \theta_i \quad (2)$$

Nell'equazione di sopra gli angoli sono misurati in radianti. L'equazione del reticolo impone:

$$d \cdot (\sin \theta_i - \sin \theta_d) = m \lambda_d \quad (3)$$

per cui il passo reticolare  $d^1$  si ottiene dagli angoli noti e dal valore di  $\lambda$ . Nel caso del mercurio i tre punti ricavati danno luogo ad una retta, il parametro  $d$  può essere preso come parametro di *fit* del modello.

---

<sup>1</sup>Attenzione a non confonderlo col  $d$  dell'indice degli angoli  $\theta_d$ , la notazione è ridondante, ma combacia con quella della scheda dell'esperienza

Definiamo  $y_d = \sin \theta_i - \sin \theta_d$ , se si considerano soltanto le diffrazioni del primo ordine ( $m = 1$ ) è possibile determinare  $d$  attraverso un fit lineare di questo tipo:

$$y_d = \lambda_d/d \quad (4)$$

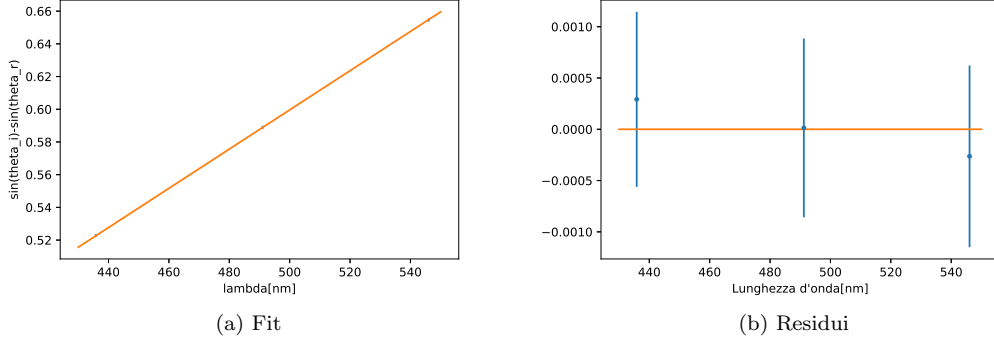


Figura 1: Fit col Mercurio per determinare il passo reticolare

l'analisi restituisce un parametro ottimale  $d = 833.2 \pm 0.2$  nm

## Misura righe spettrali dell'idrogeno

Una volta determinata  $d$  è stato possibile determinare le lunghezze d'onda dello spettro dell'idrogeno sempre con l'equazione 3. Facendo un pò di analisi dati le linee osservate sono:

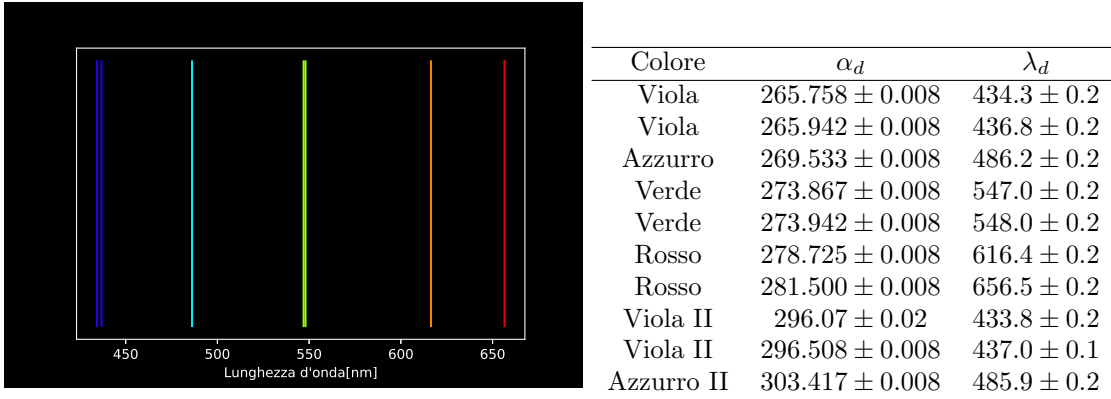


Figura 2: Raffigurazione linee spettrali

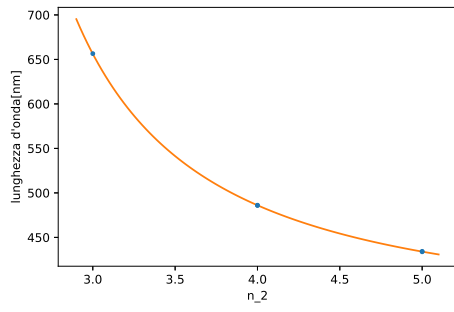
## Stima costante di Rydemberg

Secondo la teoria la lunghezza d'onda delle linee spettrali dell'idrogeno atomico sono determinate dalla seguente equazione

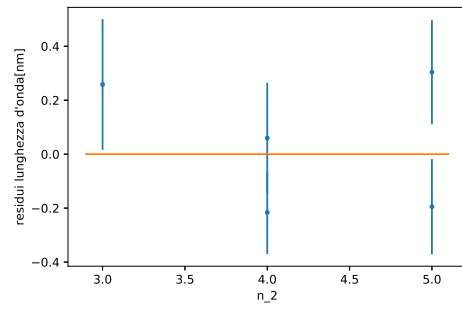
$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \quad (5)$$

Quest'equazione però non descrive tutte le frange dello spettro dell'idrogeno da noi osservato, ma soltanto le frequenze 434 nm, 486 nm, 656 nm.

Di conseguenza abbiamo fatto un fit (figura 3) che tiene in considerazione soltanto quelle frequenze che ci ha dato una stima della costante di Rydemberg uguale a  $(1.0972 \pm 0.0002) \times 10^7 m^{-1}$  che è in linea con la previsione teorica di 1.09737 che si trova a 0.64 deviazioni standard dalla costante misurata.



(a) Fit



(b) Residui

Figura 3: Fit Costante di Rydemberd