

# Misura della costante di Rydberg.

Gruppo E.B12

Monica Cesario, Roberto Dionisio, Francesco Zazzu

24 Aprile 2020

## 1 Scopo

Lo scopo dell'esperienza è determinare la costante di Rydberg utilizzando le lunghezze d'onda delle righe di emissione dell'idrogeno nel visibile, cioè quelle appartenenti alla serie di Balmer.

## 2 Cenni teorici

Nell'approssimazione di Bohr i livelli energetici ( $E_n$ ) dell'atomo di idrogeno sono esprimibili come:

$$E_n = -\frac{R_\infty hc}{n^2}$$

dove  $h$  è la costante di Plank ( $h \cong 6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ) e  $R_\infty$  la costante di Rydberg:

$$R_\infty = \frac{e^4 m_e}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \cong 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$$

con  $m_e$  massa dell'elettrone ( $m_e \cong 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ) e  $\epsilon_0$  costante dielettrica del vuoto ( $\epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ ); Pecò per l'idrogeno si ha:

$$R_H \cong R_\infty \frac{m_p}{m_e + m_p}$$

La differenza energetica tra due livelli  $n$  ed  $m$  si scrive dunque come:

$$\Delta E_{n,m} = R_h c \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

ed essendo  $\Delta E_{n,m} = h\nu_{n,m}$  si ottiene:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (1)$$

In particolare per la serie di Balmer i valori a cui fare riferimento sono:

Riga	n	m	$\lambda(\text{nm})$
Rosso	2	3	656
Azzurro	2	4	486
Viola	2	5	434

Tabella 1: Righe più intense della serie di Balmer.

## 3 Apparato sperimentale

Il materiale a disposizione comprende:

Lampade ad idrogeno e mercurio, quest'ultima con lunghezza d'onda nota  $\lambda = 546.074 \text{ nm}$ ;

Spettroscopio a reticolo di diffrazione, composto da due telescopi, uno fisso che raccoglie la luce emessa dalle lampade ed uno mobile che permette l'osservazione della radiazione riflessa dal reticolo stesso.

## 4 Analisi dati

Nella presente relazione si fa riferimento ai dati raccolti dal gruppo B04 forniti dai docenti, riportati in tabella 2.

### Misura del passo reticolare

Preliminamente si utilizza la lampada a mercurio per determinare il passo reticolare  $d$ . Dopo aver fissato l'angolo di incidenza  $\theta_i$ , ricaviamo gli angoli d'incidenza e di diffrazione  $\theta_d$  tramite le relazioni:

$$\theta_i = (\pi - \alpha_0)/2, \quad \theta_d = \pi - \theta_i - \alpha_1, \quad (2)$$

con  $\alpha_0 = 41^\circ 28' \pm 7'$ ,  $\alpha_1 = 96^\circ 5' \pm 7'$ , rispettivamente relativi all'ordine zero e al primo ordine di diffrazione. Il passo reticolare si ottiene attraverso la relazione del reticolo:

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

Il valore ottenuto è  $d = (8.0 \pm 0.1) \times 10^2 \text{ nm}$  usando  $\lambda = 546.074 \text{ nm}$  e  $m = 1$ .

### Misura della lunghezza d'onda

I dati in tabella 2 forniscono direttamente l'angolo  $\alpha = \beta - \beta_0$  dove  $\beta$  è l'angolo misurato e  $\beta_0$  è lo zero della scala del goniometro. Le lunghezze d'onda sono state ricavate utilizzando il metodo precedentemente esposto per la

Riga	$\alpha (\pm 7')$	$\lambda [nm]$
Doppietto viola (poco intenso)	$87^\circ 59'$	$439 \pm 9$
Azzurro (intenso)	$91^\circ 40'$	$488 \pm 9$
Doppietto verde (debole)	$95^\circ 20'$	$534 \pm 10$
Rosso (poco intenso)	$100^\circ 59'$	$613 \pm 12$
Rosso (intenso)	$103^\circ 43'$	$651 \pm 13$
Doppietto viola II ordine (molto debole)	$125^\circ 41'$	$477 \pm 9$
Azzurro II ordine (molto debole)	$128^\circ 27'$	$496 \pm 10$

Tabella 2: Dati B04 e lunghezze d'onda osservate.

misura del passo reticolare, sono riportate in tabella 2. In particolare quelle riportate in tabella 1 risultano compatibili con quelle calcolate; per tutte le altre si hanno delle discrepanze tra i valori noti delle lunghezze d'onda e le misure riportate in tabella 2; queste sono dovute alla larghezza del fascio osservato ed alla difficoltà nell'individuare le righe più deboli.

### Misura della costante di Rydberg

Per la stima della costante di Rydberg si sono utilizzate le lunghezze d'onda relative al prim'ordine di diffrazione: il doppietto viola, l'azzurro e il rosso intenso; esse corrispondono rispettivamente a  $m = 5, 4, 3$ , ed  $n = 2$ . Per il *fit* dell'equazione 1 si sono poste:

$$y = \frac{1}{\lambda} \quad \text{e} \quad x = \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{m^2} \right)$$

lasciando come unico parametro libero  $R_H$ , dunque il coefficiente angolare dell'andamento lineare  $y = R_H x$ . Il grafico è riportato in figura 1.

I valori ottenuti sono:

$$R_H = (1.092 \pm 0.006) \times 10^7 \text{ m}^{-1} \quad \chi^2/\text{ndof} = 0.61/2.$$

La costante stimata risulta compatibile con le aspettative.

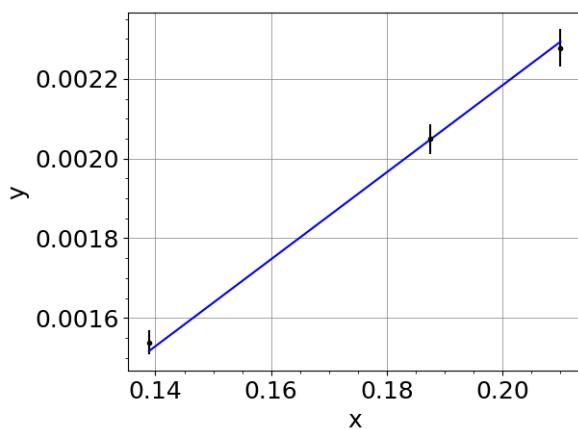


Figura 1: Fit lineare dei dati riportati in tabella 2