

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_∞ 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 ϵ_0 costante dielettrica del vuoto ($\epsilon_0 \cong 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$);
Pecìò 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

Preliminarmente si utilizza la lampada a mercurio per determinare il passo reticolare d . Dopo aver fissato l'angolo di incidenza θ_i , ricaviamo gli angoli d'incidenza e di diffrazione θ_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 β è l'angolo misurato e β_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 ± 9
Azzurro (intenso)	$91^\circ 40'$	488 ± 9
Doppietto verde (debole)	$95^\circ 20'$	534 ± 10
Rosso (poco intenso)	$100^\circ 59'$	613 ± 12
Rosso (intenso)	$103^\circ 43'$	651 ± 13
Doppietto viola II ordine (molto debole)	$125^\circ 41'$	477 ± 9
Azzurro II ordine (molto debole)	$128^\circ 27'$	496 ± 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:

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

La costante stimata risulta compatibile con le aspettative.

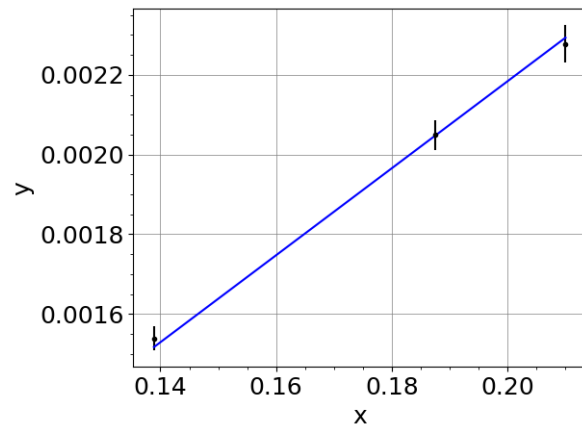


Figura 1: Fit lineare dei dati riportati in tabella 2