

Ottica 1

Gruppo BN

Federico Belliardo, Marco Costa, Lisa Bedini

March 10, 2017

1 Scopo dell'esperienza

Questa esperienza si divide in due parti differenti: A e B. La parte A è dedicata al calcolo della lunghezza d'onda del sodio, mentre la parte B sfrutta la luce emessa da tre lampade diverse per calcolare la costante di Rydberg e la risoluzione dello spettroscopio a reticolo.

2 Materiale occorrente

- lampada al cadmio;
- lampada al sodio;
- lampada al mercurio;
- lampada a idrogeno;
- elemento dispersivo A: prisma;
- elemento dispersivo B: reticolo;
- supporto con goniometro integrato;

Inoltre avremo a disposizione due telescopi, uno di raccolta della luce dotato di fenditura per regolare l'intensità del fascio, e uno di osservazione montato sul supporto mobile dotato di goniometro che ruota rispetto alla posizione dell'elemento dispersivo.

3 Parte A - Descrizione esperimento

Lampada al cadmio Si è rimosso il prisma, quindi abbiamo iniziato la procedura per la taratura dell'apparato sperimentale. Abbiamo posto la lampada al cadmio e i telescopi in modo da allineare il sistema, successivamente abbiamo regolato l'ampiezza della fenditura al minimo per minimizzare l'incertezza. Abbiamo eseguito una misura dell'angolo di riferimento α_0 al quale viene focalizzato il fascio di luce, verificando la coincidenza del centro della riga con la croce sulla lente del telescopio. Le tre misure ottenute dai tre componenti del gruppo sono riportate di seguito:

$$\alpha_0^1 = 1715' \pm 1' \quad \alpha_0^2 = 1714' \pm 1' \quad \alpha_0^3 = 1715' \pm 1'$$

D'ora in avanti tutte le misure di angoli saranno riportate come $\alpha = \alpha_{mis} - \alpha_0$. Abbiamo quindi posizionato l'elemento dispersivo con un angolo di almeno 60 GRADI rispetto alla direzione del telescopio di raccolta e osservato le righe di emissione del cadmio (METTERE COLORI). Come al tima cosa abbiamo ruotato lentamente il prisma per trovare l'angolo di minima dispersione per la riga verde¹, cioè l'angolo di inversione del moto delle righe dello spettro che si osserva muovendo il prisma. Si è dunque eseguita la calibrazione spettrale, nota le lunghezze d'onda delle principali righe di emissione del cadmio. Abbiamo misurato l'angolo di osservazione di ciascuna riga e eseguito un fit lineare $y = ax + b$ nel grafico α vs $1/\lambda$ ottenendo come parametri $a =$ e $b =$ $\chi^2 =$ Questi valori saranno usati per la relazione tra la deviazione angolare e la lunghezza d'onda (SISTEMARE).

¹che ha la lunghezza d'onda più vicina a quella del sodio.

Lampada al sodio Si è sostituita la lampada al cadmio con la lampada al sodio precedentemente accesa in modo che si stabilizzasse. Abbiamo individuato la riga² di emissione del sodio e misurato la sua posizione angolare, che risulta $\alpha_{Na} = \dots\dots\dots$. Usando le relazioni ricavate precedentemente dal *fit*, si calcola $\lambda_{Na} = \dots\dots\dots$. Questo valore sarà confrontato con quello ottenuto usando il reticolo, elemento dispersivo con più potere risolutivo del prisma.

4 Parte B - Descrizione esperimento

Lampada al mercurio Come nella parte precedente, questa prima fase è necessaria per la calibrazione e regolazione dell'apparato sperimentale. Innanzitutto si è posta la lampada al mercurio allineata con la fenditura, quindi abbiamo regolato l'apertura del diaframma in modo da migliorare il rapporto $\frac{\text{segnale}}{\text{rumore}}$. Abbiamo individuato con il telescopio di osservazione l'ordine zero del reticolo e messo al fuoco gli strumenti, quindi abbiamo controllato che al primo ordine tutte le righe fossero ben visibili. Successivamente abbiamo rimosso la torretta con il reticolo e alla determinazione dell'angolo α_0 come svolto precedentemente. (MIGLIORARE) Come ultima operazione si è calcolato il passo reticolare. Abbiamo montato la torretta in modo che il telescopio di raccolta e l'elemento dispersivo formassero un angolo di almeno 60 GRADI e misurato l'angolo di ordine zero della riga verde $\alpha_0 = \dots$ e l'angolo della stessa riga al primo ordine $\alpha_1 = \dots\dots\dots$. Da semplici considerazioni geometriche si ricavano le seguenti relazioni:

$$\theta_i = \frac{1}{2}(\pi - \alpha_0)\theta_d = \pi - \theta_1 - \alpha_1 \quad (1)$$

Quindi è possibile calcolare d sfruttando la relazione del reticolo

$$d(\sin\theta_i - \sin\theta_d) = m\lambda \quad (2)$$

Si ottiene d= considerando nota la lunghezza d'onda del mercurio $\lambda_{Hg} = 546.074 \pm 0.001 \text{ nm}$, quindi si calcola il numero di righe per millimetro n= in accordo con il valore nominale di 1200.

Lampada a idrogeno Si è sostituita la lampada a mercurio con quella a idrogeno, in modo da avere la massima intensità per l'ordine zero senza modificare le distanze focali. Abbiamo quindi misurato la distanza angolare delle righe di emissione per calcolarne le lunghezze d'onda, i risultati sono riportati in tabella

Lo spettro dell'idrogeno è descritto dall'equazione di Rydberg

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \quad (3)$$

Si è effettuato un fit lineare a un parametro ottenendo un valore per la costante di Rydberg pari a $R = 109677.7 \text{ cm}^{-1}$ in accordo con il valore atteso pari a $R = 109677.7 \text{ cm}^{-1}$. **IMMAGINE E DATI FIT.**

Lampada al sodio Si è sostituita la lampada a idrogeno con quella al sodio per misurare la lunghezza d'onda del doppietto giallo e confrontare tale dato con quello ottenuto nella prima parte dell'esperienza. Al primo ordine abbiamo misurato i seguenti valori angolari $\alpha_{Na,1} = \dots$ e $\alpha_{Na,2} = \dots$, quindi, sfruttando l'equazione del reticolo si ottiene la lunghezza d'onda $\lambda_{Na,1} = \dots$ e $\lambda_{Na,2} = \dots$. Tali misure sono compatibili con quelle ottenute precedentemente. La distanza tra le due righe è 0.6nm come atteso. Questo significa anche che la risoluzione dello strumento è almeno 0.6 nm ma dai dati si ottiene come stima sull'errore sistematico 0.4 nm (DA VERIFICARE)

5 Conclusioni

TUTTO BENE

²Un doppietto in realtà ma l'uso del prisma non consente tale risoluzione.