

Effetto Zeeman

Docente: dott. Garfagnini, dott. Lunardon
Gruppo 14

Anno accademico 2019/20

- Aidin Attar - 1170698 - aidin.attar@studenti.unipd.it
- Ema Baci - 1171107 – ema.baci@studenti.unipd.it
- Alessandro Bianchetti – 1162147 – alessandro.bianchetti@studenti.unipd.it

SCOPO DELL'ESPERIENZA: STUDIO DELL'EFFETTO ZEEMAN PER ATOMO DI NEON

Descrizione dell'apparato

L'apparato sperimentale si compone di una lampada al Neon, capace di emettere radiazione elettromagnetica associata principalmente a transizioni tra 3p e 2p. In particolare siamo interessati alla transizione da $\lambda = 585.3$ nm. Tale lampada è inserita all'interno di una cavità magnetica, per cui ci si aspetta la comparsa di righe di emissione: tuttavia, considerando la polarizzazione delle righe, possiamo "sopprimere" la transizione centrale orientando il campo magnetico in modo longitudinale alla linea di osservazione, in modo tale da vedere solo le due righe marginali.

Il raggio di luce emessa passa quindi per una lente condensante, necessaria per concentrare quanto più possibile il fascio, che passa quindi per una fenditura e successivamente attraverso un prisma, necessario per ruotare di 90 deg la luce e dividerla nelle sue componenti principali.

A questo punto i raggi incidono sulla lamina di Lummer-Gehrcke, dispositivo interferenziale ad alta risoluzione, in modo quasi radente (faremo in seguito una stima dell'angolo di incidenza) e il fascio emergente viene infine focalizzato sul dispositivo ottico di lettura (un CCD monodimensionale) attraverso la lente di camera.

L'acquisizione dei dati è avvenuta tramite il l'interfaccia di controllo dell'apparato, che permette di controllare le diverse componenti appena citate.

Per l'analisi dati sono stati utilizzati programmi scritti in c++, root ed Excel.

Compendio di teoria

L'esperienza è incentrata sull'identificare e misurare lo splitting Zeeman dei livelli di energia e confrontarli con le previsioni teoriche. L'effetto Zeeman è il fenomeno che si verifica nel momento in cui gli atomi di una certa sostanza vengono sottoposti a un campo magnetico esterno, che suddivide i livelli energetici permessi per gli elettroni. In tal modo confrontando lo spettro della prima riga di transizione ($\lambda = 585.3$ nm, associata ai termini spettroscopici $^1S^0 \rightarrow ^1P^1$) a campo magnetico spento e a campo acceso vedremo il biforcarsi delle campane in due ulteriori picchi. Misurando la distanza che separa i due picchi causati dalla presenza del campo, otterremo il doppio dello splitting $\Delta\lambda_{Zee}$.

In particolare, si sceglie la transizione indicata sopra perché connette stati con spin nullo e con $\Delta L = 1$, per cui ci assicura l'effetto Zeeman cosiddetto *normale*, cioè quello previsto anche dalla teoria classica, dove il fattore giro-magnetico presente nella formula generale (effetto Zeeman *anomalo*) sarà dunque semplicemente $g_l = 1$. Pertanto

$$\Delta E_{Zee} = g_l m \mu_B B = \pm \mu_B B$$

dato che nel nostro caso le due proiezioni del momento angolare totale dello stato di arrivo possibili sono $m = \pm 1$ (0 è escluso grazie all'orientazione del campo magnetico, come accennato sopra).

Inoltre

$$\Delta\lambda_{Zee} = \frac{\lambda^2}{hc} \Delta E_{Zee}$$

rappresenta la formula con cui confronteremo il dato sperimentale ricavato.

Inoltre da opportuni fit dei picchi ricaveremo una stima della larghezza delle campane, da cui ricaveremo il potere risolvente come rapporto

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

che sarà ben coperto dalla risoluzione dell'apparato, cioè dalla risoluzione offerta dalla lamina di Lummer-Gehrcke, che segue l'ordine del rapporto L/λ , dove L è la lunghezza della lamina. Un altro parametro importante della lamina è il *range di lunghezza d'onda utile* $\Delta\lambda_{r.u.}$, che rappresenta la massima differenza tra due lunghezze d'onda tale che i due massimi consecutivi restino distinguibili. In particolare

$$\Delta\lambda_{r.u.} = \frac{\lambda^2}{2d} \frac{\sqrt{n^2 - \sin(i)^2}}{n^2 - \sin(i)^2 - n\lambda \frac{dn}{d\lambda}}$$

dove la derivata $dn/d\lambda$ è stata ottenuta fittando alcuni punti $n(\lambda)$ rappresentativi dell'andamento dell'indice di rifrazione della lamina in funzione della lunghezza d'onda. Nello specifico si è scelto il modello della legge di Cauchy fermandosi al primo ordine:

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}$$

1 Conclusioni

A Appendici

A.1 Costruzione dell'errore sulle misure

A.2 Tabella delle compatibilità

$\lambda = \frac{ a-b }{\sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2}}$	Compatibilità	
	$0 \leq \lambda < 1$	Ottima
	$1 \leq \lambda < 2$	Buona
	$2 \leq \lambda < 3$	Accettabile
	$3 \leq \lambda < 5$	Pessima
	$\lambda \geq 5$	Non compatibile

Tabella 1: indicazioni lettura compatibilità

A.3 Dati sperimentali