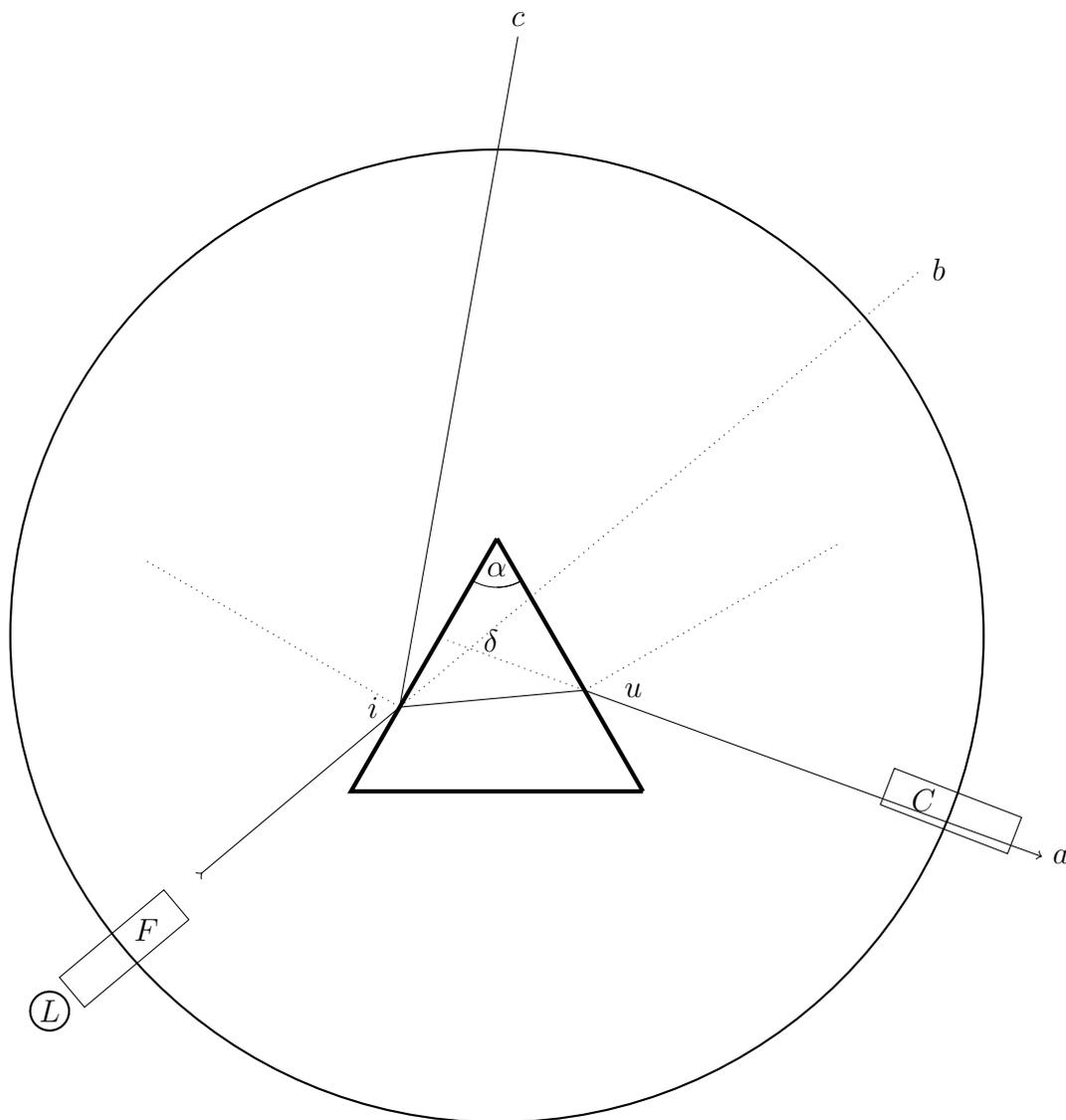


MISURA DELL'INDICE DI RIFRAZIONE DEL VETRO MEDIANTE UN PRISMA



Le deviazioni rappresentate in figura sono indicative e non sono state calcolate usando la legge di Snell.

Riprendiamo i risultati ricavati nel testo:

a - L'angolo di deviazione δ tra il raggio entrante e quello uscente è dato da:

$$\delta = i - \alpha + \arcsin \left(\sin \alpha \sqrt{n^2 - \sin^2 i} - \cos \alpha \sin i \right) \quad (1)$$

Dove n è l'indice di rifrazione relativo del vetro rispetto all'aria e α è l'angolo di rifrangenza del prisma. La figura seguente mostra l'andamento della funzione $\delta(i)$ (entrambe le variabili in rad) per $\alpha = \frac{\pi}{3}$ e $n = 1.51$.

b - L'angolo di deviazione minimo si ha per $i = u$ (quindi per la configurazione simmetrica fra ingresso e uscita, col raggio interno al prisma parallelo alla base). Dato δ_{min} si può ricavare l'indice di rifrazione:

$$n = \frac{\sin \frac{\alpha + \delta_{min}}{2}}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (2)$$

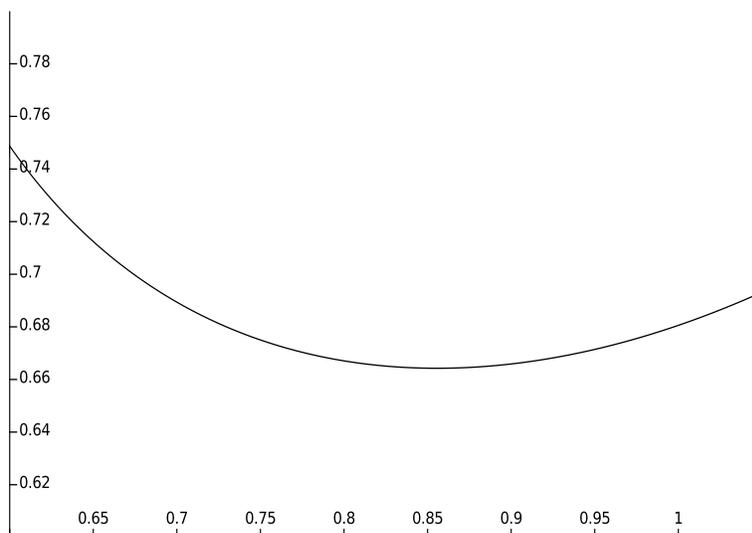


Figure 1: $\delta(i)$ vs i

APPARATO DI MISURA

L è una lampada a vapore di sodio. Quando il vapore è attraversato da una scarica elettrica emette su lunghezze d'onda discrete (spettro di righe) come mostrato nella figura seguente. La riga di gran lunga più intensa è nella regione del giallo a circa 590 nm (in realtà sono due righe molto vicine, che col nostro apparato non riusciamo a distinguere, denominate *doppietto del sodio*). Col nostro apparato vediamo quasi solo questa riga, ma con un po' di attenzione se ne possono vedere alcune altre. Quindi misureremo l'indice di rifrazione del vetro per la lunghezza d'onda media del doppietto del sodio.



F è un tubo con una fenditura verticale regolabile dal lato della lampada ed una lente all'altro estremo. La fenditura è posta nel piano focale della lente, quindi da questa uscirà un fascio di raggi paralleli più o meno largo; nella figura è rappresentato uno di questi raggi.

Il **prisma** è posto su una base che può ruotare rispetto a F , che rimane fisso. Possiamo così variare l'angolo di incidenza. La configurazione dei raggi uscenti che utilizziamo per la misura è mostrata in figura, ma in realtà le riflessioni all'interno del prisma ne producono molti altri che possono confonderci durante la misura ma sono meno intensi dei tre principali. Anche i raggi riflessi e rifratti saranno paralleli tra loro.

C è lo strumento con cui misuriamo gli angoli. Si tratta di un cannocchiale che può ruotare intorno alla base mantenendo l'asse ottico in direzione radiale. La misura della posizione angolare di C si effettua con un goniometro posto sul bordo della base e con un nonio che permette di misurare il decimo di grado. Quando il fascio di raggi a è parallelo all'asse ottico di C (come mostrato in figura) osserveremo l'immagine al centro del reticolo posto sul suo oculare, ed è in questa configurazione che misureremo la posizione angolare di C . Successivamente spostiamo C e osserviamo il fascio riflesso c nella stesse condizioni ed infine togliamo il prisma e osserviamo il fascio incidente b . Per ricavare i e δ calcoliamo le differenze tra le posizioni angolari di C . Notiamo che misuriamo gli angoli tra diverse

posizioni dell'asse ottico di C , ma poichè in ogni misura i fasci di raggi sono paralleli a tale asse, avremo misurato anche gli angoli tra i fasci.

Nella figura è evidente che riusciremo ad allineare l'asse coi raggi per a e b , perchè i raggi passano abbastanza vicino al centro della base, ma questo non sarà possibile per c ; in realtà nell'apparato il prisma è più piccolo rispetto alla base di quanto l'ho disegnato in figura e il fascio incide su un punto più vicino al vertice, quindi tutti i raggi passano abbastanza vicini al centro da poter ottenere l'allineamento.

MISURE

a - Misura dell'angolo α

Alla fine di questa nota è dimostrato che se il fascio incide sul vertice del prisma con una qualunque angolazione ma in modo che alcuni raggi tocchino entrambe le facce, allora l'angolo γ formato tra i raggi riflessi dalle due facce è il doppio dell'angolo α . Utilizzeremo questa proprietà per verificare la dichiarazione del costruttore che $\alpha = \frac{\pi}{3}$.

b - Misura di δ_{min} e calcolo di n

Posizioniamo F e C in una configurazione simmetrica rispetto al prisma, con un angolo tra F e C nè troppo grande nè troppo piccolo (ricordiamo che al minimo la configurazione è simmetrica). Tenendo fissa la base spostiamo C fino a vedere il raggio rifratto. Poi iniziamo a ruotare la base per variare l'angolo di incidenza e seguiamo l'immagine del raggio rifratto ruotando C . Ad un certo punto vedremo l'immagine cambiare il verso in cui si sposta. La posizione a cui avviene l'inversione corrisponde al minimo. Individuiamo accuratamente il punto d'inversione ed eseguiamo le misure di a , c e b come descritto prima. Gli angoli che ci interessano sono dati da:

$$\delta_{min} = b - a \quad ; \quad i = \frac{1}{2}(b + 180 - c)$$

(Eventualmente dovremo riportare i risultati nell'intervallo $0 - 360$)

Dati δ_{min} e α applichiamo la 2 per ricavare n .

c - Misura di $\delta(i)$

Su F non c'è un punto di riferimento per misurare esattamente la sua posizione rispetto alla base nella configurazione di minimo. Scegliete un qualche punto di riferimento e memorizzatelo in modo da potervi spostare dal minimo in maniera regolare in un verso e nell'altro, per esempio di paio di gradi alla volta. In ogni posizione eseguite le misure ed il calcolo di i e δ come descritto in precedenza.

d - Adattamento della (1) alle misure

Potete adattare il modello ai dati con α ed n come parametri liberi.

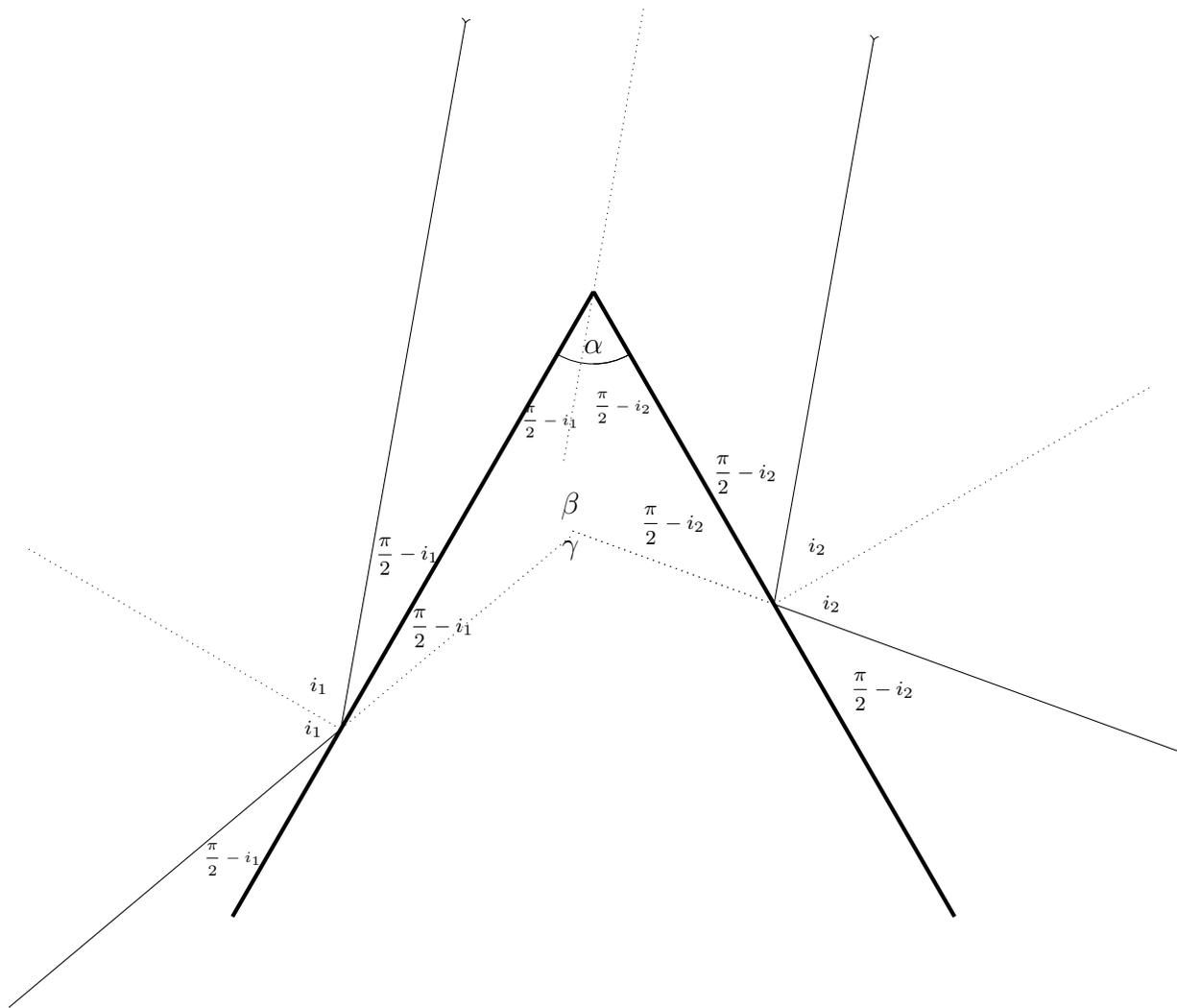
NOTE

a - Vi sono, come detto in precedenza, vari raggi *spuri* oltre a quelli che ci interessano, che sono comunque più intensi; inoltre durante la misura di $\delta(i)$ può cambiare la faccia del prisma sulla quale il raggio incide. Potete aiutarvi con un pezzo di carta che copre una delle facce per capire qual'è il percorso dei raggi.

b - Le vostre conclusioni dovranno riguardare la compatibilità tra le due determinazioni di α e δ che avete ottenuto (confrontando anche gli errori) e la compatibilità tra il modello (2) ed i dati.

c - Cercando su Google troverete che si possono fabbricare molti tipi di vetro, variandone la composizione. Esistono due tipi principali con indici di rifrazione significativamente diversi; individuate il tipo del vetro che avete misurato.

L'angolo tra i raggi riflessi dal vertice è il doppio dell'angolo di rifrangenza ($\gamma = 2\alpha$)



Stiamo considerando il caso in cui il fascio di raggi paralleli incide sul vertice del prisma in modo che una parte di esso venga riflessa da una delle facce ed una parte dall'altra. Le uguaglianze di angoli indicate in figura si deducono dall'uguaglianza di angoli opposti al vertice e dalle proprietà delle rette parallele.

Gli angoli interni del quadrilatero visibile in figura sono dati da $\alpha = \frac{\pi}{2} - i_1 + \frac{\pi}{2} - i_2$, $\frac{\pi}{2} - i_1$, $\frac{\pi}{2} - i_2$, $\beta = 2\pi - \gamma$, quindi la loro somma è data da:

$$\alpha + \frac{\pi}{2} - i_1 + \frac{\pi}{2} - i_2 + 2\pi - \gamma = 2\pi \Rightarrow 2\alpha - \gamma = 0 \Rightarrow \gamma = 2\alpha \quad (3)$$

Notate che il risultato è indipendente dall'angolo tra il fascio e la bisettrice dell'angolo di rifrangenza; per eseguire la misura dobbiamo dunque solo assicurarci che il fascio tocchi il vertice del prisma.