

# Corso di Ottica con Laboratorio

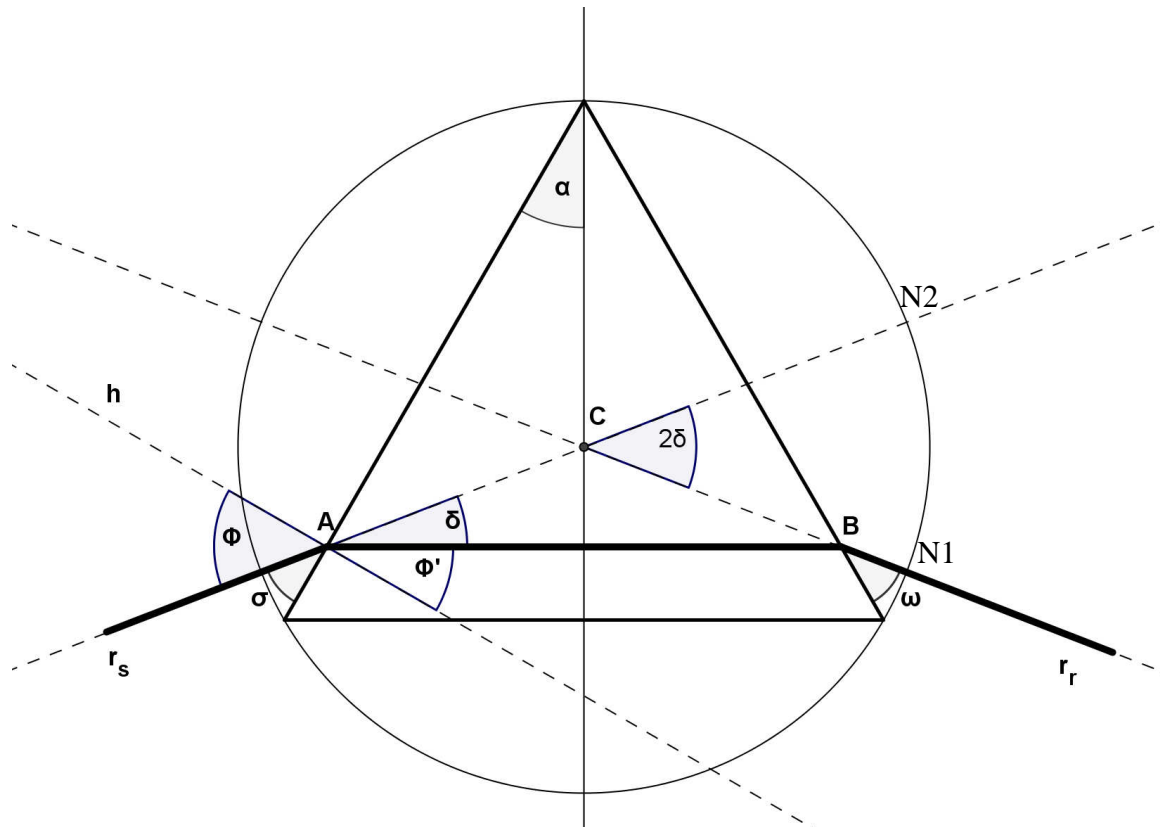
A.A. 2012-13

F. Somma, D. Simeone

## Esperienza I

### Misura dell'indice di rifrazione del materiale di cui è costituito un prisma lavorato otticamente.

#### 1. ASPETTI TEORICI.



Si consideri il prisma equilatero nella configurazione sperimentale rappresentata in figura (si noti che il prolungamento del raggio incidente  $r_s$  passa per il centro della circonferenza circoscritta). Il prisma è orientato in modo che il raggio che prosegue al suo interno viaggi in direzione parallela alla base. In questa particolare configurazione con:

$\phi$ : angolo d'incidenza.

$r_s$ : raggio incidente proveniente dalla sorgente laser.

$r_r$ : raggio rifratto.

$\phi' = \alpha$  [si ricordi che la retta  $h$  è normale alla faccia del prisma].

$\delta$  = metà della deviazione a cui è sottoposto complessivamente il raggio rifratto (per la proprietà degli angoli esterni del triangolo ABC).

$\phi = \phi' + \delta = \alpha + \delta$ .

La Legge di Snell applicata al prisma di vetro con indice di rifrazione  $n$ , nel passaggio aria – vetro in A, ci dà:  $\text{sen } \phi = n \cdot \text{sen } \phi'$ , quindi:  $\text{sen}(\alpha + \delta) = n \cdot \text{sen}(\alpha)$ ,

$$n = \frac{\text{sen}(\alpha + \delta)}{\text{sen}(\alpha)} \quad (1).$$

Dalle formule precedenti segue che la misura del solo angolo  $\delta$  consente di stimare il valore  $n \pm \Delta n$  dell'indice di rifrazione del materiale di cui è costituito il prisma. L'errore di misura, stimato

nell'ipotesi della propagazione del massimo errore, è legato esclusivamente alla stima del valore dell'angolo  $\delta \pm \Delta\delta$ , dunque (si veda l'Appendice per i passaggi matematici):

$$n = 2 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{6} + \delta\right) \quad (2)$$

## 2. MATERIALE A DISPOSIZIONE

Banco ottico

Sorgente monocromatica di laser a stato solido di luce rossa  $\lambda = (650 \pm 10) \text{ nm}$

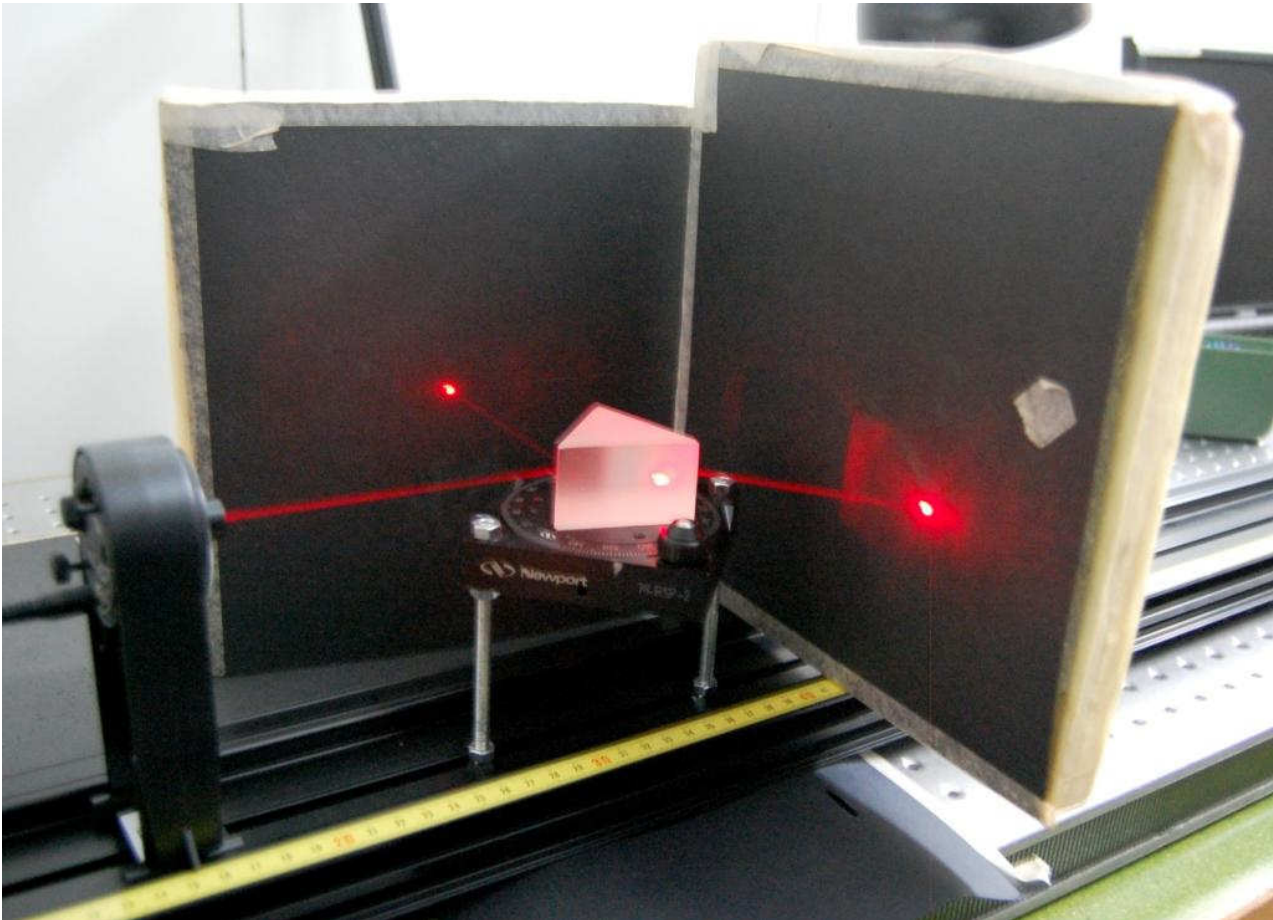
Prisma ottico

Spilli traguardo

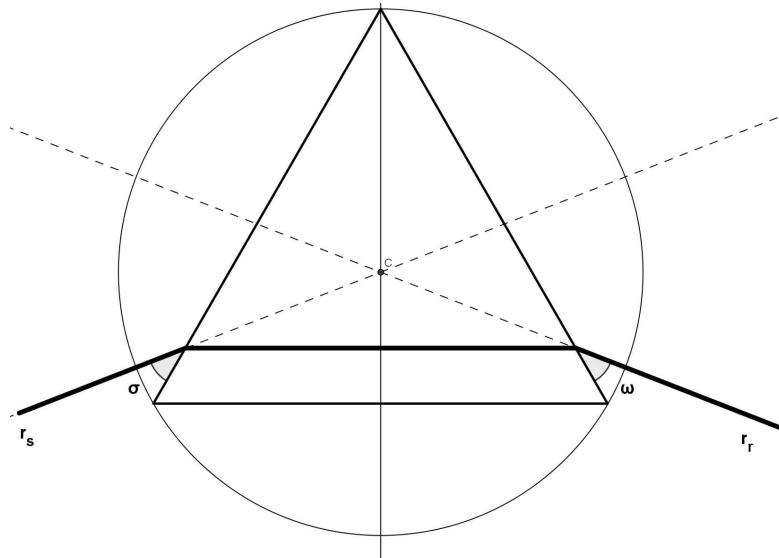
Nomogramma

Goniometro

## 3. SVOLGIMENTO DELLA MISURA

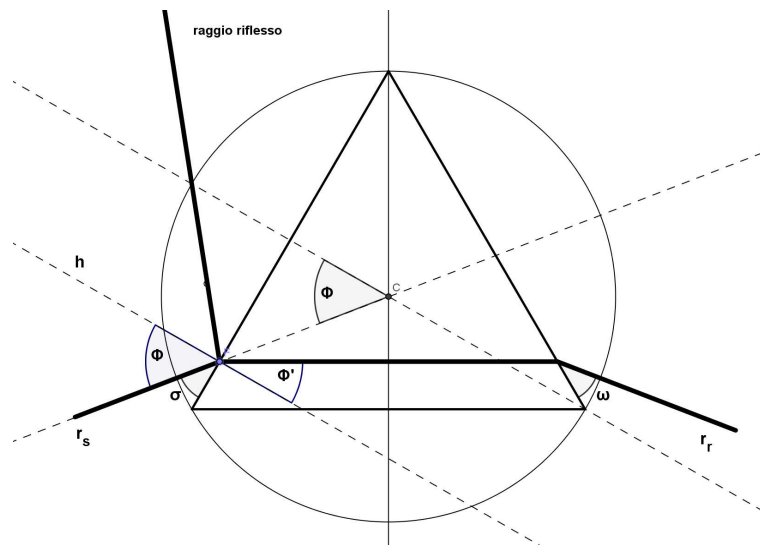


Dopo aver acceso il diodo laser (luce rossa), individuare con l'aiuto di uno spillo la direzione del raggio di luce proveniente dalla sorgente ed incidente sul prisma, disposto sulla base goniometrica (come mostrato in figura). Per verificare che il raggio all'interno viaggi parallelo alla base basta assicurarsi che l'angolo  $\sigma$  in ingresso al prisma e quello  $\omega$  in uscita dal prisma abbiano lo stesso valore come mostrato in figura.



Per i calcoli numerici si procede quindi come segue, riportando sul nomogramma (grafico di pag. 4) angoli e rette individuate:

1) si stima il valore dell'angolo di incidenza  $\phi$  (per fare questo, basta misurare l'apertura angolare tra il raggio incidente e la normale  $h$  alla superficie del prisma, come mostrato nella figura; per individuare il raggio riflesso utilizzare lo spillo) e lo si riporta sul nomogramma allegato (attenzione al sistema di riferimento);



2) sempre utilizzando lo spillo, si stima la direzione del raggio rifratto uscente dal prisma e lo si disegna sul grafico allegato. Si disegni quindi il corrispondente angolo di rifrazione nel passaggio vetro – aria nel punto B.

3) la stima del valore dell'angolo di deviazione  $2\delta$  si ottiene individuando l'angolo formato dal prolungamento del raggio incidente ed il prolungamento del raggio rifratto; a questo punto usando l'espressione ottenuta precedentemente è possibile stimare il valore dell'indice di rifrazione cercato.

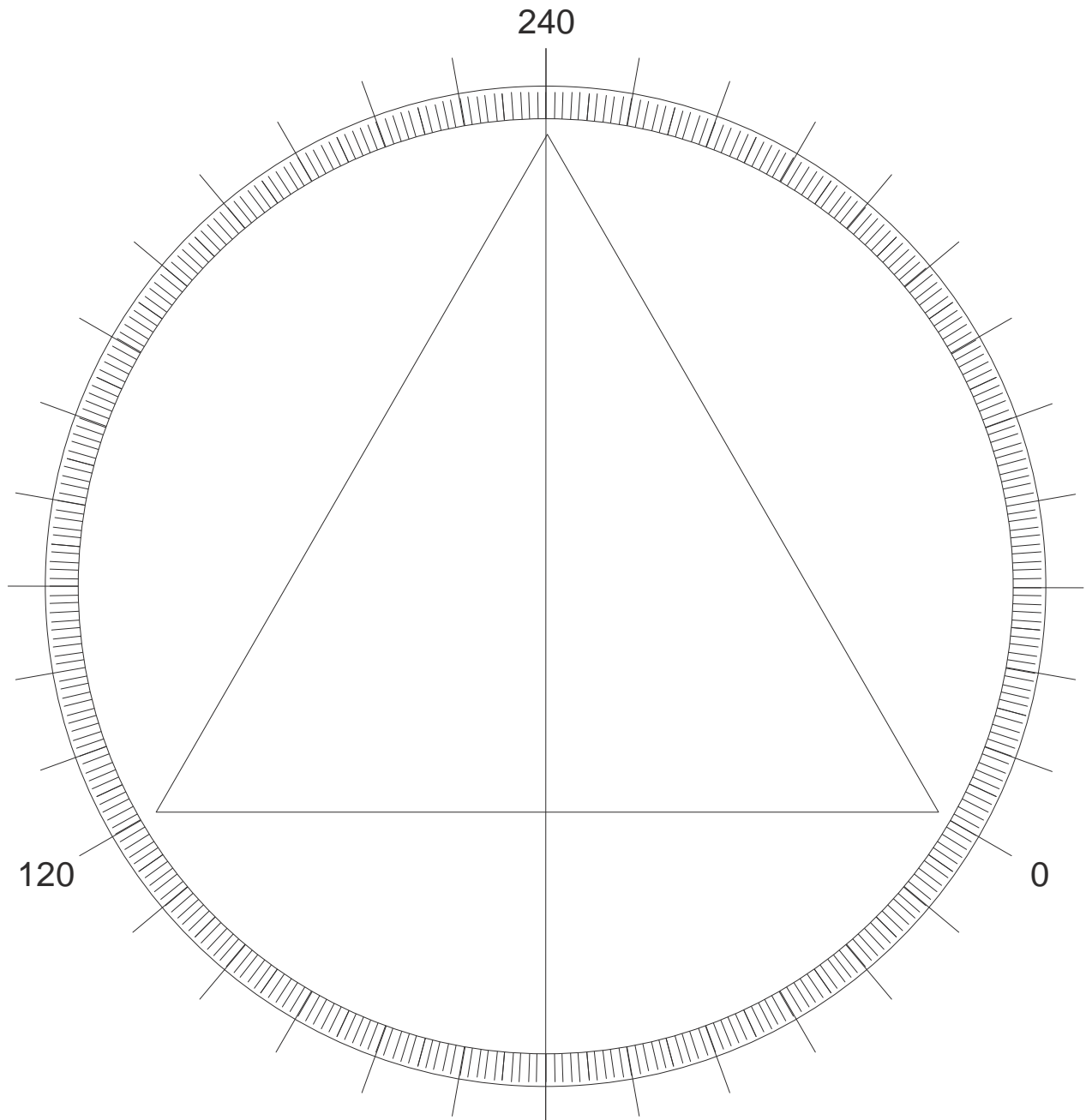
4) accorgimenti:

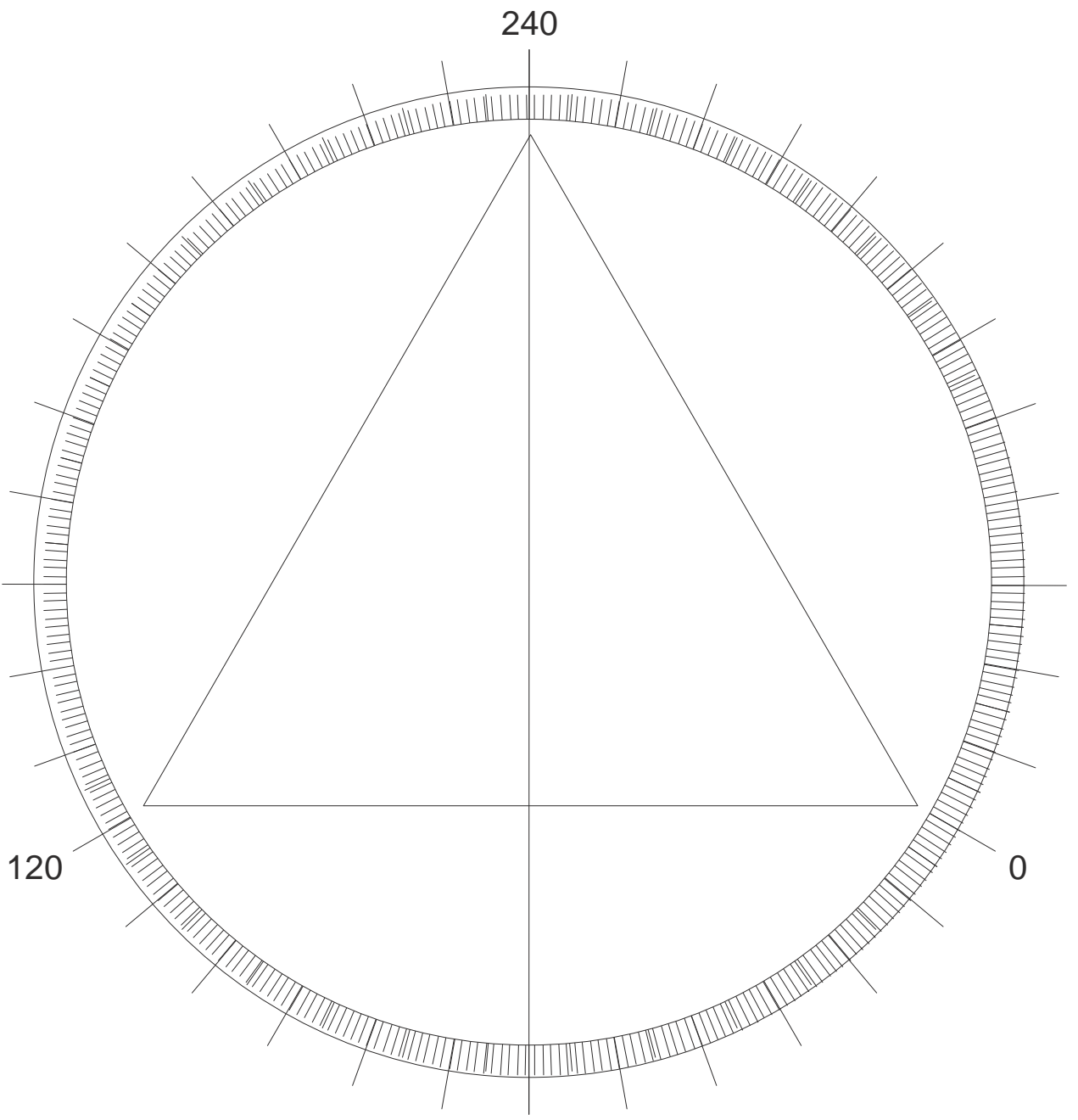
- Montare il laser in modo che la luce incida sul prisma da sinistra verso destra [questa disposizione rispetta la convenzione proprio dell'ottica geometrica che le sorgenti reali stanno a sinistra e le immagini a destra del sistema ottico].
- Senza il prisma, allineare il laser in modo che il raggio riflesso da uno specchio, appoggiato sul lato del goniometro, si sovrapponga al raggio incidente.
- La lettura degli angoli sul goniometro sarà corretta se il fascio laser (senza prisma) percorre la base del goniometro di supporto e passa per il suo centro.
- Montare il prisma sulla base goniometrica utilizzando nastro bi-adesivo: disporre i vertici in modo che coincidano con  $0^\circ$ ,  $120^\circ$  e  $240^\circ$ ; far coincidere il baricentro del prisma col centro del goniometro. Questo semplificherà il calcolo degli angoli.
- Dopo che ciascuno dei componenti del gruppo abbia effettuato una propria misura, calcolare secondo la "teoria della misura" il valore di  $n$  e la precisione con cui è stato determinato, utilizzando le tabelle di pag.6.

#### 4. APPENDICE MATEMATICA

- In un triangolo equilatero  $\alpha = \pi/6$ , e  $\sin(\pi/6) = 1/2$
- Ricordiamo che l'errore massimo nel caso di misure indirette si ottiene dalla legge di propagazione dell'errore.
- Nelle formule di Eq.1 e 2, l'angolo  $\delta$  va espresso in radianti. Poiché la misura eseguita col goniometro fornisce valori in gradi, primi e secondi d'arco ricordiamo che :
 
$$1'' = \frac{1^\circ}{3600}, \quad 1' = \frac{1^\circ}{60}, \quad 1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ rad}$$
- I valori di  $2\delta$  si ottengono dalle letture sul goniometro dei due angoli  $N_1$ ,  $N_2$ , e cioè  $2\delta = N_2 - N_1$ , da cui  $\Delta(2\delta) = \Delta N_2 + \Delta N_1$ .

## 5. NOMOGRAMMA PER LO SVOLGIMENTO DELL'ESPERIENZA





## 6. DATI ED ELABORAZIONE

Tabella per l'elaborazione dei dati:

n°	N <sub>1</sub> (gradi)	N <sub>2</sub> (gradi)	2δ = N <sub>2</sub> -N <sub>1</sub> (gradi)	Δ(2δ) = ΔN <sub>2</sub> + ΔN <sub>1</sub> (gradi)	2δ = N <sub>2</sub> -N <sub>1</sub> (rad)	Δ(2δ) = ΔN <sub>2</sub> + ΔN <sub>1</sub> (rad)
1						
2						
3						
4						
5						

$$2\delta_{medio} =$$

$$\frac{2\delta_{max} - 2\delta_{min}}{2} =$$

Da cui, utilizzando le Eq.1:

$$n \pm \Delta n =$$

## 7. COMMENTI E RIFLESSIONI SUI RISULTATI OTTENUTI