

Capitolo 4

Ottica

4.1 Rifrazione

Esercizio 71

Un raggio di luce bianca orizzontale attraversa un prisma con indice di rifrazione n e apertura $\alpha = 4 \text{ deg}$, colpisce uno specchio verticale e successivamente uno schermo. L'indice di rifrazione del prisma vale

Colore	$\lambda \text{ (nm)}$	$n(\lambda)$
Blu	434	1.539
Giallo	589	1.517
Rosso	768	1.511

La distanza tra il prisma e lo specchio è $d = 1 \text{ m}$, mentre quella tra lo specchio e lo schermo è $d' = 4 \text{ m}$.

Determinare:

- l'angolo che deve formare lo specchio con la verticale per avere un raggio uscente orizzontale per la luce gialla;
- la dispersione della luce bianca sullo specchio;
- la dispersione sullo schermo.

Esercizio 72

Un sottile fascio di luce incide su un prisma con angoli $30 - 60 - 90^\circ$ perpendicolarmente all'ipotenusa. L'indice di rifrazione del prisma è $n = 2.1$. Calcolare:

- le superfici e gli angoli di uscita della luce;
- i rapporti delle intensità dei raggi uscenti rispetto a quello entrante.

Esercizio 73

Si consideri un prisma isoscele fatto con un materiale con indice di rifrazione n :

- Quale deve essere l'angolo di apertura perchè ogni raggio incidente su una faccia sia totalmente riflesso dall'altra faccia?

Esercizio 74

Una larga piscina circolare ha una profondità $h = 2/3d$ dove $d = 84 \text{ m}$ è il diametro. Un osservatore è posto ad una distanza dal bordo della piscina ad una distanza pari alla altezza dal bordo stesso.

- Quanto deve essere rimpedita d'acqua ($n = 4/3$) la piscina perchè l'osservatore riesca a vedere il centro della piscina?

Soluzione esercizio 71

- a. Con l'approssimazione di angoli piccoli $\delta = \alpha(n-1) = 2.068^\circ$ (Angolo uscita prisma rispetto orizzontale)
 $\theta = \delta/2 = 1.034^\circ$ (Angolo inclinazione specchio)
- b. $\delta_{blue} = 3.763 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$ $\delta_{rosso} = 3.567 \cdot 10^{-2} \text{ rad}$ $\Delta x_{specchio} = \Delta\delta \cdot d = 1.955 \text{ mm}$
- c. $\Delta x_{schermo} = \Delta\delta \cdot (d + d_s) = 7.822 \text{ mm}$

Soluzione esercizio 72

- a. $\theta_L = \arcsin(1/n) \approx 28.5^\circ$ Luce incide su cateto maggiore con angolo $30^\circ > \theta_L$, riflessione totale. Dopo riflessione su ipotenusa con $60^\circ > \theta_L$, riflessione totale. Poi su cateto minore con 0° , quindi in parte esce e in parte viene riflessa. La parte riflessa fa il cammino all'indietro, sempre con riflessione totale, e esce da dove è entrata. Se il primo cateto colpito è quello minore, il risultato non cambia.
- b. Nella prima riflessione si ha: $T = \left(\frac{4n}{n+1}\right)^2 = 87.4\%$, $R = 1 - T = 12.6\%$. Nella seconda riflessione sul cateto, il raggio uscente ha intensità relativa $T \cdot T = 76.4\%$. Nell'ultima riflessione sull'ipotenusa, la parte uscente è $T \cdot R \cdot T = 9.6\%$. In totale esce il 98.6% della luce entrante, il rimanente ripete le stesse riflessioni.

Soluzione esercizio 73

- a. Serve un po' di geometria...
 $\theta_{1,2,3}$ sono angoli di incidenza sulla prima faccia, rifrazione dalla prima faccia, incidenza sulla seconda faccia, rispettivamente. Riflessione totale se $\theta_3 > \theta_L = \arcsin(1/n)$
- primo caso:* il raggio di luce rifratto all'interno del prisma è dalla parte del vertice del prisma rispetto all'asse della prima faccia.
 $\theta_3 = \alpha - \theta_2 > \theta_L$, $\theta_2(max) = \theta_L \Rightarrow \alpha > 2\theta_L$
 - secondo caso:* raggio di luce rifratta è nel semipiano più lontano dal vertice rispetto alla normale alla prima faccia.
 $\theta_3 = \theta_2 + \alpha > \theta_L$, $\theta_2(min) = 0 \Rightarrow \alpha > \theta_L$

Soluzione esercizio 74

- a. x livello di acqua nella vasca, $\hat{r}$ angolo rifrazione, $\hat{i}$ angolo incidenza
 $d/2 = x \tan \hat{r} + (2d/3 - x) \Rightarrow x = d/6 \frac{1}{1 - \tan \hat{r}} = 37.4 \text{ m}$