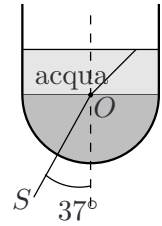


Tutoraggio di Fisica 3

2025 – Corso A – 4

- 25** Facendo incidere un raggio di luce in un recipiente riempito d'acqua ($n = 1.333$) e il cui fondo è formato da un emisfero di plexiglas (vedere figura) si nota che, con la sorgente S posizionata in modo che il raggio passi per il centro O formando un angolo di 37° con la verticale, si ha riflessione totale all'angolo limite in corrispondenza della superficie acqua-aria.

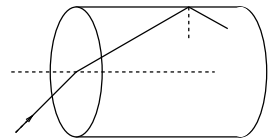


- (a) Determinare l'indice di rifrazione del plexiglas.
- (b) Se si toglie l'acqua dal recipiente, mantenendo inalterata la posizione della sorgente S , la luce attraversa la superficie plexiglas-aria?

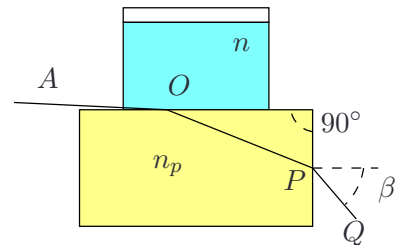
- 26** Un palo è piantato verticalmente sul fondo di un lago di profondità $h = 2$ m ed ha lunghezza $l = 5$ m (senza contare la parte interrata). Il palo è illuminato dal sole posto ad un angolo $\beta = 60^\circ$ sopra l'orizzonte. Si calcoli la lunghezza l' dell'ombra del palo sul fondo del lago.

- 27** Un raggio luminoso incide sulla base di un cilindro circolare retto di materiale trasparente con indice di rifrazione n_v , l'indice di rifrazione del mezzo esterno (aria) sia 1. Affinché il raggio venga trasmesso lungo il cilindro (per qualunque angolo di incidenza sulla base) subendo riflessione totale sulla parete laterale, si determini:

- (a) il valore minimo di n_v ;
- (b) il valore minimo di n_v qualora il cilindro venga rivestito lateralmente da una guaina con indice di rifrazione $n_g = 1.52$;
- (c) il valore massimo dell'angolo di incidenza se $n_g = 1.52$ e $n_v = 1.66$.



- 28** Il dispositivo illustrato in figura, noto come Rifrattometro di Pulfrich, serve a misurare l'indice di rifrazione n di un liquido mediante un prisma di materiale trasparente con indice di rifrazione $n_p > n$. Un prisma retto di vetro, con $n_p = 1.62$, è sistemato in aria in modo da avere una faccia orizzontale. Sopra tale faccia è disposta una vaschetta, anch'essa di vetro, contenente un liquido trasparente di indice di rifrazione n sconosciuto. Viene fatto incidere nel liquido un fascio sottile di luce AO , praticamente radente rispetto alla faccia orizzontale del prisma e si trova che l'angolo che il raggio PQ uscente dalla faccia verticale del prisma forma con la direzione orizzontale è $\beta = 58^\circ$. Determinare n .



- 29** L'indice di rifrazione dell'atmosfera terrestre decresce in maniera monotona da un valore di circa 1.00029 al livello del suolo fino a 1 negli strati limite dell'alta atmosfera. È però possibile utilizzare un modello di atmosfera a 3 o più piani paralleli all'interno di ognuno dei quali l'indice di rifrazione possa essere considerato costante.

Si consideri la luce di una stella che incida dallo spazio ($n = 1$) con un angolo θ rispetto alla verticale sullo strato più alto dell'atmosfera. Nell'ipotesi di atmosfera a 3 strati con indici di rifrazione decrescenti $n_3 > n_2 > n_1 = 1$, $n_3 = 1.00029$, e trascurando la curvatura terrestre

- (a) dimostrare che la direzione apparente della stella per un osservatore a terra dipende dall'indice di rifrazione dello strato più basso n_3 ma non da quelli intermedi;
- (b) tale affermazione è valida per un numero di strati a piacere?
- (c) Calcolare lo spostamento angolare dalla direzione apparente della stella a terra se la luce proveniente da essa viene localizzata da un osservatore a terra ad un angolo di 30° rispetto alla verticale.

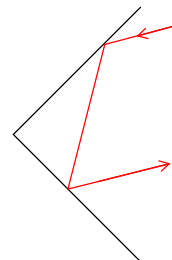
- 30** Un raggio luminoso monocromatico si propaga in un mezzo con indice di rifrazione n_1 ed incide, ad angolo θ_i , sulla superficie di separazione piana con un altro mezzo con indice n_2 . Siano θ_t l'angolo di

rifrazione, I_i , I_r e I_t le intensità, rispettivamente, dei raggi incidente, riflesso e rifratto (o trasmesso). Dimostrare che valgono le relazioni:

$$I_i = I_r + \frac{\cos \theta_t}{\cos \theta_i} I_t = I_r + \frac{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \sin^2 \theta_i}}{n_2 \cos \theta_i} I_t$$

31 Riflettori catarifrangenti

Due specchi sono uniti tra loro ad angolo retto. Dimostrare che ogni raggio luminoso che incide sul sistema viene riflesso esattamente all'indietro, per qualunque angolo di incidenza (cioè: raggio incidente e raggio uscente sono paralleli).



32 Formule di Fresnel

Un fascio di luce incide, ad angolo θ_i , sulla superficie di separazione tra due dielettrici con indici di rifrazione, rispettivamente, n_1 ed n_2 . Considerando separatamente i casi di polarizzazione nel piano di incidenza (\parallel, π) e perpendicolare ad esso (\perp, σ):

(a) dimostrare che per incidenza radente ($\theta_i \rightarrow 90^\circ$) tutte le superfici lisce diventano riflettenti, cioè

$$R_{\perp, \parallel}(\theta_i \rightarrow 90^\circ) \rightarrow 1, \quad T_{\perp, \parallel}(\theta_i \rightarrow 90^\circ) \rightarrow 0;$$

(b) dimostrare che, per $n_2 < n_1$, quando l'angolo di incidenza tende all'angolo limite l'intensità trasmessa tende a 0:

$$T_{\perp, \parallel}(\theta_i \rightarrow \theta_{lim}) \rightarrow 0, \quad R_{\perp, \parallel}(\theta_i \rightarrow \theta_{lim}) \rightarrow 1;$$

(c) ricavare $R_{\perp, \parallel}$ e $T_{\perp, \parallel}$ per incidenza normale calcolando il limite $\theta_i \rightarrow 0^\circ$ delle relazioni di Fresnel;

(d) dimostrare che per incidenza normale ($\theta_i = 0^\circ$) il campo elettrico riflesso ha il verso opposto (cioè la sua fase varia di 180°) rispetto a quello incidente se $n_2 > n_1$.

Risultati

25. (a) $n_{pl} = 1.66$; (b) no

26. $l' = 2.54$ m

27. (a) $n_{vmin} = \sqrt{2}$; (b) $n_{vmin} = \sqrt{n_g^2 + 1} = 1.82$; (c) $\theta_{imax} = 41.8^\circ$

28. $n = 1.38$

29. (a) $\sin \theta_3 = \frac{1}{n_3} \sin \theta$; (b) sì; (c) $\Delta \theta = (9.6 \cdot 10^{-3})^\circ$

30. Suggestimento: imporre la conservazione dell'energia che giunge (nell'unità di tempo) su un elemento di superficie dell'interfaccia



32. (c) $R_{\perp} = R_{\parallel} = \left(\frac{n_2 - n_1}{n_2 + n_1} \right)^2$, $T_{\perp} = T_{\parallel} = \frac{4n_1 n_2}{(n_2 + n_1)^2}$ Suggestimento: osservare che se $\theta_i \rightarrow 0^\circ$ anche $\theta_t \rightarrow 0^\circ$, ma non in modo indipendente, infatti i due angoli sono legati da...