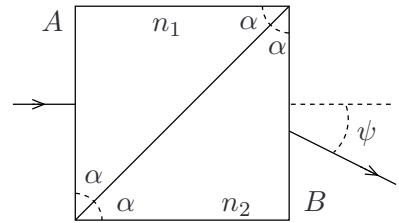


Tutoraggio di Fisica 3

2025 – Corso A – 5

- 33** Il dispositivo mostrato in figura è formato dall'unione di due prismi retti, con $\alpha = 45^\circ$, e con indici di rifrazione rispettivamente $n_1 = 1.4$ ed $n_2 = 1.7$. Il mezzo esterno è aria ($n = 1$). Un fascio sottile di luce monocromatica incide perpendicolarmente sulla faccia A del primo prisma. Calcolare:

- il rapporto tra le intensità del raggio riflesso e di quello incidente sulla faccia A ;
- l'angolo ψ che il raggio uscente dalla faccia B forma con la normale;
- quale dovrebbe essere il minimo valore di n_2 (con $n_2 > n_1$, n_1 fisso) affinché non ci sia il raggio uscente dalla faccia B .



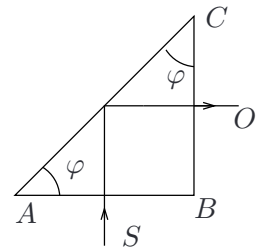
- 34** Partendo dalla relazione

$$n^2 = 1 - \frac{N e^2}{m_e \epsilon_0 \omega^2},$$

valida nel caso in cui la frequenza caratteristica del mezzo ω_0 sia molto minore della frequenza della radiazione incidente (e l'assorbimento sia trascurabile), determinare la velocità di gruppo v_g , nel limite in cui $N e^2 / (\epsilon_0 m_e \omega^2)$ sia piccolo. Verificare che tale quantità è effettivamente piccola se confrontata con l'unità nella regione dei raggi X. Confrontare la velocità di fase e la velocità di gruppo con c .

- 35** Della luce bianca, emessa da una sorgente S con lunghezze d'onda comprese tra $\lambda_1 = 390 \text{ nm}$ e $\lambda_2 = 780 \text{ nm}$, incide perpendicolarmente sulla faccia AB del prisma illustrato in figura ($\varphi = 45^\circ$) costituito di un materiale trasparente la cui legge di dispersione è $n(\lambda) = \alpha + \beta/\lambda^2$ (Formula di Cauchy), con $\alpha = 1.4$, $\beta = 4.6 \cdot 10^3 \text{ nm}^2$.

- Dimostrare che il fascio non subisce allargamento all'interno del prisma.
- Determinare quali lunghezze d'onda vengono riflesse totalmente dalla faccia AC .
- Si calcoli l'angolo minimo (e quello massimo) di rifrazione del raggio luminoso sulla faccia AC . Disegnare approssimativamente il fascio in uscita dalla suddetta faccia. Di che colore è?
- Il colore della luce che giunge all'osservatore O tende al blu o al rosso?



- 36** Si consideri un gas in condizioni standard (pressione atmosferica, temperatura 0°) le cui molecole si comportano come dipoli oscillanti, con una costante di richiamo $k = 3 \cdot 10^2 \text{ kg/s}^2$. Le particelle oscillanti sono elettroni (massa $m_e = 9.11 \cdot 10^{-28} \text{ g}$, 1 elettrone oscillante per ogni molecola).

- Si calcoli la loro frequenza caratteristica.
- Si scriva l'indice di rifrazione in funzione della frequenza per il gas in condizioni standard (trascurare l'assorbimento).
- Si ottenga il valore dell'indice di rifrazione per $\nu_1 = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ e $\nu_2 = 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$.

- 37** In un dispositivo di Young in aria la distanza tra le fenditure è $d = 120 \mu\text{m}$ e lo schermo dista $L = 254 \text{ mm}$ dalle fenditure. Illuminando con luce monocromatica si osserva che la distanza sullo schermo tra i due massimi di ordine $N = 8$ vale $h = 21 \text{ mm}$.

Calcolare la lunghezza d'onda della luce incidente e la distanza tra due minimi successivi. Descrivere come variano le posizioni dei massimi e dei minimi se il dispositivo viene immerso in acqua ($n = 1.33$).

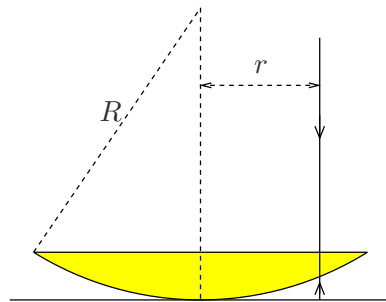
- 38** Una lastra di vetro avente indice di rifrazione $n_3 = 1.5$ è ricoperta da un sottile strato di vernice trasparente di spessore d , avente indice di rifrazione n_2 . Una radiazione proveniente da un mezzo avente indice $n_1 = 1.0$ incide normalmente alla lastra (sulla faccia ricoperta di vernice). Determinare

il minimo spessore d affinché nella riflessione venga ridotta al minimo la radiazione di lunghezza d'onda $\lambda = 500 \text{ nm}$ se

- (a) $n_2 = 1.3$ (b) $n_2 = 1.8$

- 39** Una lente piano-convessa di raggio di curvatura R (incognito) è appoggiata su una lastra di vetro perfettamente liscia. Un'onda piana monocromatica ($\lambda = 632.8 \text{ nm}$) incide perpendicolarmente dall'alto. La luce attraversa la lente e viene parzialmente riflessa e parzialmente rifratta dalla faccia inferiore curva (la riflessione sulla faccia superiore piana è trascurabile). La luce rifratta attraversa l'intercapedine d'aria tra la lente e la lastra d'appoggio e viene totalmente riflessa da quest'ultima. Osservando dall'alto si vedono delle frange di interferenza circolari (anelli di Newton), dovute allo spessore variabile dell'intercapedine d'aria che si interpone tra la lente e la lastra.

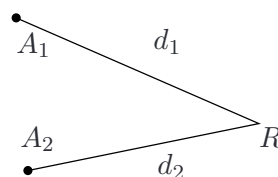
- (a) La macchia centrale è chiara o scura?
 (b) Esprimere il raggio r_m del massimo di intensità di ordine m in funzione di λ ed R , assumendo $r_m \ll R$.
 (c) Il sistema viene utilizzato per misurare il raggio di curvatura della lente. Sapendo che il raggio della m -sima frangia luminosa è $r_m = 1.052 \text{ mm}$ e quello della $(m + 20)$ -esima è $r_{m+20} = 2.727 \text{ mm}$, calcolare R .



- 40** Due sorgenti puntiformi A_1 e A_2 trasmettono nel vuoto in modo isotropo, con la stessa potenza media $\overline{W} = 10 \text{ W}$, onde sferiche monocromatiche di lunghezza d'onda $\lambda = 20 \text{ cm}$. Nel piano equatoriale delle sorgenti le onde sono polarizzate linearmente con il campo elettrico perpendicolare alla figura.

Le onde sono coerenti e la differenza di fase di emissione $\Delta\phi$ tra A_1 e A_2 può essere cambiata con continuità.

Se un ricevitore R è disposto a distanza $d_1 = 100 \text{ cm}$ da A_1 e $d_2 = 90 \text{ cm}$ da A_2 , quanto deve valere $\Delta\phi$ (definita tra 0 e 2π) affinché il ricevitore registri un massimo di intensità? Qual è l'intensità media osservata?



Risultati

- 33.** a) $R = 0.0278$; b) $\psi = \arcsin \frac{\sqrt{2n_2^2 - n_1^2 - n_1}}{2} = 16.1^\circ$; c) $n_{2,\min} = \sqrt{n_1^2 + 2n_1 + 2} = 2.6$
- 34.** $v_g = c \left[1 + \frac{Ne^2}{2\varepsilon_0 m_e \omega^2} \right]^{-1}$. Suggerimento: Vedere Mazzoldi (Terza Ed.) pag. 610.
 Occorre stimare l'ordine di grandezza di N : calcolare quante molecole ci sono in un m^3 di una sostanza trasparente (p.es. acqua). $v_g = \frac{d\omega}{dk} = \left[\frac{dk}{d\omega} \right]^{-1}$
- 35.** (b) vengono riflesse totalmente: $\lambda_1 < \lambda < \sqrt{\frac{\beta}{\sqrt{2}-\alpha}} = 569 \text{ nm}$ (luce verde-gialla); (c) $\theta_{r,\min} = 84.4^\circ$, $\theta_{r,\max} = 90^\circ$, il raggio in uscita da AC ha colori separati, dal giallo al rosso.
- 36.** (a) $\nu_0 = 2.89 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$; (b) $n^2 = 1 + Ne^2/\varepsilon_0 m_e (\omega_0^2 - \omega^2) = 1 + 1.1 \cdot 10^{27}/(\nu_0^2 - \nu^2)$ (ν misurato in Hz); (c) $n_1 = 1.0001$, $n_2 = 0.9982$
- 37.** $\lambda_0 = \frac{hd}{16L} = 0.620 \mu\text{m}$, $\Delta x = \frac{L\lambda_0}{d} = 1.3 \text{ mm}$;
 in acqua: $\lambda = \frac{\lambda_0}{n}$, $h' = \frac{h}{n} = 15.7 \text{ mm}$, $\Delta x' = \frac{\Delta x}{n} = 0.99 \text{ mm}$
- 38.** (a) $d_{\min} = 0.096 \mu\text{m}$; (b) $d_{\min} = 0.139 \mu\text{m}$
- 39.** (a) scura; (b) $r_m = \sqrt{\frac{R\lambda}{2}(2m-1)}$ $m = 1, 2, \dots$; (c) $R = 0.50 \text{ m}$
 Suggerimento: vedere Mazzoldi pagg. 607-608 (seconda Ed.), 557-558 (terza Ed.)
- 40.** $\Delta\phi = \pi$; $\overline{I} = \frac{\overline{W}}{4\pi} \left(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)^2 = 3.55 \text{ W/m}^2$