

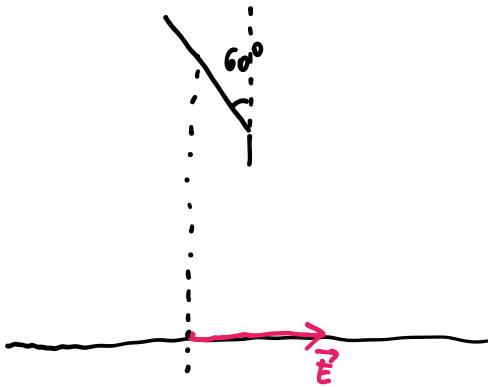
43

★★★

Alice si trova in barca in un giorno di sole. La luce solare riflessa dell'acqua è polarizzata in direzione parallela alla superficie dell'acqua. Alice porta occhiali da sole con lenti Polaroid con asse di polarizzazione verticale e ha la testa inclinata in avanti di 60° rispetto alla verticale.

- Quanto vale il rapporto fra l'irradiazione della luce trasmessa dagli occhiali di Alice e quello della luce incidente?

[0,75]



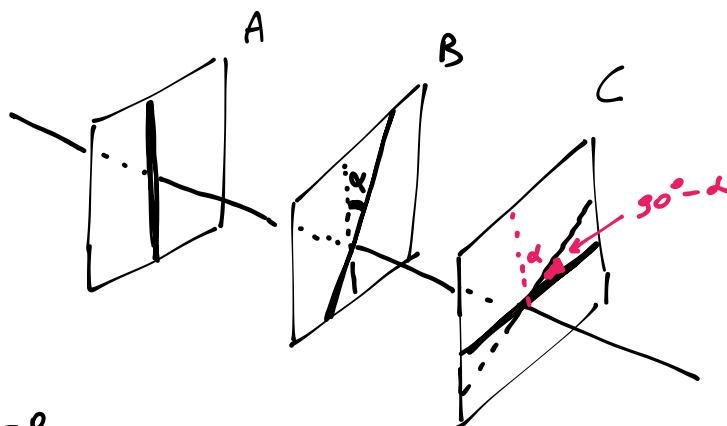
$$E_R = E_A^0 \cos^2 \alpha$$

$$\begin{aligned} \frac{E_R}{E_A^0} &= \cos^2 \alpha = \\ &= \cos^2 30^\circ = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \\ &= \frac{3}{4} = \boxed{0,75} \end{aligned}$$

47 ★★★ Tre filtri polarizzatori lineari A, B e C sono posti in sequenza e attraversati da un fascio di luce inizialmente non polarizzata di irradiazione $E_R^0 = 800 \text{ W/m}^2$. Vogliamo che dall'ultimo filtro esca una luce di irradiazione $E_R^C = 75 \text{ W/m}^2$. Il filtro A e il filtro C hanno assi di trasmissione orientati perpendicolarmente tra loro.

- Calcola per quali angoli tra l'asse di trasmissione del filtro A e l'asse di trasmissione del filtro B (compresi fra 0 e 90°) si ottiene l'irradiazione finale voluto.

$[\alpha = 30^\circ, 60^\circ]$



Dopo A

$$E_R^A = \frac{1}{2} E_R^0$$

$$E_R^0 = 800 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$E_R^C = 75 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Dopo B

$$E_R^B = E_R^A \cos^2 \alpha$$

Dopo C

$$E_R^C = E_R^B \cos^2 (90^\circ - \alpha)$$

$$E_R^C = (E_R^A \cos^2 \alpha) \cos^2 (90^\circ - \alpha) = \frac{1}{2} E_R^0 \cos^2 \alpha \cos^2 (90^\circ - \alpha)$$

$$75 = 400 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha$$

$$3 \cdot 75 = \frac{16}{400} \cos^2 \alpha (1 - \cos^2 \alpha)$$

$$16 \cos^4 \alpha - 16 \cos^2 \alpha + 3 = 0$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{8 \pm \sqrt{64 - 48}}{16} = \frac{8 \pm 4}{16} = \begin{cases} \frac{1}{4} \\ \frac{3}{4} \end{cases}$$

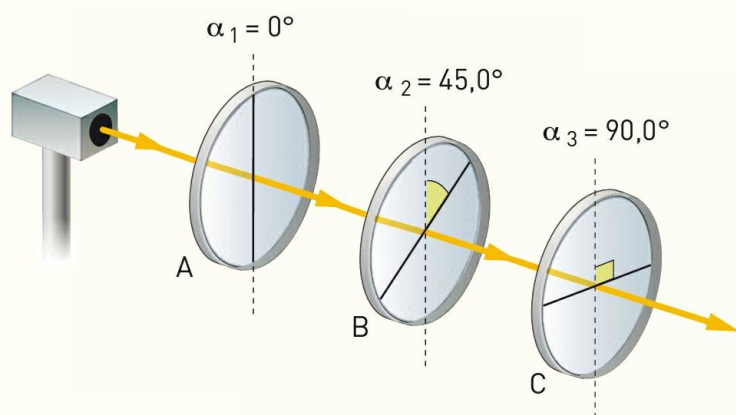
$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \quad \vee \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\boxed{\alpha = 60^\circ \quad \vee \quad \alpha = 30^\circ}$$

45

★★★

Un laser produce un raggio di luce non polarizzata che incide su tre filtri polarizzatori lineari, come mostra la figura. L'irradiamento del raggio incidente sul primo polarizzatore vale 500 W/m^2 .



► Determina il valore dell'irradiamento del raggio laser nei punti A, B, C.

[250 W/m^2 ; 125 W/m^2 ; $62,5 \text{ W/m}^2$]

$$E_R^A = \frac{1}{2} E_R^0 = \frac{1}{2} 500 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = 250 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$E_R^B = E_R^A \cos^2 \alpha_2 = \left(250 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \cos^2 45^\circ = \left(250 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \cdot \frac{2}{4} = 125 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$E_R^C = E_R^B \cos^2 (\alpha_3 - \alpha_2) = 125 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cos^2 45^\circ = 62,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

46

★★★

Un fascio di luce polarizzato linearmente è diretto verso tre filtri polarizzatori disposti in successione. L'angolo fra l'asse di trasmissione di ogni filtro e il piano di polarizzazione della luce che vi incide è di $30,0^\circ$ e l'irradiazione della radiazione iniziale incidente è di 450 W/m^2 . Determina l'irradiazione della radiazione elettromagnetica:

- ▶ in uscita dal primo filtro e prima di attraversare il secondo;
- ▶ in uscita dal secondo filtro e prima di attraversare il terzo;
- ▶ in uscita dal terzo e ultimo filtro.

[338 W/m^2 ; 253 W/m^2 ; 190 W/m^2]

$$E_R^A = E_R^0 \cos^2 30,0^\circ = \left(450 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right) \frac{3}{4} = 337,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx \boxed{338 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

$$E_R^B = E_R^A \cos^2 30,0^\circ = \left(337,5 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right) \frac{3}{4} = 253,125 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx \boxed{253 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

$$E_R^C = E_R^B \cos^2 30,0^\circ = \left(253,125 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}\right) \frac{3}{4} \approx \boxed{190 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

48 ★★★ Un fascio di luce, inizialmente non polarizzata, di irradiazione $E_R^0 = 120 \text{ W/m}^2$, attraversa due filtri polarizzatori e poi viene riflesso da uno specchio posto perpendicolarmente alla direzione del fascio, mantenendo invariata la sua polarizzazione. Il fascio attraversa nuovamente i due filtri polarizzatori. L'angolo tra gli assi di trasmissione dei filtri è di 40° .

- Calcola l'irradiazione del fascio di luce riflessa dopo che ha riattraversato i due filtri.

[21 W/m²]

$$E_R^1 = \frac{1}{2} E_R^0 = 60 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad E_R^2 = E_R^1 \cos^2 40^\circ =$$

$$= \left(60 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \cdot 0,586824 \dots = 35,209 \dots \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$E_R^3 = E_R^2 \underbrace{\cos^2 0^\circ}_1 = 35,209 \dots \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$E_R^4 = E_R^3 \cos^2 40^\circ = \left(35,209 \dots \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \cdot 0,586824 \dots = 20,66 \dots \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\approx \boxed{21 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

5 ★★★ Un fascio di luce polarizzato linearmente incide su tre polarizzatori lineari in successione: l'asse del primo è inclinato di un angolo di 18° rispetto all'asse del secondo, mentre l'angolo tra l'asse di trasmissione del secondo e quello del terzo filtro vale 72° . La radiazione incidente ha un'irradiazione di 675 W/m^2 .

- Quale deve essere l'angolo tra il piano di polarizzazione della radiazione incidente e l'asse del primo filtro

perché la radiazione trasmessa dal terzo filtro abbia irradiazione massima?

- Quanto vale l'irradiazione massima che può avere la radiazione trasmessa dal terzo filtro?

[$\beta = 0^\circ$ oppure $\beta = 180^\circ$; 58 W/m^2]

$$E_R^1 = E_R^0 \cos^2 \beta$$

$$E_R^2 = E_R^1 \cos^2 18^\circ$$

$$E_R^3 = E_R^2 \cos^2 72^\circ$$

$$E_R^3 = E_R^0 \cos^2 \beta \cos^2 18^\circ \cos^2 72^\circ \Rightarrow \text{MAX si ha } \cos^2 \beta = 1$$

$$\beta = 0^\circ \vee \beta = 180^\circ$$

$$E_{R \text{ MAX}}^3 = \left(675 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right) \cos^2 18^\circ \cdot \cos^2 72^\circ = 58,3 \dots \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \approx \boxed{58 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}$$

6

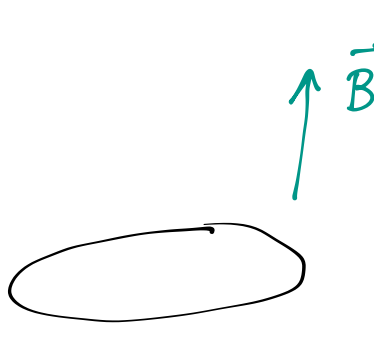
★★★

Una spira circolare ha un raggio di 5,0 cm e si trova immersa in un campo magnetico uniforme, perpendicolare al piano della spira. Dall'istante di tempo $t = 0$ s in poi, il modulo del campo magnetico varia secondo la legge $B(t) = (2,6 \times 10^{-6} \text{ T/s}) t$.

- Calcola il valore assoluto della circuitazione del campo elettrico indotto lungo un cammino che coincide con il perimetro della spira, nell'intervallo di tempo in cui il campo magnetico varia secondo la legge data.

$$r = 5,0 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$[2,0 \times 10^{-8} \text{ N} \cdot \text{C/m}]$$



$$|\Gamma(\vec{E})| = \left| \frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} \right|$$

$$\Phi(\vec{B}) = B(t) \cdot \pi r^2$$

$$\frac{d\Phi(\vec{B})}{dt} = \pi r^2 B'(t) = \pi r^2 \left(2,6 \times 10^{-6} \frac{\text{T}}{\text{s}} \right) =$$

$$\pi (5,0 \times 10^{-2} \text{ m})^2 \left(2,6 \times 10^{-6} \frac{\text{T}}{\text{s}} \right) =$$

$$= 204,2 \dots \times 10^{-10} \text{ V} \simeq \boxed{2,0 \times 10^{-8} \text{ V}}$$

3 Un'onda elettromagnetica piana ha frequenza 3,0 MHz e il suo campo elettrico ha un'ampiezza $E_0 = 3,0 \times 10^3 \text{ N/C}$. L'onda si propaga prima nel vuoto e poi incide su una sostanza trasparente che ha permeabilità magnetica relativa di valore 1,0 e costante dielettrica relativa di valore 3,5.

Calcola:

- ▶ l'ampiezza del campo magnetico nel vuoto;
- ▶ la velocità di propagazione dell'onda piana;
- ▶ la sua lunghezza d'onda.

[$1,0 \times 10^{-5} \text{ T}$; $1,6 \times 10^8 \text{ m/s}$; 53 m]

$$E_0 = c B_0 \Rightarrow B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{3,0 \times 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}}{3,0 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = \boxed{1,0 \times 10^{-5} \text{ T}}$$

$$\begin{aligned} v &= \frac{1}{\sqrt{\epsilon \mu}} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \epsilon_r \mu_0 \mu_r}} = \frac{1}{\sqrt{(8,854 \times 10^{-12}) (3,5) (4\pi \times 10^{-7}) (1,0)}} = \\ &= 0,1602 \dots \times 10^9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx \boxed{1,6 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}} \end{aligned}$$

$0,8854 \times 10^{-11}$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$