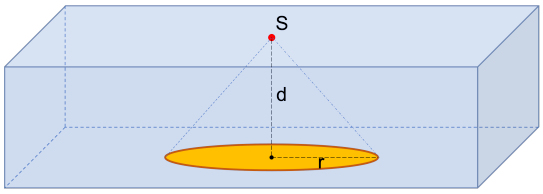
Politecnico di Bari
L3 in Ingegneria Informatica e dell'Automazione
Fisica dell'Elettromagnetismo e dell'Ottica – Fisica 3
19 Gennaio 2023 – ore 15.00

tempo svolgimento 75 minuti

Per conseguire la piena valutazione di ciascuna prova è indispensabile indicare ordinatamente ed in modo esauriente tutti i passaggi necessari a ricavare le formule e calcolare le quantità richieste. Si considera superata la prova se si consegue una votazione almeno pari a 18/30. È obbligatorio rispondere ad almeno UN QUESITO TEORICO. In caso di svolgimento della prova non esaustivo, il docente si riserva la possibilità di effettuare un colloquio individuale per definire l'esito dell'esame.

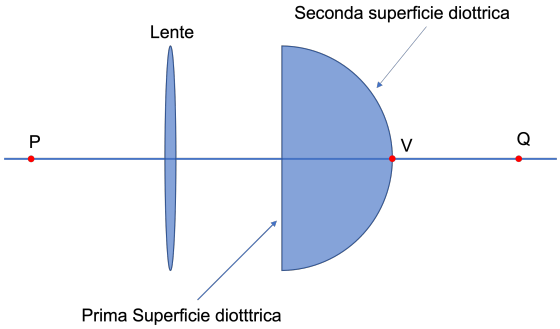
Problema 1 *[voto 8/30]*

Sulla faccia superiore di una lastra di materiale trasparente è posta una sorgente di luce ***S***. Lo spessore della lastra è ***d=10 cm*** e la luce, come mostrato in figura, esce dalla faccia inferiore della lastra solo attraverso un cerchio di raggio ***r=9 cm***. Calcolare l'indice di rifrazione del materiale.



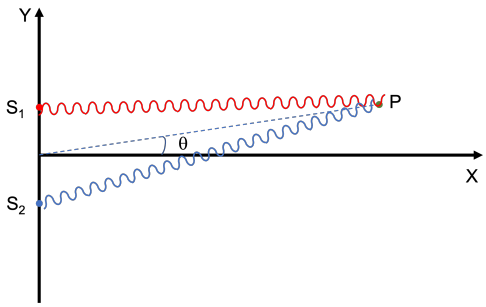
Problema 2 *[voto 8/30]*

Si consideri il sistema ottico in figura costituito da una lente sottile convergente biconvessa e da un diottro posti sullo stesso asse ottico. Il raggio di curvatura di entrambe le superfici della lente vale, in modulo, $R_1=9$ ***cm***, quello della seconda superficie diottrica è $R_2=6$ ***cm***. L'indice di rifrazione del materiale di cui è fatta la lente e di cui è fatto il diottro è ***n=1.5***. Un oggetto puntiforme ***P*** è posto sull'asse ottico a sinistra della lente, a distanza ***p=9 cm*** dalla lente stessa. Calcolare la distanza ***q***, dal vertice ***V*** della seconda superficie diottrica, in cui si forma l'immagine ***Q*** fornita dal sistema.



Problema 3 *[voto 8/30]*

Due sorgenti puntiformi S_1 e S_2, poste a distanza ***a***, emettono onde elettromagnetiche piane **COERENTI E CON SFASAMENTO NULLO** di lunghezza d'onda pari a $\lambda=a/2$. Consideriamo ora un punto ***P*** (lontano dalle sorgenti), visto sotto un angolo $\theta=10°$ rispetto ad un asse orizzontale (vedi figura). In ***P*** si misura una intensità pari a $I_1=10^{-2}$ W/m^2 con la sola sorgente S_1 accesa e $I_2=2I_1$ con la sola sorgente S_2 accesa. Calcolare l'intensità totale quando entrambe le sorgenti sono accese.



Quesito 1 *[voto 2/30]*

In quali casi le lenti sottili, sia convergenti che divergenti, forniscono immagini virtuali?

Quesito 2 *[voto 2/30]*

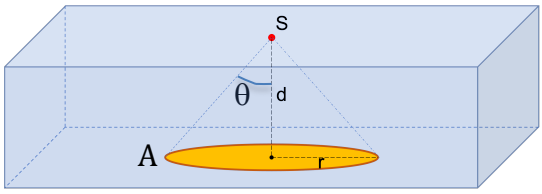
Cosa è il ciclo di isteresi?

Quesito 3 *[voto 2/30]*

Cosa succede se nel calcolo della figura di interferenza generata dal dispositivo di Young (doppia fenditura) si tiene correttamente conto del fatto che le onde secondarie generate dalle fenditure sono sferiche?

SOLUZIONI dei problemi

Problema n.1



Se la luce emessa dalla sorgente ***S*** esce solo quando si trova all'interno della zona colorata, vuole dire che l'angolo $\boldsymbol{\theta}$ indicato in figura è l'angolo limite oltre il quale non si trasmissione (rifrazione) e si ha riflessione totale all'interno del materiale. Abbiamo quindi che:

$$\tan\theta = \frac{r}{d}$$

E quindi:

$$\theta = arc\ tan\left(\frac{r}{d}\right) \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{\theta = 0.7328\ rad}$$

Dalla legge di Snell, detto ***n*** l'indice di rifrazione del materiale, nella condizione di angolo limite si ha:

$$n\,\text{sen}\,\theta = \text{sen}\frac{\pi}{2} = 1$$

Infine:

$$\boldsymbol{n = \frac{1}{sen\,\theta} = 1.495}$$

Problema n.2

Calcoliamo la focale della lente (nel nostro caso la lente è biconvessa):

$$\frac{1}{f} = (n-1)\left(\frac{1}{R} - \left(-\frac{1}{R}\right)\right) = \frac{2}{R}(n-1) \quad \Rightarrow \quad f = \frac{R}{2(n-1)} = \boldsymbol{9\ cm}$$

Poiché il punto ***P*** si trova esattamente nel fuoco della lente i raggi emergono dalla lente paralleli e quindi incidono sulla prima superficie diottrica con incidenza normale. In queste condizioni non subiscono alcuna rifrazione e proseguono paralleli all'asse ottico fino ad incontrare la seconda superficie diottrica. Se i raggi luminosi arrivano sulla seconda superficie diottrica viaggiando parallelamente all'asse ottico, vuole dire che per il secondo diottro l'oggetto all'infinito. Quindi:

$$\frac{n}{\infty} + \frac{1}{q} = \frac{1-n}{-R_2} \quad \Rightarrow \quad q = \frac{R_2}{(n-1)} = \boldsymbol{12\ cm}$$

Problema n.3

Poiché le due sorgenti emettono onde fra loro coerenti siamo nella condizione di interferenza a due fenditure. Tuttavia, l'intensità delle due sorgenti non è la stessa, quindi per il calcolo dell'intensità nel punto ***P*** dobbiamo effettuare il calcolo nel dettaglio usando il teorema di Carnot. Se $\boldsymbol{\delta}$ è lo sfasamento introdotto dalla differenza di cammino ottico in ***P***, abbiamo:

$$E_p^2 = (E_1)^2 + (E_2)^2 + 2(E_1)(E_2)cos(\delta)$$

Da cui, ricordando che l'intensità è proporzionale al quadrato del modulo del campo E:

$$I_p = I_1 + I_2 + 2\sqrt{(I_1)(I_2)}cos(\delta)$$

Calcoliamo ora $\boldsymbol{\delta}$. Se $\boldsymbol{P}$ è molto lontano, siamo in condizione di Fraunhofer (interferenza nel campo lontano):

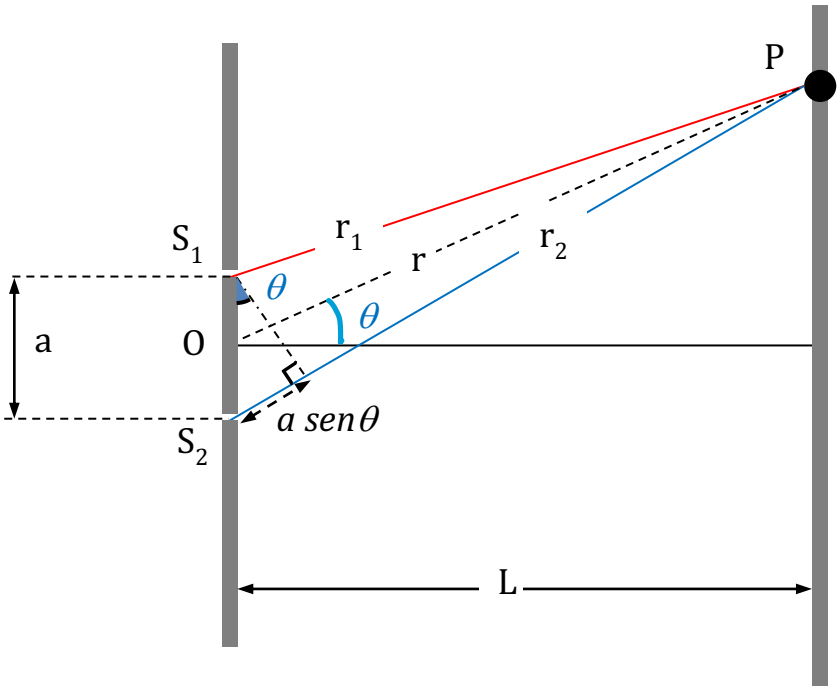
$$\delta = \frac{2\pi a}{\lambda} sin\,\theta$$

E quindi:

$$\delta = \frac{2\pi a}{a/2} sin\,\theta = 4\pi \sin\theta$$

Da cui otteniamo infine:

$$\boldsymbol{\delta = 2.182\ rad\ (125°)}$$



Siamo ora in grado di calcolare l'intensità nel punto P:

$$I_p = I_1 + I_2 + 2\sqrt{(I_1)(I_2)}cos(\delta) = I_1 + 2I_1 + 2\sqrt{(I_1)(2I_1)}cos(4\pi \sin\theta) =$$
$$= 3I_1 + 2I_1\sqrt{2}cos(4\pi \sin\theta) = I_1\left(3 + 2\sqrt{2}cos(4\pi \sin\theta)\right) =$$
$$= I_1(3 - 1.62) = \boldsymbol{1.38 \cdot 10^{-2}\ Wm^{-2}}$$