

Tutorato 10 FS220

January 10, 2025

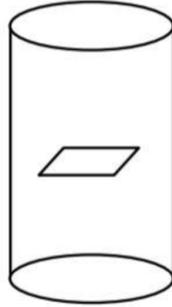
Esercizio 1

Un solenoide superconduttore cilindrico, di altezza $h = 10$ m e di raggio $r = 2.5$ cm, è costruito con $n = 1000$ spire/m. Il rapporto lunghezza/diametro è tale che il campo B nel solenoide può essere considerato, con ottima approssimazione, quello di un solenoide infinito. Il solenoide viene acceso con una corrente $i = i_0 t$ con $i_0 = 12$ A/s, fino a raggiungere la corrente di 120 A.

All'interno del solenoide si trova una piccola spira quadrata di lato $l = 1.3$ cm, giacente su un piano ortogonale all'asse del solenoide, di resistenza $R = 0.004 \Omega$ (l'effetto della spira è trascurabile per le risposte dei punti 1 e 2).

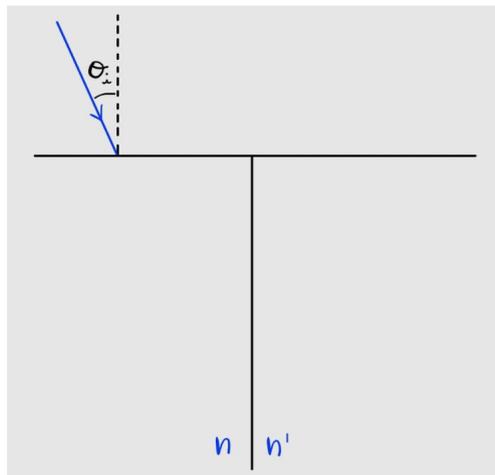
Calcolare:

1. La Fem del generatore necessaria a fornire la corrente i al solenoide
2. L'energia totale fornita dal generatore
3. Il coefficiente di mutua induzione spira-solenoide
4. La corrente indotta nella spira durante l'accensione del solenoide (trascurando l'autoinduzione della spira)
5. La carica che ha circolato nella spira durante tutto il processo
6. L'energia totale dissipata nella spira



Esercizio 2

Si considerino due prismi (entrambi con angolo al vertice pari a 90°), posti come in figura. Sia $n = 1.3$ l'indice di rifrazione del prisma di sinistra e $n' = 1.2$ quello del prisma di destra. Un fascio di radiazione, che viaggia in aria, incide sul prisma di sinistra come da figura. Si determini il minimo valore che deve avere l'angolo di incidenza θ_i affinché la radiazione possa uscire sul prisma di destra (si assumano i due prismi infinitamente estesi verso il basso). **(Soluzione: $\theta_i = \arcsin \left(n \cos \left(\arcsin \left(\frac{n'}{n} \right) \right) \right) = \frac{\pi}{6}$)**



Esercizio 3

In un esperimento alla Young in aria le fenditure distano $D = 10^{-4}$ m e la luce incidente è monocromatica di lunghezza d'onda $\lambda = 4000 \text{ \AA}$. Se lo schermo di osservazione è posto a una distanza $l = 50$ cm dal piano delle fenditure, quanto distano i massimi del quinto ordine della distribuzione a frange che si realizza? **(Soluzione: 2cm)**

$$1) f_{em} = -\frac{d\phi(\vec{B})}{dt} = -\frac{dN\vec{B}\cdot\vec{S}}{dt} = \frac{d}{dt} \frac{\mu_0 \pi r^2 N^2 N i}{L} =$$

$$= \frac{d}{dt} \mu_0 m^2 \pi r^2 i = L \frac{di}{dt}$$

$$f_{em} = 1.26 \cdot 10^{-6} \cdot 1000^2 \cdot \pi \cdot (0.025)^2 \cdot 10 \cdot 12 = 297 \mu V$$

L'energia fornita dal generatore è pari all'energia magnetica accumulata nel solenoide (non c'è energia dissipata) in quanto la resistenza del solenoide è nulla)

$$2) E_G = \frac{1}{2} Li^2 = \frac{1}{2} 1.26 \cdot 10^{-6} \cdot 1000^2 \cdot \pi \cdot (0.025)^2 \cdot 10 \cdot 120^2 = 178 J$$

$$3) M = \frac{\phi}{i} = \frac{\mu_0 m i l^2}{i} = \mu_0 m l^2 = 2.1 \cdot 10^{-7} H/m^2$$

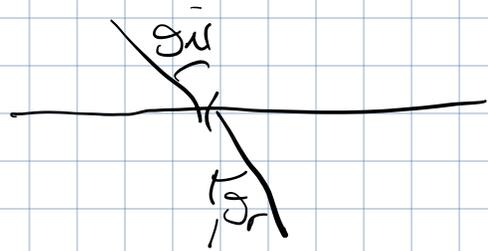
$$4) i_s = \frac{1}{R} \frac{d\phi(s)}{dt} = \frac{1}{R} \frac{d(\mu_0 m i l^2)}{dt} = 1.26 \cdot 10^{-6} \cdot 1000 \cdot 0.013^2 = 0.64 mA$$

$$5) Q = i_s t = 6.4 \mu C \quad t = \frac{C}{i_0} = 10 s$$

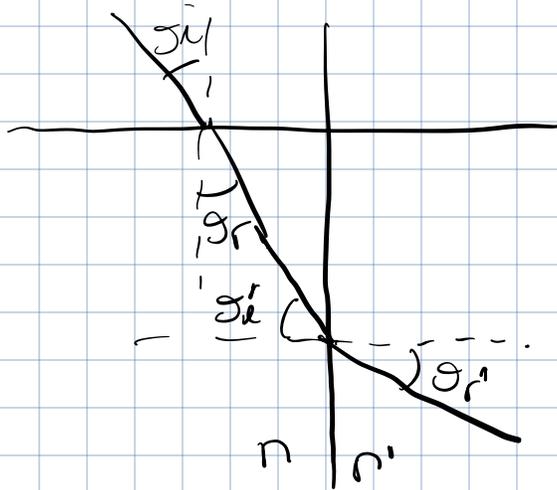
$$6) E_S = R i_s^2 t = 0.004 \cdot (0.64 \cdot 10^{-3})^2 = 1.64 \cdot 10^{-8} J$$

2) IL RAGGIO LUMINOSO INCIDENTE PASSA DALL'ARIA AL PRISMA DI SINISTRA SECONDO LA LEGGE DI SNELL:

$$\sin(\theta_i) = n \sin(\theta_r)$$



DOPO UN CERTO PERCORSO ALL'INTERNO DEL PRISMA DI SINISTRA IL RAGGIO INCIDE SUL PRISMA DI DESTRA CON UN ANGOLO θ_i' :



$$n \sin(\theta_i') = n' \sin(\theta_r')$$

AFFINCHÉ IL RAGGIO PASSI EFFETTIVAMENTE NEL PRISMA DI DESTRA, θ_i' DEVE ESSERE MINORE DELL'ANGOLO CRITICO DI INCIDENZA, OGGI L'ANGOLO PER IL QUALE IL RAGGIO REFRAITO È PARALLELO AL PRISMA DI DESTRA ($\theta_r' = \pi/2$):

APPLICANDO SNELL: $\sin(\theta_i') = \frac{n'}{n} \rightarrow \theta_i' = \arcsin\left(\frac{n'}{n}\right)$

CERCHIARE θ_r :

$$\pi = \frac{\pi}{2} + \theta_i' + \theta_r \Rightarrow \theta_r = \frac{\pi}{2} - \theta_i'$$

$$\sin(\theta_i) = n \sin \theta_r = n \sin\left(\frac{\pi}{2} - \theta_i'\right) = n \cos(\theta_i') =$$

$$= n \cos(\arcsin(\frac{n'}{n})) = \frac{3}{2}$$

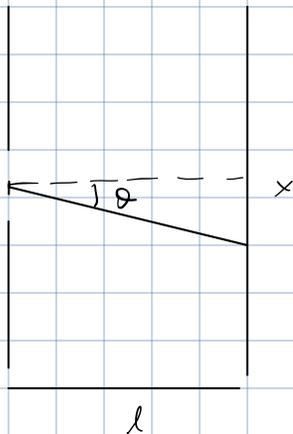
$$\Rightarrow \theta_i = \arcsin(\frac{1}{2}) = \pi/6.$$

3)

$$\lambda = 4000 \text{ \AA}$$

$$D = 10^{-4} \text{ m}$$

$$l = 50 \text{ \mu m}$$



la differenza di fase : $\Delta = k D \sin \theta = \frac{2\pi}{\lambda} D \sin \theta$

i minimi si hanno per $D = 2\pi m$

$$\Rightarrow 2\pi m = \frac{2\pi}{\lambda} D \sin \theta \Rightarrow \sin \theta = \frac{m\lambda}{D}$$

$$x = l \sin \theta = \frac{l m \lambda}{D} \quad \text{max 5° ordine : } x_5 = \frac{5 l \lambda}{D}$$

la distanza tra i due minimi di quinto ordine è $2x_5 = 2 \mu\text{m}$.