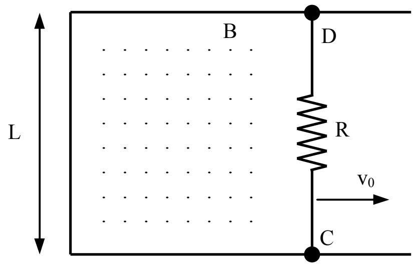
Politecnico di Milano
Fisica Sperimentale B+D
a.a. 2013-2014 - Scuola di Ing. Ind. e dell'Inf. - Ind. Materiali e Nanotecnologie

II prova in itinere - 03/07/2014

Giustificare le risposte e scrivere in modo chiaro e leggibile. Sostituire i valori numerici solo alla fine, dopo aver ricavato le espressioni letterali. Scrivere in stampatello nome, cognome, matricola e firmare ogni foglio.

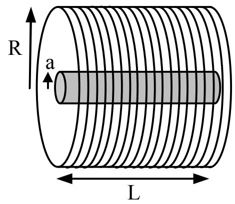
1. Un filo conduttore di resistenza trascurabile, rigido e piegato ad U, è disposto in un campo magnetico uniforme e costante nel tempo di modulo B = 0.5 T perpendicolare al piano definito dalla U stessa ed uscente dal foglio. Sul filo può scorrere senza attrito un conduttore CD, di lunghezza L = 20 cm e resistenza R = 10 Ω, che realizza nei punti C e D un contatto strisciante con il filo ad U. A seguito dell'applicazione di una forza esterna F_{ext}, il conduttore CD si muove con velocità costante v_0 = 2 m/s nel verso indicato in figura:



a) calcolare il modulo della forza esterna F_{ext} che è necessario applicare al conduttore mobile CD perché si muova alla velocità costante v_0;
b) calcolare la potenza P_R dissipata per effetto Joule nella resistenza;
c) confrontarla con la potenza meccanica P_{ext} della forza esterna;

$$[\ F_{ext} = F_L = BIL = \frac{B^2L^2v_0}{R} = 2\text{mN}\ ;\ P_R = RI^2 = \frac{B^2L^2{v_0}^2}{R} = 4\ \text{mW}\ ;\ P_{ext} = F_{ext}v_0 = \frac{B^2L^2{v_0}^2}{R} = 4\ \text{mW}\ ]$$

2. Un solenoide rettilineo infinito di raggio R è percorso da una corrente variabile linearmente nel tempo I = kt:

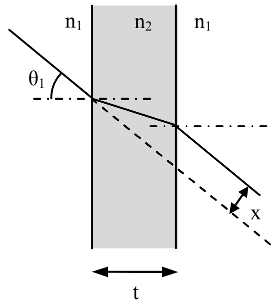


a) valutare modulo, direzione e verso del vettore di Poynting relativamente ad una superficie cilindrica di raggio a << R e lunghezza L coassiale al solenoide;
b) dimostrare quindi che il flusso del vettore di Poynting attraverso questa superficie è pari alla variazione nel tempo dell'energia elettromagnetica immagazzinata all'interno della superficie cilindrica (nota: teorema di Poynting).

$$[\ S_P = \frac{\mu_0 n^2k^2a}{2}t \text{ radiale entrante; } \int \vec{S}_P \cdot d\vec{S} = -\mu_0 n^2k^2\pi a^2Lt\ ;\ \rho_m = \frac{1}{2}\frac{1}{\mu_0}B^2 = \frac{1}{2}\mu_0 n^2k^2t^2\ ;$$

$$E_e = \text{cost};\ E_m = \int \rho_m dV = \pi L\frac{\mu_0 n^2k^2}{2}a^2t^2\ ;\ -\frac{dE_{em}}{dt} = -\frac{dE_m}{dt} = -\frac{d}{dt}\pi L\frac{\mu_0 n^2k^2}{2}a^2t^2 = -\mu_0 n^2k^2\pi a^2Lt\ ]$$

3. Un raggio di luce proveniente dall'aria (n_1 = 1) incide con un angolo θ_1 = 10° (vedi figura) su una lamina di vetro (n_2 = 1.52) a facce piane parallele di spessore t = 1 cm, ed emerge dalla faccia opposta spostato trasversalmente di una quantità x:

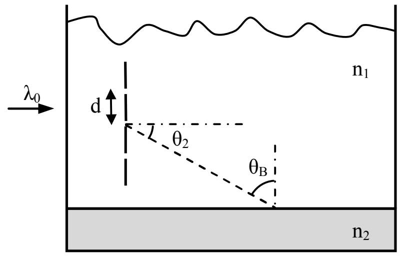


a) dimostrare che il raggio che fuoriesce dalla lamina è parallelo al raggio incidente sulla lamina;
b) ricavare la formulazione dello scostamento x in funzione dell'angolo di incidenza, dello spessore della lamina e degli indici di rifrazione;
c) valutare la formulazione trovata in particolare per piccoli valori dell'angolo d'incidenza, e calcolare poi lo scostamento x utilizzando i dati dell'esercizio.

[nota: sin(α-β) = sin(α)cos(β) - cos(α) sin(β)]

$$[\ x = t\sin\theta_1\left(1 - \cos\theta_1\frac{n_1}{\sqrt{{n_2}^2 - {n_1}^2\sin^2\theta_1}}\right);\ x = t\theta_1\left(1 - \frac{n_1}{n_2}\right) = 0.6\ \text{mm}\ ]$$

4. Enunciare il principio di Huygens-Fresnel, ed utilizzarlo per risolvere il seguente esercizio.



Un reticolo di diffrazione avente passo d viene immerso in un contenitore in vetro pieno d'acqua (n_1 = 1.33). Quando il reticolo viene illuminato dall'esterno con luce monocromatica (λ_0 = 600 nm) si osserva che la luce trasmessa in corrispondenza del massimo principale del second'ordine incide sul fondo del contenitore (supposto perpendicolare al piano del reticolo, e con indice di rifrazione n_2 = 1.732) all'angolo di Brewster θ_B: si determini

a) l'espressione degli angoli relativi ai massimi principali di interferenza;
b) l'angolo θ_2 al quale si ritrova il massimo principale del second'ordine;
c) il passo d del reticolo di diffrazione.

[$\sin\theta = m\dfrac{\lambda_0/n_1}{d}$; $\theta_B = \text{arc tg}\dfrac{n_2}{n_1} = 52.48°$; $\theta_2 = \dfrac{\pi}{2} - \theta_B = 37.52°$;

$$d = \left(\frac{2\lambda_0}{n_1}\right)\sqrt{1+\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} = 1.48\ \mu\text{m}$$]