

Tutoraggio di Fisica 3

2025 – Corso A/B – 2

- 9** Si consideri un condensatore carico ad armature circolari parallele di raggio R in condizioni non stazionarie. Assumendo il campo elettrico uniforme per $r \leq R$ e nullo per $r > R$, ricavare l'espressione per il campo magnetico B in funzione della coordinata radiale r e della variazione $\frac{dE}{dt}$ del campo elettrico nel condensatore, sia per $r < R$ che per $r > R$. Qual è la direzione di B ?
- 10** Un condensatore piano con armature circolari di raggio a , distanti d e poste nel vuoto, caricato alla d.d.p. V_0 , viene lasciato scaricare attraverso un resistore di resistenza R . Si consideri una superficie Σ di forma cilindrica, interna al condensatore e coassiale con esso, di raggio $r \ll a$ e lunghezza $\ell \leq d$; calcolare l'energia totale U che fluisce attraverso di essa durante la scarica. Verificare che l'energia trovata coincide con l'energia elettrostatica iniziale immagazzinata nel volume racchiuso da Σ .
- 11** È dato un solenoide molto lungo nel quale la corrente cresce linearmente da 0 a I nel tempo τ . Il numero di spire per unità di lunghezza del solenoide è n . Si consideri all'interno del solenoide, nella sua parte centrale, una superficie cilindrica chiusa, coassiale ad esso, di raggio r e lunghezza ℓ . Determinare
- (a) intensità e direzione del vettore di Poynting per i punti della superficie;
 - (b) l'energia W che attraversa la superficie nell'intervallo di tempo τ , confrontandola con l'energia del campo magnetico contenuto nel volume V delimitato dalla superficie stessa, quando la corrente ha raggiunto il valore I .
- 12** Un fascio di luce con intensità I incide su una superficie piana formando un angolo θ con la normale. Determinare la pressione P esercitata dalla radiazione nell'ipotesi che una frazione a dell'energia luminosa incidente venga assorbita.
- 13** Un fascio di luce con polarizzazione circolare e lunghezza d'onda $\lambda = 632 \text{ nm}$ è puntato in direzione verticale verso l'alto (asse z). Il fascio di luce ha diametro $d = 5 \text{ mm}$ ed è approssimabile con un'onda piana. Il campo elettrico ha ampiezza $E_0 = 50 \text{ kV/m}$. L'onda si propaga nel vuoto.
- (a) Scrivere le espressioni dei campi \mathbf{E} e \mathbf{B} sapendo che per $t = 0$ e $z = 0$ il campo elettrico è diretto nel verso positivo dell'asse y .
 - (b) Calcolare l'espressione del vettore di Poynting e verificare che è indipendente dal tempo e dallo spazio (*proprietà delle onde e.m. piane con polarizzazione circolare*).
 - (c) Calcolare l'intensità e la potenza del fascio.
- Si vuole mantenere in equilibrio nel campo gravitazionale terrestre un cilindretto di polistirolo espanso (densità $\rho = 30 \text{ kg/m}^3$) di diametro inferiore a quello del fascio, per mezzo della pressione di radiazione.
- (d) Quale deve essere l'altezza H del cilindretto assumendo che la sua superficie sia perfettamente riflettente?
- 14** Si consideri una superficie piana illuminata in modo isotropo (cioè con luce proveniente da tutte le direzioni e di pari intensità), con intensità totale I . Si dimostri che la pressione di radiazione vale $P_a = \frac{I}{3c}$, nel caso di assorbimento completo della radiazione, e $P_r = \frac{2I}{3c}$, nel caso di perfetta riflessione.
- 15** Due onde e.m. piane polarizzate circolarmente, una destrorsa e l'altra sinistrorsa, si propagano nel vuoto nella stessa direzione. Determinare la polarizzazione dell'onda risultante dalla loro sovrapposizione, sapendo che
- (a) hanno la stessa frequenza e ampiezza, ma la seconda è in ritardo di una fase ϕ rispetto alla prima;
 - (b) hanno la stessa frequenza e fase, ma le loro intensità sono $I_1 = I$ ed $I_2 = 4I$.
- 16** Dimostrare che sulla superficie di separazione tra due mezzi omogenei con, rispettivamente, ε_1, μ_1 e ε_2, μ_2 , la componente del vettore di Poynting ortogonale alla superficie stessa è continua, ossia $\mathbf{S}_{1\perp} = \mathbf{S}_{2\perp}$.

9. Vedere la guida alla soluzione.

$$r \leq R: B(r) = \frac{1}{2}\mu_0\epsilon_0 r \frac{dE}{dt}, \quad r > R: B(r) = \frac{1}{2}\mu_0\epsilon_0 \frac{R^2}{r} \frac{dE}{dt}$$

Suggerimento: usare la quarta equazione di Maxwell in forma integrale per calcolare una componente di \vec{B} (quale?). Verificare che le altre componenti sono nulle.

10. $U = \frac{\epsilon_0 \pi r^2 \ell V_0^2}{2d^2}.$

11. (a) $\mathbf{S}(r, t) = -\frac{\mu_0 n^2 r I^2}{2\tau^2} t \mathbf{u}_r$; (b) $W = \frac{1}{2}\pi\mu_0 r^2 n^2 I^2 \ell = \frac{1}{2\mu_0} B^2(\tau) V = W_M$

12. $P = (2 - a) \frac{I}{c} \cos^2 \theta$

13. (a) $\mathbf{E} = 50(\pm \mathbf{u}_x \sin \alpha + \mathbf{u}_y \cos \alpha) \frac{\text{kV}}{\text{m}}$, avendo posto $\alpha = 9.94 \cdot 10^6 z - 2.98 \cdot 10^{15} t$ (z in m, t in s), [il segno \pm distingue l'elicità (sinistrorsa/destrorsa) della polarizzazione circolare]

$\mathbf{B} = 0.167(-\mathbf{u}_x \cos \alpha \pm \mathbf{u}_y \sin \alpha) \text{ mT}.$

(b) $\mathbf{S} = \frac{E_0^2}{\mu_0 c} \mathbf{u}_z = 6.64 \frac{\text{MW}}{\text{m}^2} \mathbf{u}_z$. (c) $I = 6.64 \text{ MW/m}^2$, $W = 130.3 \text{ W}$. (d) $H = \frac{2I}{c g \rho} = 0.15 \text{ mm}$

14. Vedere la guida alla soluzione.

15. (a) Polarizzazione lineare; (b) polarizzazione ellittica.

16. *Suggerimento: ricordare le condizioni di continuità dei campi sull'interfaccia, ad esempio: $\mathbf{E}_{1\parallel} = \mathbf{E}_{2\parallel}$, eccetera*