

Cognome Nome

Istruzioni per lo svolgimento del tema:

Per ciascun problema, descrivere sinteticamente la soluzione evidenziando le leggi e/o i principi fisici invocati e le approssimazioni utilizzate. Rispondere alle domande poste fornendo la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date o di quelle ottenute in altre risposte, riportando, ove richiesto, il corrispondente risultato numerico con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate.

Problema 1

Una particella di massa M e carica q_1 si muove con velocità costante \vec{v} lungo l'asse z di un sistema di assi cartesiani. All'istante $t = 0$ la particella si trova nell'origine degli assi. Si consideri un punto $P(x, y, z)$. Sapendo che i potenziali ϕ e \vec{A} generati dalla particella si possono esprimere come

$$\phi = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{s} \quad \text{e} \quad \vec{A} = \frac{\vec{v}}{c^2} \phi, \quad \text{dove} \quad s = [(1 - \beta^2)(x^2 + y^2) + (z - vt)^2]^{1/2} \quad \text{e} \quad \beta = v/c:$$

- mostrare esplicitamente che ϕ ed \vec{A} soddisfano il gauge di Lorentz;
- calcolare i campi \vec{B} ed \vec{E} nel punto P all'istante t , mostrando che \vec{E} è parallelo al vettore \vec{R} , che va dalla posizione della particella al tempo presente t al punto P .

Si supponga che una seconda particella, di massa $m \ll M$ e carica q_2 , si trovi all'istante t nel punto P in moto con velocità \vec{v} . Determinare:

- l'accelerazione istantanea della carica q_2 al tempo t .

Problema 2

Due gusci sferici conduttori di raggi a e b , con $a < b$, sono disposti concentricamente e caricati con cariche $+q$ e $-q$, rispettivamente. Al centro di questa configurazione è fissato un dipolo magnetico ideale di momento \vec{M} .

Determinare:

- i campi elettrico e magnetico in tutto lo spazio;
- il momento angolare totale del sistema;
- la variazione di momento angolare se il guscio esterno viene scaricato a terra.

Problema 3

Il Sole emette per radiazione una potenza totale $P_{\odot} = 4.0 \cdot 10^{26}$ W. Sapendo che il raggio del Sole è $R_{\odot} = 7.0 \cdot 10^8$ m e che la distanza media Sole-Marte è $R_{SM} = 2.28 \cdot 10^{11}$ m, stimare:

- a) l'ampiezza media dei campi elettrico e magnetico della radiazione sulla superficie del sole;
- b) l'irradianza solare sulla superficie di Marte.

Problema 4

Un aereo si muove con velocità costante di modulo v lungo l'asse x di un sistema di riferimento inerziale solidale con la superficie terrestre. Ad un certo istante, l'aereo passa davanti ad un'antenna a forma di asta fissata al suolo, la cui lunghezza a riposo è $L = 1.0$ m. L'antenna forma un angolo $\theta = 45^\circ$ con l'asse x .

Determinare:

- a) la lunghezza dell'antenna vista da un sistema di riferimento solidale con l'aereo, il cui asse x' si mantenga parallelo con l'asse x durante il moto;
- b) l'angolo che l'antenna forma con l'asse x' .