

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**

Due dischi metallici identici, di raggio  $R = 3.0$  m, sono disposti coassialmente e paralleli tra loro ad una distanza  $d_0 = 0.050$  m. I due dischi portano cariche di segno opposto, ma di modulo uguale e pari a  $q = 5.0 \cdot 10^{-5}$  C. Ad un certo istante, uno dei due dischi inizia ad allontanarsi dall'altro con velocità  $v = 3.0 \cdot 10^{-2}$  m/s. Si supponga che durante il moto i dischi restino paralleli fra loro e che la d.d.p. tra i due sia mantenuta costante. Determinare, trascurando gli effetti ai bordi:

- a) la densità della corrente di spostamento tra i due dischi dopo 2.0 s;
- b) il modulo del campo magnetico alla distanza  $r = 0.10$  m dall'asse del sistema nel medesimo istante della domanda a);
- c) modulo, direzione e verso del vettore di Poynting.

**Problema 2**

Si consideri una corrente di superficie  $K(t)\hat{z}$  localizzata nel piano  $yz$ , che è elettricamente neutro. Determinare i campi elettrici e magnetici ad un'altezza  $x$  sopra al piano:

- a) nel caso in cui una corrente superficiale di ampiezza  $K(t) = K_0$ , con  $K_0$  costante, venga accesa all'istante  $t = 0$ ;
- b) nel caso in cui una corrente superficiale di ampiezza  $K(t) = \alpha t$ , con  $\alpha > 0$  e costante, venga accesa all'istante  $t = 0$ .

Nel caso della domanda b), determinare:

- c) la potenza totale irradiata dal piano per unità di superficie.

### Problema 3

In un mezzo conduttore, di conducibilità  $\sigma$  e costanti caratteristiche  $\epsilon$  e  $\mu$ , il campo elettrico di un'onda elettromagnetica armonica piana che si propaghi lungo l'asse  $z$  si può scrivere, avendo scelto la direzione di polarizzazione lungo l'asse  $x$ , come  $\vec{E}(z, t) = E_0 e^{i(Kz - \omega t)}$ , con  $K = k + i\beta$  numero complesso.

- Scrivere l'espressione di  $\vec{E}$  in funzione dei numeri reali  $k$  e  $\beta$  e spiegarne l'andamento.
- Sapendo che deve valere l'equazione  $-K^2 + \mu\epsilon\omega^2 + i\mu\sigma\omega = 0$ , scrivere i valori di  $k$  e  $\beta$  in funzione delle costanti del mezzo.
- Nell'ipotesi in cui  $\sigma/(\epsilon\omega) \ll 1$ , calcolare la velocità di fase dell'onda.

### Problema 4

I muoni sono particelle instabili: in un campione con  $N_0$  muoni a riposo, dopo un tempo  $t$  il numero residuo di muoni è  $N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$ , con  $\tau = 2.4 \cdot 10^{-6}$  s. I raggi cosmici che incidono sull'atmosfera terrestre producono grandi quantità di muoni e antimuoni. Si consideri un insieme di  $N_0$  muoni prodotti alla quota  $h = 10^4$  m e si supponga che essi si muovano tutti verso la superficie terrestre alla stessa velocità  $v$  e con lo stesso fattore relativistico  $\gamma = 10$ . Calcolare:

- il valore del rapporto  $\beta = v/c$ , con  $c$  velocità della luce;
- la frazione  $f = N/N_0$  di muoni attesi al suolo secondo la meccanica classica;
- la frazione  $f_T = N_T/N_0$  di muoni attesi al suolo secondo la relatività ristretta considerando un sistema di riferimento inerziale solidale con la Terra.