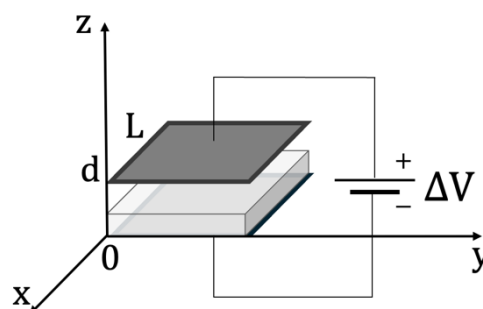


**Prova scritta del corso di Elettromagnetismo**  
**(Prof. A. Mennella, Prof. G. Colò)**  
A.A. 2024-2025, 20/02/2026

**Attenzione:** indicare nome, cognome e matricola su tutte le pagine. Numerare le pagine. Lo svolgimento dell'elaborato deve essere commentato, le leggi ed eventuali principi di simmetria utilizzati devono essere chiaramente enunciati. Il compito deve essere svolto ordinatamente e con una grafia chiaramente leggibile. Non seguire queste indicazioni può comportare un giudizio negativo, al limite insufficiente, dell'elaborato.

**Esercizio 1.** Un condensatore piano a piastre quadrate parallele di lato  $L = 10$  cm e distanza  $d = 0.5$  cm è riempito tra  $z = 0$  e  $z = d/2$  da un materiale dielettrico con  $\epsilon_r(z) = (1 - \alpha z)^{-1}$  e  $\alpha = 100$  m<sup>-1</sup>, mentre la restante metà è in vuoto. Il condensatore è mantenuto a tensione costante  $\Delta V = 20$  V. Usare il sistema di riferimento mostrato in figura.



- Determinare l'espressione vettoriale dei campi  $\mathbf{E}$  e  $\mathbf{D}$  nella porzione in vuoto e in quella riempita dal dielettrico e calcolarne il valore numerico per  $z = d/8$ ;
- Determinare espressione e valore delle densità di cariche di polarizzazione superficiali e volumetriche  $\sigma_p$  e  $\rho_p$  e delle rispettive cariche totali di polarizzazione;
- Determinare espressione e valore della carica totale accumulata sulle piastre e capacità totale;
- Determinare espressione e valore dell'energia elettrostatica totale immagazzinata nel condensatore.

**Esercizio 2.** Un sistema coassiale di conduttori in vuoto è costituito da un cilindro di raggio  $a = 5$  mm e da un guscio esterno sottile di raggio  $b = 50$  mm. I due conduttori sono percorsi dalla stessa corrente  $I = 1$  A in verso opposto (lungo  $\hat{\mathbf{e}}_z$  per il conduttore centrale, e lungo  $-\hat{\mathbf{e}}_z$  per il conduttore esterno). Il conduttore centrale è messo a terra ( $V_a = 0$  V); quello esterno è collegato a un generatore che può essere impostato a un potenziale  $V_b$  di segno e valore arbitrari. Uno ione  $H^+$  viene lanciato a velocità  $\mathbf{u} = u\hat{\mathbf{e}}_z$ , corrispondente a un'energia cinetica di 1 MeV, nell'intercapedine tra i due conduttori, a una posizione radiale  $r_p = 25$  mm.

- Determinare l'espressione vettoriale del campo elettrostatico  $\mathbf{E}$  nell'intercapedine per un  $V_b$  fissato, ovvero scrivere  $\mathbf{E}$  in funzione (solo) di  $V_b$ , di  $a$  e  $b$ , e della variabile  $r$ . Calcolarne il valore alla posizione  $r_p$  della particella per  $V_b = 10$  V.
- Determinare l'espressione vettoriale del campo magnetico  $\mathbf{B}$  nell'intercapedine. Calcolarne il valore alla posizione  $r_p$  della particella.
- Determinare l'espressione vettoriale delle forze che agiscono sulla particella.
- Determinare espressione e valore del potenziale  $V_b$  a cui va impostato il conduttore esterno affinché la particella viaggi secondo una traiettoria rettilinea indisturbata lungo la direzione  $\hat{\mathbf{e}}_z$ . Cosa cambierebbe nella scelta di  $V_b$  per uno ione  $H^-$ ? E per uno ione  $He^{+2}$ ? (Nota: la massa degli elettroni si può considerare trascurabile).

**Esercizio 3.** L'universo è permeato da una radiazione elettromagnetica, il fondo cosmico di microonde, con lunghezza d'onda millimetrica. La densità media di energia elettromagnetica della radiazione è  $4 \cdot 10^{-14}$  J/m<sup>3</sup>.

- Calcolare l'ampiezza del campo elettrico e magnetico e i loro valori medi sul periodo, considerando una radiazione che si propaga in vuoto con forma sinusoidale. Calcolare l'intensità media dell'onda.
- Un radioastronomo effettua una misura del fondo cosmico con un rivelatore completamente assorbente di superficie  $5$  mm<sup>2</sup>. Calcolare qual è la forza media esercitata dalla radiazione sul rivelatore.
- Si ipotizzi di avere una radiotrasmittente che emette un'onda sferica di potenza pari a 1 kW. A che distanza verrebbe ricevuto un segnale di intensità pari a quella del fondo cosmico di microonde?