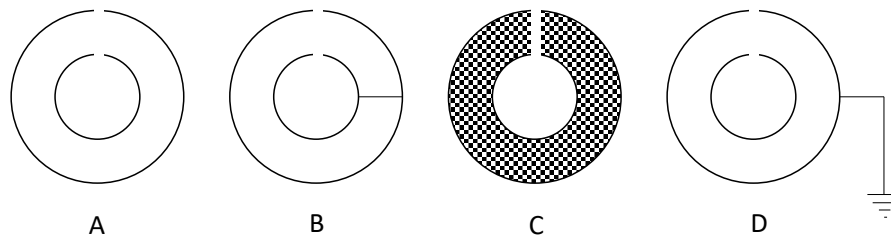


1 Esercizio di elettrostatica



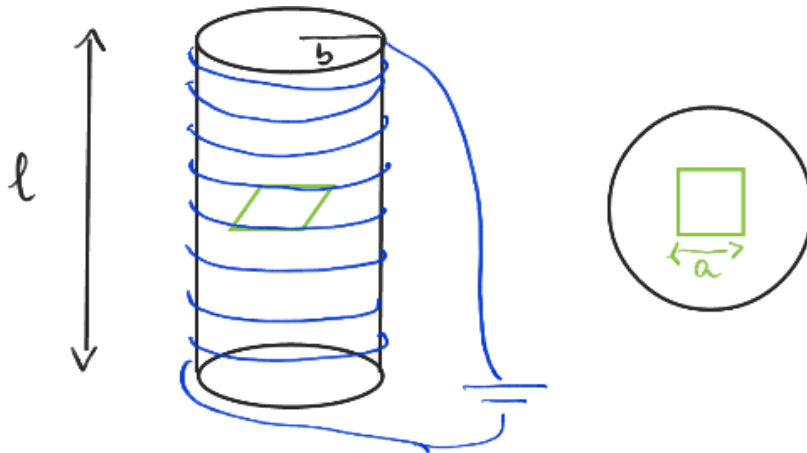
Considerate due gusci sferici concentrici conduttori di spessore trascurabile e di raggio a e $2a$, $a = 10$ cm. Considerate le seguenti 4 configurazioni (vedi figura):

- (A) I due gusci non sono collegati
- (B) I due gusci sono collegati fra di loro con un filo conduttore
- (C) Lo spazio fra i due gusci è riempito di una plastica isolante di costante dielettrica $\epsilon_r = 4$
- (D) Il guscio esterno è messo a terra tramite un conduttore

I due gusci sono inizialmente neutri. Inserite ora, al centro dei due gusci conduttori, una sfera conduttrice di raggio $b < a$, $b = 0.1$ cm, portante una carica $Q = 10^{-8}$ C. Dopo l'inserimento, per i 4 casi considerati sopra:

1. Descrivete la direzione e l'ampiezza del campo vettoriale $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ in tutto lo spazio in funzione delle costanti a , b , Q , ϵ_r .
2. Calcolate numericamente il potenziale elettrostatico (rispetto all'infinito) sulla superficie della sfera di raggio b . Ricordiamo che $1/(4\pi\epsilon_0) \simeq 9 \times 10^9$ Nm²/C²
3. Calcolate numericamente l'energia elettrostatica totale del sistema (suggerimento, potete usare a piacimento l'espressione $E_{ne} = 1/2 \int d^3r \mathbf{E}(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{D}(\mathbf{r})$ o l'espressione $E_{ne} = 1/2 \sum_i Q_i^{\text{lib}} V_i$, dove la somma corre sui corpi conduttori, Q_i^{lib} e V_i sono la carica libera totale e il potenziale del conduttore i esimo)
4. Sempre per i 4 casi considerati sopra, calcolate numericamente il lavoro da compiere contro le forze elettrostatiche per portare la sfera conduttrice (di raggio b) dal centro dei due gusci sferici fino all'infinito (i due gusci presentano una piccola apertura circolare di raggio trascurabile rispetto ad a , grazie alla quale si possono estrarre e/o introdurre dei corpi). Specificate il segno del lavoro (ricordiamo che, se il lavoro è positivo, bisogna fornire energia al sistema elettrostatico per compiere lo spostamento). Dite se tale lavoro dipende dal raggio b della sfera piccola.

2 Esercizio di magnetismo



Su un solenoide circolare di raggio $b = 5$ cm e lunghezza $\ell = 50$ cm sono avvolte $N = 1000$ spire, per una resistenza totale $R = 1\Omega$. All'interno del solenoide, a metà della sua lunghezza e su un piano perpendicolare all'asse, è posta una spira conduttrice quadrata di lato $a = 1$ cm, di resistenza $r = 1m\Omega$.

1. Calcolare numericamente la corrente i_s che circola nella spira all'istante $t = 4$ s se il solenoide è percorso da una corrente variabile nel tempo secondo la legge $I = I_0(1 + \alpha t)$, con $I_0 = 2$ A e $\alpha = 4$ s⁻¹. Si trascuri il coefficiente di autoinduzione della spira.
2. Calcolare numericamente la corrente nelle stesse condizioni di cui al punto (1) nel caso in cui il coefficiente di autoinduzione della spira sia $L = 2$ mH.
3. Calcolare il coefficiente di mutua induzione tra il solenoide e la spira. (Suggerimento: si ricordi che il coefficiente di mutua induzione tra due circuiti è simmetrico, cioè $M_{12} = M_{21}$).
4. Ad un certo istante si spegne il generatore che alimenta il solenoide e si chiude il circuito. Si collega quindi la spira ad un generatore di corrente variabile. Per tempi t successivi al collegamento, la spira è percorsa da una corrente $i_s = i_0 \sin(\omega t)$, con $i_0 = 10$ A e $\omega = 400$ rad/s. Calcolare numericamente la corrente I che circola nel solenoide all'istante $t = \pi/(4\omega)$, trascurando il coefficiente di autoinduzione del solenoide.