

Problema A

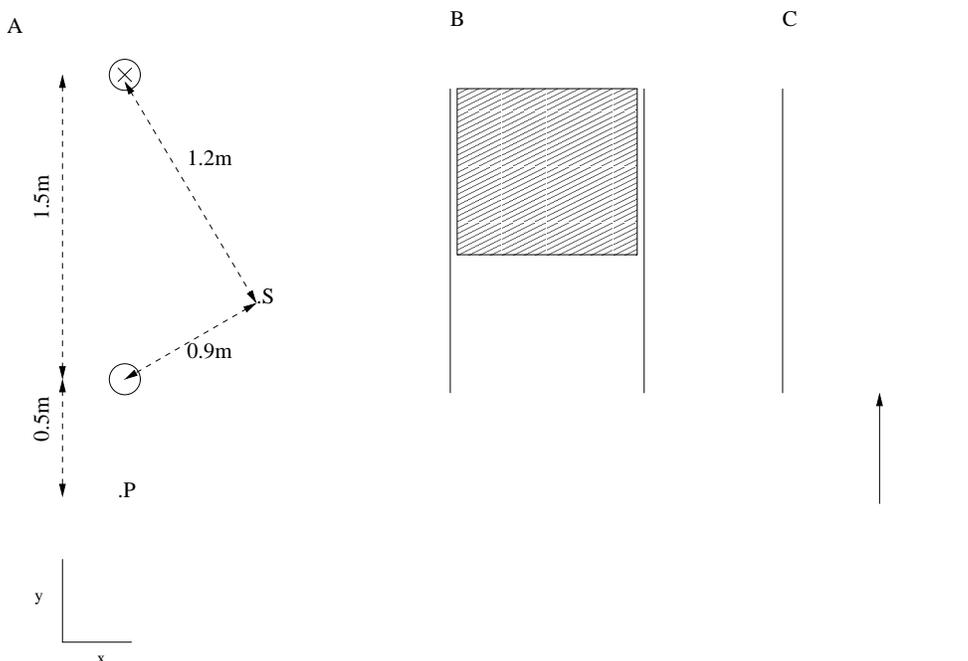
Le armature di un condensatore isolato a facce piane, parallele e quadrate vengono separate lentamente da una forza F . Ogni armatura ha area $A = 25\text{cm}^2$ e carica $Q = 15\mu\text{C}$. Trascurando gli effetti di bordo:

- Quanto varia la capacità se la distanza tra le armature passa da 13cm a 19 cm ? Quanto varia l'energia immagazzinata nel condensatore ?
- Se il condensatore viene per metà riempito di dielettrico di costante dielettrica relativa $\epsilon_r = 1.7$, con la geometria di figura B, quanto vale l'energia potenziale del condensatore quando le lastre distano 19cm ?
- Tornando alla condizione del punto a) (senza dielettrico), quando le lastre distano 19cm, la forza cessa. Una particella con carica $q = 1\text{pC}$ e massa $m = 10\text{g}$ viene introdotta con velocità $v = 10\text{m/s}$ parallela alle due lastre a metà tra le armature come in figura C. Descrivere il moto della particella. Quale sarà la distanza dalle armature all'uscita del condensatore ?

Problema B

Due lunghi fili rettilinei e paralleli sono distanti 1.5 m, come si vede in figura A. Quello superiore porta una corrente $I_1 = 5\text{A}$ entrante nel foglio.

- Quali devono essere intensità e verso di I_2 perché il campo in P sia nullo ?
- Quanto vale il campo in S?
- Un ago magnetico è posto in S ed è inizialmente parallelo all'asse y . Nel portarsi nella posizione di equilibrio perde 35 J. Calcolare l'angolo che forma all'equilibrio con l'asse y e il suo momento magnetico.



Soluzione dell'esercizio A

a) Applicando la formula per la capacità di un condensatore a facce piane parallele:

$$\Delta C = \epsilon A \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2} \right) = 0.053 pF$$

Mentre la variazione di energia è

$$\Delta U = \frac{1}{2} Q^2 \left(\frac{1}{C_1} - \frac{1}{C_2} \right) = 300 J$$

b) La capacità totale è uguale al parallelo di due condensatori, uno riempito di dielettrico, l'altro vuoto, ognuno di area pari alla metà del condensatore.

$$C_{tot} = \epsilon_0 (1 + \epsilon_r) \frac{A/2}{d}$$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C_{tot}} = 715 J$$

c) Il campo elettrico all'interno del condensatore è $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$. Quindi la particella è sottoposta ad una forza $F = q\sigma/\epsilon_0$ e ad una accelerazione $a = F/m$. Tale accelerazione è tutta diretta parallelamente all'asse y, mentre il moto lungo x non viene influenzato. L'entità dello spostamento lungo x è

$$s = \frac{1}{2} at^2 = 8.5 \times 10^{-7} m$$

Dove t vale v/l essendo l il lato del quadrato che rappresenta l'armatura. La particella resta quindi praticamente alla stessa distanza dalle piastre che aveva in ingresso.

Soluzione dell'esercizio B

a) Il campo generato da ogni filo è dato da $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, diretto tangenzialmente alla circonferenza di raggio r e con verso dato dalla regola della mano destra. Il campo totale in P è quindi:

$$B = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2}$$

ed è nullo quando $I_2 = \frac{I_1}{r_1} r_2 = 1.25A$ uscente dal foglio.

b) Avendo un triangolo rettangolo, $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = 0.88\mu T$. La direzione si calcola ad esempio tenendo conto che l'angolo tra B_1 e B è $\tan\alpha = B_2/B_1$.

c) La posizione di minimo si ha quando l'ago è allineato al campo, ovvero quando forma un angolo θ con l'asse y . Essendo $U = -mB \cos\theta$, $\Delta U = -mB(\cos\theta - \cos 0^\circ)$, $m = \Delta U/B$