PROBLEMI SULLA CORRENTE DI SPOSTAMENTO 2

**RIPASSO SUI CIRCUITI**

Per un **circuito elettrico** valgono le ben note equazioni: **V = I⋅R** , con **V** la d.d.p. applicata, **I** la corrente attraversante il circuito, **R** la resistenza del circuito (Figura1).

Per quanto riguarda l’energia, la potenza (**Pot**) risulta essere: **Pot = I⋅V** (vale sempre) oppure **Pot = I2⋅R = V2/R** (vale quando c’è una resistenza R).

Figura 1

Problema 1a: il circuito (problema di ripasso)

Il circuito è sottoposto ad una d.d.p. di 30V ed è attraversato da una corrente I0 = 3A. Trova la resistenza R del filo, la potenza elettrica dissipata e l’energia spesa in 40s.

**RIPASSO SUL POTENZIALE E SUL LAVORO**

Per quanto riguarda le **formule di elettrostatica**: le fondamentali sono quelle che legano la d.d.p. (**V** oppure **ΔV**) al campo elettrico $\vec{E }$ed al Lavoro: **ΔV = -E//⋅ΔS** → **E// = -ΔV/ΔS** (E// indica la componente di $\vec{E}$ parallela a ΔS) ; **ΔU = Q⋅ΔV** ; **Lavoro = -ΔU**  ; **ΔK = Lavoro** → **ΔK = -ΔU**

Problema 1b: il condensatore

Un condensatore è composto da due facce parallele distanti 2mm. Le due facce sono caricate con una d.d.p. di 300V:

a) trova il valore del campo elettrico $\vec{E}$ dentro le facce.

b) Considera adesso una particella Q=-2⋅10-5 C e massa M=10-4 kg, posta immobile ad una distanza di 1,2mm dalla faccia “+”. Calcola la forza elettrica applicata su Q, la sua accelerazione e l’energia cinetica che guadagna quando urta sulla faccia “+”. La particella Q acquista accelerazione lungo X o lungo Y?

**FILI RETTILINEI E CAMPI MAGNETICI**

Un filo rettilineo percorso da una corrente I0 produce intorno a sé un campo magnetico secondo la **Legge di Biot-Savart**: **B(r) = μ0⋅I/(2πr)** ; la direzione di B è circolare intorno al filo, il verso lo si ottiene con la regola della mano destra (vedi Figura2).

La corrente “I” può essere o una **corrente reale**, cioè composta da particelle in movimento (**I0**) o una **corrente di spostamento** (**Is**) generata dalla derivata del flusso elettrico secondo la formula: **Is = 0⋅(E)’** o la somma di entrambe.



Problema 2: il filo solitario ed il magnetismo.

Un filo rettilineo è attraversato da una corrente di 3A: di conseguenza, esso produce intorno a sé un campo magnetico secondo la legge di Biot-Savart (per il modulo) e quella della mano destra (per la direzione ed il verso). Calcola il valore di $\vec{B}$ ad una distanza di 15mm dal filo.

Figura 2

**LA CORRENTE DI SPOSTAMENTO**

In classe abbiamo visto che una variazione di flusso elettrico produce un campo magnetico: questo accade perché una variazione di flusso elettrico si comporta come una corrente, detta **corrente di spostamento** (**Is**), secondo l’equazione: **Is = 0⋅'(E)**

A sua volta la corrente di spostamento, se è rettilinea (cioè: se il campo elettrico $\vec{E}$ cambia secondo una direzione costante), genera un campo magnetico secondo la **Legge di Biot-Savart: B(r) = μ0⋅Is/(2πr)** –in altre parole, Is si comporta come una corrente e perciò fa le veci di “I”-.

Problema 3: la corrente di spostamento.

Supponi adesso che dal filo non passi più corrente ma che dentro la circonferenza di raggio r=15mm centrata sul filo passi un campo elettrico **E(t) = a + b⋅t + c⋅t2** , diretto verso l’alto e con i coef. **a**, **b**, **c** da determinare:

1. trova il flusso di $\vec{E}$ in funzione di **a**, **b**, **c**.
2. Adesso determina la corrente di spostamento Is generata dalla variazione di flusso elettrico. Quali devono essere i valori dei parametri a, b, c affinché Is = 3A?

Figura 3

1. Qual è il valore del campo magnetico prodotto dalla corrente di spostamento?
2. Come cambia il valore del campo magnetico alla distanza r=15mm se c’è sia la corrente I0=3A nel filo sia la corrente di spostamento Is=3A, entrambe dirette verso l’alto? (cioè: se c’è sia la corrente lungo il filo sia il campo elettrico variabile nel tempo)?
3. Come cambia il valore del campo magnetico alla distanza r=15mm se c’è sia la corrente I0=3A nel filo sia la corrente di spostamento Is=3A ma stavolta I0 è diretta un basso?

Problema 4: il campo elettrico alternato. Attraverso un circuito circolare di raggio R=40cm passa un campo elettrico di direzione costante e variabile nel tempo, di valore E(t) = E0⋅sen(ωt) (Figura 4).

Figura 4

1. Scrivi l’equazione della corrente di spostamento prodotta dal campo elettrico in funzione di E0 e di ω
2. Calcola poi il valore del campo magnetico B(R) prodotto da Is sul bordo del circuito (R=40cm) sempre in funzione di E0 e di ω.
3. Come cambia la corrente di spostamento al raddoppiare della pulsazione ω e dell’ampiezza E0?

**SOLUZIONI**

Problema 1a: **R = V/I0 = 30V/3A = 10Ω** ; **Pot = I02⋅R oppure Pot = V2/R oppure Pot = I0⋅V** →

 **Pot = 900W. Energia = Pot⋅Δt** → **Energia = 900W⋅40s = 36.000J**

Problema 1b:a)$\vec{E}$ è parallelo a ΔS cosicché E// = E. So che: E = -ΔV/ΔS ; ΔV = 300V, ΔS=0,002m → **E = 1,5⋅105 N/C.**

b) la forza elettrica ($\vec{F}$**el**) è legata alla carica **Q** e al campo elettrico $\vec{E}$ dalla formula: $\vec{F}$**el = Q⋅**$\vec{E}$ →

 → Fel= -2⋅10-5 C⋅1,5⋅105 N/C = 3N (nota che ho omesso il segno “-“: il “-“ della carica Q serve solo ad indicare che la forza elettrica $\vec{F}$el ha verso opposto a quello di $\vec{E}$). Il vettore $\vec{E}$ è solo verticale, cosicché anche $\vec{F}$el è solo verticale → ay = Fel/M = 3⋅104m/s2 ; ax = 0/M = 0m/s2: la particella acquista accelerazione solo lungo l’asse Y.

 Per quanto riguarda il calcolo dell’energia cinetica ottenuta: **ΔK = Lavoro**.

 **Lavoro = Fel⋅ΔS = 3N⋅0,0012m = 3,6⋅10-3 J**.

Problema2: **B(r) = μ0⋅I0/(2πr)** → **B(r) = 4⋅10-5T**

Problema3: a) **(E) = E**⋅**Area = (a +b**⋅**t +c**⋅**t2)**⋅π**r2 = (a +b**⋅**t +c**⋅**t2)**⋅**7,07**⋅**10-4 V**⋅**m**.

b) **Is = 0⋅'(E) = 0⋅(b + 2⋅c⋅t)⋅7,07⋅10-4 A** // **a = valore arbitrario**, **b=4243/0**, **c=0:** bisogna porre “c=0” altrimenti la corrente cambierebbe al passare del tempo: poiché abbiamo dichiarato che essa è costante, nella sua equazione non deve mai apparire il tempo “t” –e perciò bisogna porre “c=0”-

c) Che la corrente sia reale (I0) o di spostamento (Is) non fa alcuna differenza, l’equazione per il campo magnetico rimane sempre la stessa: **B(r) = μ0⋅I/(2πr)**, con “I” la corrente che genera B(r). In questo caso I = Is = 3A ed otteniamo ancora una volta: **B(r) = 4⋅10-5T**

**d)** B(r) = μ0⋅I/(2πr), con “I=I0+Is” –passano entrambe le correnti → I=6A → **B(r) = 8⋅10-5T**

**e)** La corrente di spostamento in questo caso è Is = -3A → I = I0+Is = 0A e perciò **non ho campo magnetico**

Problema 4 **a)** [Is = 0⋅**'**(E) : prima calcoliamo (E), poi ne facciamo la derivata. (E) = E0⋅sen(ωt)⋅π⋅(0,40m)2 = 0,503m2⋅E0⋅sen(ωt) → **'**(E) = 0,503m2⋅ω⋅E0⋅cos(ωt) → **Is = 0⋅0,503m2⋅ω⋅E0⋅cos(ωt)**].

1. vale sempre B(r) = μ0⋅I/(2πr) ; in questo caso ho solo la corrente di spostamento e perciò I = Is → **B(r) = 2,515m2⋅0⋅ω⋅E0⋅cos(ωt).**
2. la corrente di spostamento è direttamente proporzionale alla pulsazione ω e al valore di E0, perciò raddoppia al raddoppiare dell’una e dell’altro.