



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

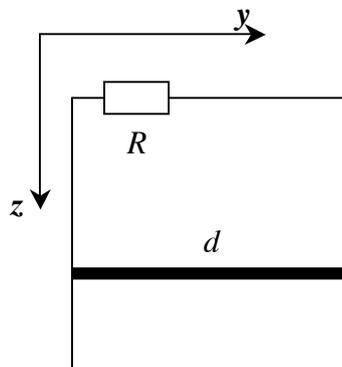
## Compito di Fisica II del 14/09/2009

Prof. G. Zavattini

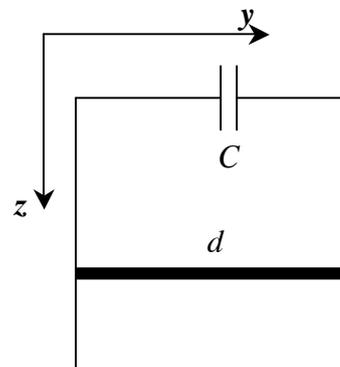
### Esercizio 1

Una sbarretta conduttrice omogenea di massa  $m = 1\text{g}$ , lunghezza  $d = 10\text{ cm}$  e resistenza trascurabile è incernierata perpendicolarmente a due guide rettilinee anch'esse metalliche e di resistenza trascurabile disposte parallelamente al campo gravitazionale  $\mathbf{g} = g\mathbf{z}$  ( $g = 9.81\text{m/s}^2$ ). I due estremi superiori delle guide sono collegati con un filo di resistenza  $R = 0.3\ \Omega$ . Nello spazio è presente un campo magnetico uniforme  $\mathbf{B} = B\mathbf{x}$  ( $B = 0.5\text{T}$ ) perpendicolare al piano contenente le due guide. All'istante  $t = 0$  la sbarretta viene lasciata libera di cadere da ferma (la sbarretta può scivolare senza attrito lungo le guide):

- Determinare la corrente indotta nel circuito in funzione della velocità della sbarretta indicandone anche il verso (orario-antiorario). (Si trascuri l'autoinduzione del circuito)
- Determinare la velocità limite della sbarretta.
- Nel caso in cui la resistenza venga sostituita con un condensatore di capacità  $C = 10\ \mu\text{F}$  (quindi  $R = 0$ ) scrivere la legge di Ohm generalizzata per il sistema e quindi determinare l'accelerazione della sbarretta.



Domande a) e b)



Domanda c)

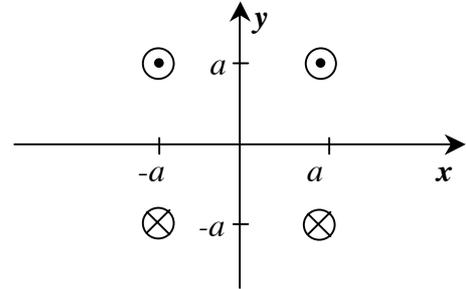
## Esercizio 2

Quattro fili conduttori sono disposti ai vertici di un quadrato di lato  $2a = 10$  cm (vedi figura) e sono percorsi da una corrente elettrica di intensità  $I = 10$  A. Nei due fili superiori il verso della corrente è concorde all'asse  $z$  mentre nei due fili inferiori il verso della corrente è opposto all'asse  $z$ .

a) Determinare il campo magnetico  $\mathbf{B}$  (componenti  $x$ ,  $y$ , e  $z$ ) nell'origine.

b) Determinare la forza per unità di lunghezza  $f$  che agisce sul filo in alto a sinistra.

c) Una piccola spira quadrata di lato  $b = 1$  mm viene posta al centro del sistema tale che la sua superficie orientata sia parallela al campo magnetico  $\mathbf{B}$ . Determinare il coefficiente di mutua induzione.





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

## Compito di Fisica II del 14/12/2009

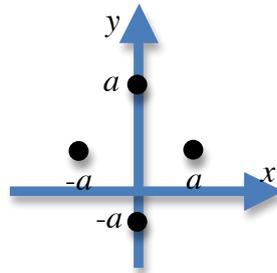
### Ingegneria Informazione

Prof. G. Zavattini

#### Esercizio 1

Quattro cariche vengono disposte ai vertici di un quadrato di lato  $\sqrt{2}a$  con  $a = 1$  cm, come in figura. Nei vertici di coordinate  $(a,0)$  e  $(0,a)$  le cariche hanno valore  $q = 10^{-9}$  C mentre nei vertici di coordinate  $(-a,0)$  e  $(0,-a)$  le cariche hanno valore  $-q$ .

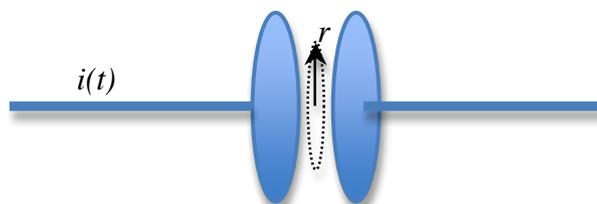
- Determinare il campo elettrico  $\vec{E}$  al centro del quadrato.
- Determinare il potenziale elettrostatico  $V$  al centro del quadrato.
- Una carica  $Q = 10^{-8}$  C viene lasciata libera dal centro del quadrato. Determinare l'energia cinetica con la quale essa arriva a distanza infinita dal quadrato.
- Determinare il momento di dipolo elettrico della distribuzione delle quattro cariche.



#### Esercizio 2

Due dischi conduttori circolari di raggio  $R = 10$  cm sono posti ad una distanza  $d = 1$  mm formando così un condensatore. Tale condensatore è parte di un circuito elettrico percorso da una corrente  $i(t) = i_0 \cos \omega t$  con  $\omega = 628$  rad/s e  $i_0 = 100$  mA. Il filo conduttore che collega le armature del condensatore al resto del circuito è composto di filo di rame con resistività  $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8}$   $\Omega\text{m}$  e sezione  $A = 0.2$  mm<sup>2</sup>.

- Determinare il campo elettrico  $\vec{E}_{\text{Cu}}$  all'interno del filo di rame e il campo elettrico  $\vec{E}_{\text{Cond}}$  fra le armature del condensatore.
- Determinare il flusso del campo elettrico attraverso una superficie circolare di raggio  $r$  (con  $r < R$ ) posta fra le armature del condensatore (vedi figura).
- Determinare l'espressione del campo magnetico fra le armature del condensatore in funzione della distanza  $r$  dal suo asse.
- Determinare il vettore di Poynting fra le armature del condensatore per  $r = R$ .



# Compito di Fisica II del 16/03/2010

## Ingegneria dell'Informazione

### Prof. Guido Zavattini

#### Esercizio 1

Una sfera di raggio  $R = 10$  cm è carica in modo tale che il campo elettrostatico all'interno della sfera sia diretto radialmente verso l'esterno e valga  $E = kr^2$ , con  $k = 9$  kV/m<sup>3</sup>.

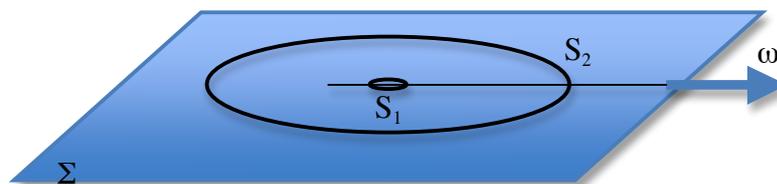
- Determinare il segno e valore della carica complessivamente distribuita nella sfera.
- Dimostrare che la densità di carica in un punto generico interno alla sfera sia  $\rho = 4\varepsilon_0kr$ .
- Determinare il potenziale elettrostatico al centro della sfera.
- Una carica elettrica puntiforme  $Q = 10^{-6}$  C e di massa  $m = 50$  g viene lanciata da grande distanza verso il centro della sfera con velocità  $v = 0.01$  m/s. Determinare la distanza minima raggiunta dalla carica  $Q$  dal centro della sfera.

#### Esercizio 2

Una spira circolare  $S_1$  di raggio  $a = 1$  mm giace inizialmente su un piano  $\Sigma$ , su cui giace una seconda spira circolare  $S_2$  di raggio  $b = 10$  cm ( $b \gg a$ ) concentrica con  $S_1$ . Una corrente stazionaria  $i = 1$  mA circola nella spira  $S_2$ , tenuta fissa nello spazio, mentre la spira  $S_1$  viene fatta ruotare attorno a un suo diametro con velocità angolare  $\omega = 1$  rad/s.

Se la resistenza della spira  $S_1$  è  $R = 1$  k $\Omega$ , calcolare:

- la corrente indotta in  $S_1$  all'istante  $t = \pi/4$  s;
- il coefficiente di mutua induzione;
- la forza elettromotrice indotta sulla spira  $S_2$ .





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

## Compito di Fisica II del 20/07/2009

### Ingegneria dell'Informazione

Prof. Guido Zavattini

#### Esercizio 1

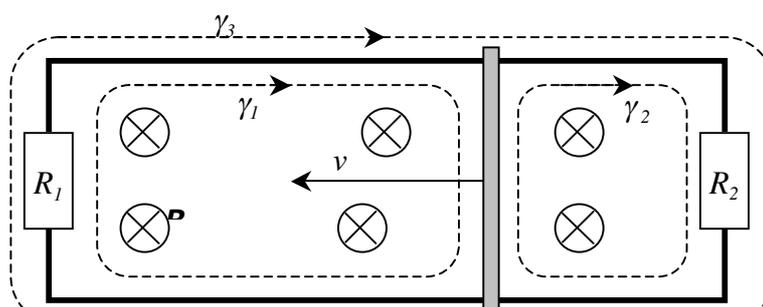
Il campo elettrico sulla superficie terrestre è normale alla superficie della terra ed è diretto verso *il suolo*. Il valore del campo elettrico al livello del suolo è di  $E_0 = 130$  V/m, mentre a  $h = 1000$  metri di quota ha il valore è  $E_{1000} = 40$  V/m. Se si schematizza la terra come una sfera conduttrice di raggio  $R_T = 6378$  km circondata da un guscio sferico (atmosfera) con densità di carica di volume  $\rho_{\text{atm}} = \text{costante}$ , si determini:

- la densità di carica superficiale  $\sigma_f$  presente sulla superficie della terra;
- la carica totale  $Q_{\text{atm}}$  presente nell'atmosfera fra il livello del suolo e 1000 metri di quota.
- Assumendo che il campo elettrico vari linearmente in funzione della altitudine, determinare la differenza di potenziale  $\Delta V$  presente fra il suolo e  $h = 1000$  m.

#### Esercizio 2

Un'asta rigida sottile conduttrice di lunghezza  $l = 35$  cm è libera di scivolare senza attrito su due binari conduttori paralleli. Due resistenze  $R_1 = 2 \Omega$  e  $R_2 = 5 \Omega$  connettono le estremità dei binari formando così una spira, come viene mostrato in figura. Il sistema è immerso in un campo magnetico  $\mathbf{B}$  perpendicolare e entrante nel foglio di modulo  $B = 2.5$  T. Una forza esterna spinge l'asta verso sinistra (in figura) a velocità costante  $v = 8$  m/s.

- Determinare la forza elettromotrice indotta lungo le 3 linee  $\gamma_1$ ,  $\gamma_2$  e  $\gamma_3$  mostrate in figura.
- Determinare le correnti  $i_1$  e  $i_2$  indotte nelle due resistenze.
- Determinare la potenza dissipata sulle resistenze.
- Determinare la forza da applicare necessaria per mantenere costante la velocità dell'asta.



# Compito di Fisica II del 6/7/2009

## Ingegneria Informazione

### Prof. G. Zavattini

#### Esercizio 1

Due superfici sferiche conduttrici di raggi  $r_1 = 10$  cm e  $r_2 = 20$  cm sono disposte concentricamente, isolate da terra, e hanno rispettivamente cariche totali di  $Q_1 = 20$  nC e  $Q_2 = -35$  nC ( $1$  nC =  $10^{-9}$  C).

a) Determinare il potenziale elettrostatico al quali si trovano le due superfici rispetto all'infinito.

Tramite un filo di resistenza  $R = 10^6$   $\Omega$  il conduttore **esterno** viene collegato ad un elettroscopio (strumento per misurare quantità di carica) di capacità  $C_e = 3$  pF.

b) Determinare la carica  $q$  acquisita dall'elettroscopio all'equilibrio.

c) Determinare la costante tempo  $\tau$  di carica dell'elettroscopio nella configurazione data.

#### Esercizio 2

Sia data una lastra quadrata conduttrice assimilabile ad un piano infinito di spessore  $h = 1$  mm e lato  $L = 20$  cm. La lastra è percorsa da una corrente parallela al piano con densità di corrente  $\mathbf{J} = 10^4 \mathbf{u}_x$  A/m<sup>2</sup> (vedi figura).

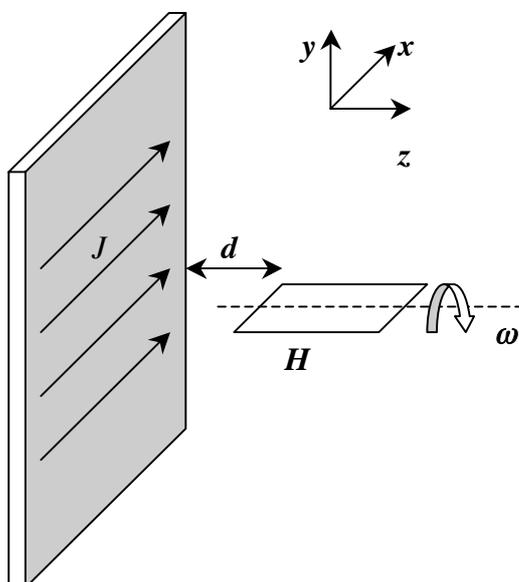
a) Determinare modulo direzione e verso del campo magnetico  $\mathbf{B}$  generato in tutto lo spazio (sia dentro che fuori dalla lastra).

Sia data una spira quadrata di lato  $H = 10$  cm e di resistenza  $R = 0.1$   $\Omega$  posta vicina alla lastra di corrente disposta come in figura. Il lato della spira più vicino alla lastra si trova ad una distanza  $d = 2$  cm ( $d \ll L$ ) da quest'ultima.

b) Determinare il coefficiente di mutua induzione  $M$ .

c) Determinare l'espressione della corrente  $i_{spira}$  indotta nella spira se questa ruota attorno ad un asse parallelo all'asse  $\mathbf{u}_z$  (linea tratteggiata) con una velocità angolare  $\omega = 20\pi$  rad/s. (Si trascuri l'autoinduzione della spira).

d) Supponendo che il coefficiente di autoinduzione della spira sia  $L$ , scrivere l'equazione differenziale che regola la corrente indotta nella spira (senza risolverla).





UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA  
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

## Compito di Fisica II del 19/06/2009 Ingegneria Elettronica

### Esercizio 1

I magneti dell'acceleratore LHC possono essere alimentati con una corrente fino a 13000 A. Al momento dell'incidente che ha interrotto l'inizio del suo funzionamento, la corrente era di  $I_{\text{mag}} = 9000$  A. Ciascun magnete ha un coefficiente di autoinduzione  $L_{\text{mag}} = 15$  H e resistenza trascurabile (i magneti sono superconduttori). Una resistenza  $R$  viene messa in parallelo ai magneti come protezione e come dispositivo di scarica 'veloce'. Supponiamo che il sistema sia a regime con la corrente  $I_{\text{mag}} = 9000$  A.

a) Determinare l'energia immagazzinata nell'induttanza  $L$ .

Per scaricare il magnete 'velocemente' viene aperto il contatto C e quindi la corrente si scarica sulla resistenza  $R$ .

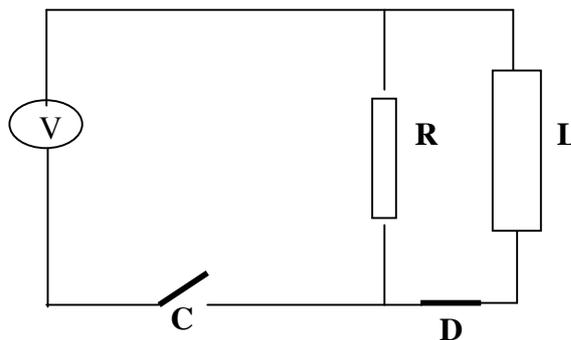
b) Se la scarica 'veloce' ha una costante di tempo  $t = 120$  secondi, che valore deve avere la resistenza  $R$ ?

c) Determinare la tensione in funzione del tempo ai capi della resistenza  $R$  dopo l'apertura del contatto C.

d) Qual'è la potenza dissipata nella resistenza  $R$  subito dopo l'apertura di C?

### Facoltativo

e) Nell'incidente a LHC si è interrotto un collegamento al magnete schematizzato come l'interruttore D. La costante tempo risultante si è quindi ridotta a  $t' = 10^{-3}$  s. Determinare la nuova tensione generata ai capi dell'induttanza e la potenza media dissipata durante l'intervallo  $t'$ .



### Esercizio 2

Tre cariche elettriche sono posizionate ai vertici di un triangolo equilatero di lato  $a = 1$  cm. Il valore di una delle tre cariche è  $2q$  mentre le altre due hanno valore  $-q$  con  $q = 10^{-8}$  C.

- Determinare l'espressione dell'energia elettrostatica del sistema.
- Determinare il campo elettrico  $\vec{E}$  nel punto **P** che si trova a metà del segmento congiungente le due cariche di valore  $-q$ .
- Determinare l'espressione del momento di dipolo elettrico del sistema (modulo e direzione) senza la carica  $Q$ .
- Calcolare il lavoro necessario per portare una quarta carica  $Q = 10^{-10}$  C dall'infinito al punto di mezzo del segmento congiungente le due cariche di valore  $-q$ .

