

## Coordinate

Esercitatore: Stefano Argirò

stefano.argiro@unito.it

tel 011670-7372

Ricevimento: su appuntamento tramite e-mail

<http://www.to.infn.it/~argiro>

I testi degli esercizi sono in parte mutuati da Miguel Onorato.

## 1 Esercitazioni di Fisica - Vettori

1. Dato un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y)$ , siano dati i seguenti vettori :  $\mathbf{a}=5\mathbf{i}+7\mathbf{j}$  e  $\mathbf{b}=8\mathbf{i}+3\mathbf{j}$ , dove  $\mathbf{i}$  e  $\mathbf{j}$  sono versori (vettori di modulo unitario). Si calcoli: 1) il modulo dei vettori  $\mathbf{a}$  e  $\mathbf{b}$ ; 2) l'angolo tra i due vettori; 3) il modulo del vettore  $\mathbf{a} + \mathbf{b}$  e l'angolo tra l'asse x positivo e il vettore ottenuto; 4) il modulo del vettore  $\mathbf{a} - \mathbf{b}$  e l'angolo tra l'asse x positivo e il vettore ottenuto; 5) il modulo del vettore  $\mathbf{b} - \mathbf{a}$  e l'angolo tra l'asse x positivo e il vettore ottenuto.
2. In un CAD le linee possono essere specificate in coordinate cartesiane o polari. Nel primo caso, date  $(x, y)$  il cursore si muove dalla sua posizione corrente di x verso destra e y verso l'alto dello schermo. Nel secondo caso date  $(r, \theta)$  si muove di r nella direzione che forma un angolo  $\theta$  con l'asse delle x, misurato in senso antiorario. Dare le istruzioni per disegnare un triangolo rettangolo di cateti lunghi 7 unità , che giacciono entrambi sulla parte positiva degli assi (uno sull'asse x e l'altro sull'asse y).
3. Dato un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y)$ , sia  $|\mathbf{a}| = 5$  il modulo del vettore  $\mathbf{a}$  e sia  $\phi = 95^\circ$  l'angolo formato tra l'asse x positivo e il vettore. Si determinino le componenti del vettore.
4. Dato un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y)$ , siano dati i seguenti vettori  $\mathbf{a}=3\mathbf{i}+4\mathbf{j}$  e  $\mathbf{b}=7\mathbf{i}$ . Si calcoli il prodotto scalare  $\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}$  e  $\mathbf{b} \cdot \mathbf{a}$ .
5. Dato un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y, z)$ , siano dati i seguenti vettori  $\mathbf{a}=3\mathbf{i}$  e  $\mathbf{b}=7\mathbf{j}$ . Si calcoli il vettore  $\mathbf{c} = \mathbf{a} \times \mathbf{b}$  e  $\mathbf{d} = \mathbf{b} \times \mathbf{a}$ . Quale è la relazione tra i vettori  $\mathbf{c}$  e  $\mathbf{d}$ ?
6. Un nuotatore vuole attraversare un fiume che scorre con velocità  $v_f = 2$  m/sec. Si supponga che il nuotatore nuoti con velocità  $v_n = 2$  Km/h perpendicolarmente al fiume . Si calcoli l'angolo tra la direzione del fiume e la traiettoria effettiva del nuotatore. (Si consideri un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y)$  in cui il nuotatore all'istante iniziale occupi l'origine e il fiume scorra lungo l'asse delle x positivo). Se il fiume è largo 0.5 km, a che distanza sull'altra riva approderà ?
7. Una nave a motore ha velocità di punta pari a 15 nodi. Deve raggiungere un punto posto alcune miglia a Nord, e la corrente punta in direzione S-W con intensità di 5 nodi. In che direzione pone la barra il timoniere avveduto ?

## 2 Esercitazioni di Fisica - Cinematica

1. Si osserva un fulmine e dopo 5 secondi si ode il tuono. A che distanza è caduto il fulmine ?  
La velocità del suono è circa 330 m/s.
2. Due auto partono da Torino per andare a Milano e ritorno. La prima viaggia sempre alla stessa velocità, mentre la seconda viaggia all'andata alla metà della velocità della prima ed al ritorno a velocità doppia rispetto alla prima. Quale torna per prima a Torino ?
3. Achille corre a  $v_1 = 10m/s$  verso la tartaruga che scappa a  $v_2 = 1m/s$ , posta inizialmente a 200m da lui. Dopo quanto tempo la raggiungerà ? A che distanza dal punto di partenza ?
4. Un Airbus 340 al decollo accelera con  $a = 0.7m/s^2$ . La velocità occorrente per decollare è 220 Km/h. Quanto tempo impiega per raggiungere la velocità di decollo ? Quanto deve essere lunga al minimo la pista ?
5. Un' auto attraversa un incrocio e si scontra con un'altra auto che proviene da sinistra causando un incidente. Il limite di velocità è 50 Km/h. La polizia rileva una traccia di frenata di 30m, e sa che quel modello può frenare fornendo un'accelerazione negativa massima di  $10m/s^2$ . Si può affermare che l'auto superava il limite di velocità ?
6. Un' auto viaggia a 130 Km/h. Il guidatore si accorge che a 30 m da lui c'è un altro veicolo che procede a 70 Km/h. I freni possono fornire un'accelerazione negativa massima di  $10m/s^2$ . Si può evitare il tamponamento ?
7. Si vuole misurare la profondità di un pozzo. Si fa cadere una pietra e dopo 5 secondi si ode il tonfo. Trascurando il ritardo dovuto alla velocità del suono, si stima la profondità.
8. Un ragazzo vuole lanciare una mela alla mamma alla finestra a 10m di altezza. Quale velocità minima deve imprimere ?
9. Si lancia una palla verticalmente con velocità  $v=7m/s$ . A che altezza si arresta ? Con quale velocità ricade a terra ? Dopo quanto tempo ?
10. Un cannone è posto su un'altura di 100m e spara un proiettile orizzontalmente con velocità  $v = 50m/s$ . Calcolare il punto di impatto del proiettile al suolo.
11. Un cannone spara un proiettile a  $v = 50m/s$  con alzata di  $45^\circ$ . Si calcoli la gittata. Si ripeta per alzate di  $30^\circ$  e  $60^\circ$ .

### 3 Esercitazioni di Fisica - Cinematica

1. Un'auto viaggia verso nord coprendo 30 km in 40 minuti. Si ferma per 20 minuti, quindi continua verso nord per 20 km impiegando 30 min. Calcolare la velocità media totale, quella nel primo tratto e quella nel secondo tratto assumendo velocità costante.
2. Una ciclista pedala a 10 m/s quando decide di rallentare. Smette di pedalare e gli attriti dell'aria e dell'asfalto le imprimono un'accelerazione di  $-0.3 \text{ m/s}^2$ . Quanto ci vuole per rallentare fino a 5 m/s ?
3. Un'automobile parte da ferma a  $t=0$  e si muove con accelerazione costante. Passa attraverso due fotocellule poste a 64 metri di distanza a  $t_1 = 8 \text{ s}$  e  $t_2 = 12 \text{ s}$ . Calcolare l'accelerazione.
4. In una nota barzelletta, un uomo cade dall'Empire State Building (circa 300m di altezza, 100 piani) e arrivato al terzo piano dice: -fin qui, tutto bene. Stimare la veridicità del racconto.
5. Un astronauta vuole scendere un dirupo di cui non conosce l'altezza su un pianeta di cui non conosce l'accelerazione di gravità. Ha con se un cronometro e fa due esperimenti: prima lascia cadere una pietra e misura 4.15 secondi fino a che tocca il fondo; quindi lancia la pietra verso l'alto e questa raggiunge due metri di altezza prima di cadere nel dirupo, mettendoci in tutto 6.3 secondi. Calcolare l'altezza del dirupo e l'accelerazione di gravità.
6. Un cannone spara con  $v=200 \text{ m/s}$  e alzata di  $30^\circ$ . Una torre alta 100 m si erge a 500m dal cannone. La torre viene danneggiata dallo sparo ?
7. Una palla di gomma viene lanciata da un edificio alto 25 m. Se rimbalza e lascia il terreno con la stessa velocità con cui lo ha toccato, che altezza raggiunge ? Se rimbalza alto 20m, con che velocità ha lasciato il terreno ?
8. Una palla viene lasciata cadere da un palazzo. Dopo 1.5 s una seconda palla viene lanciata verso l'alto con velocità 25 m/s; le due palle raggiungono terra insieme. Quanto tempo ci impiegano ? Quanto è alto il palazzo ? Quali le velocità di impatto ?

#### 4 Esercitazioni di Fisica - Dinamica

1. Un proiettile viaggia a 360 km/h e si conficca in un albero per 20 cm nel legno. Calcolare la forza impressa dal proiettile all'albero. La massa del proiettile è 5g.
2. Un astronauta di 100 kg (tuta spaziale compresa) tira a sé tramite una fune un satellite della massa di 1000 kg, esercitando una forza di 100 N per 2 s. Di quanto si muove il satellite ? Di quanto l'astronauta ? Di quanto il baricentro del sistema ?
3. Un'ascensore sale con un'accelerazione di  $1 \text{ m/s}^2$ . Un uomo di 70 kg è in piedi su una bilancia dentro l'ascensore. Quanto segna la bilancia ? E se l'ascensore scendesse ? Come progettereste un esperimento in assenza di gravità ?
4. Una carrucola senza attrito e senza massa tiene da una parte una massa di 10 kg e dall'altra una di 20 kg. Calcolare l'accelerazione totale del sistema.
5. Una massa di 5 kg scende senza attrito da un piano inclinato alto 10m e lungo 20. Con quale velocità finale arriva fino a quota zero ?
6. Un carrello roller coaster parte da fermo a quota 100m, arriva fino a quasi toccare terra e risale a quota 50 m. Con quale velocità arriva a questa quota in assenza di attriti ?
7. Un'auto di 1000 kg percorre una parabolica di raggio  $R=50\text{m}$  inclinata di  $30^\circ$ . Calcolare la velocità con cui la curva può essere percorsa senza uscire di strada.
8. Una molla con costante elastica  $k=15\text{N/m}$  ha una massa  $m=1\text{kg}$  attaccata ad una estremità, mentre l'altra è fissa. Si allunga la molla di 1m. Quanto vale l'accelerazione nel momento del rilascio ? Quanto vale la velocità della massa quando ritorna a  $x=0$  ?
9. Un treno parte con accelerazione costante. Un pendolo dentro al treno ha una massa di 1.5 kg, che si porta a  $30^\circ$  con la verticale. Calcolare l'accelerazione del treno.

## 5 Esercitazioni di Fisica - Legge di Coulomb e Campo Elettrico

1. Si considerino quattro cariche,  $q_A = 2.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ ,  $q_B = -q_A$ ,  $q_C = -q_A/2$  e  $q_D = q_A/2$ , disposte rispettivamente nei seguenti punti di un piano cartesiano  $(x, y)$ :  $A = (0, 0)$ ,  $B = (5, 0)$ ,  $C = (5, 5)$  e  $D = (0, 5)$ , dove le coordinate sono espresse tutte in cm. Si calcoli il modulo, la direzione e il verso della forza risultante sulla carica che si trova nell'origine.
2. In un sistema di riferimento cartesiano tre cariche sono allineate lungo l'asse delle  $x$ . La distanza tra la prima e la seconda carica è  $d = 10 \text{ cm}$  mentre tra la seconda e la terza è  $l = 14 \text{ cm}$ . Sia  $q_1 = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$ . Determinare la seconda carica  $q_2$  in modo che la risultante delle forze agenti sulla terza carica  $q_3$  sia nulla.
3. Una carica positiva  $q_1 = 8 \text{ nC}$  è nell'origine e una seconda carica positiva  $q_2 = 12 \text{ nC}$  giace sull'asse delle  $x$  in  $a = 4 \text{ m}$ . Si trovi il vettore campo elettrico risultante sia nel punto P1 giacente sull'asse  $x$  in  $x_1 = 700 \text{ cm}$ , sia nel punto P2 giacente sull'asse  $x$  in  $x_2 = 3 \text{ m}$ .
4. Due cariche uguali  $q_A = q_B = 5 \times 10^{-5} \text{ C}$ , entrambe positive, sono poste ai vertici A e B di un triangolo isoscele. Siano gli angoli alla base del triangolo di  $30^\circ$  e sia nota la distanza  $AC = 5 \text{ cm}$ . Si determini dove deve essere posizionata una terza carica  $q = 2q_A$  per far sì che il campo elettrico in C sia nullo.
5. Tre particelle con carica uguale  $q = 5.8 \text{ nC}$  si trovano in tre vertici di un quadrato di lato  $l = 15 \text{ cm}$ . Calcolare, in coordinate cartesiane ortogonali, il campo elettrico nel centro del quadrato e nel vertice libero del quadrato (punto V).
6. Un semplice elettrometro è costituito da due sferette di massa  $10 \text{ g}$  appese ciascuna ad un filo lungo  $10 \text{ cm}$ . I due fili hanno l'altra estremo coincidente. Una carica ignota uguale viene posta sulle sfere, e i due fili raggiungono l'equilibrio quando l'angolo tra di essi vale  $30^\circ$ . Calcolare il valore della carica.

## 6 Esercitazioni di Fisica - Potenziale Elettrico

- Quanto vale il potenziale elettrico alla distanza  $r = 0.529 \times 10^{-10}$  m da un protone? ( $q_p = 1.6 \times 10^{-19} C$ ) [27V]. Qual è la differenza di potenziale tra un punto a distanza  $r$  e un punto a distanza  $2r$ ? [13.5V]
- Due cariche puntiformi uguali di valore 5 nC sono disposte sull'asse x, una nell'origine e l'altra nel punto  $x = 8$  cm. Si trovi il potenziale e il campo elettrico nel punto P1 di coordinate (4, 0) cm e nel punto P2 di coordinate (0, 6) cm. [2250V, 1200V]
- Tre particelle con carica uguale  $q=5.8$  nC si trovano ai vertici di un quadrato di lato  $l = 15$  cm.
  - Calcolare il campo elettrico nel centro del quadrato e nel vertice libero del quadrato. [246 N/C, 738.2 N/C]
  - Calcolare il lavoro fatto per spostare una carica  $q=1.2$  nC dal centro del quadrato al vertice libero. [640  $\times 10^{-9} J$ ]
- Si consideri un triangolo isoscele di base  $AB=2$  cm e di lato  $AC = BC = 4$  cm. Ai vertici del triangolo sono poste le seguenti cariche  $q_A=-7 \mu C$ ,  $q_B =-7 \mu C$  e  $q_C =7 \mu C$ . Si calcoli il potenziale elettrico e il campo elettrico nel punto P situato al centro della base del triangolo. [-10.9  $\times 10^6$  V, -42  $\times 10^6$  N/C  $\vec{u}_x$ ]
- Tra due armature parallele, cariche di segno opposto, esiste un campo elettrico uniforme. Un elettrone in quiete viene lasciato libero sulla superficie dell'armatura negativa; dopo un tempo  $t=1.5 \times 10^{-8}$  s l'elettrone colpisce quella opposta, distante 2 cm. ( $m_e = 9.11 \times 10^{-31} Kg$ ,  $e^- = -1.6 \times 10^{-19} C$ ). Calcolare:
  - la velocità con cui l'elettrone colpisce l'armatura [2.6  $\times 10^6 m/s$ ]
  - l'intensità del campo elettrico [1.48  $\times 10^5 N/C$ ]
  - l'accelerazione dell'elettrone [1.76  $\times 10^{14} m/s^2$ ]
- Sia dato un sistema di riferimento cartesiano (x, y). Un elettrone si muove lungo l'asse positivo delle x con velocità  $v_0 = 5 \times 10^6$  m/s ed entra in un campo elettrico uniforme  $E=10^3 \vec{u}_x$  N/C.
  - Quale è la distanza percorsa dall'elettrone prima di invertire il suo moto? [71 mm]
  - Quanto tempo è trascorso dal momento in cui l'elettrone entra nel campo elettrico? [28.47 ns]
- Due piastre conduttrici piane sono poste a distanza  $d=10$  cm una dall'altra ed i punti B e C siano posti uno su una piastra, l'altro sull'altra. Calcolare il campo elettrico che si instaura se tra le piastre viene generata una differenza di potenziale  $V_C - V_B = 120$  V. Sia A il punto intermedio fra B e C. Calcolare la differenza di potenziale  $V_A - V_B$  e  $V_A - V_C$ . [1200 V/m, 60V, -60V]

8. In un condensatore piano con distanza  $d = 1$  cm fra le armature di area  $S = 100$   $cm^2$  viene applicata una differenza di potenziale di 100 V fra le armature. Si calcoli:
- (a) la capacità del condensatore [8.8 pF]
  - (b) la carica localizzata sulle armature del condensatore [ $8.8 \times 10^{-10}$ ]
  - (c) l'intensità del campo elettrico fra le armature del condensatore [ $10^4$  V/m].
  - (d) l'energia elettrostatica del condensatore [ $44 \times 10^{-9}$  J]

## 7 Esercitazioni di Fisica - Reti, campo magnetico

1. Trovare la resistenza equivalente del circuito in figura sapendo che  $R_1 = 112 \Omega$ ,  $R_2 = 42 \Omega$ ,  $R_3 = 61.6 \Omega$ ,  $R_4 = 75 \Omega$ ,  $\epsilon = 6.22 \text{ V}$ . Calcolare la corrente in ciascuna resistenza. [130.7mA, 26.3 mA, 21.2 mA, 11.8 mA, 14mA]
2. Calcolare la potenza dissipata in  $R_1, R_2, R_3$ , sapendo che  $\epsilon_1 = 3 \text{ V}$ ,  $\epsilon_2 = 1 \text{ V}$ ,  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \Omega$ ,  $R_3 = 4 \Omega$ . [su  $R_1$ :  $P=245\text{W}$ ]
3. La figura mostra un circuito i cui elementi hanno i seguenti valori numerici:  $R_1 = R_2 = R_3 = 7.3 \times 10^5 \Omega$ ,  $\epsilon = 1200 \text{ V}$ ,  $C = 6.5 \mu\text{F}$ . Si determini per  $t = 0 \text{ s}$  (istante di chiusura del circuito) e  $t = +\infty$  (condizione di stazionarietà) le correnti nelle resistenze. Quanto vale la carica su  $C$  in condizioni stazionarie ? [82.19  $\times 10^{-5} \text{ A}$ , 54.8  $\times 10^{-5} \text{ A}$ ,  $Q = 2.6mC$ ]
4. Nel circuito in figura si hanno i seguenti valori:  $R_1 = 1\Omega, R_2 = 8\Omega, R_3 = 4\Omega, R_4 = 2\Omega$ ,  $\epsilon = 10 \text{ V}$ ,  $C = 1 \mu\text{F}$ . Si calcoli la tensione ai capi del condensatore in condizioni di stazionarietà. [6V]

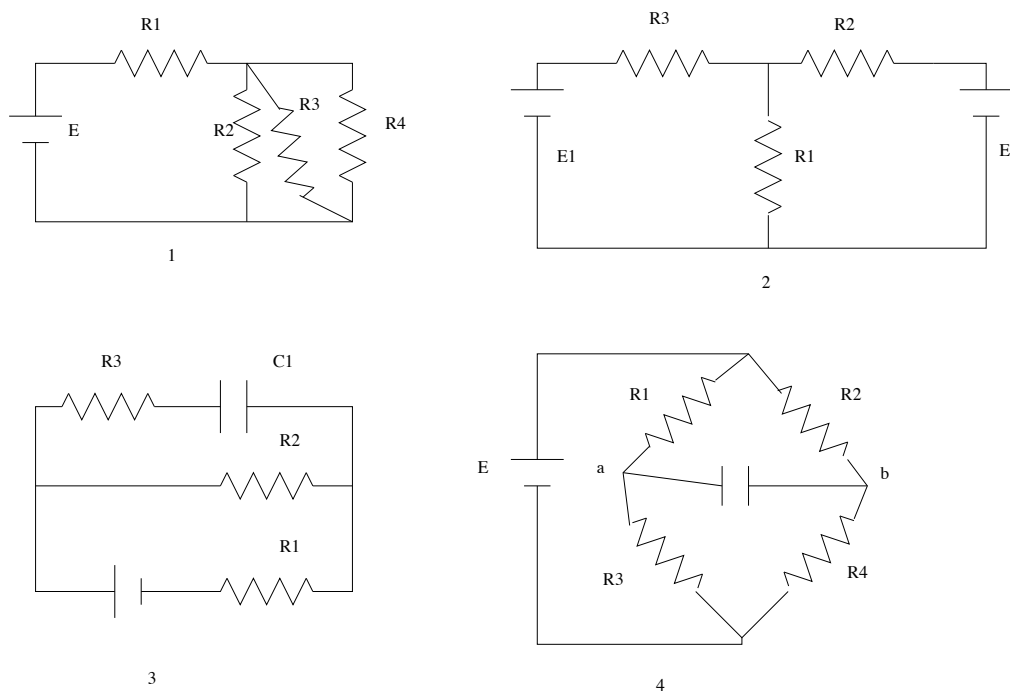
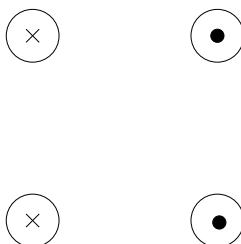


Figura 1:



5. In un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y, z)$  un protone di energia cinetica  $E_c = 8 \times 10^{-13} \text{ J}$  si muove perpendicolarmente al piano  $(x, y)$  nel verso dell'asse  $z$  positivo. Nella stessa regione è presente un campo magnetico di modulo  $B = 1.5 \text{ T}$  il cui verso è quello dell'asse  $y$  positivo. Si calcoli la forza che agisce sul protone. ( $m_p = 1.7 \times 10^{-27} \text{ Kg}$ ,  $q_p = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ) [ $7.6 \times 10^{-7} \text{ N}$ ]
6. In seguito all'azione di un campo magnetico di modulo  $B=0.4 \text{ T}$ , un protone si muove su una circonferenza di raggio  $r = 21 \text{ cm}$ . Si trovi il periodo del moto e il modulo della velocità del protone. [ $1.7 \text{ ns}$ ,  $7.9 \times 10^6 \text{ m/s}$ ]
7. Quattro fili rettilinei e paralleli percorsi dalla stessa corrente  $i = 5 \text{ A}$  passano per i quattro vertici di un quadrato di lato pari a  $2 \text{ dm}$  (vedi figura). Si calcoli l'intensità, la direzione e il verso del campo magnetico nel punto  $P$  posto al centro del quadrato. Quale dovrebbe essere il verso di percorrenza delle correnti affinché il campo magnetico sia nullo in  $P$ . ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ ) [ $10^{-5} \text{ T}$ ]
8. Due fili rettilinei paralleli all'asse  $y$ , percorsi da corrente  $i_1 = 2 \text{ A}$  e  $i_2 = 3 \text{ A}$ , sono posti ad una distanza  $R=1 \text{ cm}$ . Un elettrone si muove sul piano individuato dai fili con velocità  $v = 10^6 \text{ m/s}$  si trova inizialmente nel punto  $A$ , esterno ai due fili, a distanza  $b= 2 \text{ cm}$  dal filo percorso da corrente  $i_1$ . Calcolare la forza agente sull'elettrone. [ $6.4 \times 10^{-18} \text{ N}$ ]



7

Figura 2:

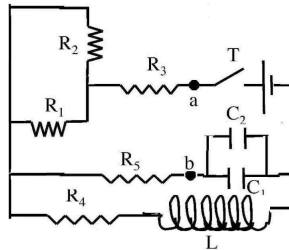
**CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA**  
*- Esame di FISICA - 14 Luglio 2008*

**Esercizio n. 1**

Si consideri un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y)$ . Nel punto di coordinate  $A=(1,0)$  cm si trova una carica  $q_A = 3\mu C$ . Nel punto  $B=(5,0)$  cm si trova una carica  $q_B$ . In  $C=(2,0)$  cm il campo elettrico totale è nullo. Si calcoli la carica  $q_B$  e il potenziale in  $C$ . **R.**  $q_B = 27 \mu C$ ,  $V_C = 1.08 \times 10^7 V$

**Esercizio n. 2**

Nel circuito in figura sia  $\varepsilon=10 V$ ,  $R_1=3 \Omega$ ,  $R_2=6 \Omega$ ,  $R_3 = R_4 = 2 \Omega$ ,  $R_5=6 \Omega$ ,  $C_1= 3 \mu F$  e  $C_2= 1.5 \mu F$ . Al tempo  $t=0$  si chiuda l'interruttore  $T$ . Determinare la corrente che circola nelle resistenze  $R_1$  e  $R_2$  a  $t=0$  e in condizioni di stazionarietà. Sempre in condizioni di stazionarietà, determinare: la differenza di potenziale  $V_a-V_b$  tra i punti  $a$  e  $b$  e l'energia accumulata su ciascun condensatore. **R.**  $I_1 = 0.667 A$ ,  $I_2 = 0.333 A$ ;  $I_1 = 1.111 A$ ,  $I_2 = 0.556 A$ ;  $E_1=1.667 \times 10^{-5} J$ ,  $E_2=0.833 \times 10^{-5} J$ ;  $V_a - V_b=6.667 V$



**Esercizio n. 3**

Si consideri un solenoide ideale di lunghezza  $l=2$  cm e numero di spire per unità di lunghezza pari a  $n = 140$  spire/cm. Il campo magnetico all'interno del solenoide risulta inizialmente essere pari a  $B = 0.1 T$ . Si calcoli la corrente che circola nel solenoide. Dopo 3 secondi la corrente subisce una variazione, diminuendo linearmente di 0.2 Ampere al secondo per 2 secondi, per poi rimanere costante. Si calcoli il campo magnetico per  $t \geq 5$ . Si supponga di inserire una spira circolare all'interno del solenoide con asse coincidente con quello del solenoide. Il raggio della spira è  $r = 2$  mm. Si calcoli la forza elettromotrice indotta sulla spira nell'intervallo di tempo compreso tra 3 e 5 secondi. Sapendo che la spira ha resistenza pari a  $R = 2 \Omega$ , si calcoli la corrente indotta durante gli intervalli di tempo precedentemente specificati, indicandone il verso rispetto alla corrente nel solenoide. **R.**  $I = 5.7 A$ ;  $B = 0.09 T$ ;  $\varepsilon=6.28 \times 10^{-8} V$ ;  $I = 0.314 \times 10^{-7} A$ , concorde.

**CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA**  
- *Esame di FISICA - 10 Dicembre 2007*

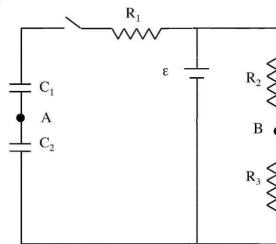
**Esercizio n. 1**

Si consideri un sistema di assi cartesiani  $(x, y)$  e si mettano due cariche uguali di  $q_1 = q_2 = 1 \text{ nC}$  nei punti di coordinate  $(2,0)$  e  $(-2,0)$ . (Le coordinate sono date in cm.)

- a) Si calcoli la forza (modulo, direzione e verso) che agisce sulla carica  $q_3 = 4 \text{ nC}$  posta nel punto A di coordinate  $(0,4)$ .
- b) Si calcoli la forza (modulo, direzione e verso) che agisce sulla stessa carica  $q_3$  se questa viene posta nel punto B di coordinate  $(0,0)$ .
- c) Si calcoli il lavoro necessario per spostare la carica  $q_3$  da A a B.
- d) Si cambi segno alle cariche  $q_1$  e  $q_2$  e si ricalcoli la forza (modulo, direzione e verso) per i entrambi i casi (punto a) e b) ). **R:**  $\mathbf{F} = 3.2 \cdot 10^{-5} \text{ j N}$ ,  $\mathbf{F} = 0 \text{ N}$ ,  $L = -2 \cdot 10^{-6} \text{ J}$ ,  $\mathbf{F} = -3.2 \cdot 10^{-5} \text{ j N}$ ,  $\mathbf{F} = 0 \text{ N}$

**Esercizio n. 2**

Nel circuito in figura ( $R_1=2 \Omega$ ,  $R_2=4 \Omega$ ,  $R_3=1 \Omega$ ,  $R_4=2 \Omega$ ,  $\varepsilon=1 \text{ V}$ ,  $C_1=2 \mu\text{F}$ ,  $C_2=5 \mu\text{F}$ ) calcolare, per  $t=0$  (istante di chiusura dell'interruttore), la corrente in  $R_1$ . Raggiunta la stazionarietà, si determini la corrente in  $R_2$ , la carica su  $C_2$  e la differenza di potenziale  $V_A - V_B$ . **R:**  $I_1=0.5 \text{ A}$ ,  $I_2=0.2 \text{ A}$ ,  $q_2 = q_1 = 1.43 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ,  $V_A - V_B = 0.086 \text{ V}$ .



**Esercizio n. 3**

Un solenoide ideale formato da  $N = 50$  spire di superficie  $S=50 \text{ cm}^2$  e resistenza complessiva  $R = 2.5 \Omega$  è posto tra i poli di un elettromagnete che genera un campo magnetico uniforme all'interno della spira, parallelo all'asse della spira. Il campo magnetico varia nel tempo diminuendo linearmente dal valore  $B = 5 \text{ T}$  (tempo  $t = 0$  secondi) al valore  $B = 2 \text{ T}$  nel tempo  $t = 3$  secondi. Si calcoli il flusso del campo magnetico attraverso il solenoide al tempo iniziale e al tempo finale. Calcolare la forza elettromotrice indotta nel solenoide, la corrente e la carica che fluisce nel solenoide durante il tempo  $t$ . **R:**  $\Phi_i=1.25 \text{ Wb}$ ,  $\Phi_f=0.5 \text{ Wb}$ ,  $\varepsilon_i = 0.25 \text{ V}$ ,  $I_i=0.1 \text{ A}$ ,  $q=0.3 \text{ C}$ .

**Esercizio n. 3**

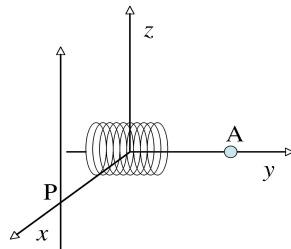
Dato un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y, z)$ , si considerino due fili rettilinei perpendicolari al piano  $(x, y)$ , passanti rispettivamente per i seguenti punti  $A_1=(-3,0)$  cm e  $A_2=(3,0)$  cm. Entrambi i fili sono percorsi da una corrente di 10 A, il primo nel verso dell'asse  $z$  positivo e il secondo in quello negativo. Si calcoli il vettore campo magnetico (modulo, direzione e verso) nei punti di coordinate ,  $P_0 = (0,0)$  cm  $P_1 = (0,3)$  cm e  $P_2 = (0,-3)$  cm. Si determini la forza (modulo, direzione e verso) per unità di lunghezza esercitata dal primo filo sul secondo e viceversa.

[R.  $\mathbf{B}_0 = \frac{4}{3} 10^{-4} \mathbf{j} T$ ,  $\mathbf{B}_1 = \frac{2}{3} 10^{-4} \mathbf{j} T$ ,  $\mathbf{B}_2 = \frac{2}{3} 10^{-4} \mathbf{j} T$ ,  $\mathbf{F}_1 = \frac{1}{3} 10^{-3} \mathbf{i} N$ ,  $\mathbf{F}_2 = -\frac{1}{3} 10^{-3} \mathbf{i} N$  ]

**Esercizio n. 3**

Si consideri un sistema di coordinate cartesiane tridimensionali  $(x, y, z)$ . Si ponga un solenoide ideale con asse parallelo all'asse  $y$ , di lunghezza  $l = 10$  cm, con numero di spire pari a 1000, attraversato da una corrente  $I_s = 3 \cdot 10^{-3}$  A. Posti in A, guardando il solenoide, la corrente circola in verso antiorario. Nel punto di coordinate  $P = (4,0,0)$  cm passa un filo rettilineo di lunghezza infinita parallelo all'asse  $z$ , attraversato da corrente  $I_f = 5$  A nel verso positivo dell'asse  $z$ . Si calcoli il campo magnetico nell'origine del sistema di riferimento cartesiano.

[R:  $\mathbf{B} = 1.3 \cdot 10^{-5} \mathbf{j} T$ ]



spira ha resistenza pari a  $R = 2 \Omega$ , si calcoli la corrente indotta durante gli intervalli di tempo precedentemente specificati, indicandone il verso rispetto alla corrente nel solenoide.

R.  $I=0.2$  A;  $B_4=0.022$  T;  $B_{10}=2$  mT;  $\varepsilon_1 = -6.25 \cdot 10^{-8}$  V;  $\varepsilon_2 = 4.17 \cdot 10^{-8}$  V;  $I_1=3.1 \cdot 10^{-8}$  A, *discorde*;  $I_2=2.1 \cdot 10^{-8}$  A, *concorde*

### Esercizio n. 3

In un sistema di riferimento cartesiano  $(x, y, z)$ , un magnete produce un campo magnetico uniforme pari a  $\mathbf{B} = 1.6 \cdot 10^{-2} \mathbf{i} T$ . All'interno di questo campo magnetico viene posto un solenoide ideale, lungo il semiasse positivo delle  $x$ . Tale solenoide, di diametro  $d = 20 \text{ mm}$  e numero complessivo di spire pari a 100, non viene inizialmente percorso da corrente.

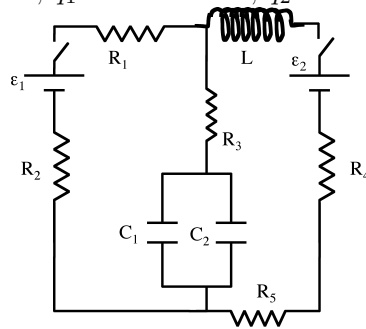
Successivamente il campo magnetico viene ridotto linearmente e diventa nullo dopo 20 s. Sapendo che la resistenza complessiva del solenoide è pari a  $5 \mu\Omega$ , si calcoli l'intensità della corrente. Si supponga di posizionarsi nell'origine del sistema di riferimento; guardando il solenoide, si specifichi se la corrente circola in senso orario o antiorario.

Si ricalcoli l'intensità della corrente supponendo ora che l'asse del solenoide formi un angolo di  $30^\circ$  con il campo magnetico iniziale. **R.**  $I=5 \text{ A}$ , orario,  $I=4.35 \text{ A}$ .

### Esercizio n. 2

Si consideri il circuito in figura con le seguenti caratteristiche:  $R_1 = 1 \Omega$ ,  $R_2 = 6 \Omega$ ,  $R_3 = 3 \Omega$ ,  $R_4 = 1 \Omega$ ,  $R_5 = 4 \Omega$ ,  $\epsilon_1 = 3 \text{ V}$ ,  $\epsilon_2 = 2 \text{ V}$ ,  $C_1 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 4 \mu\text{F}$ . Si supponga che all'istante iniziale entrambi gli interruttori vengano chiusi. Si calcoli al tempo  $t = 0$  la corrente in  $R_3$  e al tempo  $t = \infty$  la corrente in  $R_5$  e la carica accumulata su ciascun condensatore.

**R.**  $I_3=0.3 \text{ A}$ ;  $I_5=0.083 \text{ A}$ ;  $q_1 = 4.8 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ;  $q_2 = 9.6 \cdot 10^{-6} \text{ C}$



### Esercizio n. 3

Si consideri un solenoide ideale di lunghezza  $l = 3 \text{ cm}$  e numero di spire  $N = 240$ . Il campo magnetico all'interno del solenoide risulta inizialmente essere pari a  $B = 2 \text{ mT}$ . Si calcoli la corrente che circola nel solenoide. La corrente subisce poi una variazione, aumentando linearmente di 0.5 Ampere al secondo per 4 secondi, per poi ritornare al valore di partenza in un tempo pari a 6 secondi. Si calcoli il campo magnetico a  $t = 4$  secondi e  $t = 10$  secondi. Si faccia il grafico dell'andamento del campo magnetico nel tempo. Si supponga di inserire una spira circolare all'interno del solenoide con asse coincidente con quello del solenoide. Il raggio della spira è  $r = 2 \text{ mm}$ . Si calcoli la forza elettromotrice indotta sulla spira negli intervalli di tempo compresi tra 0 e 4 secondi e tra 4 e 10 secondi. Sapendo che la