

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.100$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.20$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.07    C  2.87    D  4.67    E  6.47    F  8.27

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0167    C  0.0347    D  0.0527    E  0.0707    F  0.0887

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.06    C  2.86    D  4.66    E  6.46    F  8.26

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0974$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.18 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.4$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.139    C  0.319    D  0.499    E  0.679    F  0.859

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.112$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.44 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.35$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.68$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.5$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 15.7$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 53.1$  s.

- A  0    B  2.66    C  4.46    D  6.26    E  8.06    F  9.86

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.22 \times 10^{-3}$     C   $3.02 \times 10^{-3}$     D   $4.82 \times 10^{-3}$     E   $6.62 \times 10^{-3}$     F   $8.42 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.24$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.84$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0168    C  0.0348    D  0.0528    E  0.0708    F  0.0888

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0237$  m e  $R_2 = 0.0432$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.10$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.17 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.268    C  0.448    D  0.628    E  0.808    F  0.988

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.251    C  0.431    D  0.611    E  0.791    F  0.971

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.22 \times 10^5$     C   $4.02 \times 10^5$     D   $5.82 \times 10^5$     E   $7.62 \times 10^5$     F   $9.42 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.142$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.68$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.51    C  4.31    D  6.11    E  7.91    F  9.71

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.100    C  0.280    D  0.460    E  0.640    F  0.820

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.15    C  2.95    D  4.75    E  6.55    F  8.35

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0846$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.08 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 12.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.02    C  2.82    D  4.62    E  6.42    F  8.22

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.124$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.98 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.21$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.72$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.4$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 18.3$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 40.9$  s.

- A  0    B  1.92    C  3.72    D  5.52    E  7.32    F  9.12

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.19 \times 10^{-3}$     C   $2.99 \times 10^{-3}$     D   $4.79 \times 10^{-3}$     E   $6.59 \times 10^{-3}$     F   $8.39 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.60$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.13$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0157    C  0.0337    D  0.0517    E  0.0697    F  0.0877

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0211$  m e  $R_2 = 0.0428$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.09$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.04 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.19 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.123    C  0.303    D  0.483    E  0.663    F  0.843

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.263    C  0.443    D  0.623    E  0.803    F  0.983

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.68 \times 10^5$     C   $4.48 \times 10^5$     D   $6.28 \times 10^5$     E   $8.08 \times 10^5$     F   $9.88 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.101$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.11$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.64    C  4.44    D  6.24    E  8.04    F  9.84

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0174    C  0.0354    D  0.0534    E  0.0714    F  0.0894

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.02    C  2.82    D  4.62    E  6.42    F  8.22

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0884$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.01 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 12.2$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.147    C  0.327    D  0.507    E  0.687    F  0.867

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.118$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.64 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.07$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.62$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.4$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.7$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 48.8$  s.

- A  0    B  1.44    C  3.24    D  5.04    E  6.84    F  8.64

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.27 \times 10^{-3}$     C   $4.07 \times 10^{-3}$     D   $5.87 \times 10^{-3}$     E   $7.67 \times 10^{-3}$     F   $9.47 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.08$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.03$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0275    C  0.0455    D  0.0635    E  0.0815    F  0.0995

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0216$  m e  $R_2 = 0.0421$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.18$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.10 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.00 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.111    C  0.291    D  0.471    E  0.651    F  0.831

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  1.00    C  2.80    D  4.60    E  6.40    F  8.20

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.73 \times 10^5$     C   $4.53 \times 10^5$     D   $6.33 \times 10^5$     E   $8.13 \times 10^5$     F   $9.93 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.164$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.84$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.88    C  3.68    D  5.48    E  7.28    F  9.08

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.116    C  0.296    D  0.476    E  0.656    F  0.836

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  2.24    C  4.04    D  5.84    E  7.64    F  9.44

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0945$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.08 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 10.0$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.171    C  0.351    D  0.531    E  0.711    F  0.891

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.112$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.83 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.52$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.77$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 10.7$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 44.0$  s.

- A  0    B  2.08    C  3.88    D  5.68    E  7.48    F  9.28

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.43 \times 10^{-3}$     C   $4.23 \times 10^{-3}$     D   $6.03 \times 10^{-3}$     E   $7.83 \times 10^{-3}$     F   $9.63 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.19$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.58$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0273    C  0.0453    D  0.0633    E  0.0813    F  0.0993

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0226$  m e  $R_2 = 0.0430$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.09$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.16 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.266    C  0.446    D  0.626    E  0.806    F  0.986

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.245    C  0.425    D  0.605    E  0.785    F  0.965

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.37 \times 10^5$     C   $4.17 \times 10^5$     D   $5.97 \times 10^5$     E   $7.77 \times 10^5$     F   $9.57 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.145$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.12$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  B  C  D  E  F

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  B  C  D  E  F

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0906$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.10 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 18.9$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  B  C  D  E  F

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.124$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.52 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.42$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.68$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.8$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 17.2$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 50.4$  s.

A  B  C  D  E  F

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.31 \times 10^{-3}$     C   $4.11 \times 10^{-3}$     D   $5.91 \times 10^{-3}$     E   $7.71 \times 10^{-3}$     F   $9.51 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.94$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.63$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0221    C  0.0401    D  0.0581    E  0.0761    F  0.0941

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0235$  m e  $R_2 = 0.0400$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.19$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.19 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.12 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.150    C  0.330    D  0.510    E  0.690    F  0.870

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  1.05    C  2.85    D  4.65    E  6.45    F  8.25

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.61 \times 10^5$     C   $4.41 \times 10^5$     D   $6.21 \times 10^5$     E   $8.01 \times 10^5$     F   $9.81 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.190$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.48$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.77    C  4.57    D  6.37    E  8.17    F  9.97

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.134    C  0.314    D  0.494    E  0.674    F  0.854

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  2.26    C  4.06    D  5.86    E  7.66    F  9.46

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0882$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.18 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.1$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.204    C  0.384    D  0.564    E  0.744    F  0.924

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.119$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.88 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.88$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.76$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.5$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 41.3$  s.

- A  0    B  1.81    C  3.61    D  5.41    E  7.21    F  9.01

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.34 \times 10^{-3}$     C   $4.14 \times 10^{-3}$     D   $5.94 \times 10^{-3}$     E   $7.74 \times 10^{-3}$     F   $9.54 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.67$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.32$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0197    C  0.0377    D  0.0557    E  0.0737    F  0.0917

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0213$  m e  $R_2 = 0.0402$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.01$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.17 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.226    C  0.406    D  0.586    E  0.766    F  0.946

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.185    C  0.365    D  0.545    E  0.725    F  0.905

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.33 \times 10^5$     C   $4.13 \times 10^5$     D   $5.93 \times 10^5$     E   $7.73 \times 10^5$     F   $9.53 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.136$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.93$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.22    C  3.02    D  4.82    E  6.62    F  8.42

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0242    C  0.0422    D  0.0602    E  0.0782    F  0.0962

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.26    C  3.06    D  4.86    E  6.66    F  8.46

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0947$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.12 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 13.3$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.258    C  0.438    D  0.618    E  0.798    F  0.978

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.116$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.20 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.48$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.67$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 12.0$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 19.8$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 55.8$  s.

- A  0    B  10.2    C  28.2    D  46.2    E  64.2    F  82.2

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.19 \times 10^{-3}$     C   $3.99 \times 10^{-3}$     D   $5.79 \times 10^{-3}$     E   $7.59 \times 10^{-3}$     F   $9.39 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.11$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.63$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0161    C  0.0341    D  0.0521    E  0.0701    F  0.0881

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0203$  m e  $R_2 = 0.0410$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.09$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.08 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.14 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.105    C  0.285    D  0.465    E  0.645    F  0.825

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.252    C  0.432    D  0.612    E  0.792    F  0.972

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.02 \times 10^5$     C   $2.82 \times 10^5$     D   $4.62 \times 10^5$     E   $6.42 \times 10^5$     F   $8.22 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.163$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.65$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.65    C  3.45    D  5.25    E  7.05    F  8.85

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.115    C  0.295    D  0.475    E  0.655    F  0.835

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  2.07    C  3.87    D  5.67    E  7.47    F  9.27

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0808$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.09 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 13.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.16    C  2.96    D  4.76    E  6.56    F  8.36

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.110$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.72 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.50$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.61$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.5$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.4$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 42.9$  s.

- A  0    B  10.7    C  28.7    D  46.7    E  64.7    F  82.7

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.81 \times 10^{-3}$     C   $3.61 \times 10^{-3}$     D   $5.41 \times 10^{-3}$     E   $7.21 \times 10^{-3}$     F   $9.01 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.37$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.74$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0246    C  0.0426    D  0.0606    E  0.0786    F  0.0966

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0228$  m e  $R_2 = 0.0439$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.05$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.10 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.14 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.248    C  0.428    D  0.608    E  0.788    F  0.968

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.213    C  0.393    D  0.573    E  0.753    F  0.933

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.17 \times 10^5$     C   $3.97 \times 10^5$     D   $5.77 \times 10^5$     E   $7.57 \times 10^5$     F   $9.37 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.199$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.35$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.44    C  3.24    D  5.04    E  6.84    F  8.64

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.141    C  0.321    D  0.501    E  0.681    F  0.861

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.29    C  3.09    D  4.89    E  6.69    F  8.49

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0887$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.17 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 10.7$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.158    C  0.338    D  0.518    E  0.698    F  0.878

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.112$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.00 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.14$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.70$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.8$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.1$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 51.2$  s.

- A  0    B  2.08    C  3.88    D  5.68    E  7.48    F  9.28

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.78 \times 10^{-3}$     C   $4.58 \times 10^{-3}$     D   $6.38 \times 10^{-3}$     E   $8.18 \times 10^{-3}$     F   $9.98 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.15$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.09$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0272    C  0.0452    D  0.0632    E  0.0812    F  0.0992

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0214$  m e  $R_2 = 0.0431$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.03$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.229    C  0.409    D  0.589    E  0.769    F  0.949

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.192    C  0.372    D  0.552    E  0.732    F  0.912

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.33 \times 10^5$     C   $4.13 \times 10^5$     D   $5.93 \times 10^5$     E   $7.73 \times 10^5$     F   $9.53 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.131$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.46$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.37    C  4.17    D  5.97    E  7.77    F  9.57

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0206    C  0.0386    D  0.0566    E  0.0746    F  0.0926

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  0.198    C  0.378    D  0.558    E  0.738    F  0.918

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0801$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.18 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 15.5$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.42    C  3.22    D  5.02    E  6.82    F  8.62

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.108$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.99 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.93$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.71$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.6$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.1$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 55.9$  s.

- A  0    B  10.3    C  28.3    D  46.3    E  64.3    F  82.3

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.32 \times 10^{-3}$     C   $3.12 \times 10^{-3}$     D   $4.92 \times 10^{-3}$     E   $6.72 \times 10^{-3}$     F   $8.52 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.42$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.33$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{x dx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0267    C  0.0447    D  0.0627    E  0.0807    F  0.0987

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0236$  m e  $R_2 = 0.0417$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.18$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.15 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.143    C  0.323    D  0.503    E  0.683    F  0.863

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  1.04    C  2.84    D  4.64    E  6.44    F  8.24

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.51 \times 10^5$     C   $4.31 \times 10^5$     D   $6.11 \times 10^5$     E   $7.91 \times 10^5$     F   $9.71 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.131$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.32$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  B  C  D  E  F

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  B  C  D  E  F

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0929$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.15 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 19.0$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  B  C  D  E  F

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.112$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.20 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.23$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.75$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.8$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 58.9$  s.

A  B  C  D  E  F

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.69 \times 10^{-3}$     C   $3.49 \times 10^{-3}$     D   $5.29 \times 10^{-3}$     E   $7.09 \times 10^{-3}$     F   $8.89 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.57$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.94$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0229    C  0.0409    D  0.0589    E  0.0769    F  0.0949

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0220$  m e  $R_2 = 0.0405$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.13$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.02 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.10 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.108    C  0.288    D  0.468    E  0.648    F  0.828

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.256    C  0.436    D  0.616    E  0.796    F  0.976

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.52 \times 10^5$     C   $4.32 \times 10^5$     D   $6.12 \times 10^5$     E   $7.92 \times 10^5$     F   $9.72 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.196$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.03$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.12    C  2.92    D  4.72    E  6.52    F  8.32

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.139    C  0.319    D  0.499    E  0.679    F  0.859

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  0.249    C  0.429    D  0.609    E  0.789    F  0.969

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0860$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.17 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 10.0$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.126    C  0.306    D  0.486    E  0.666    F  0.846

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.116$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.87 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.88$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.69$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.7$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 11.2$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 47.0$  s.

- A  0    B  1.66    C  3.46    D  5.26    E  7.06    F  8.86

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.79 \times 10^{-3}$     C   $3.59 \times 10^{-3}$     D   $5.39 \times 10^{-3}$     E   $7.19 \times 10^{-3}$     F   $8.99 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.27$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.43$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0177    C  0.0357    D  0.0537    E  0.0717    F  0.0897

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0209$  m e  $R_2 = 0.0408$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.05$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.02 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.14 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.250    C  0.430    D  0.610    E  0.790    F  0.970

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.205    C  0.385    D  0.565    E  0.745    F  0.925

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.48 \times 10^5$     C   $4.28 \times 10^5$     D   $6.08 \times 10^5$     E   $7.88 \times 10^5$     F   $9.68 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.115$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.49$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.00    C  2.80    D  4.60    E  6.40    F  8.20

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0273    C  0.0453    D  0.0633    E  0.0813    F  0.0993

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.37    C  3.17    D  4.97    E  6.77    F  8.57

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0823$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.16 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 13.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.21    C  3.01    D  4.81    E  6.61    F  8.41

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.115$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.98 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.82$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.78$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.0$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 10.5$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 42.5$  s.

- A  0    B  2.35    C  4.15    D  5.95    E  7.75    F  9.55

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

A  0    B  0.0107    C  0.0287    D  0.0467    E  0.0647    F  0.0827

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.85$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.81$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

A  0    B  0.0107    C  0.0287    D  0.0467    E  0.0647    F  0.0827

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0236$  m e  $R_2 = 0.0422$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.11$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.10 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.18 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

A  0    B  0.119    C  0.299    D  0.479    E  0.659    F  0.839

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

A  0    B  0.271    C  0.451    D  0.631    E  0.811    F  0.991

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

A  0    B   $2.30 \times 10^5$     C   $4.10 \times 10^5$     D   $5.90 \times 10^5$     E   $7.70 \times 10^5$     F   $9.50 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.105$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.97$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.41    C  4.21    D  6.01    E  7.81    F  9.61

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0202    C  0.0382    D  0.0562    E  0.0742    F  0.0922

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.50    C  3.30    D  5.10    E  6.90    F  8.70

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0883$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.01 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.0$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.243    C  0.423    D  0.603    E  0.783    F  0.963

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.123$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.47 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.43$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.67$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.5$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 15.4$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 55.7$  s.

- A  0    B  2.54    C  4.34    D  6.14    E  7.94    F  9.74

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.59 \times 10^{-3}$     C   $4.39 \times 10^{-3}$     D   $6.19 \times 10^{-3}$     E   $7.99 \times 10^{-3}$     F   $9.79 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.84$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.69$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0258    C  0.0438    D  0.0618    E  0.0798    F  0.0978

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0239$  m e  $R_2 = 0.0420$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.01$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.16 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.18 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.221    C  0.401    D  0.581    E  0.761    F  0.941

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.186    C  0.366    D  0.546    E  0.726    F  0.906

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.92 \times 10^5$     C   $3.72 \times 10^5$     D   $5.52 \times 10^5$     E   $7.32 \times 10^5$     F   $9.12 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.174$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.41$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  0    B  1.14    C  2.94    D  4.74    E  6.54    F  8.34

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  0    B  0.123    C  0.303    D  0.483    E  0.663    F  0.843

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  0    B  2.01    C  3.81    D  5.61    E  7.41    F  9.21

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.100$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.03 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 16.9$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  0    B  1.08    C  2.88    D  4.68    E  6.48    F  8.28

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.110$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.55 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.88$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.77$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.3$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 40.2$  s.

A  0    B  2.38    C  4.18    D  5.98    E  7.78    F  9.58

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.14 \times 10^{-3}$     C   $2.94 \times 10^{-3}$     D   $4.74 \times 10^{-3}$     E   $6.54 \times 10^{-3}$     F   $8.34 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.89$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.32$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0153    C  0.0333    D  0.0513    E  0.0693    F  0.0873

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0221$  m e  $R_2 = 0.0410$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.06$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.03 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.02 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.209    C  0.389    D  0.569    E  0.749    F  0.929

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.173    C  0.353    D  0.533    E  0.713    F  0.893

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.15 \times 10^5$     C   $3.95 \times 10^5$     D   $5.75 \times 10^5$     E   $7.55 \times 10^5$     F   $9.35 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.199$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.29$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.38    C  3.18    D  4.98    E  6.78    F  8.58

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.141    C  0.321    D  0.501    E  0.681    F  0.861

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.23    C  3.03    D  4.83    E  6.63    F  8.43

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0839$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.14 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 16.3$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.38    C  3.18    D  4.98    E  6.78    F  8.58

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.125$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.02 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.66$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.71$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.9$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.8$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 47.1$  s.

- A  0    B  2.37    C  4.17    D  5.97    E  7.77    F  9.57

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.79 \times 10^{-3}$     C   $4.59 \times 10^{-3}$     D   $6.39 \times 10^{-3}$     E   $8.19 \times 10^{-3}$     F   $9.99 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.45$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.26$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0235    C  0.0415    D  0.0595    E  0.0775    F  0.0955

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0209$  m e  $R_2 = 0.0411$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.12$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.06 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.06 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.274    C  0.454    D  0.634    E  0.814    F  0.994

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.247    C  0.427    D  0.607    E  0.787    F  0.967

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.69 \times 10^5$     C   $4.49 \times 10^5$     D   $6.29 \times 10^5$     E   $8.09 \times 10^5$     F   $9.89 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.126$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.80$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.24    C  3.04    D  4.84    E  6.64    F  8.44

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0171    C  0.0351    D  0.0531    E  0.0711    F  0.0891

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.09    C  2.89    D  4.69    E  6.49    F  8.29

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0840$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.08 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 16.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.34    C  3.14    D  4.94    E  6.74    F  8.54

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.107$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.29 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.40$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.70$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.5$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 15.9$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 40.6$  s.

- A  0    B  2.56    C  4.36    D  6.16    E  7.96    F  9.76

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.37 \times 10^{-3}$     C   $4.17 \times 10^{-3}$     D   $5.97 \times 10^{-3}$     E   $7.77 \times 10^{-3}$     F   $9.57 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.88$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.95$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0135    C  0.0315    D  0.0495    E  0.0675    F  0.0855

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0235$  m e  $R_2 = 0.0419$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.05$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.16 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.194    C  0.374    D  0.554    E  0.734    F  0.914

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.173    C  0.353    D  0.533    E  0.713    F  0.893

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.96 \times 10^5$     C   $3.76 \times 10^5$     D   $5.56 \times 10^5$     E   $7.36 \times 10^5$     F   $9.16 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.108$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.04$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.05    C  3.85    D  5.65    E  7.45    F  9.25

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0224    C  0.0404    D  0.0584    E  0.0764    F  0.0944

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  0.179    C  0.359    D  0.539    E  0.719    F  0.899

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0934$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.10 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 12.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.218    C  0.398    D  0.578    E  0.758    F  0.938

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.116$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.65 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.73$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.62$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.2$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 16.0$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 56.5$  s.

- A  0    B  2.78    C  4.58    D  6.38    E  8.18    F  9.98

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.40 \times 10^{-3}$     C   $3.20 \times 10^{-3}$     D   $5.00 \times 10^{-3}$     E   $6.80 \times 10^{-3}$     F   $8.60 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.05$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.00$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{x dx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0274    C  0.0454    D  0.0634    E  0.0814    F  0.0994

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0227$  m e  $R_2 = 0.0402$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.04$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.186    C  0.366    D  0.546    E  0.726    F  0.906

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.158    C  0.338    D  0.518    E  0.698    F  0.878

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.02 \times 10^5$     C   $3.82 \times 10^5$     D   $5.62 \times 10^5$     E   $7.42 \times 10^5$     F   $9.22 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.105$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.75$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.97    C  3.77    D  5.57    E  7.37    F  9.17

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0202    C  0.0382    D  0.0562    E  0.0742    F  0.0922

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.39    C  3.19    D  4.99    E  6.79    F  8.59

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0801$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.17 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.4$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.04    C  2.84    D  4.64    E  6.44    F  8.24

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.113$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.39 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.11$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.68$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.8$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 16.0$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 44.5$  s.

- A  0    B  2.63    C  4.43    D  6.23    E  8.03    F  9.83

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.19 \times 10^{-3}$     C   $2.99 \times 10^{-3}$     D   $4.79 \times 10^{-3}$     E   $6.59 \times 10^{-3}$     F   $8.39 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.50$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.69$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0177    C  0.0357    D  0.0537    E  0.0717    F  0.0897

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0215$  m e  $R_2 = 0.0407$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.03$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.186    C  0.366    D  0.546    E  0.726    F  0.906

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.144    C  0.324    D  0.504    E  0.684    F  0.864

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.12 \times 10^5$     C   $3.92 \times 10^5$     D   $5.72 \times 10^5$     E   $7.52 \times 10^5$     F   $9.32 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.166$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.87$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.39    C  4.19    D  5.99    E  7.79    F  9.59

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.117    C  0.297    D  0.477    E  0.657    F  0.837

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.49    C  3.29    D  5.09    E  6.89    F  8.69

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0874$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.12 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 18.8$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.50    C  3.30    D  5.10    E  6.90    F  8.70

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.118$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.36 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.39$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.74$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 15.9$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 54.0$  s.

- A  0    B  1.51    C  3.31    D  5.11    E  6.91    F  8.71

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.23 \times 10^{-3}$     C   $3.03 \times 10^{-3}$     D   $4.83 \times 10^{-3}$     E   $6.63 \times 10^{-3}$     F   $8.43 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.45$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.84$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0245    C  0.0425    D  0.0605    E  0.0785    F  0.0965

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0219$  m e  $R_2 = 0.0423$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.09$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.13 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.09 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.261    C  0.441    D  0.621    E  0.801    F  0.981

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.237    C  0.417    D  0.597    E  0.777    F  0.957

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.46 \times 10^5$     C   $4.26 \times 10^5$     D   $6.06 \times 10^5$     E   $7.86 \times 10^5$     F   $9.66 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.106$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.44$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  0    B  1.09    C  2.89    D  4.69    E  6.49    F  8.29

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  0    B  0.0210    C  0.0390    D  0.0570    E  0.0750    F  0.0930

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  0    B  0.193    C  0.373    D  0.553    E  0.733    F  0.913

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0805$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.14 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 10.0$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  0    B  0.161    C  0.341    D  0.521    E  0.701    F  0.881

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.115$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.04 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.87$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.62$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.5$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 19.1$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 57.6$  s.

A  0    B  1.66    C  3.46    D  5.26    E  7.06    F  8.86

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.37 \times 10^{-3}$     C   $3.17 \times 10^{-3}$     D   $4.97 \times 10^{-3}$     E   $6.77 \times 10^{-3}$     F   $8.57 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.44$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.70$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0203    C  0.0383    D  0.0563    E  0.0743    F  0.0923

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0236$  m e  $R_2 = 0.0422$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.08$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.08 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.05 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.230    C  0.410    D  0.590    E  0.770    F  0.950

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.202    C  0.382    D  0.562    E  0.742    F  0.922

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.03 \times 10^5$     C   $3.83 \times 10^5$     D   $5.63 \times 10^5$     E   $7.43 \times 10^5$     F   $9.23 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.196$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.64$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.06    C  2.86    D  4.66    E  6.46    F  8.26

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.139    C  0.319    D  0.499    E  0.679    F  0.859

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  2.48    C  4.28    D  6.08    E  7.88    F  9.68

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0916$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.03 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 17.3$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.21    C  3.01    D  4.81    E  6.61    F  8.41

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.122$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.22 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.57$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.66$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.3$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.3$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 40.8$  s.

- A  0    B  1.27    C  3.07    D  4.87    E  6.67    F  8.47

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.91 \times 10^{-3}$     C   $3.71 \times 10^{-3}$     D   $5.51 \times 10^{-3}$     E   $7.31 \times 10^{-3}$     F   $9.11 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.52$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.83$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0214    C  0.0394    D  0.0574    E  0.0754    F  0.0934

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0205$  m e  $R_2 = 0.0420$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.03$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.17 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.16 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.248    C  0.428    D  0.608    E  0.788    F  0.968

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.216    C  0.396    D  0.576    E  0.756    F  0.936

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.62 \times 10^5$     C   $4.42 \times 10^5$     D   $6.22 \times 10^5$     E   $8.02 \times 10^5$     F   $9.82 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.134$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.94$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.06    C  2.86    D  4.66    E  6.46    F  8.26

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0228    C  0.0408    D  0.0588    E  0.0768    F  0.0948

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.89    C  3.69    D  5.49    E  7.29    F  9.09

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0923$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.01 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 17.4$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.18    C  2.98    D  4.78    E  6.58    F  8.38

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.120$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.12 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.68$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.75$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.2$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 42.7$  s.

- A  0    B  2.09    C  3.89    D  5.69    E  7.49    F  9.29

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.39 \times 10^{-3}$     C   $4.19 \times 10^{-3}$     D   $5.99 \times 10^{-3}$     E   $7.79 \times 10^{-3}$     F   $9.59 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.61$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.76$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0161    C  0.0341    D  0.0521    E  0.0701    F  0.0881

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0215$  m e  $R_2 = 0.0422$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.04$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.04 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.197    C  0.377    D  0.557    E  0.737    F  0.917

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.160    C  0.340    D  0.520    E  0.700    F  0.880

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.18 \times 10^5$     C   $3.98 \times 10^5$     D   $5.78 \times 10^5$     E   $7.58 \times 10^5$     F   $9.38 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.126$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.82$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.16    C  2.96    D  4.76    E  6.56    F  8.36

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0171    C  0.0351    D  0.0531    E  0.0711    F  0.0891

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.71    C  3.51    D  5.31    E  7.11    F  8.91

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0870$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.19 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 10.2$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.148    C  0.328    D  0.508    E  0.688    F  0.868

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.114$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.05 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.95$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.72$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.1$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 19.0$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 59.9$  s.

- A  0    B  1.68    C  3.48    D  5.28    E  7.08    F  8.88

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.62 \times 10^{-3}$     C   $3.42 \times 10^{-3}$     D   $5.22 \times 10^{-3}$     E   $7.02 \times 10^{-3}$     F   $8.82 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.17$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.44$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0227    C  0.0407    D  0.0587    E  0.0767    F  0.0947

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0239$  m e  $R_2 = 0.0415$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.18$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.12 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.01 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.101    C  0.281    D  0.461    E  0.641    F  0.821

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.276    C  0.456    D  0.636    E  0.816    F  0.996

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.32 \times 10^5$     C   $4.12 \times 10^5$     D   $5.92 \times 10^5$     E   $7.72 \times 10^5$     F   $9.52 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.114$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 2.50$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  B  C  D  E  F

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  B  C  D  E  F

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0984$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.02 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 12.5$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  B  C  D  E  F

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.119$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.30 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.43$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.63$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.3$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.6$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 57.4$  s.

A  B  C  D  E  F

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.85 \times 10^{-3}$     C   $3.65 \times 10^{-3}$     D   $5.45 \times 10^{-3}$     E   $7.25 \times 10^{-3}$     F   $9.05 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.94$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.26$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0130    C  0.0310    D  0.0490    E  0.0670    F  0.0850

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0225$  m e  $R_2 = 0.0429$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.13$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.11 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.116    C  0.296    D  0.476    E  0.656    F  0.836

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.274    C  0.454    D  0.634    E  0.814    F  0.994

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.50 \times 10^5$     C   $4.30 \times 10^5$     D   $6.10 \times 10^5$     E   $7.90 \times 10^5$     F   $9.70 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.194$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.32$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.45    C  3.25    D  5.05    E  6.85    F  8.65

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.137    C  0.317    D  0.497    E  0.677    F  0.857

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.23    C  3.03    D  4.83    E  6.63    F  8.43

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0861$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.13 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 18.2$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.49    C  3.29    D  5.09    E  6.89    F  8.69

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.120$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.08 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.29$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.78$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.7$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.1$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 53.5$  s.

- A  0    B  1.47    C  3.27    D  5.07    E  6.87    F  8.67

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.48 \times 10^{-3}$     C   $4.28 \times 10^{-3}$     D   $6.08 \times 10^{-3}$     E   $7.88 \times 10^{-3}$     F   $9.68 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.77$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.92$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0157    C  0.0337    D  0.0517    E  0.0697    F  0.0877

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0215$  m e  $R_2 = 0.0420$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.03$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.12 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.13 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.232    C  0.412    D  0.592    E  0.772    F  0.952

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.196    C  0.376    D  0.556    E  0.736    F  0.916

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.34 \times 10^5$     C   $4.14 \times 10^5$     D   $5.94 \times 10^5$     E   $7.74 \times 10^5$     F   $9.54 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.100$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.07$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  B  C  D  E  F

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  B  C  D  E  F

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  B  C  D  E  F

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0919$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.12 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 14.5$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  B  C  D  E  F

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.115$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.89 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.23$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.79$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.9$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.8$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 48.4$  s.

A  B  C  D  E  F

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.72 \times 10^{-3}$     C   $4.52 \times 10^{-3}$     D   $6.32 \times 10^{-3}$     E   $8.12 \times 10^{-3}$     F   $9.92 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.60$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.73$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0156    C  0.0336    D  0.0516    E  0.0696    F  0.0876

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0212$  m e  $R_2 = 0.0419$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.17$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.07 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.15 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.166    C  0.346    D  0.526    E  0.706    F  0.886

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  1.04    C  2.84    D  4.64    E  6.44    F  8.24

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.15 \times 10^5$     C   $2.95 \times 10^5$     D   $4.75 \times 10^5$     E   $6.55 \times 10^5$     F   $8.35 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.194$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.91$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

A  0    B  2.09    C  3.89    D  5.69    E  7.49    F  9.29

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

A  0    B  0.137    C  0.317    D  0.497    E  0.677    F  0.857

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

A  0    B  1.78    C  3.58    D  5.38    E  7.18    F  8.98

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0998$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.18 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.3$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

A  0    B  0.111    C  0.291    D  0.471    E  0.651    F  0.831

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.108$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.92 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.02$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.73$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.4$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 12.5$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 43.0$  s.

A  0    B  10.4    C  28.4    D  46.4    E  64.4    F  82.4

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.22 \times 10^{-3}$     C   $3.02 \times 10^{-3}$     D   $4.82 \times 10^{-3}$     E   $6.62 \times 10^{-3}$     F   $8.42 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.47$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.92$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0263    C  0.0443    D  0.0623    E  0.0803    F  0.0983

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0221$  m e  $R_2 = 0.0420$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.10$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.16 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.00 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.232    C  0.412    D  0.592    E  0.772    F  0.952

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.218    C  0.398    D  0.578    E  0.758    F  0.938

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $2.37 \times 10^5$     C   $4.17 \times 10^5$     D   $5.97 \times 10^5$     E   $7.77 \times 10^5$     F   $9.57 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.135$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.62$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  2.55    C  4.35    D  6.15    E  7.95    F  9.75

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.0235    C  0.0415    D  0.0595    E  0.0775    F  0.0955

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.05    C  2.85    D  4.65    E  6.45    F  8.25

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0820$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.06 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 18.1$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  1.46    C  3.26    D  5.06    E  6.86    F  8.66

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.121$  m e momento di inerzia  $I_c = 2.85 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.77$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.69$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 11.4$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 14.1$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 58.2$  s.

- A  0    B  1.93    C  3.73    D  5.53    E  7.33    F  9.13

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $2.61 \times 10^{-3}$     C   $4.41 \times 10^{-3}$     D   $6.21 \times 10^{-3}$     E   $8.01 \times 10^{-3}$     F   $9.81 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.05$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.32$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0240    C  0.0420    D  0.0600    E  0.0780    F  0.0960

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0208$  m e  $R_2 = 0.0401$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.16$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.03 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.17 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.163    C  0.343    D  0.523    E  0.703    F  0.883

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  1.03    C  2.83    D  4.63    E  6.43    F  8.23

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.19 \times 10^5$     C   $2.99 \times 10^5$     D   $4.79 \times 10^5$     E   $6.59 \times 10^5$     F   $8.39 \times 10^5$

UNIVERSITÀ DI PISA  
INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
Prova n. 4 - 11/6/2021

*Negli esercizi seguenti le coordinate polari sferiche vengono indicate con i simboli  $r, \theta, \phi$ , dove  $r$  è la distanza dall'origine  $O$ ,  $\theta$  è l'angolo polare (colatitudine) e  $\phi$  è l'azimut; le coordinate cilindriche vengono indicate con i simboli  $\rho, \phi, z$ , dove  $\rho$  è la distanza dall'asse polare,  $\phi$  è l'azimut e  $z$  è la quota; le coordinate cartesiane vengono indicate con i simboli  $x, y, z$ . Quando più tipi di coordinate sono usati nello stesso esercizio, salvo avviso contrario i diversi sistemi sono associati nel modo usuale: origini coincidenti, assi polari coincidenti tra loro e coincidenti con l'asse  $z$ , origine degli azimut coincidente con il semiasse  $x > 0$ , ecc.*

1) Una nuvola sferica di raggio  $R = 0.168$  m ha una densità volumetrica di carica elettrica variabile con la distanza dal centro con la legge  $\rho(r) = A \frac{r^3}{R^3}$  per  $0 \leq r \leq R$  e  $\rho(r) = 0$  per  $r > R$ . Nei punti che si trovano alla distanza  $r = 2R$  dal centro della nuvola l'intensità del campo elettrico è  $E_0 = 1.37$  V/m. Determinare il valore di  $A$ , in nC/m<sup>3</sup>.

- A  0    B  1.73    C  3.53    D  5.33    E  7.13    F  8.93

2) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la distanza, in m, dal centro della nuvola, oltre che  $2R$ , alla quale l'intensità del campo elettrico vale  $E_0$ .

- A  0    B  0.119    C  0.299    D  0.479    E  0.659    F  0.839

3) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 1), determinare la differenza di potenziale, in volt, tra l'infinito e il centro della nuvola.

- A  0    B  1.10    C  2.90    D  4.70    E  6.50    F  8.30

4) Un corto solenoide di raggio  $R = 0.0962$  m ha una lunghezza  $L = R$  pari al raggio, ha un numero  $N = 1.04 \times 10^3$  di spire ed è percorso da una corrente  $I = 11.9$  A. Determinare l'intensità del campo magnetico, in gauss, alla distanza  $z = 10R$  dal suo centro lungo l'asse di simmetria.

- A  0    B  0.260    C  0.440    D  0.620    E  0.800    F  0.980

5) Un disco di rame di raggio  $a = 0.124$  m e momento di inerzia  $I_c = 3.03 \times 10^{-3}$  kg·m<sup>2</sup> rispetto al suo asse ruota coassialmente all'interno di un solenoide ideale percorso da una corrente di  $I = 1.59$  A che genera al suo interno un campo magnetico uniforme di intensità  $B = 1.74$  T. Il disco ruota inizialmente attorno al proprio asse con una velocità angolare  $\omega_0 = 10.4$  rad/s. Al disco sono collegate due spazzole, una in contatto con il bordo esterno e l'altra sull'asse del disco chiuse su una resistenza  $R = 18.0$  ohm (resistenza totale del circuito chiuso, essendo la resistenza del disco trascurabile). Per effetto del momento frenante il disco viene rallentato. Determinare la velocità angolare del disco, in rad/s, all'istante  $t = 48.7$  s.

- A  0    B  1.66    C  3.46    D  5.26    E  7.06    F  8.86

6) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 5), determinare la corrente, in ampere, che circola nel circuito all'istante  $t$ .

- A  0    B   $1.19 \times 10^{-3}$     C   $2.99 \times 10^{-3}$     D   $4.79 \times 10^{-3}$     E   $6.59 \times 10^{-3}$     F   $8.39 \times 10^{-3}$

7) In un sistema di riferimento cartesiano, una sbarretta di lunghezza  $L = 1.16$  m giace lungo l'asse delle  $x$  nell'intervallo individuato dalla relazione  $-\frac{L}{2} \leq x \leq \frac{L}{2}$ . Sulla sbarretta è depositata una densità di carica elettrica lineare  $\lambda(x) = \lambda_0 \frac{x}{L}$  con  $\lambda_0 = 1.65$  nC/m. Determinare l'intensità del campo elettrico, in V/m, nel punto  $P = (4L, 0, 0)$ . (potrebbe essere utile il seguente integrale,  $\int \frac{xdx}{(x-a)^2} = a/(a-x) + \ln(a-x)$ ).

- A  0    B  0.0139    C  0.0319    D  0.0499    E  0.0679    F  0.0859

8) Due sfere cariche conduttrici di raggio  $R_1 = 0.0201$  m e  $R_2 = 0.0401$  m con cariche elettriche rispettivamente  $Q_{10}$  (positiva) e  $Q_{20}$  (negativa), poste inizialmente a grande distanza  $R = 1.11$  m (si può trascurare l'induzione elettrostatica), a causa della carica opposta si attraggono con una forza di intensità  $F_1 = 1.05 \times 10^{-3}$  N. In seguito vengono in contatto elettrico, e poi si respingono, e quando sono nuovamente alla stessa distanza iniziale  $R$  la forza repulsiva ha intensità  $F_2 = 1.17 \times 10^{-3}$  N. Determinare la carica elettrica totale, in  $\mu\text{C}$ , delle due sfere.

- A  0    B  0.129    C  0.309    D  0.489    E  0.669    F  0.849

9) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la carica elettrica iniziale  $Q_{10}$  (positiva), in  $\mu\text{C}$ , della sfera di raggio  $R_1$ .

- A  0    B  0.274    C  0.454    D  0.634    E  0.814    F  0.994

10) Nelle stesse condizioni del precedente Esercizio 8), determinare la differenza di potenziale iniziale, in volt, tra la sfera di raggio  $R_1$  e la sfera di raggio  $R_2$ .

- A  0    B   $1.17 \times 10^5$     C   $2.97 \times 10^5$     D   $4.77 \times 10^5$     E   $6.57 \times 10^5$     F   $8.37 \times 10^5$