

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0176$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.33$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.32    C  3.12    D  4.92    E  6.72    F  8.52

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.57$  m, 1.01 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.15$  m, 2.98 m).

- A  0    B  -0.0233    C  -0.0413    D  -0.0593    E  -0.0773    F  -0.0953

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.54$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.72$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.88$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.36$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.30    C  4.10    D  5.90    E  7.70    F  9.50

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.233    C  -0.413    D  -0.593    E  -0.773    F  -0.953

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.00$  mm,  $r_2 = 2.09$  mm e altezza  $h = 0.150$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.74 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.18 \times 10^{-4}$     C   $3.98 \times 10^{-4}$     D   $5.78 \times 10^{-4}$     E   $7.58 \times 10^{-4}$     F   $9.38 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.02$  m, resistenza  $R = 1.97$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.11$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.28 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.18$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.99 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.21$  tesla e  $k = 1.44$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.69    C  3.49    D  5.29    E  7.09    F  8.89

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.102    C  0.282    D  0.462    E  0.642    F  0.822

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.12 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.92 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.12$  A e  $\tau = 1.69$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.62$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.68$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  14.0    C  32.0    D  50.0    E  68.0    F  86.0

Testo n. 0

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0173$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.78$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.74    C  3.54    D  5.34    E  7.14    F  8.94

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.43$  m,  $1.06$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.35$  m,  $2.44$  m).

- A  0    B  -0.0121    C  -0.0301    D  -0.0481    E  -0.0661    F  -0.0841

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.21$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.33$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.98$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.93$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.03$  mm e altezza  $h = 0.194$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.26 \times 10^{-4}$     C   $3.06 \times 10^{-4}$     D   $4.86 \times 10^{-4}$     E   $6.66 \times 10^{-4}$     F   $8.46 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.85$  m, resistenza  $R = 1.64$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.17$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  1.19    C  2.99    D  4.79    E  6.59    F  8.39

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.82 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.15$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.94 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.16$  tesla e  $k = 1.42$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.21    C  4.01    D  5.81    E  7.61    F  9.41

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.254    C  0.434    D  0.614    E  0.794    F  0.974

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.92 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.60 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.54$  A e  $\tau = 1.84$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.72$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.23$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  21.6    C  39.6    D  57.6    E  75.6    F  93.6

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0146$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.40$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.96$  m, 1.24 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.83$  m, 2.02 m).

- A  0    B  -0.0169    C  -0.0349    D  -0.0529    E  -0.0709    F  -0.0889

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.59$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.28$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.23$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.92$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  13.0    C  31.0    D  49.0    E  67.0    F  85.0

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -2.00    C  -3.80    D  -5.60    E  -7.40    F  -9.20

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.03$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.113$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.72 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.17 \times 10^{-4}$     C   $2.97 \times 10^{-4}$     D   $4.77 \times 10^{-4}$     E   $6.57 \times 10^{-4}$     F   $8.37 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.10$  m, resistenza  $R = 1.28$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.46$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.168    C  0.348    D  0.528    E  0.708    F  0.888

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.74 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.09$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.90 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.89$  tesla e  $k = 1.99$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0261    C  0.0441    D  0.0621    E  0.0801    F  0.0981

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.65 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.30 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.92$  A e  $\tau = 1.25$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.84$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.75$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  17.4    C  35.4    D  53.4    E  71.4    F  89.4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0198$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.07$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.20    C  3.00    D  4.80    E  6.60    F  8.40

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.21$  m, 1.38 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.03$  m, 2.45 m).

- A  0    B  -0.0237    C  -0.0417    D  -0.0597    E  -0.0777    F  -0.0957

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.21$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.05$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.04$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.49$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.03    C  3.83    D  5.63    E  7.43    F  9.23

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.03$  mm,  $r_2 = 2.10$  mm e altezza  $h = 0.175$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.55 \times 10^{-4}$     C   $4.35 \times 10^{-4}$     D   $6.15 \times 10^{-4}$     E   $7.95 \times 10^{-4}$     F   $9.75 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.09$  m, resistenza  $R = 1.36$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.52$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.162    C  0.342    D  0.522    E  0.702    F  0.882

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.36 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.16$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.96 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.09$  tesla e  $k = 1.75$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.98    C  3.78    D  5.58    E  7.38    F  9.18

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.219    C  0.399    D  0.579    E  0.759    F  0.939

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.69 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.09 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.40$  A e  $\tau = 2.00$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.120    C  0.300    D  0.480    E  0.660    F  0.840

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.00$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.65$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  1.85    C  3.65    D  5.45    E  7.25    F  9.05

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0184$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.76$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.83    C  3.63    D  5.43    E  7.23    F  9.03

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.63$  m,  $1.91$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.97$  m,  $2.00$  m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.93$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.42$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.22$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.98$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  14.0    C  32.0    D  50.0    E  68.0    F  86.0

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.05$  mm,  $r_2 = 2.07$  mm e altezza  $h = 0.125$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.28 \times 10^{-4}$     C   $3.08 \times 10^{-4}$     D   $4.88 \times 10^{-4}$     E   $6.68 \times 10^{-4}$     F   $8.48 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.45$  m, resistenza  $R = 1.68$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.50$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.81 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.04$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.92 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.47$  tesla e  $k = 1.67$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.70    C  4.50    D  6.30    E  8.10    F  9.90

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0243    C  0.0423    D  0.0603    E  0.0783    F  0.0963

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.71 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.22 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.36$  A e  $\tau = 1.80$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.62$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.36$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  17.3    C  35.3    D  53.3    E  71.3    F  89.3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0180$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.28$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.30    C  3.10    D  4.90    E  6.70    F  8.50

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.20$  m,  $1.56$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.90$  m,  $2.10$  m).

- A  0    B  -0.0234    C  -0.0414    D  -0.0594    E  -0.0774    F  -0.0954

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.53$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.91$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.03$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.95$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  15.9    C  33.9    D  51.9    E  69.9    F  87.9

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.01$  mm,  $r_2 = 2.00$  mm e altezza  $h = 0.140$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.77 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.10 \times 10^{-4}$     C   $3.90 \times 10^{-4}$     D   $5.70 \times 10^{-4}$     E   $7.50 \times 10^{-4}$     F   $9.30 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.27$  m, resistenza  $R = 1.81$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.28$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.278    C  0.458    D  0.638    E  0.818    F  0.998

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.95 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.06$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.83 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.17$  tesla e  $k = 1.70$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.82    C  3.62    D  5.42    E  7.22    F  9.02

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.62 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.84 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.42$  A e  $\tau = 1.84$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.214    C  0.394    D  0.574    E  0.754    F  0.934

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.20$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.22$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  10.6    C  28.6    D  46.6    E  64.6    F  82.6

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0146$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.56$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.02$  m,  $1.74$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.76$  m,  $2.58$  m).

- A  0    B  -0.0188    C  -0.0368    D  -0.0548    E  -0.0728    F  -0.0908

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.64$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.86$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.11$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.55$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.12    C  3.92    D  5.72    E  7.52    F  9.32

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.09$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.168$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.78 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.54 \times 10^{-4}$     C   $4.34 \times 10^{-4}$     D   $6.14 \times 10^{-4}$     E   $7.94 \times 10^{-4}$     F   $9.74 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.47$  m, resistenza  $R = 1.50$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.18$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.28 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.16$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.92 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.86$  tesla e  $k = 1.28$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.90    C  3.70    D  5.50    E  7.30    F  9.10

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.77 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.56 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.89$  A e  $\tau = 1.61$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.98$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.73$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  20.4    C  38.4    D  56.4    E  74.4    F  92.4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0181$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.20$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.19$  m, 1.38 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.22$  m, 2.93 m).

- A  0    B  -0.0222    C  -0.0402    D  -0.0582    E  -0.0762    F  -0.0942

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.13$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.80$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.57$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.99$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  10.5    C  28.5    D  46.5    E  64.5    F  82.5

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -2.02    C  -3.82    D  -5.62    E  -7.42    F  -9.22

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.09$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.189$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.80 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.34 \times 10^{-4}$     C   $3.14 \times 10^{-4}$     D   $4.94 \times 10^{-4}$     E   $6.74 \times 10^{-4}$     F   $8.54 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.80$  m, resistenza  $R = 1.79$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.45$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.30 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.19$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.82 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.09$  tesla e  $k = 1.32$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.94 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.37 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.08$  A e  $\tau = 1.50$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.154    C  0.334    D  0.514    E  0.694    F  0.874

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.26$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.69$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

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

Testo n. 7

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0148$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.99$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.50$  m, 1.68 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.19$  m, 2.88 m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.89$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.12$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.01$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.69$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  12.4    C  30.4    D  48.4    E  66.4    F  84.4

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.58    C  -3.38    D  -5.18    E  -6.98    F  -8.78

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.07$  mm,  $r_2 = 2.00$  mm e altezza  $h = 0.161$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.76 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.41 \times 10^{-4}$     C   $4.21 \times 10^{-4}$     D   $6.01 \times 10^{-4}$     E   $7.81 \times 10^{-4}$     F   $9.61 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.89$  m, resistenza  $R = 1.59$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.62$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.68 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.01$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.93 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.76$  tesla e  $k = 2.00$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.41    C  3.21    D  5.01    E  6.81    F  8.61

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0278    C  0.0458    D  0.0638    E  0.0818    F  0.0998

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.74 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.07 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.94$  A e  $\tau = 1.11$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.255    C  0.435    D  0.615    E  0.795    F  0.975

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.15$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.44$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0137$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.84$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.92$  m,  $1.37$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.34$  m,  $2.60$  m).

- A  0    B  -0.0195    C  -0.0375    D  -0.0555    E  -0.0735    F  -0.0915

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.55$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.22$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.49$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.67$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.62    C  4.42    D  6.22    E  8.02    F  9.82

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.52    C  -3.32    D  -5.12    E  -6.92    F  -8.72

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.136$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.65 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.67 \times 10^{-4}$     C   $3.47 \times 10^{-4}$     D   $5.27 \times 10^{-4}$     E   $7.07 \times 10^{-4}$     F   $8.87 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.80$  m, resistenza  $R = 1.18$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.12$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.38 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.16$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.88 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.71$  tesla e  $k = 1.45$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.53    C  3.33    D  5.13    E  6.93    F  8.73

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.130    C  0.310    D  0.490    E  0.670    F  0.850

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.18 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.71 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.19$  A e  $\tau = 1.25$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.65$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.30$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  18.8    C  36.8    D  54.8    E  72.8    F  90.8

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0141$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.09$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.67$  m,  $1.25$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.01$  m,  $2.04$  m).

- A  0    B  -0.0122    C  -0.0302    D  -0.0482    E  -0.0662    F  -0.0842

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.59$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.60$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.59$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.82$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.63    C  3.43    D  5.23    E  7.03    F  8.83

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.01$  mm,  $r_2 = 2.03$  mm e altezza  $h = 0.105$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.66 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.71 \times 10^{-4}$     C   $4.51 \times 10^{-4}$     D   $6.31 \times 10^{-4}$     E   $8.11 \times 10^{-4}$     F   $9.91 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.63$  m, resistenza  $R = 1.28$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.08$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.80 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.08$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.65 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.92 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.20$  tesla e  $k = 1.88$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.120    C  0.300    D  0.480    E  0.660    F  0.840

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.31 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.65 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.06$  A e  $\tau = 1.02$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.215    C  0.395    D  0.575    E  0.755    F  0.935

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.84$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.31$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  23.2    C  41.2    D  59.2    E  77.2    F  95.2

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0166$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.14$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.72$  m,  $1.75$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.81$  m,  $2.97$  m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.76$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.85$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.56$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.36$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.219    C  -0.399    D  -0.579    E  -0.759    F  -0.939

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.04$  mm,  $r_2 = 2.04$  mm e altezza  $h = 0.146$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.74 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.01 \times 10^{-4}$     C   $3.81 \times 10^{-4}$     D   $5.61 \times 10^{-4}$     E   $7.41 \times 10^{-4}$     F   $9.21 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.42$  m, resistenza  $R = 1.74$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.32$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.70 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.16$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.82 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.28$  tesla e  $k = 1.73$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.52    C  3.32    D  5.12    E  6.92    F  8.72

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.30 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.17 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.03$  A e  $\tau = 1.94$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.140    C  0.320    D  0.500    E  0.680    F  0.860

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.23$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.05$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  13.0    C  31.0    D  49.0    E  67.0    F  85.0

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0178$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.54$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.55    C  3.35    D  5.15    E  6.95    F  8.75

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.71$  m, 1.92 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.26$  m, 2.46 m).

- A  0    B  -0.0276    C  -0.0456    D  -0.0636    E  -0.0816    F  -0.0996

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.73$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.22$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.22$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.58$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.69    C  3.49    D  5.29    E  7.09    F  8.89

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.36    C  -3.16    D  -4.96    E  -6.76    F  -8.56

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.08$  mm,  $r_2 = 2.06$  mm e altezza  $h = 0.102$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.38 \times 10^{-4}$     C   $4.18 \times 10^{-4}$     D   $5.98 \times 10^{-4}$     E   $7.78 \times 10^{-4}$     F   $9.58 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.03$  m, resistenza  $R = 1.71$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.58$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.78 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.01$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.92 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.17$  tesla e  $k = 1.38$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.53    C  4.33    D  6.13    E  7.93    F  9.73

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.88 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.89 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.68$  A e  $\tau = 1.04$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.208    C  0.388    D  0.568    E  0.748    F  0.928

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.93$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.62$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  20.7    C  38.7    D  56.7    E  74.7    F  92.7

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0127$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.98$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.40$  m, 1.80 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.69$  m, 2.32 m).

- A  0    B  -0.0180    C  -0.0360    D  -0.0540    E  -0.0720    F  -0.0900

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.06$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.16$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.05$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.28$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.30    C  3.10    D  4.90    E  6.70    F  8.50

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.182    C  -0.362    D  -0.542    E  -0.722    F  -0.902

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.04$  mm,  $r_2 = 2.06$  mm e altezza  $h = 0.107$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.79 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.05 \times 10^{-4}$     C   $2.85 \times 10^{-4}$     D   $4.65 \times 10^{-4}$     E   $6.45 \times 10^{-4}$     F   $8.25 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.64$  m, resistenza  $R = 1.23$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.98$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.36 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.16$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.88 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.10$  tesla e  $k = 1.35$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.21    C  4.01    D  5.81    E  7.61    F  9.41

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.57 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.48 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.23$  A e  $\tau = 1.46$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.259    C  0.439    D  0.619    E  0.799    F  0.979

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.16$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.27$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  2.32    C  4.12    D  5.92    E  7.72    F  9.52

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0139$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.78$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.40    C  3.20    D  5.00    E  6.80    F  8.60

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.54$  m,  $1.37$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.18$  m,  $2.34$  m).

- A  0    B  -0.0194    C  -0.0374    D  -0.0554    E  -0.0734    F  -0.0914

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.06$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.50$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.40$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.22$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.05$  mm,  $r_2 = 2.07$  mm e altezza  $h = 0.159$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.02 \times 10^{-4}$     C   $3.82 \times 10^{-4}$     D   $5.62 \times 10^{-4}$     E   $7.42 \times 10^{-4}$     F   $9.22 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.75$  m, resistenza  $R = 1.54$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.82$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  1.13    C  2.93    D  4.73    E  6.53    F  8.33

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.98 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.10$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.62 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.96 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.28$  tesla e  $k = 1.57$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.76    C  3.56    D  5.36    E  7.16    F  8.96

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.149    C  0.329    D  0.509    E  0.689    F  0.869

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.89 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.64 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.14$  A e  $\tau = 1.37$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.146    C  0.326    D  0.506    E  0.686    F  0.866

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.87$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.60$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  19.6    C  37.6    D  55.6    E  73.6    F  91.6

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0153$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.14$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.265    C  0.445    D  0.625    E  0.805    F  0.985

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.99$  m, 1.31 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.68$  m, 2.36 m).

- A  0    B  -0.0151    C  -0.0331    D  -0.0511    E  -0.0691    F  -0.0871

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.49$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.02$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.42$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.98$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  11.9    C  29.9    D  47.9    E  65.9    F  83.9

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -2.20    C  -4.00    D  -5.80    E  -7.60    F  -9.40

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.04$  mm,  $r_2 = 2.06$  mm e altezza  $h = 0.153$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.62 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.88 \times 10^{-4}$     C   $3.68 \times 10^{-4}$     D   $5.48 \times 10^{-4}$     E   $7.28 \times 10^{-4}$     F   $9.08 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.22$  m, resistenza  $R = 1.71$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.87$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.76 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.11$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.86 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.70$  tesla e  $k = 1.64$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.13    C  3.93    D  5.73    E  7.53    F  9.33

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0125    C  0.0305    D  0.0485    E  0.0665    F  0.0845

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.57 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.27 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.53$  A e  $\tau = 1.21$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.253    C  0.433    D  0.613    E  0.793    F  0.973

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.41$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.90$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  2.20    C  4.00    D  5.80    E  7.60    F  9.40

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0108$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.01$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.43$  m,  $1.22$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 3.00$  m,  $2.74$  m).

- A  0    B   $-1.25 \times 10^{-3}$     C   $-3.05 \times 10^{-3}$     D   $-4.85 \times 10^{-3}$     E   $-6.65 \times 10^{-3}$     F   $-8.45 \times 10^{-3}$

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.90$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.35$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.23$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.92$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  13.1    C  31.1    D  49.1    E  67.1    F  85.1

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.98    C  -3.78    D  -5.58    E  -7.38    F  -9.18

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.08$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.135$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.51 \times 10^{-4}$     C   $3.31 \times 10^{-4}$     D   $5.11 \times 10^{-4}$     E   $6.91 \times 10^{-4}$     F   $8.71 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.74$  m, resistenza  $R = 1.46$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.63$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.45 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.07$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 9.00 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.18$  tesla e  $k = 1.67$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.41    C  3.21    D  5.01    E  6.81    F  8.61

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.68 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.82 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.24$  A e  $\tau = 1.95$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.189    C  0.369    D  0.549    E  0.729    F  0.909

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.36$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.45$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  11.5    C  29.5    D  47.5    E  65.5    F  83.5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0137$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.26$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.255    C  0.435    D  0.615    E  0.795    F  0.975

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.53$  m,  $1.37$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.70$  m,  $2.74$  m).

- A  0    B  -0.0134    C  -0.0314    D  -0.0494    E  -0.0674    F  -0.0854

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.37$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.44$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.64$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.72$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.19    C  3.99    D  5.79    E  7.59    F  9.39

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.58    C  -3.38    D  -5.18    E  -6.98    F  -8.78

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.07$  mm,  $r_2 = 2.06$  mm e altezza  $h = 0.149$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.77 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.01 \times 10^{-4}$     C   $3.81 \times 10^{-4}$     D   $5.61 \times 10^{-4}$     E   $7.41 \times 10^{-4}$     F   $9.21 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.91$  m, resistenza  $R = 1.89$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.62$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.37 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.10$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.94 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.90$  tesla e  $k = 1.05$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.40    C  3.20    D  5.00    E  6.80    F  8.60

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.176    C  0.356    D  0.536    E  0.716    F  0.896

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.88 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.58 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.73$  A e  $\tau = 1.71$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.224    C  0.404    D  0.584    E  0.764    F  0.944

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.82$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.68$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  17.7    C  35.7    D  53.7    E  71.7    F  89.7

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0106$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.27$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.220    C  0.400    D  0.580    E  0.760    F  0.940

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.05$  m,  $1.33$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.80$  m,  $2.42$  m).

- A  0    B   $-2.66 \times 10^{-3}$     C   $-4.46 \times 10^{-3}$     D   $-6.26 \times 10^{-3}$     E   $-8.06 \times 10^{-3}$     F   $-9.86 \times 10^{-3}$

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.02$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.54$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.79$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.46$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.28    C  3.08    D  4.88    E  6.68    F  8.48

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.05$  mm e altezza  $h = 0.112$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.75 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.18 \times 10^{-4}$     C   $2.98 \times 10^{-4}$     D   $4.78 \times 10^{-4}$     E   $6.58 \times 10^{-4}$     F   $8.38 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.00$  m, resistenza  $R = 1.99$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.64$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.104    C  0.284    D  0.464    E  0.644    F  0.824

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.89 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.12$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.60 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.88 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.68$  tesla e  $k = 1.71$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.79    C  3.59    D  5.39    E  7.19    F  8.99

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0209    C  0.0389    D  0.0569    E  0.0749    F  0.0929

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.31 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.73 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.59$  A e  $\tau = 1.88$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.169    C  0.349    D  0.529    E  0.709    F  0.889

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.45$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.30$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  14.5    C  32.5    D  50.5    E  68.5    F  86.5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0170$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.14$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.36$  m,  $1.97$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.18$  m,  $2.69$  m).

- A  0    B  -0.0186    C  -0.0366    D  -0.0546    E  -0.0726    F  -0.0906

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.77$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.61$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.71$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.31$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.47    C  4.27    D  6.07    E  7.87    F  9.67

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.176    C  -0.356    D  -0.536    E  -0.716    F  -0.896

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.04$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.148$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.78 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.19 \times 10^{-4}$     C   $3.99 \times 10^{-4}$     D   $5.79 \times 10^{-4}$     E   $7.59 \times 10^{-4}$     F   $9.39 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.29$  m, resistenza  $R = 1.22$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.91$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.110    C  0.290    D  0.470    E  0.650    F  0.830

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.28 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.17$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.98 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.86$  tesla e  $k = 1.21$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.170    C  0.350    D  0.530    E  0.710    F  0.890

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.57 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.58 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.51$  A e  $\tau = 1.30$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.17$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.40$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  1.59    C  3.39    D  5.19    E  6.99    F  8.79

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0175$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.47$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.10$  m, 1.89 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.83$  m, 2.07 m).

A  0    B  -0.0254    C  -0.0434    D  -0.0614    E  -0.0794    F  -0.0974

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.07$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.52$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.84$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.68$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

A  0    B  2.69    C  4.49    D  6.29    E  8.09    F  9.89

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.108$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

A  0    B   $1.00 \times 10^{-4}$     C   $2.80 \times 10^{-4}$     D   $4.60 \times 10^{-4}$     E   $6.40 \times 10^{-4}$     F   $8.20 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.64$  m, resistenza  $R = 1.99$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.70$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.85 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.18$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.70 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.94 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.70$  tesla e  $k = 1.88$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.58    C  3.38    D  5.18    E  6.98    F  8.78

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0191    C  0.0371    D  0.0551    E  0.0731    F  0.0911

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.57 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.91 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.45$  A e  $\tau = 1.15$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.142    C  0.322    D  0.502    E  0.682    F  0.862

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.42$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.74$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0132$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.82$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.36    C  3.16    D  4.96    E  6.76    F  8.56

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.49$  m,  $1.79$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.92$  m,  $2.38$  m).

- A  0    B  -0.0179    C  -0.0359    D  -0.0539    E  -0.0719    F  -0.0899

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.62$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.99$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.45$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.15$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.06    C  3.86    D  5.66    E  7.46    F  9.26

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.121    C  -0.301    D  -0.481    E  -0.661    F  -0.841

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.08$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.138$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.80 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.84 \times 10^{-4}$     C   $3.64 \times 10^{-4}$     D   $5.44 \times 10^{-4}$     E   $7.24 \times 10^{-4}$     F   $9.04 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.20$  m, resistenza  $R = 1.79$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.63$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.233    C  0.413    D  0.593    E  0.773    F  0.953

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.19 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.10$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.65 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.82 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.47$  tesla e  $k = 1.19$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.94    C  3.74    D  5.54    E  7.34    F  9.14

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.242    C  0.422    D  0.602    E  0.782    F  0.962

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.79 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.35 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.76$  A e  $\tau = 1.70$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.79$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.91$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  15.1    C  33.1    D  51.1    E  69.1    F  87.1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0112$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.54$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.254    C  0.434    D  0.614    E  0.794    F  0.974

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.23$  m,  $1.94$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.03$  m,  $2.02$  m).

- A  0    B  -0.0109    C  -0.0289    D  -0.0469    E  -0.0649    F  -0.0829

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.85$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.41$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.64$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.84$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.67    C  3.47    D  5.27    E  7.07    F  8.87

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.09$  mm,  $r_2 = 2.08$  mm e altezza  $h = 0.168$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.80 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.45 \times 10^{-4}$     C   $4.25 \times 10^{-4}$     D   $6.05 \times 10^{-4}$     E   $7.85 \times 10^{-4}$     F   $9.65 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.17$  m, resistenza  $R = 1.67$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.19$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.96 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.06$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.89 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.77$  tesla e  $k = 1.47$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.16    C  3.96    D  5.76    E  7.56    F  9.36

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0106    C  0.0286    D  0.0466    E  0.0646    F  0.0826

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.92 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.96 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.26$  A e  $\tau = 1.27$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.172    C  0.352    D  0.532    E  0.712    F  0.892

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.72$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.95$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  13.6    C  31.6    D  49.6    E  67.6    F  85.6

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0107$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.63$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.265    C  0.445    D  0.625    E  0.805    F  0.985

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.07$  m, 1.60 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.86$  m, 2.01 m).

- A  0    B  -0.0105    C  -0.0285    D  -0.0465    E  -0.0645    F  -0.0825

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.63$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.88$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.86$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.04$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.43    C  4.23    D  6.03    E  7.83    F  9.63

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.187    C  -0.367    D  -0.547    E  -0.727    F  -0.907

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.05$  mm,  $r_2 = 2.07$  mm e altezza  $h = 0.190$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.66 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.02 \times 10^{-4}$     C   $2.82 \times 10^{-4}$     D   $4.62 \times 10^{-4}$     E   $6.42 \times 10^{-4}$     F   $8.22 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.38$  m, resistenza  $R = 1.89$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.47$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.168    C  0.348    D  0.528    E  0.708    F  0.888

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.05 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.02$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.87 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.45$  tesla e  $k = 1.89$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.11 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.92 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.81$  A e  $\tau = 1.07$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.17$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.08$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  11.4    C  29.4    D  47.4    E  65.4    F  83.4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0179$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.13$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.15$  m,  $1.42$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.20$  m,  $2.75$  m).

- A  0    B  -0.0204    C  -0.0384    D  -0.0564    E  -0.0744    F  -0.0924

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.28$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.21$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.39$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.16$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  2.32    C  4.12    D  5.92    E  7.72    F  9.52

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.01$  mm,  $r_2 = 2.04$  mm e altezza  $h = 0.168$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.75 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.74 \times 10^{-4}$     C   $4.54 \times 10^{-4}$     D   $6.34 \times 10^{-4}$     E   $8.14 \times 10^{-4}$     F   $9.94 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.33$  m, resistenza  $R = 1.99$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.16$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.136    C  0.316    D  0.496    E  0.676    F  0.856

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.22 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.09$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.62 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.86 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.90$  tesla e  $k = 1.54$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0113    C  0.0293    D  0.0473    E  0.0653    F  0.0833

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.75 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.78 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.66$  A e  $\tau = 1.67$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.142    C  0.322    D  0.502    E  0.682    F  0.862

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.59$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.72$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  13.2    C  31.2    D  49.2    E  67.2    F  85.2

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0184$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.68$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.75    C  3.55    D  5.35    E  7.15    F  8.95

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.51$  m,  $1.97$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.83$  m,  $2.94$  m).

- A  0    B  -0.0141    C  -0.0321    D  -0.0501    E  -0.0681    F  -0.0861

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.17$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.58$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.22$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.38$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.277    C  -0.457    D  -0.637    E  -0.817    F  -0.997

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.10$  mm,  $r_2 = 2.04$  mm e altezza  $h = 0.144$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.68 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.63 \times 10^{-4}$     C   $3.43 \times 10^{-4}$     D   $5.23 \times 10^{-4}$     E   $7.03 \times 10^{-4}$     F   $8.83 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.06$  m, resistenza  $R = 1.22$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.73$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.142    C  0.322    D  0.502    E  0.682    F  0.862

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.04 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.07$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.90 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.58$  tesla e  $k = 1.25$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.40 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.12 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 2.00$  A e  $\tau = 1.18$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.78$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.67$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  17.1    C  35.1    D  53.1    E  71.1    F  89.1

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0178$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.50$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.51 \text{ m}, 1.45 \text{ m})$  e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.01 \text{ m}, 2.49 \text{ m})$ .

- A  0    B  -0.0268    C  -0.0448    D  -0.0628    E  -0.0808    F  -0.0988

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.28$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.95$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.66$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.86$   $\mu\text{C}$ . Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.43    C  3.23    D  5.03    E  6.83    F  8.63

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.74    C  -3.54    D  -5.34    E  -7.14    F  -8.94

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.00$  mm e altezza  $h = 0.182$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.71 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.26 \times 10^{-4}$     C   $3.06 \times 10^{-4}$     D   $4.86 \times 10^{-4}$     E   $6.66 \times 10^{-4}$     F   $8.46 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.48$  m, resistenza  $R = 1.22$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.61$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.233    C  0.413    D  0.593    E  0.773    F  0.953

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.69 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.19$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.81 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.89$  tesla e  $k = 1.15$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.79    C  3.59    D  5.39    E  7.19    F  8.99

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.64 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.14 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.56$  A e  $\tau = 1.76$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.14$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.74$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  1.31    C  3.11    D  4.91    E  6.71    F  8.51

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0154$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.81$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.57    C  3.37    D  5.17    E  6.97    F  8.77

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.52$  m, 1.04 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.32$  m, 2.97 m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.05$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.81$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.25$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 2.00$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  13.4    C  31.4    D  49.4    E  67.4    F  85.4

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -2.04    C  -3.84    D  -5.64    E  -7.44    F  -9.24

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.05$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.117$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.70 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.20 \times 10^{-4}$     C   $3.00 \times 10^{-4}$     D   $4.80 \times 10^{-4}$     E   $6.60 \times 10^{-4}$     F   $8.40 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.93$  m, resistenza  $R = 1.71$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.97$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.15 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.06$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.82 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.97$  tesla e  $k = 1.73$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.99 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.12 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.37$  A e  $\tau = 1.13$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.127    C  0.307    D  0.487    E  0.667    F  0.847

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.68$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.13$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  22.4    C  40.4    D  58.4    E  76.4    F  94.4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0127$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.42$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.66$  m, 1.08 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.93$  m, 2.70 m).

- A  0    B  -0.0129    C  -0.0309    D  -0.0489    E  -0.0669    F  -0.0849

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.40$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.90$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.75$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.21$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.67    C  3.47    D  5.27    E  7.07    F  8.87

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.199    C  -0.379    D  -0.559    E  -0.739    F  -0.919

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.07$  mm e altezza  $h = 0.168$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.65 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.38 \times 10^{-4}$     C   $4.18 \times 10^{-4}$     D   $5.98 \times 10^{-4}$     E   $7.78 \times 10^{-4}$     F   $9.58 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.91$  m, resistenza  $R = 1.17$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.19$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.62 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.03$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.99 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.81$  tesla e  $k = 1.43$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.62    C  4.42    D  6.22    E  8.02    F  9.82

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.91 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.55 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.42$  A e  $\tau = 1.03$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.212    C  0.392    D  0.572    E  0.752    F  0.932

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.92$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.55$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  21.4    C  39.4    D  57.4    E  75.4    F  93.4

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0171$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.05$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

A  0    B  1.01    C  2.81    D  4.61    E  6.41    F  8.21

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.82$  m, 1.12 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.71$  m, 2.90 m).

A  0    B  -0.0173    C  -0.0353    D  -0.0533    E  -0.0713    F  -0.0893

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.05$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.41$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.30$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.96$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

A  0    B  12.5    C  30.5    D  48.5    E  66.5    F  84.5

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.05$  mm e altezza  $h = 0.111$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.78 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

A  0    B   $1.21 \times 10^{-4}$     C   $3.01 \times 10^{-4}$     D   $4.81 \times 10^{-4}$     E   $6.61 \times 10^{-4}$     F   $8.41 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.19$  m, resistenza  $R = 1.37$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.82$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.36 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.11$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.90 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.90$  tesla e  $k = 1.38$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.32 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.33 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.29$  A e  $\tau = 1.87$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.170    C  0.350    D  0.530    E  0.710    F  0.890

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.75$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.32$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  20.9    C  38.9    D  56.9    E  74.9    F  92.9

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0178$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.29$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.30    C  3.10    D  4.90    E  6.70    F  8.50

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.03$  m,  $1.83$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.11$  m,  $2.15$  m).

- A  0    B  -0.0231    C  -0.0411    D  -0.0591    E  -0.0771    F  -0.0951

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.54$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.01$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.20$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.95$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  13.8    C  31.8    D  49.8    E  67.8    F  85.8

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -2.13    C  -3.93    D  -5.73    E  -7.53    F  -9.33

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.03$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.111$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.76 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.19 \times 10^{-4}$     C   $2.99 \times 10^{-4}$     D   $4.79 \times 10^{-4}$     E   $6.59 \times 10^{-4}$     F   $8.39 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.27$  m, resistenza  $R = 1.01$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.00$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.278    C  0.458    D  0.638    E  0.818    F  0.998

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.64 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.17$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.84 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.28$  tesla e  $k = 1.87$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.20    C  3.00    D  4.80    E  6.60    F  8.40

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.128    C  0.308    D  0.488    E  0.668    F  0.848

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.10 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.66 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.19$  A e  $\tau = 1.42$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.127    C  0.307    D  0.487    E  0.667    F  0.847

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.95$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.06$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  14.2    C  32.2    D  50.2    E  68.2    F  86.2

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0117$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.27$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.84$  m,  $1.47$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.30$  m,  $2.66$  m).

- A  0    B   $-2.62 \times 10^{-3}$     C   $-4.42 \times 10^{-3}$     D   $-6.22 \times 10^{-3}$     E   $-8.02 \times 10^{-3}$     F   $-9.82 \times 10^{-3}$

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.58$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.44$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.20$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.59$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.35    C  -3.15    D  -4.95    E  -6.75    F  -8.55

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.06$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.189$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.76 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.37 \times 10^{-4}$     C   $3.17 \times 10^{-4}$     D   $4.97 \times 10^{-4}$     E   $6.77 \times 10^{-4}$     F   $8.57 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.25$  m, resistenza  $R = 1.71$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.07$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.265    C  0.445    D  0.625    E  0.805    F  0.985

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.27 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.14$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.82 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.08$  tesla e  $k = 1.90$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.53    C  3.33    D  5.13    E  6.93    F  8.73

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.37 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.95 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 2.00$  A e  $\tau = 1.03$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.203    C  0.383    D  0.563    E  0.743    F  0.923

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.14$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.42$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

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

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0198$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.19$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.33    C  3.13    D  4.93    E  6.73    F  8.53

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.60$  m, 1.25 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.03$  m, 2.06 m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.55$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.69$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.64$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.99$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.09$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.164$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.02 \times 10^{-4}$     C   $3.82 \times 10^{-4}$     D   $5.62 \times 10^{-4}$     E   $7.42 \times 10^{-4}$     F   $9.22 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.12$  m, resistenza  $R = 1.44$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.29$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.181    C  0.361    D  0.541    E  0.721    F  0.901

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.83 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.10$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.66 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.91 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.22$  tesla e  $k = 1.66$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.06    C  3.86    D  5.66    E  7.46    F  9.26

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.154    C  0.334    D  0.514    E  0.694    F  0.874

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.62 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.12 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.03$  A e  $\tau = 1.57$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.257    C  0.437    D  0.617    E  0.797    F  0.977

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.12$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.07$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  10.5    C  28.5    D  46.5    E  64.5    F  82.5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0171$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.54$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.05$  m, 1.90 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.14$  m, 2.30 m).

- A  0    B  -0.0254    C  -0.0434    D  -0.0614    E  -0.0794    F  -0.0974

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.93$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.20$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.85$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.62$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

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

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.08$  mm,  $r_2 = 2.08$  mm e altezza  $h = 0.152$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.67 \times 10^{-4}$     C   $3.47 \times 10^{-4}$     D   $5.27 \times 10^{-4}$     E   $7.07 \times 10^{-4}$     F   $8.87 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.48$  m, resistenza  $R = 1.56$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.18$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.233    C  0.413    D  0.593    E  0.773    F  0.953

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.93 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.17$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.60 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.89 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.41$  tesla e  $k = 1.55$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.140    C  0.320    D  0.500    E  0.680    F  0.860

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.66 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.07 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.18$  A e  $\tau = 1.78$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.279    C  0.459    D  0.639    E  0.819    F  0.999

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.10$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.74$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  2.65    C  4.45    D  6.25    E  8.05    F  9.85

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0191$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.17$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.45$  m,  $1.45$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.21$  m,  $2.35$  m).

- A  0    B  -0.0241    C  -0.0421    D  -0.0601    E  -0.0781    F  -0.0961

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.59$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.52$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.28$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.79$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  10.8    C  28.8    D  46.8    E  64.8    F  82.8

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.69    C  -3.49    D  -5.29    E  -7.09    F  -8.89

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.04$  mm,  $r_2 = 2.09$  mm e altezza  $h = 0.163$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.64 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.11 \times 10^{-4}$     C   $3.91 \times 10^{-4}$     D   $5.71 \times 10^{-4}$     E   $7.51 \times 10^{-4}$     F   $9.31 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.42$  m, resistenza  $R = 1.70$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.70$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.97 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.18$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.66 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.96 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.90$  tesla e  $k = 1.06$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.85    C  3.65    D  5.45    E  7.25    F  9.05

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.175    C  0.355    D  0.535    E  0.715    F  0.895

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.23 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.45 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.72$  A e  $\tau = 1.30$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.63$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.51$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  15.8    C  33.8    D  51.8    E  69.8    F  87.8

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0140$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.37$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.41$  m, 1.56 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.82$  m, 2.86 m).

- A  0    B  -0.0152    C  -0.0332    D  -0.0512    E  -0.0692    F  -0.0872

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.78$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.17$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.45$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.29$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -0.195    C  -0.375    D  -0.555    E  -0.735    F  -0.915

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.05$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.166$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.36 \times 10^{-4}$     C   $4.16 \times 10^{-4}$     D   $5.96 \times 10^{-4}$     E   $7.76 \times 10^{-4}$     F   $9.56 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.88$  m, resistenza  $R = 1.87$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.77$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.58 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.11$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.67 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.89 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.19$  tesla e  $k = 1.56$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.200    C  0.380    D  0.560    E  0.740    F  0.920

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.36 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.26 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.79$  A e  $\tau = 1.81$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.267    C  0.447    D  0.627    E  0.807    F  0.987

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.98$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.09$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  14.3    C  32.3    D  50.3    E  68.3    F  86.3

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0143$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.49$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.20    C  3.00    D  4.80    E  6.60    F  8.40

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.49$  m, 1.80 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.90$  m, 2.05 m).

- A  0    B  -0.0172    C  -0.0352    D  -0.0532    E  -0.0712    F  -0.0892

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.62$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.77$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.82$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.79$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.98    C  3.78    D  5.58    E  7.38    F  9.18

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.64    C  -3.44    D  -5.24    E  -7.04    F  -8.84

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.02$  mm,  $r_2 = 2.01$  mm e altezza  $h = 0.124$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.45 \times 10^{-4}$     C   $3.25 \times 10^{-4}$     D   $5.05 \times 10^{-4}$     E   $6.85 \times 10^{-4}$     F   $8.65 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.78$  m, resistenza  $R = 1.60$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.34$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.65 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.07$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.69 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.84 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.11$  tesla e  $k = 1.38$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.10    C  3.90    D  5.70    E  7.50    F  9.30

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

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

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.41 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.67 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.74$  A e  $\tau = 1.67$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

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

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.47$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.55$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  12.5    C  30.5    D  48.5    E  66.5    F  84.5

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0165$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.56$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

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

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.98$  m, 1.14 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.05$  m, 2.78 m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.05$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.09$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.41$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.81$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

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

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.82    C  -3.62    D  -5.42    E  -7.22    F  -9.02

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.09$  mm,  $r_2 = 2.02$  mm e altezza  $h = 0.103$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.61 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.40 \times 10^{-4}$     C   $4.20 \times 10^{-4}$     D   $6.00 \times 10^{-4}$     E   $7.80 \times 10^{-4}$     F   $9.60 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.45$  m, resistenza  $R = 1.49$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.81$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.04 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.17$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.65 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.88 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.76$  tesla e  $k = 1.68$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

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

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.102    C  0.282    D  0.462    E  0.642    F  0.822

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.52 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.14 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.10$  A e  $\tau = 1.19$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.142    C  0.322    D  0.502    E  0.682    F  0.862

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.88$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.77$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  17.9    C  35.9    D  53.9    E  71.9    F  89.9

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0166$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.42$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  1.33    C  3.13    D  4.93    E  6.73    F  8.53

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.42$  m,  $1.22$  m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.41$  m,  $2.57$  m).

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

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.27$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.19$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.61$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.36$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.25    C  3.05    D  4.85    E  6.65    F  8.45

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.01    C  -2.81    D  -4.61    E  -6.41    F  -8.21

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.06$  mm,  $r_2 = 2.04$  mm e altezza  $h = 0.128$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.76 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $1.52 \times 10^{-4}$     C   $3.32 \times 10^{-4}$     D   $5.12 \times 10^{-4}$     E   $6.92 \times 10^{-4}$     F   $8.72 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.45$  m, resistenza  $R = 1.31$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.25$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

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

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.95 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.02$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.96 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.58$  tesla e  $k = 1.70$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  2.04    C  3.84    D  5.64    E  7.44    F  9.24

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.0186    C  0.0366    D  0.0546    E  0.0726    F  0.0906

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.54 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.27 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.22$  A e  $\tau = 1.68$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.240    C  0.420    D  0.600    E  0.780    F  0.960

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.37$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.41$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  12.0    C  30.0    D  48.0    E  66.0    F  84.0

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA  
 INGEGNERIA GESTIONALE E INGEGNERIA CHIMICA: CORSO DI FISICA GENERALE II  
 Prova n. 5 - 07/06/2018

*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) In un sistema di riferimento cartesiano, nella regione compresa tra i piani di equazione  $x = d$  ed  $x = -d$ , con  $d = 0.0155$  m, è presente una distribuzione volumetrica di carica elettrica con densità uniforme  $\rho_0 = 1.14$  nC/m<sup>3</sup>. Determinare il modulo del campo elettrico, in volt/m, nel punto  $\mathbf{P} = (\frac{d}{2}, 0., 0.)$ .

- A  0    B  0.278    C  0.458    D  0.638    E  0.818    F  0.998

2) Nelle stesse ipotesi del precedente problema 1), determinare la differenza di potenziale elettrico, in volt, tra i punti  $\mathbf{P}_1 = (d, 1.07$  m, 1.98 m) e  $\mathbf{P}_2 = (0, 2.56$  m, 2.30 m).

- A  0    B  -0.0155    C  -0.0335    D  -0.0515    E  -0.0695    F  -0.0875

3) Un guscio sferico di materiale conduttore, raggio interno  $r_i = 6.38$  mm e raggio esterno  $r_e = 8.13$  mm, contiene una sfera conduttrice concentrica ad esso di raggio  $r_s = 1.56$  mm. Sulla sfera interna viene posta la carica elettrica  $Q = 1.57$   $\mu$ C. Determinare la energia elettrostatica, in joule, complessiva del sistema.

- A  0    B  1.33    C  3.13    D  4.93    E  6.73    F  8.53

4) Nel caso del precedente problema 3), si pone a terra il guscio conduttore esterno. Determinare la variazione di energia elettrostatica, in joule, del sistema.

- A  0    B  -1.36    C  -3.16    D  -4.96    E  -6.76    F  -8.56

5) Un conduttore a forma di tronco di cono retto ha raggi  $r_1 = 1.07$  mm,  $r_2 = 2.09$  mm e altezza  $h = 0.117$  m. La resistività del materiale è  $\rho = 1.63 \times 10^{-8}$  ohm·m. Il conduttore viene connesso ad un generatore di tensione costante  $\Delta V$ , in modo che i due contatti elettrici siano sulle due basi del cono, metallizzate in modo che su ognuna delle due basi il potenziale sia costante. Determinare il valore, in ohm, della resistenza elettrica del conduttore.

- A  0    B   $2.71 \times 10^{-4}$     C   $4.51 \times 10^{-4}$     D   $6.31 \times 10^{-4}$     E   $8.11 \times 10^{-4}$     F   $9.91 \times 10^{-4}$

6) Una spira quadrata di lato  $a = 1.20$  m, resistenza  $R = 1.97$  ohm e induttanza trascurabile, è posta tra due fili conduttori rettilinei indefiniti, distanti tra loro  $d = \frac{3}{2}a$ , in modo da esserne equidistante ed in modo che fili e spira giacciono sullo stesso piano  $xy$ . I fili sono percorsi da una corrente di uguale intensità  $I = 1.62$  A ma verso opposto. Determinare la mutua induttanza, in microhenry, tra fili e spira.

A  0    B  0.233    C  0.413    D  0.593    E  0.773    F  0.953

7) Una spira circolare di diametro  $D = 3.51 \times 10^{-2}$  m è prodotta a partire da un cavo conduttore cilindrico di raggio  $r = 1.04$  mm, di un materiale con resistività  $\rho = 1.66 \times 10^{-8}$  ohm·m e densità  $\rho_m = 8.93 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>. È presente il campo gravitazionale ( $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>) e un campo magnetico la cui componente  $B_z$  lungo l'asse  $z$  (lo stesso del campo gravitazionale) ha intensità  $B_z = B_0(1 + kz)$ , con  $B_0 = 1.50$  tesla e  $k = 1.35$  m<sup>-1</sup>. All'istante  $t = 0$  la spira viene lasciata cadere e nel moto successivo la spira mantiene il suo asse allineato con l'asse  $z$ . Determinare la velocità limite, in m/s, raggiunta dalla spira nel suo moto di caduta.

A  0    B  1.01    C  2.81    D  4.61    E  6.41    F  8.21

8) Nelle stesse ipotesi del precedente esercizio 7), determinare la potenza, in watt, dissipata per effetto Joule in corrispondenza del moto che si sviluppa alla velocità limite.

A  0    B  0.151    C  0.331    D  0.511    E  0.691    F  0.871

9) Un filo rettilineo indefinito si trova nel piano di una spira quadrata, di lato  $a = 1.21 \times 10^{-2}$  m, ed è parallelo ad uno dei lati, alla distanza  $d = 1.20 \times 10^{-2}$  m dal lato più vicino. Se l'intensità di corrente elettrica nel filo varia nel tempo con la legge  $I(t) = I_0 e^{-t/\tau}$ , con  $I_0 = 1.89$  A e  $\tau = 1.48$  ns, determinare la forza elettromotrice, in volt, indotta nella spira all'istante  $t = 2\tau$ .

A  0    B  0.112    C  0.292    D  0.472    E  0.652    F  0.832

10) Sono dati un filo rettilineo indefinito ("filo 1") che ha densità di carica elettrica per unità di lunghezza  $\lambda = 1.42$   $\mu\text{C}/\text{m}$  e un piano conduttore indefinito posto a terra. Il filo è parallelo al piano ed è posto alla distanza  $d = 1.57$  mm da esso. È noto che questo problema può essere studiato utilizzando il *metodo delle cariche immagine*: nello spazio nel quale si trova il filo 1, il potenziale elettrostatico è dato dalla somma del potenziale generato dal filo 1 stesso e da un filo ("filo 2") di densità di carica lineare  $\lambda'$  (da determinare) posto in posizione simmetrica rispetto al piano conduttore. Determinare il modulo della forza per unità di lunghezza, in newton/m, esercitata dal piano conduttore sul filo 1.

A  0    B  11.5    C  29.5    D  47.5    E  65.5    F  83.5